

Instalace a implementace technologie dělení na provoz VF – Tažírna oceli

Bc. Jaroslav Máčal

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav Máčal**
Osobní číslo: **T16613**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Instalace a implementace technologie dělení na provoz VF -
Tažírna oceli**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracování literární rešerše na dané téma**
- 2. Popis technologie a funkce systému**
- 3. Instalace technologie**
- 4. Implementace technologie do procesu výroby**
- 5. Zhodnocení a závěr**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Bednařík, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

2. ledna 2018

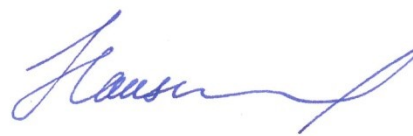
Termín odevzdání diplomové práce:

18. května 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: MAČAL JAROSLAV

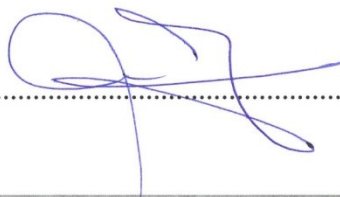
Obor: PI-VI

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10.5.2018



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádne k větší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je provedení instalace a implementace technologie dělení do procesu výroby a stávajícího výrobně informačního systému na provozu VF – Tažírna oceli, za účelem získání celkového přehledu o výrobě od prvotního zaplánování, přes online sledování výroby, online sběr dat, až po jeho následné využití k další analýze, sledování parametru poruchovosti a celkového využití strojního zařízení CEZ.

V teoretické části je vysvětlena důležitost a podstata automatizace a s tím spojené robotizace, kdy do popředí vystupují hlavní motivy, kterými jsou zvýšení kvality výroby a produktivity práce při zachování, nebo zvýšení flexibility výroby, je objasněn pojem podnikový informační systém. Současně jsou vymezeny základní pojmy související s informačními technologiemi.

Praktická část je věnována představení provozu VF – Tažírna oceli TŽ, a.s., je provedena analýza současného stavu, popsána potřeba instalace technologie dělení, následně popsán proces implementace technologie do stávajícího výrobně informačního systému ELVIS s jeho realizací.

Závěr obsahuje vyhodnocení a návrhy a doporučení na zlepšení.

Klíčová slova: Výrobní Informační Systém, Řídicí Systém, PLC, Simatic, CEZ

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is the installation and implementation of cutting technology into the production process and current production information system on the VF – Steel Drawing Plant in order to obtain an overview of the production flow. From initial planning, through on-line production monitoring and on-line data collection, to its subsequent application for further analysis, monitoring of failure rate and technical availability of the production line OEE.

The theoretical part explains the core and importance of automation and associated robotization. Leading themes are improving quality of production and productivity while retaining or increasing flexibility. The technical term Production Information System is clari-

fied. Fundamental technical terms related to the information technologies have been defined as well.

The experimental part concerns with the description of production plant VF – Steel Drawing Plant, a.s. An analysis of the current state was carried out, the requirement of installation of the cutting technology was defined, the process of implementation of the technology into the existing ELVIS production information system followed including execution itself.

Conclusions include evaluations, suggestions and recommendations for improvement.

Key words: Production Information System, Control System, PLC, Simatic, OEE

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Bednaříkovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, za veškerý čas, který mi věnoval při přípravě, za odborné konzultace a doporučení, které mi byly nápomocné k jejímu dokončení.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	12
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ	15
1.1 PODNIK	15
1.2 DATA	15
1.3 INFORMACE	15
1.4 SYSTÉM.....	16
1.5 INFORMAČNÍ SYSTÉM (IS)	16
1.6 EFEKTIVNOST	16
1.7 ŘÍDICÍ SYSTÉMY	16
1.8 ŘÍZENÍ.....	16
2 AUTOMATIZACE	17
2.1 PRŮMYSLOVÁ AUTOMATIZACE.....	17
2.2 PROSTŘEDKY AUTOMATIZACE.....	17
2.2.1 Prvky pro získání informace – senzory	17
2.2.2 Převodníky	18
2.2.3 Akční členy	18
2.2.4 Programovatelné automaty – PLC	19
2.2.5 Bezpečnostní PLC (Safety)	22
2.2.6 Programovací jazyky pro PLC	22
2.2.7 HMI Vizualizace a Ovládání.....	25
2.2.8 Sběrnice.....	26
2.2.9 Pořízení techniky pro automatizaci (nejčastější chyby).....	28
2.3 SIMATIC	31
2.3.1 Řídicí systémy Simatic.....	31
2.3.2 Vizualizace Simatic.....	33
2.3.3 Software pro automatizační systémy Simatic	35
3 PODNIKOVÉ A INFORMAČNÍ SYSTÉMY	37
3.1 TECHNOLOGIE – SLEDOVÁNÍ DAT Z VÝROBY	37
3.2 MES – VÝROBNÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM.....	38
3.3 POSTAVENÍ MES MEZI INFORMAČNÍ SYSTÉMY V PRŮMYSLOVÉM PODNIKU	38
3.4 ZÁKLADNÍ FUNKCE A VLASTNOSTI MES	38
3.4.1 Funkcionalita MES.....	39
3.5 ROZDĚLENÍ MODULŮ NA HLAVNÍ A PODPŮRNÉ FUNKCE.....	42
3.6 SYSTÉMOVÝ NÁVRH INTELIGENTNÍHO MES SYSTÉMU	43
3.7 CEZ (OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS).....	45
3.7.1 Celková efektivnost zařízení	45
3.7.2 Ztráty OEE	47
3.7.3 Nástroje OEE	48
II PRAKTICKÁ ČÁST	50
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	51
4 TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, A.S.	52

4.1	PROVOZ VF – TAŽÍRNA OCELI.....	53
4.1.1	Výrobní program.....	53
4.1.2	Výrobní technologie.....	54
4.1.3	Nevýrobní technologie.....	54
4.1.4	Schéma procesu (dle technologického toku).....	56
4.1.5	Aktuální projekt „Rozvoj provozu VF – Tažírna oceli“.....	58
5	TECHNOLOGIE DĚLENÍ – DĚLÍCÍ CENTRUM	61
5.1	POPIS.....	61
5.2	PARAMETRY	62
5.3	LAYOUT – PŮDORYS STROJE	63
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	64
6.1	DŮVODY NÁKUPU A INSTALACE	64
6.2	TECHNOLOGIE – POŽADAVKY TŽ-VF NA DODAVATELE.....	64
6.3	INSTALACE DO PROSTORU – UMÍSTĚNÍ	65
6.4	PROSTŘEDKY AUTOMATIZACE.....	65
6.5	PRAVIDLA A STANDARDY PRO KOMUNIKACI MEZI LEVEL 1 A LEVEL 2	66
6.6	TECHNOLOGICKÁ SÍŤ.....	66
6.7	HW A SW	66
6.7.1	Servery, Zálohy – BackUp.....	66
6.7.2	Uživatelské počítače.....	67
6.7.3	Čtečky čárových kódů – Motorola MC9590.....	67
6.7.4	Tiskárna Zebra Technologies ZTC ZT410	67
6.8	STÁVAJÍCÍ SYSTÉM ELVIS (MES)	67
6.9	VF HODNOCENÍ – APLIKACE PRO SLEDOVÁNÍ PROSTOJŮ A CEZ.....	68
6.10	VYHODNOCENÍ ANALÝZY	68
7	PROJEKT INSTALACE A IMPLEMENTACE TECHNOLOGIE DĚLENÍ.....	70
7.1	NÁVRH PROCESU VÝROBY SERVISNÍCH TYČÍ	70
7.1.1	Proces 5.3 - PH 5.3 - Výroba servisních tyčí	70
7.1.2	Blokové schéma procesu 5.3 - PH 5.3 - Výroba servisních tyčí.....	71
7.1.3	Procesní schéma technologie	72
7.2	TECHNOLOGIE – POŽADAVKY TŽ-VF NA DODAVATELE.....	72
7.3	INSTALACE DO PROSTORU – UMÍSTĚNÍ.....	73
7.3.1	Layout umístění.....	73
7.3.2	Technologie – Výstupní část bez online měření délky (Videx).....	73
7.3.3	Technologie – Výstupní část s online měřením každého kusu (VF)	74
7.3.4	Výstup – Skladování HV v expediční části.....	75
7.4	AUTOMATIZACE	76
7.4.1	Základní pravidla pro nasazování ŘS	76
7.4.2	Prostředky automatizace	79
7.4.3	Výstupní část s online měřením každého kusu	84

7.5	DEFINICE KOMUNIKACE MEZI LEVEL 1 A LEVEL 2 A PODMÍNEK AUTOSTOP	86
7.6	TECHNOLOGICKÁ SÍŤ	89
7.7	HW A SW	89
7.7.1	Uživatelské počítače.....	89
7.7.2	Čtečky čárových kódů – Motorola MC9590.....	90
7.7.3	Tiskárna Zebra Technologies ZTC ZT410	90
7.8	IMPLEMENTACE TECHNOLOGIE DO VÝROBNĚ INFORMAČNÍHO SYSTÉMU	91
7.8.1	ELVIS – Aplikace	91
7.8.2	VF Sklad Polotovaru DC	92
7.8.3	VF Trať	93
7.8.4	VF Expedice.....	105
7.8.5	VF Pracoviště	105
7.8.6	VF Info	106
7.8.7	VF Evidence nástrojů	110
7.8.8	ETSZ – Evidence technického stavu zařízení	111
7.8.9	Uživatelé – Definice oprávnění.....	112
7.9	VF HODNOCENÍ.....	113
7.10	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	118
8	VIZE DO BUDOUCNA	119
8.1	INSTALACE ZAŘÍZENÍ S MOŽNOSTÍ VYŘEZÁVÁNÍ VADNÝCH ČÁSTÍ TYČE	119
8.2	ROBOTIZACE UKLÁDÁNÍ TYČÍ.....	120
8.3	ROZŠÍŘENÍ STÁVAJÍCÍCH A IMPLEMENTACE NOVÝCH MODULŮ ELVIS.....	121
8.3.1	Statistiky a vyhodnocení	121
8.3.2	Tvorba a záloha tzv. Receptů	121
8.3.3	VF Hodnocení	122
	ZÁVĚR	123
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	124
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	126
	SEZNAM OBRÁZKŮ	128
	SEZNAM TABULEK.....	132

ÚVOD

Nikdo neví, zda přijde hospodářský růst či pokles. Je ale jisté, že bez ohledu na to, kterým směrem se vydá světová a česká ekonomika, je potřeba zvýšit produktivitu práce. Při poklesu ekonomiky je vysoká efektivita cestou k přežití firmy, naopak při růstu ekonomiky dovolí zpracování více zakázek.

Organizace vedené svými strategickými cíli už dávno vědí, že globální konkurence dnešního světa jim nedá vůbec vydechnout a vyvíjí neustálé tlaky na zvýšení efektivnosti výroby. Konkurence je bez soucitu, nerespektuje vzdálenosti a nemá žádné hranice. Vyhraje lepší a ten lépe připravený.

Bez efektivně zvládnuté podstaty marketingu, technologií a výroby, je obtížné na konci celého řetězce najít spokojeného zákazníka. Ve světě nenalezneme zcela totožné podniky, ale přes to vše existují uvnitř nich vzájemně podobné vazby, které poskytují důkaz, že implementace metod pro zefektivnění a racionalizaci procesů provedených jinde, budou platné i v podniku jako jsou TRINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., tedy přímo na provozu VF – Tažírna oceli.

Automatizace je významným prostředkem ke zvýšení produktivity, kvality a také ekonomiky výrobního procesu. Zavedení automatizace do konkrétních výrobních procesů minimalizuje, nebo zcela eliminuje lidský faktor ve výrobě. Tímto dochází ke zvýšení rychlosti výrobního procesu, tedy ke zvýšení produktivity a objemu výroby, spolehlivosti, eliminaci chybovosti způsobené lidským faktorem (zvýšení jakosti), naopak ke snížení nákladů na obslužný personál, posílení konkurenceschopnosti a v neposlední řadě i tržního potenciálu. Zavedení automatizace představuje řešení aktuálních problémů s nedostatkem kvalitních a kvalifikovaných pracovních sil.

Ať už se jedná o úplnou robotizaci nebo pouze částečnou automatizaci, zařízení již neslouží pouze k vykonávání určité činnosti, ale ve spojení s implementací výrobně informačního systému, tzv. nadřazenou úrovní lze k samotnému výrobku přiřadit například konkrétního zákazníka s přesnou definicí parametrů zakázky atd. Operátor je tak neustále informován o veškerých pro něj potřebných parametrech právě zpracovávaného výrobku, což mu dává schopnost okamžité reakce v případě jakékoliv nestandardní situace.

V dnešní době systémy řízení výroby zahrnují veškeré procesy od prvotního zaplánování, přes identifikaci a sledování materiálového toku, sběru dat a jejich vizualizaci, až po řízení kvality. Samozřejmostí je propojení informačních systémů s ERP systémy, následná správa

dokumentů jako jsou informace o průběhu výroby, instrukce pro operátory či receptury pro výrobní zařízení.

Teoretická část práce je pojata jako literární rešerše, kdy je vysvětlena podstata průmyslové výroby a nezbytnost automatizace a implementace systémů pro sběr a analýzu dat.

V praktické části je popsána potřeba instalace technologie dělení na provozu VF – Tažírna oceli včetně její implementace do stávajícího výrobně informačního systému ELVIS od prvotního zaplánování zakázky až po konečnou expedici finálního výrobku. Cyklus je popsán od prvotního návrhu s ověřením připravenosti a funkčnosti podnikové infrastruktury (ŘS, HW, SW, komunikační rozhraní, ...), až po úspěšnou implementaci procesu dělení do stávajícího systému s proškolením operátorů a uživatelů systému. Dále je řešeno sledování celkové efektivity zařízení CEZ a evidence celkového stavu nainstalovaného zařízení. Vedení společnosti si uvědomuje nutnost důsledné analýzy dat z výrobně-logistického procesu. Online sběrem dat a jejich archivováním dostává vedení silný nástroj k efektivnějšímu vyhodnocení procesu a možnosti rychlé reakce na nenadálé změny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

1.1 Podnik

Podnik (Enterprise) - pod tímto pojmem se skrývá organizace, která je založená a podnikající za účelem zisku. Velmi blízký význam má pojem firma, který označuje obchodní název podniku, převážně ve formě obchodní společnosti, tzn. právně podloženou existenci (zapsáním v rejstříku). Podnik je tedy obecnější výraz pro obchodní či ekonomickou organizaci spojující lidi za účelem produkování výrobků či služeb. Každý podnik musí být řízen. Podnik je v ekonomii a právu definován jako soubor hmotných a nehmotných složek podnikání. Podnikem se rozumí celek, který slouží k podnikatelské činnosti v rámci jednoho podnikatelského subjektu. [1]

1.2 Data

Data jsou údaje, které vypovídají o světě. Jde o výraz pro údaje, používané pro popis nějakého jevu nebo vlastnosti pozorovaného objektu. Data můžeme zjednodušeně charakterizovat jako libovolnou posloupnost znaků, přičemž se nemusí jednat pouze o bajty či bity, tedy o data tak, jak je vnímáme v oblasti výpočetní techniky. [1]

1.3 Informace

Vzniká interpretací dat. Informace jsou data, ke kterým je přiřazen význam. Na definici informace můžeme mít „laický“ pohled a to, že informace je sdělení, či sdělitelná znalost.



Obr. 1 Informace definovatelná pomocí znalostí a dat [1]

1.4 Systém

Mluvíme-li o informačních systémech, dostáváme se i k pojmu „systém“. Systém je účelově uspořádaná množina prvků a vazeb mezi nimi, s dynamickým, účelovým chováním.

1.5 Informační systém (IS)

Informační systém je systém pro sběr, přenos, udržování, zpracování a poskytování informací. Jde o soubor lidí, technických prostředků a metod, které zabezpečují sběr, přenos, uchování a zpracování dat, za účelem tvorby a prezentace informací pro uživatele, kteří jsou zapojeni do procesu řízení. Informační systém umožňuje komunikaci a transformaci jednotlivých informací v čase, aby byly lépe využity než v původním stavu. Je to tedy systém, který dává přidanou hodnotu k zpracovávaným či komunikovaným informacím. IS je typem speciálního komunikačního média s cílem odstranit bariéry v přístupu k informacím.

1.6 Efektivnost

Efektivnost – účinnost prostředků vložených do činnosti, hodnocených z hlediska užitečného výsledku této činnosti. Optimum – vyvážený poměr mezi náklady a užitekem.

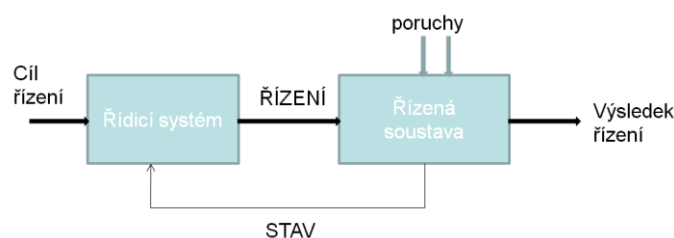
1.7 Řídicí systémy

Řízení - cílevědomá činnost, při níž se hodnotí a zpracovávají informace o řízeném systému i o dějích vně tohoto procesu. Řízení je cílevědomé působení řídicího systému na řízený systém k dosažení stanoveného cíle. Automatické řízení – řízení je prováděno bez účasti člověka. [1]

1.8 Řízení

Cíl řízení – aby výsledek řízení byl v souladu s požadovaným stavem.

Optimální řízení – dosahování cíle řízení v dané situaci nejlepším možným způsobem.



Obr. 2 Řízení – Procesní schéma [1]

2 AUTOMATIZACE

Automatizace označuje použití samočinných řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Z pohledu industrializace jde o krok následující po mechanizaci. Zatímco mechanizace poskytuje lidem k práci zařízení, které jim usnadňuje práci, automatizace snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určité činnosti. Při splnění ideálního předpokladu tzv. komplexní automatizace by teoreticky mohlo dojít až k vyřazení člověka z příslušného výrobního procesu. V praxi se jeví tato možnost jako neuskutečnitelná. Moderní pojetí výrobní automatizace staví člověka a automatizační techniku do role partnerů – automatizační technika pomáhá lidem udržovat technologické procesy efektivní a bezpečné. Automatizace je významným prostředkem ke zvýšení produktivity, kvality a ekonomiky výrobního procesu. Zavedení automatizace do konkrétních výrobních procesů minimalizuje, případně zcela eliminuje lidský faktor ve výrobě.

2.1 Průmyslová automatizace

Jde o automatizační prvky použité v průmyslu pro výrobu, manipulaci nebo dopravu zboží. Modernizace průmyslu znamená modernizaci měřicí techniky. Počítačové metody řízení technologických procesů, využívání průmyslových robotů a jejich rozšiřování v adaptivních a inteligentních robotizovaných systémech, tvorba rozsáhlých informačních soustav s požadavkem zpracování informací v reálném čase, elektronika pro ochranu životního prostředí, rozšíření elektroniky v automobilovém průmyslu, aplikace lékařské elektroniky, realizace diagnostických systémů ve strojírenství, energetice a v poslední době i využívání elektroniky v domácnostech kladou stále vyšší nároky na měření a vyhodnocování elektrických a neelektrických a tím i na vývoj a výrobu senzorů.

2.2 Prostředky automatizace

Patří sem snímače (senzory) různých veličin sloužící ke zjišťování skutečné hodnoty řízené veličiny. Dále jsou to převodníky umožňující upravit signály v regulačních obvodech tak, aby byly vhodné pro přenos a další zpracování. Konkrétní zásah do řízené soustavy provádí regulátor prostřednictvím akčního členu. [2]

2.2.1 Prvky pro získání informace – senzory

Automatizace se neobejde bez zařízení, která poskytují informace o stavu řízeného procesu. Takováto zařízení se nazývají snímače. Snímač je obecně označení pro technické zaří-

zení, které je určeno pro snímání a detekci různých fyzikálních veličin, vlastností látek a technických stavů v mnoha oborech lidské činnosti. Dělí se na základě principu funkce, např. snímače odporové, indukční, kapacitní, optické, ultrazvukové, impulsní, mechanické, termoelektrické, polovodičové, bezdotykové snímače apod. [2]



Obr. 3 Senzory – funkce [3]

2.2.2 Převodníky

Signály jsou nositelem informace a prostředky. Za pomocí signálů realizujeme regulační obvody. Převodníky musí umět příslušný druh signálu zpracovat, slouží k transformaci signálů. Signály rozlišujeme na základě energie na signály elektrické, pneumatické, hydraulické, optické a mechanické. Přírozené signály jsou přímé výstupy ze snímačů (senzorů), jejich rozsah je určen fyzikálním principem, např. výstupní napětí termočlánku. Jednotné signály mají dohodnutý způsob vyjádření v rámci jednoho systému, např. proudový signál 0- 20 mA. [2]

2.2.3 Akční členy

Jsou prvky určené k využití zpracované informace. Nastavují velikost akční veličiny, jejich prostřednictvím zasahuje řídicí obvod do regulované soustavy nebo řízeného stroje. Jsou složeny z pohonu (motorické jednotky) a regulačního orgánu. Pohony převádějí signály z ústředních členů regulátorů, programovatelných automatů nebo řídicích počítačů na výchylku konající požadovanou práci s požadovaným výkonem. Regulační orgány jsou zařízení pro ovládání toku hmoty nebo energie systémem (průtoky kapalin, plynů elektrického proudu, magnetického toku apod.). Při řízení některých energií se používají regulační orgány, které nejsou ovládány pohybem, takže nepoužívají pohony. Příkladem je regulace elektrických veličin pomocí zesilovačů, kdy výkonový zesilovač představuje celý akční člen. [2]

- **Pohony**

Pohony dělíme podle výstupního signálu na spojité (proporcionální) a nespojité (dvoupolohové). Dále na základě dráhy pohybu jejich výstupní části na posuvné, kyvné a rotační. Bývají vybaveny zařízením pro ruční ovládání regulačního orgánu a pro definování chování pohonu v případě výpadku napájení (pasivní bezpečnost) a vysílačem skutečné polohy regulačního orgánu, případně koncovými spínači. Podle konstrukce je dělíme na pneumatické a hydraulické. [2]

- **Regulační orgány**

Regulační orgány pro všeobecné použití slouží pro ovládání průtoku plynů, kapalin a par. Orgán musí být vždy dimenzován na jmenovitý pracovní tlak a jmenovitou světlost, dále musí mít tepelnou a korozivní odolnost vůči protékajícímu médiu. Podle konstrukce je dělíme na ventily, kohouty, šoupátka, klapky a žaluzie. [2]

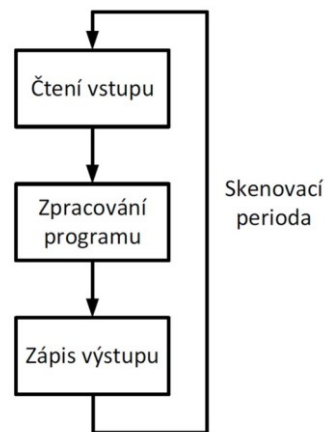
2.2.4 Programovatelné automaty – PLC

- **Princip činnosti**

V případě programovatelného logického automatu (PLC) se nejedná o zařízení, jako je automat na kávu, jízdenky či automat ve smyslu průmyslového zařízení vykonávající automaticky určité pohyby. Jedná se o průmyslový počítač s kompaktními rozměry, který je určený pro řízení výrobních linek, strojů a technologií v nejrůznějších průmyslových odvětvích. Navíc PLC můžou v současné době také zastávat funkce regulátorů. Jde o nejpoužívanější automatizační prostředek využívaný v průmyslu už okolo 30 let. [4]

- **Práce v cyklu**

Slovo automat ve svém názvu vystihuje jeho stěžejní vlastnost, tedy schopnost řídit předem stanovené úkoly samočinně – automaticky. Práce PLC je řízena programem, který je vykonáván v cyklech, tzv. skenovacích periodách – hovoříme o cyklickém vykonávání v programové smyčce. Skenovací perioda začíná přečtením vstupů, dále je program zpracován a následně jsou aktualizovány výstupy. Tento cyklus se stále opakuje. [4]

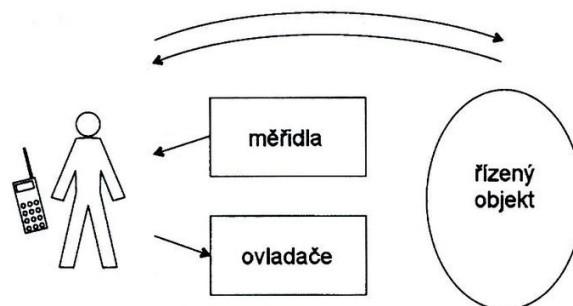


Obr. 4: Cyklická práce PLC [4]

PLC přitom nepracuje s aktuálními hodnotami na vstupně/výstupních portech (I/O). Tyto údaje jsou ukládány do registrů a dále hovoříme o obrazech vstupů a výstupů. Aktualizace těchto hodnot se provede právě jednou za skenovací periodu. Jak je již tedy zřejmé, PLC stejně jako všechny automaty mají především usnadnit práci člověka. V případě PLC se jedná o snahu nahradit lidský (pomalý, omylný) faktor výkonnějším nástrojem umožňujícím řídit objekty na základě získaných informací.

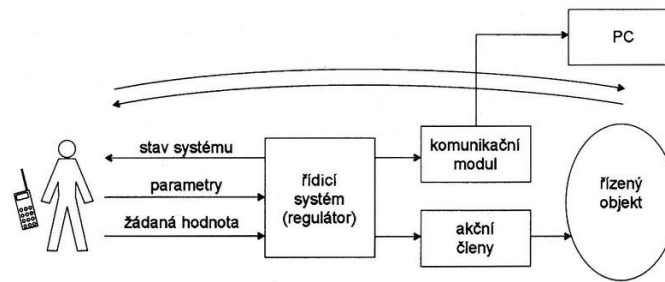
- **Způsoby řízení objektů**

Řízení může být provedeno jako ruční, přímé, nebo zpětnovazební. V případě ručního řízení veškeré operace vykonává člověk – sleduje aktuální hodnoty, na jejichž změnu reaguje.



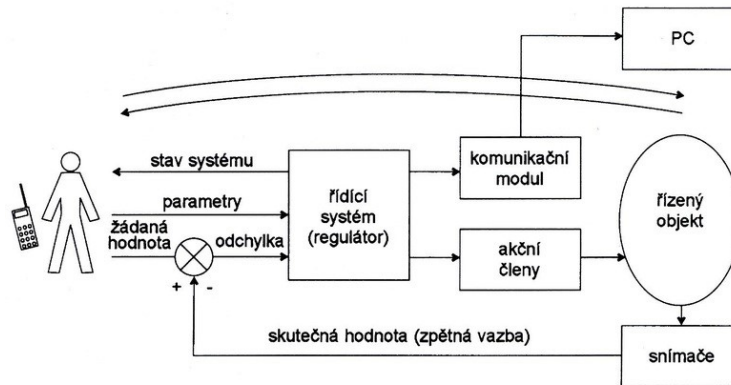
Obr. 5: Ruční řízení [4]

Pro přímé řízení je člověk do určité míry nahrazen řídicím systémem. Člověk zadává pouze parametry, nebo žádané hodnoty a dohlíží na stav systému. Tento způsob řízení ale nedosahuje samočinné funkce.



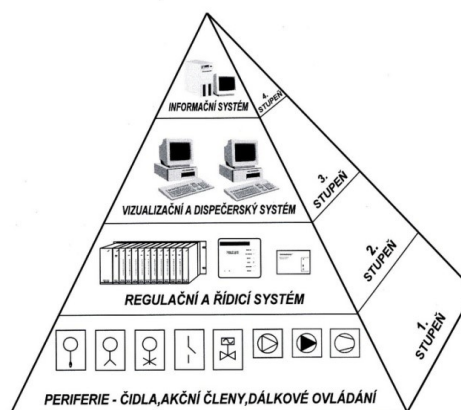
Obr. 6: Přímé řízení [4]

V posledním případě zpětnovazební řízení již poskytuje řídicímu systému informaci o skutečném stavu řízené soustavy. Je to realizováno použitím různých druhů senzorů, zapojených do tzv. zpětné vazby. Na základě výpočtu odchylky skutečné hodnoty a hodnoty žádané provede řídicí systém akční zásah



Obr. 7: Zpětnovazební řízení [4]

Z výše uvedeného způsobu řízení je patrné, že řídicí systém, resp. PLC, je pomocí komunikačního modulu připojen k informační vrstvě. Toto hierarchické uspořádání lze znázornit jako pyramidu. [4]



Obr. 8: Čtyřvrstvé uspořádání integrovaného systému výrobního podniku [4]

2.2.5 Bezpečnostní PLC (Safety)

Výše popisované konfigurace předpokládají nasazení PLC standardního provedení, tedy bez přidané hodnoty PLC pro BEZPEČNOST. Pro aplikace vyžadující bezpečnostní funkce, musí být použit bezpečnostní řídicí systémy s odpovídajícími CPU a periferiemi. Platí zde některá omezení pro tvorbu programu, kdy jsou povoleny jen jednodušší funkce, které nejsou rizikové na chybu při tvorbě programu. Pro bezpečnostní funkce jsou výrobci dodávány bezpečností softwarové programové pakety a nadstavby. Pro odlišení a zvýraznění bezpečnostních funkcí komponent mají žluté provedení. [5]

- **Bezpečnostní systém**

Bezpečnostní systém se skládá ze speciálních modulů sestav (CPU, periferie) nezaměnitelných s jinými moduly, které realizují bezpečnostní funkce. Běžným řešením je použití samostatných bezpečnostních relé, které autonomně kontrolují nainstalované bezpečnostní prvky (stop tlačítka, optické závory, dveře, kryty, nášlapné desky, prostorové senzory apod.) a zajišťují odpovídající reakci na vznik porušení bezpečného stavu nezávisle na PLC. Do PLC se potom zavádí pouze signál o vzniku situace. [5]

2.2.6 Programovací jazyky pro PLC

Přehled programovacích jazyků udává norma IEC/EN 61131-3. Z prvopočátku se samotné PLC programovaly v jednoduchém jazyku kontaktních schémat. Díky této jednoduchosti a názornosti programování se začaly PLC rychle rozšiřovat ve všech oblastech. S rostoucími možnostmi zpracování analogových signálů, moduly polohových vstupů a výstupů a moduly komunikace, začaly vznikat nové typy programovacích jazyků, nebo se ty starší jazyky doplňovaly o nové instrukce. Původně každý z výrobců PLC nabízel své systémy s vlastní variantou programovacího jazyku, což uživateli značně komplikovalo život. Tato nepřehledná situace byla vyřešena až mezinárodní normou IEC/EN 61131-3. V rámci této normy jsou doporučovány čtyři programovací jazyky s přesně definovanou sémantikou a syntaxí: LD, FBD, IL a ST. Jako pátý programovací jazyk se často uvádí sekvenční funkční diagram – SFC. [6,7]

- **Jazyk seznamu instrukcí IL**

Programovací jazyk IL (Instruction List) patří do skupiny textových jazyků. Bývá označován jako jazyk pokynů (povelů), seznamem instrukcí spíše připomíná assembler. Programová organizační jednotka je složena ze sekvence instrukcí, z nichž

každá začíná na novém řádku včetně možnosti přiložení komentáře. Pomocí modifikátorů se vyjadřují negace, podmíněnost a nepodmíněnost instrukce skoků, volání a návratů a priorit.

```

0 LD X0
1 OUT C0
      K5
3 LD C0
4 OUT Y0
5 LD X1
6 RST C0
7 END

```

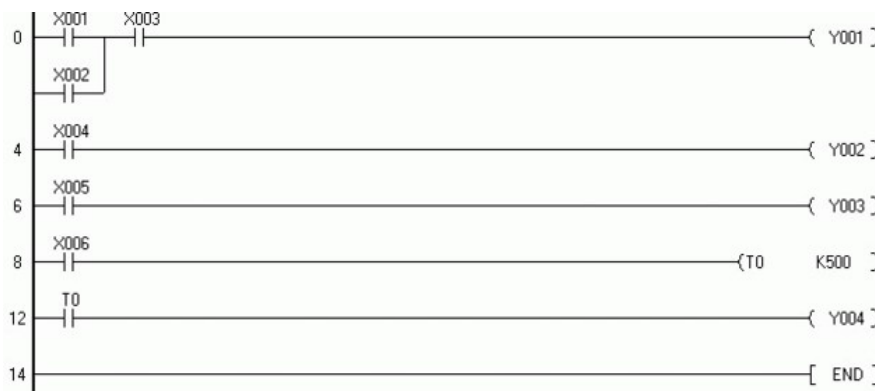
Obr. 9 Ukázka programu pro PLC Mitsubishi [6,7]

- **Jazyk strukturovaného textu (ST)**

Jedná se o výkonný vyšší programovací jazyk s názvem Textový jazyk ST (Structured Text). Jeho kořeny sahají do programovacího jazyku Pascal a C. Syntaxe jazyka je dána povolenými výrazy a příkazy. Oddělovacím znakem příkazů je středník s možností uvedení více příkazů na jednom řádku. Jazyk je vhodným nástrojem pro definování komplexních funkčních bloků, které pak mohou být použity v libovolném programovacím jazyku. [6,7]

- **Jazyk příčkového diagramu LD**

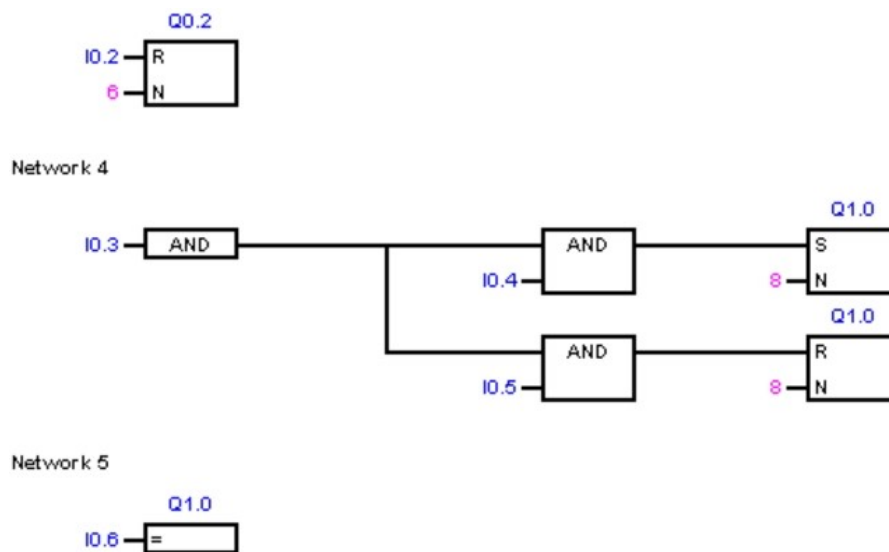
LD (Ladder Diagram) je grafický jazyk, je někdy také nazýván jazykem kontaktních schémat. Jeho podstata tkví na grafické reprezentaci reléové logiky. Program je zapsán sítí propojených grafických prvků ohraničených zleva i zprava svislými čarami, které se nazývají levá a pravá napájecí sběrnice. Mezi nimi je tzv. příčka s možností rozvětvení. Každý úsek příčky, ať už vodorovný nebo svislý, může být ve stavu „zapnuto“ nebo „vypnuto“. Do příček mohou být včleněny kontakty (spínací, rozpínací apod.), cívky (cívka, negovaná cívka apod.) a dále funkce a funkční bloky. [3,4]



Obr. 10 Ukázka programu v jazyce LD pro PLC Mitsubishi [6,7]

- **Jazyk funkčního blokového schématu FBD**

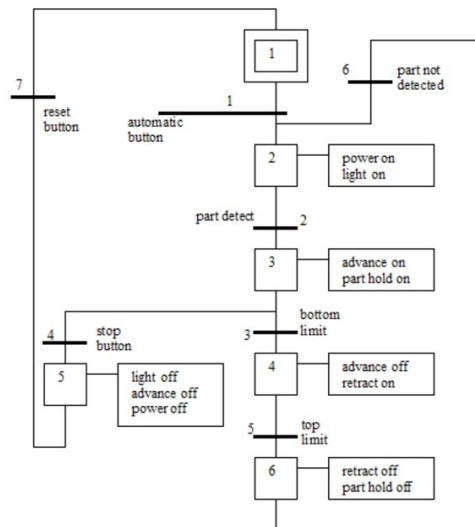
Druhým grafickým jazykem je jazyk FBD (Function Block Diagram) vyjadřující chování funkcí, funkčních bloků a programů a to jako soubor vzájemně provázaných grafických bloků podobně jako v elektronických obvodových diagramech. Pro vyjádření logických funkcí se používají standardní funkční bloky a také čítače, časovače, komunikační bloky a podle potřeby i speciální bloky. Každým výrobcem je v jeho programovacím prostředí nabízen poněkud odlišný soubor bloků. [3,4]



Obr. 11 Ukázka programu pro PLC Siemens [6,7]

- **Sekvenční funkční diagram SFC**

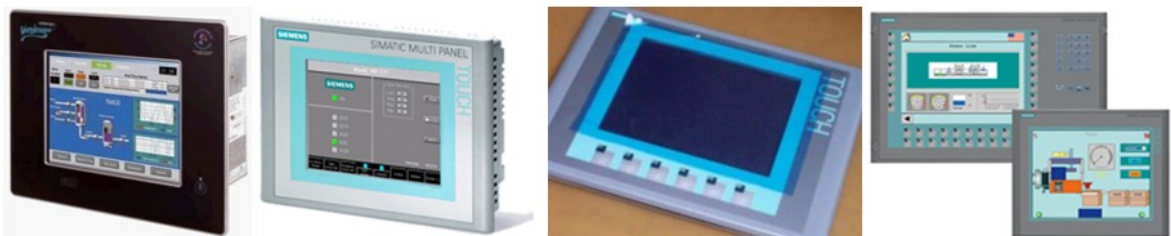
SFC (Sequential Function Chart) popisuje sekvenční chování řídicího programu. Je odvozen ze symboliky Petriho sítí. Jeho předností je možnost rozložení úlohy řízení na zvládnutelné části při zachování přehledu o chování celku. Skládá se z kroků a přechodů. Každý krok reprezentuje stav řízeného systému, který má k sobě přiřazen blok akcí. Přechod je spojen s podmínkami, které musí být splněny pro deaktivaci kroku, který přechodu předchází, naopak zase aktivován krok, který následuje. Každý prvek, tzn. přechod i blok akcí, může být naprogramován v libovolném jazyku definovaném v normě, včetně vlastního SFC. V jazyku je umožněno i větvení programu se spojením alternativních větví a paralelní souběh více větví s jejich následnou synchronizací. [6,7]



Obr. 12 Ukázka programu SFC [6,7]

2.2.7 HMI Vizualizace a Ovládání

HMI (Human Machine Interface) – jde o rozhraní mezi zařízením (strojem, systémem) a člověkem (operátor, obsluha, uživatel). Dříve rozhraní označováno jako vizualizace a ovládání stroje. Představuje prostředky pro zobrazení a předání informace o stavu zařízení (hodnoty, stav) obsluze stroje, nebo operátorovi a zároveň poskytuje možnosti k ovládání stroje a zadávání hodnot pro nastavení. Jestliže člověk užívá počítač je toto nazýváno Human-Computer Interaction – Interakce člověka s počítačem. Sortiment HMI je na trhu značně široký, vyskytují se v podobě jednoduchých textových panelů, přes grafické terminály, až po velké panely na platformě PC, případně samostatné průmyslové LCD displeje. Provedení může být buď černobílé, nebo barevné. Ovládání tzv. TOUCH Panelu se provádí dotykově, nebo je zde také možnost připojení externí periferie (klávesnice, myš) přes konektor USB. [8]

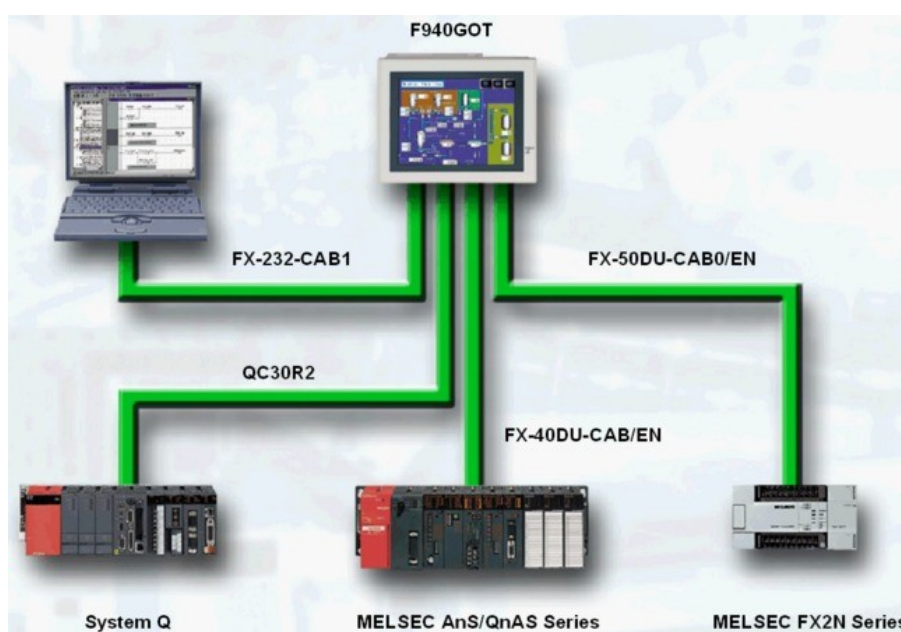


Obr. 13 HMI – Dotykové panely [8]

Ve většině případů je komunikace přímo s PLC (RS232, LAN) bez nutnosti speciálního zařízení.



Obr. 14 HMI – Ukázka komunikace s PLC [8]



Obr. 15 HMI – Ukázka komunikace [8]

Typickou úlohou HMI panelu je zobrazení požadované informace na základě povelů z PLC případně jiného nadřazeného systému. Také ale dokáže posílat data (požadavky) do PLC na základě naprogramovaných funkcí např. po stisknutí zobrazeného tlačítka. Pro jejich programování je speciální software převážně od daného výrobce. U sofistikovanějších panelů je přímo integrován operační systém do panelu, který umožňuje vyšší formu komunikace, ukládání, zálohování dat, tak i komfortnější programování. [8]

2.2.8 Sběrnice

Stále více výrobců strojů a strojních celků zavádí na svých produktech namísto dosavadního sběrnicevého systému Profibus modernější systém Profinet. [5]

- **Profibus-DP – základní vlastnosti**

Sběrnice Profibus-DP umožňuje propojit stanice v liniové topologii při maximální přenosové rychlosti 12 Mb/s při délce jednoho segmentu sběrnice do 100 m. Postupným zmenšováním přenosové rychlosti až na 9,6 Kb/s lze jeden segment „prodloužit“ až na 1200 m. V případě požadavku na propojení větších vzdáleností je nutné použít opakovače (repeater). Zařízení (stanice, uzly, účastníci komunikace) jsou ke sběrnici připojena paralelně v maximálním počtu do 32 zařízení (včetně 0opakovačů) na segment, maximálně v systému celkem 127. Podmínkou je zakončení sběrnice zakončovacím odporem (terminátorem). Samotná komunikace probíhá po stíněné dvojlince, popř. optickém kabelu. Každá stanice má pevně přidělenou adresu, podle které je na sběrnici rozpoznávána. [9]

- **Profinet – základní vlastnosti**

Jelikož protokol Profinet využívá fyzickou vrstvu Ethernetu, nabízí vedle jednoduchého propojení s nadřazenými systémy také možnost realizovat síťové topologie. V porovnání s protokolem Profibus nejsou jednotlivé instalace omezeny na liniovou strukturu, ale stejně tak lze použít topologii hvězdy nebo stromu. Délka propojovacího kabelu mezi dvěma jednotlivými stanicemi může mít délku až 100 m a počet připojených stanic je téměř libovolný, omezený pouze počtem možných IP adres (stejně jako v počítačové síti). Každé zařízení v síti má jak MAC adresu, tak adresu IP (statická či dynamická) a uživatelem daný název. [10]

Tab. 1 ProfiNET a ProfiBUS – Základní vlastnosti

	ProfiBUS	ProfiNET
Délka sběrnicevého kabelu	max. 1 200 m	Teoreticky bez omezení
Problém s větvením (strukturou)	ANO	Libovolná struktura
Počet účastníků v jednom segmentu sběrnice	32	Dle volných IP
Ukončení sběrnice	NUTNÉ	NENÍ TŘEBA
Přenosová rychlost	9,6 kb/s až 12 Mb/s, nutno nastavit	100 Mb/s pevně
Adresace	Pouze číselná	Systémová
Zemnění	ANO	ANO

2.2.9 Pořízení techniky pro automatizaci (nejčastější chyby)

Klíčovým požadavkem každého projektu zařazení automatizace je hospodárně a včas poskytnout, také dále trvale plnit požadované funkce automatizace. Ne vždy se tento klíčový požadavek zdaří. V příspěvku M. Colemana z firmy Bosch Rexroth s názvem „The 10 most common mistakes made when purchasing automation“ je uvedeno několik chybných kroků při zařazení automatizace do procesu výroby. Jde o nejčastější chyby při nákupu automatizační techniky, s doplněním stručných komentářů sestavených na základě poznatků a zkušeností s nákupem či prodejem automatizační techniky. [11]

- **Chybějící specifikace požadavků na automatizační zařízení**

Je důležité před nákupem technologie (stroje) specifikovat své představy a očekávání, co se například týče, preferovaného hardwaru automatizačního systému, estetických hledisek apod. Předejde se tak zmatkům, nedorozumění a následně i konfliktům. Jsou-li kupujícím podrobně vyspecifikovány veškeré klíčové požadavky, je projektant automatizačního systému nucen přezkoumat všechny aspekty projektu. Příklad jednoduché specifikace cílů automatizačního projektu, který by měl obsahovat údaje jako:

- požadované výkonové charakteristiky (doba trvání cyklu, výtěžnost, dostupnost stroje nebo systému), požadované kvalitativní charakteristiky či jiné cíle kritické z hlediska výkonnosti,
- seznam veškerých preferovaných technických prostředků (programovatelné automaty, ventily, roboty, preferované komponenty určitých značek), i s hlediska jejich unifikace
- seznam konstrukčních požadavků (požadavků na bezpečnost, provedení elektroinstalace, rozvodů,
- upozornění na různé překážky v podniku, omezenou podlahovou plochu apod.
- informace o vyráběném produktu (výkresy, fotografie, informace o současném způsobu výroby či jakékoliv jiné důležité vlastnosti konečného výrobku),
- kritéria převzetí, tzn. podmínění převzetí dodávky stroje nebo systému. [11]

- **Opomenutí návštěvy případných integrátorů automatizačního systému před zahájením nabídkového řízení**

Ve většině případů se poptávky na automatizační systém rozesílají jednotlivým integrátorům při jen zcela minimální povědomosti o kvalitách těchto firem. Výsledky návštěvy potenciálních dodavatelů v rané fázi procesu nákupu umožní snáze po-

soudit proveditelnost a životaschopnost nabízeného řešení a schopnost potenciální partnera. [11]

- **Nesprávný odhad nákladů na projekt automatizace**

Stávají se případy, kdy manažer předloží projekt ke schválení se zcela podhodnocenými náklady na realizaci. Poté, aby neztratil tvář, vedoucí i jeho podřízení většinou soustředí své úsilí na udržení výdajů, namísto na správné vyřešení dané úlohy. Tento projekt pak vede zcela jistě k redukci vytčených cílů a ústupkům i tam, kde ustupovat nechceme. Nejlepší cestou je kvalitní, na řešení problémů zaměřená konzultace s potenciálním dodavatelem, ze které si dokonce dokážeme odnést i několik variant řešení. [11]

- **Nedostatečná technická způsobilost vlastních pracovníků**

Firmy často nakoupí určitou automatizační komponentu nebo celý systém, aniž by řádně promyslely, zda jejich zaměstnanci mají dostatečně odborné znalosti nezbytné k uvedení této techniky do provozu, navíc s každodenní péčí o ni. [11]

- **Nedostatečné zapojení výrobních pracovníků do procesu automatizace**

Na základě aktuálních zjištění, v současném výrobním prostředí, kde se mnoho pracovníků spolupodílí na projektech zdokonalování výrobních procesů a zavádění tzv. štíhlé výroby, představují pracovníci přímo spjatí s výrobou velmi významný zdroj tvůrčích nápadů. Jelikož mají nejbližší k výrobnímu procesu, mohou včas identifikovat případné problémy, a tím předejít značným časovým i jiným ztrátám. Operátoři, kteří obsluhují automatizovaný stroj nebo zařízení mohou také rozhodnout o míře úspěšnosti, tedy výsledku automatizačního projektu. Je proto přínosem umožnit pracovníkům z výroby účast na projektu od jeho samotného počátku a přidělit jim aktivní roli s možností přijetí projektu za vlastní. Při sledování konceptu štíhlé výroby můžeme zjistit, že ve skutečnosti potřebujeme méně automatizační techniky, než jsme původně naplánovali, či případně vyřešit své problémy změnou způsobu využití, nebo rekonfigurováním dosavadního zařízení. [11]

- **Nedostatečná komunikace s dodavatelem automatizační techniky**

V konstruktivní komunikaci je třeba pokračovat i poté, co dodavatel převzal podrobné požadavky na budoucí automatizační systém. Důležité je přitom slovo „konstruktivní“. Jen dokumentovat všechny rozhovory a shromažďovat psaná sdělení pro detailní archivaci není zdaleka dostačující. Vaše firma a vámi vybraný dodavatel musí tvořit tým. Kontrolujte s dodavatelem v určitých okamžicích podrobně

postup prací na projektu a vždy ho bez prodlení informujte o jakýchkoliv nastalých problémech. Využívejte také možnosti, které nabízí moderní technika. Díky široké nabídce kvalitního softwaru pro tvorbu prostorových (3D) modelů tuhých těles a možnosti pořádat porady po síti, videokonference apod. se lze navzájem setkávat i velmi často a také mít stále velmi dobrý přehled o tom, co váš dodavatel automatizační techniky projektuje. Včas tak zachytíte případné chyby a zajistíte si kvalitní konečný výsledek. [11]

- **Převzetí automatizační techniky od dodavatele dříve, než je zcela připravena**

Je špatným řešením povolit dodavateli automatizačního zařízení, aby je instaloval dříve, než je zcela hotové. Zpravidla to vede k delší než původně plánovaná době uvedení automatizačního systému do provozu a také k narušení vzájemných vztahů mezi dodavatelem a zákazníkem. Změny jakéhokoliv projektu a odstraňování případných závad až po instalaci systému u zákazníka jsou největším zdrojem dodatečných nákladů. Pokud k nim dojde, je třeba počítat nejenom s náklady na opravy na místě, ale také je třeba započítat ztrátu z neuskutečněné výroby s možností konce až ztráty zákazníka. [11]

- **Nedodání aktuálních výkresů a dílů odpovídajících technickým podmínkám dodavateli**

Ve většině firem je trvalým problémem udržet ve správném a aktuálním stavu vlastní dokumentaci. Jestliže nemá dodavatel aktuální výkresovou dokumentaci k projektu včas, dojde k nákladným zpožděním. Ani nejlepší z integrátorů automatizačních systémů nedokážou vždy dostatečně včas zjistit nesoulady mezi skutečností a výkresy, což pak vede až k přepracování celého projektu. Dávané díly musí odpovídat platným technickým podmínkám. [11]

- **Produkt není zkonstruován podle potřeb automatizované výroby**

Je celá řada výrobků zkonstruovaných tak, že jejich výrobu či montáž nelze automatizovat. Je-li automatizace obtížná, může být vhodnější použít poloautomatické nebo i manuální postupy. [11]

- **Volba techniky nevhodné pro danou úlohu**

Bez provedení dostatečně kvalitní vstupní analýzy se může vybraná automatizační technika ukázat nakonec jako neefektivní, zejména nejde-li o nákup realizovaný jako část dlouhodobé automatizační strategie. Než se začne konstruovat stroj nebo zařízení, nebo před investováním do automatizace, existuje celá řada zásadních otá-

zek, na které si je nutno odpovědět jako jsou: je komerčně dostupná komponenta vhodná pro požadovanou úlohu? Je výhodnější použít otevřený, tj. pružný, nebo naopak uzavřený automatizační systém? A co štihlá výroba a manuální výroba? Je potřeba automatizovat? [11]

- **Závěr**

Pečlivá volba postupu dokážete eliminovat ty největším a nejčastějším chyby.

2.3 Simatic

2.3.1 Řídicí systémy Simatic

Řídicí systémy Simatic jsou už více jak 30 let stabilním prvkem všech druhů technologií. V minulosti tento trend nastolila řada Simatic S5, která byla v současné době již nahrazena řadou Simatic S7. Řada S7 nabízí nejmodernější způsoby řešení technologických aplikací průmyslové automatizace.



Obr. 16 Rozšíření Simatic S7-1200 o signální komunikační moduly [12]

- **Simatic S7-1500**

Jedná se o nejmodernější a nejvýkonnější modulární programovací automat. Svým výkonem a praktickou použitelností je řazen mezi pilíře automatizační techniky. Integrací do programátorského prostředí TIA portal se stal automat maximálně efektivní a přiblížil se tak dalším řídicím a výkonovým prvkům průmyslové automatizace.

- Technická data: až 6 Mbyte paměti pro program, až 20 Mbyte paměti pro data; max. 32 Gbyte (memory card)
- Celkový počet bloků: 10000 (OB, FB, FC, DB)

- Použití: Od jednoduchých aplikací po nejsložitější výkonově náročné aplikace v průmyslu a výrobních strojů.
- Komunikace: PROFINET



Obr. 17 Simatic S7-1500 [12]

- **Simatic S7-300**

Simatic S7-300 je nejrozšířenější a nejprodávanější řídicím systémem ze skupiny Simatic. Díky své univerzálnosti je nasazován v široké škále aplikací s hlavním důrazem na výrobní technologii a potravinářství. Existuje mnoha typů CPU jednotek.

- Technická data: až 256 kbyte paměti pro program, až 256 kbyte paměti pro data; až 8MByte MMC
- Celkový počet bloků: 1024 (OB, FB, FC, DB)
- Použití: Středně náročné aplikace
- Komunikace: MPI, PROFIBUS, PROFINET, RS422/RS485



Obr. 18 Simatic S7-300 [12]

- **Simatic S7-400**

Simatic S7-400 je průmyslový řídicí systém určený pro náročnější aplikace velkých rozsahů. Celý systém je modulární a umožňuje sestavit řešení přímo na míru dané aplikace. Je určen pro celopodnikové řízení zdrojů, zpracování dat s její archivací a diagnostiku.

- Technická data: až 30MByte pracovní paměť; až 16 000 DB, 7 999 FB, 7 999 FC
- Celkový počet bloků: 1024 (OB, FB, FC, DB)
- Použití: Rozsáhlé a složité aplikace ve výrobním průmyslu, farmacii, potravinářství, chemii a energetice.
- Komunikace: PROFIBUS, PROFINET, MPI



Obr. 19 Simatic S7-400 [12]

2.3.2 Vizualizace Simatic

Každý automatizační systém ústí v rozhraní mezi obsluhou a řídicím systémem. Firma SIEMENS nabízí široké portfolio panelů pro různá použití. Jsou zde uvedeny pouze nejčastěji používané panely a panelové PC.

- **Basic panely**

Tento typ panelů je určen pro složitější aplikace s požadavky na robustnost a funkční schopnost ovládacích zařízení. Jsou vybaveny velmi kvalitním displejem TFT s podsvícením LED diodami. Panely je možné dodat s ovládáním prostřednictvím dotykové obrazovky nebo volně programovatelnými funkčními klávesami. Konfigurace panelů je umožněna prostřednictvím software TIA Portal.

- Technická data: Velikost displeje 4“ až 22“; až 64k barev.
- Použití: Složitější průmyslové aplikace.
- Komunikace: PROFIBUS, PROFINET

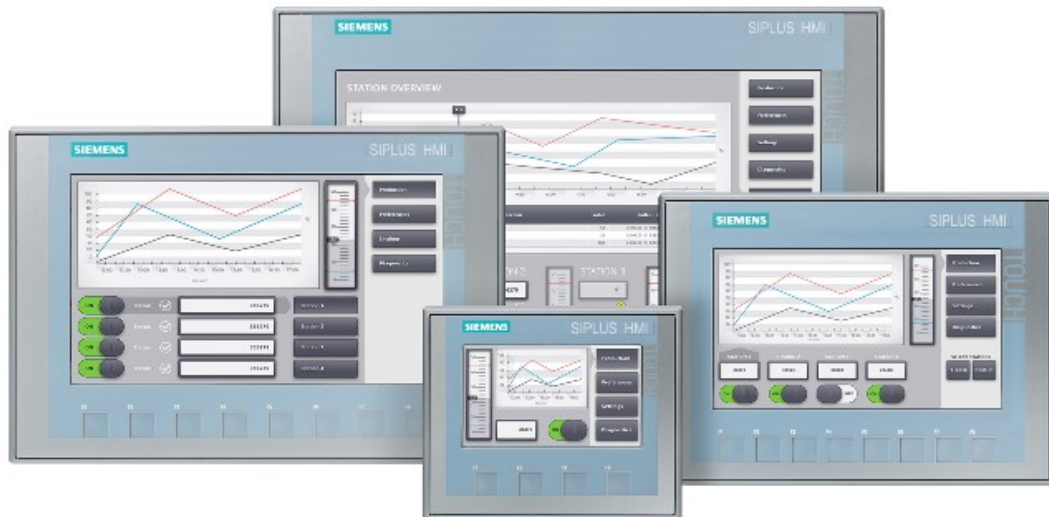


Obr. 20 Vizualizace – Basic panely [13]

- **Comfort panely**

Basic HMI panely jsou určeny pro méně náročné aplikace, kde nejsou potřeba speciální funkce, avšak důraz je kladen na kvalitu a nízkou cenu. Panely jsou integrovány do TIA Portal, kde je lze velmi snadno nakonfigurovat a připojit na komunikaci PROFIBUS nebo PROFINET (ethernet). Lze připojit přes rozhraní USB myš nebo klávenici.

- Technická data: Velikost displeje 3“ až 15“; až 64k barev.
- Použití: Jednoduché průmyslové aplikace.
- Komunikace: PROFIBUS, PROFINET



Obr. 21 Vizualizace – Comfort panely [13]

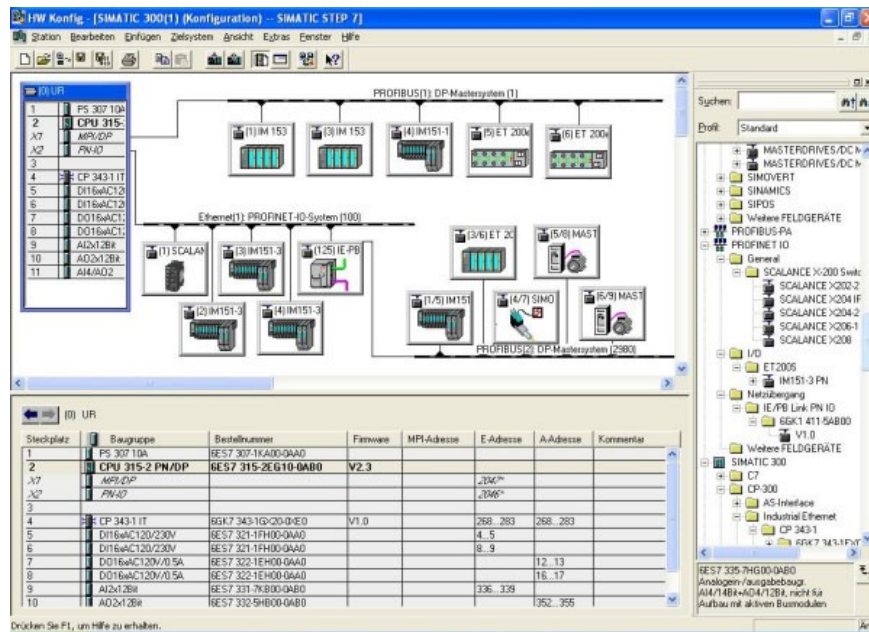
2.3.3 Software pro automatizační systémy Simatic

Na základě požadavku na programování, parametrizaci a obsluhu průmyslové automatizace SIEMENS byly vyvinuty produkty Simatic Software. Poskytují adekvátní podporu inženýrských činností a nabízí kompletní správu projektů včetně její dokumentace.

- **STEP 7 Professional**

STEP 7 Professional je konfigurační a programovací software pro řídicí systémy Simatic S7. Software odpovídá mezinárodnímu standardu IEC 61131-3. Lze v něm programovat v jazycích LAD, FBD, STL. Obsahuje i S7-GRAPH pro grafické programování sekvenčních řízení, S7-SCL jazyk pro realizaci komplexnějších úloh a S7-PLCSIM simulátor reálného hardware.

- Určeno pro konfiguraci: S7-200, S7-300, S7-400, S7-ET200S

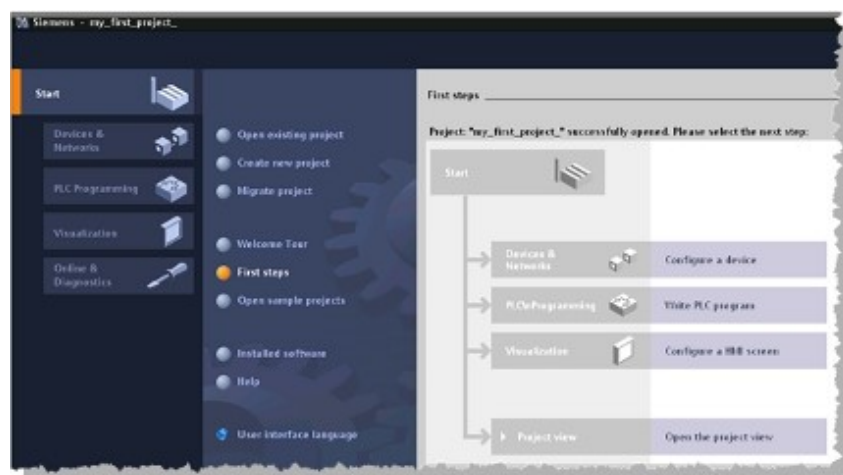


Obr. 22 SW STEP 7 Professional - Ukázka [14]

- **TIA Portal**

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) je nejefektivnější software pro vývoj uživatelských aplikací pro PLC a decentrální periferie, vizualizace SCADA, projektování HMI panelů, síťových komponent a konfiguraci pohonů. Vše je integrováno v jednom prostředí s jednotným ovládáním z jedné plochy. Je tedy velmi silným nástrojem pro diagnostiku a údržbu v běžném provozu.

- Určeno pro konfiguraci: S7-300, S7-400, S7-ET200S, S7-1200, S7-1500, S7-SCADA, HMI panelů Basic, Comfort, Professional, SINAMICS G120, S110, S120.



Obr. 23 SW TIA Portal – Ukázka [14]

3 PODNIKOVÉ A INFORMAČNÍ SYSTÉMY

Pro každou firmu, která chce být v současnosti konkurenceschopná, je nutností kvalitní podnikový informační systém. Podnikový informační systém je soubor aplikací sloužících k ukládání dat, jejich následnému zpracování, vyhodnocování, předávání mezi pracovníky a jejich výměnu s partnery a klienty. Informační systém na řízení výroby představuje klíčový zdroj informací o aktuálním stavu výrobních procesů, začíná kvalitním operativním plánováním zakázek na jednotlivé technologie, pokračuje přes přejímání zaplánovaných zakázek na dotykových terminálech operátory přímo u technologií a dále automatickým monitorováním průběhu realizace těchto zakázek, zaznamenáváním vyrobených kusů a zmetků, automatickým sledováním prostojů, přihlašování a odhlašování operátorů na pracovištích, automatickou aktualizací plánu výroby dle jeho aktuálního plnění, prostojů a efektivity technologií OEE, přítomnosti operátorů a dosahované kvality na dotykových výrobních terminálech a velkoplošných obrazovkách. Nedílnou součástí je následná analýza a reporting výsledků.

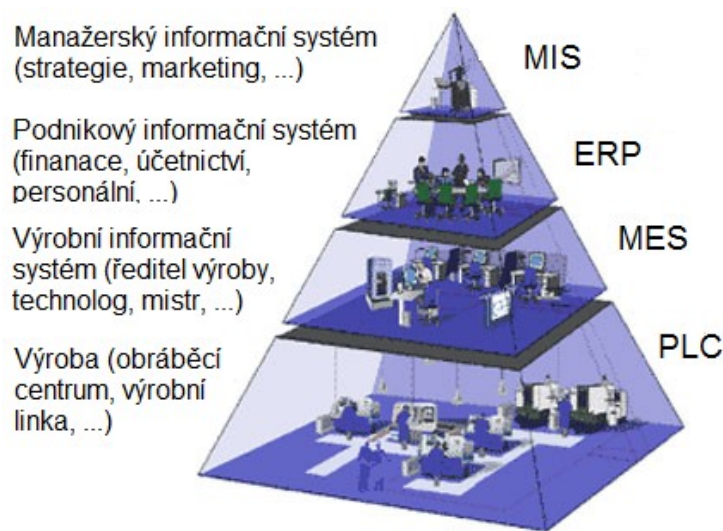
3.1 Technologie – sledování dat z výroby

V případě, že si firma nakoupí nové výrobní technologie bez požadavků potřebných pro implementaci této technologie do výrobně informačního systému, dodavatel ji pouze dodá a zprovozní. Technologie má však vlastní řídicí systém. Takové technologii je potřeba bez zásahu člověka říci, co má vyrábět. Nestací pouhá informace, zda stroj jede, nebo nejede, nebo jakou rychlostí, ale je také podstatné proč výrobní technologie stojí a nevyrábí. Je to standardním přestavením stroje, nebo se jedná o prostoj například z důvodu poruchy.

Podstatné je vidět průběh výroby jako celek. Navíc pokud jsou v podniku další technologie od různých dodavatelů, navíc s jinými řídicími systémy, nebo se jedná jen o hloupé stroje bez řídicích systémů, nastává otázka, co vše je nutné udělat pro implementaci MES systému, abychom byli schopni sledovat data z výroby. V tomto okamžiku je třeba udělat si obrázek o komunikačních schopnostech jednotlivých technologií. Ve většině případů, pokud jsou v podniku technologie bez zákonitostí, které jsou požadovány pro komunikaci s MES, je v praxi nejčastějším řešením ponechat komunikační schopnosti řídicího systému stroje bez dalšího rozšíření a data pro výrobní systémy načítat z nově instalovaných externích čidel, nebo kontrolků na řídicím panelu stroje. [15]

3.2 MES – Výrobní informační systém

MES (Manufacture Execution System), neboli Výrobní Informační Systém tvoří vazbu mezi podnikovými informačními systémy (např. typu ERP) a systémy pro automatizaci výroby (technologických procesů). Během celé historie vývoje těchto systémů bylo definováno několik hlavních celků, které tyto systémy zabezpečují. MES je podnikový informační systém, jehož primárním cílem je řízení výroby. Systémy MES poskytují informace umožňující optimalizovat výrobní aktivity. Poskytuje operativní informace pro okamžité řízení výrobních procesů. [16]



Obr. 24 Hierarchie podnikových systémů [16]

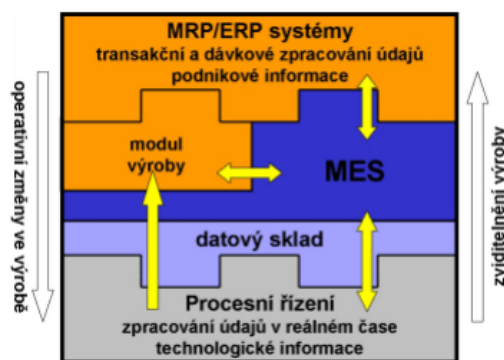
3.3 Postavení MES mezi informační systémy v průmyslovém podniku

Někdy probíhají diskuse o nutnosti zavádět informační systémy řízení výroby v průmyslových podnicích. Jde o názorový střet zastánců budování tzv. mezivrstvy mezi řídicími systémy a podnikovými systémy a těch, kteří jsou přesvědčeni o tom, že tato mezivrstva není nutná, jelikož je možné efektivně propojit systémy řízení technologických procesů a systémy pro řízení podniku. [17]

3.4 Základní funkce a vlastnosti MES

MES systémy jsou systémy vyvinuté pro operativní plánování a řízení výroby, jejichž hlavním účelem je poskytovat informace v reálném čase pro okamžité řízení a optimalizaci výrobních procesů. Výrobním manažerům přináší lepší využití informace pro spuštění výrobního plánu. Jsou vhodné i pro nasazení do výroby tam, kde je již nasazený podnikový informační systém ERP a to především z důvodu zefektivnění řízení a optimalizaci výroby.

ních procesů podniku. Rozdílem oproti klasickým informačním systémům pracují systémy MES s aktuálními daty v reálném čase, což umožňuje pružně reagovat nejenom na nestandardní stavy ve výrobě, ale také na okamžité požadavky obchodu a přizpůsobit výrobní proces tak, aby byl co možná nejefektivnější. MES vzhledem k ostatním systémům vystupují současně jako zdroj i jako příjemce informací. Výrobní informační systémy jsou velmi efektivním nástrojem pro online monitoring, řízení a vyhodnocení výrobního procesu v celém jeho průřezu. Na obrázku č. 25 je zobrazen Podnikový systém i s implementovaným systémem MES. [18]



Obr. 25 Podnikový systém s MES [18]

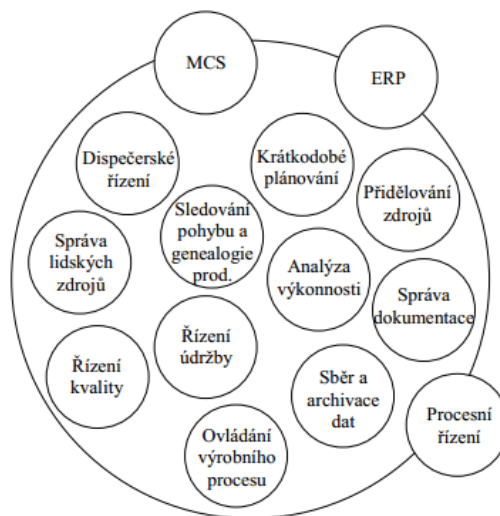
Dříve, před vývojem MES byly nástroje pro řízení výroby náročné nejenom na zpracování – složité ruční papírové zpracovávání informací, ale také jejich částí jako jsou údaje ze statistického řízení SPC procesu (Statistical Process Control), doručování zpráv, nepřesné kontrolní zprávy, zprávy o zmetkovitosti atd. Bez propojení informací v podniku vznikaly problémy s upořádáním dat, data obvykle přicházela pozdě a byla zřídka aktuální a spolehlivá, informace byly extrémně složité a obsáhlé ke srovnání a byly obvykle založeny na představách oddělení. [18]

3.4.1 Funkcionalita MES

Z hlediska funkcionalita MES systémy pokrývají široké spektrum vlastností. Na základě požadavku MESA tyto výrobní informační systémy implementují 11 obecně známých funkčních oblastí. Při realizaci systému v konkrétních podmínkách se řada funkcí může navzájem překrývat, naopak však některé z funkcí nemusí být zase v konečné verzi zahrnuty vůbec. Finální řešení je vždy závislé na potřebách a požadavcích zákazníka.

Asociace MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association) provedla studii o uživateli a uvedla níže uvedený seznam výhod z používání počítačově řízeného výrobního informačního systému:

- snížení výrobního času cyklu, snížení doby nutné k realizaci,
- snížení nebo eliminace doby zpracování vstupních dat,
- snížení rozpracovanosti (work in process),
- snížení nebo eliminace kancelářské práce,
- zlepšení jakosti výrobků,
- posílení růstu provozních techniků,
- zdokonalení plánování procesu,
- zlepšení zákaznického servisu.



Obr. 26 Funkční model MES systémů podle MESA [18]

- **Krátkodobé plánování – operativní řízení výroby:**

Pro okamžitý přehled o provozním stavu jednotlivých výrobních zařízení, informace o provozních podmínkách, technologických parametrech ovlivňujících kvalitu výroby, údaje vztažené k výrobku, evidence prostojů. Umožňuje tvorbu krátkodobých výrobních plánů při zohlednění výrobních operací s jejich rozvržení mezi jednotlivé výrobní technologie tak, aby se předešlo zbytečnému přestavování a dalším nežádoucím prostojům, došlo k minimalizaci spotřeby energie apod. Jde o konečný rozvrh, který bere v úvahu alternativní, paralelní i překrývající se výrobní operace, s cílem přesně stanovit dobu trvání výroby.

- **Přidělování zdrojů a kapacit:**

Slouží pro zabezpečení všech potřebných výrobních zdrojů (výrobní linky, materiál, nástroje, pracovní síly, energie apod.), aby byly k dispozici pro zahájení výroby bez zbytečných nežádoucích prostojů (ve správné konfiguraci čas - místo - kvalita).

- **Dispečerské řízení výrobních jednotek, klíčové výrobní ukazatele:**

Přidělování výrobních linek na základě zaplánovaných pracovních příkazů a rozvrhů, zajišťování potřebného množství surovin a energie, koordinace výroby mezi linkami.
- **Správa dokumentace:**

Správa veškerých záznamů a dokumentace (výrobní postupy, protokoly o změnách, receptisy, pracovní příkazy, schémata apod.), také informací o průběhu a výsledcích výroby, porovnání zadání se skutečností atd. Poskytuje receptisy pro řídicí systémy a posílá obsluze zařízení různé instrukce k výrobě.
- **Sledování pohybu a genealogie produktu:**

Sledování každého výrobku, dávky, nebo série v průběhu jeho celého výrobního cyklu a archivování těchto nastavených podmínek, za nichž byly vyrobeny (záznamy o nastavení stroje, jednotlivých výrobních krocích, použitých materiálech, postupech, průběhu klíčových technologických veličin apod.).
- **Analýza výkonnosti:**

Sleduje a okamžitě počítá klíčové výrobní ukazatele, výsledky porovnává s jejich krátkodobou historií a predikuje odhady ekonomických výstupů.
- **Správa lidských zdrojů:**

Informuje o kvalifikaci personálu a vede záznamy (zvláštní znalosti a dovednosti, vzdělání, certifikáty). Jako podklad pro kalkulaci nákladů podle činností sleduje nepřímé činnosti při přípravě materiálů, strojů a nástrojů (např. kolik času stráví kdo při řešení přestavení stroje, odstávky apod.). Napomáhá v interakci s přidělováním zdrojů optimálně vybírat pracovníky pro konkrétní činnosti.
- **Řízení údržby:**

Poskytuje rozvrhy periodické preventivní údržby a umožňuje řídit údržbu na základě skutečného stavu zařízení. Funkční oblast řízení údržby a plánování sleduje a řídí veškeré aktivity vykonávané na stroji s cílem udržovat výrobní prostředky v takovém technickém stavu, aby se předešlo neplánovaným přerušením výroby.
- **Ovládání výrobního procesu:**

Ovládání výrobního procesu je zajištěno operátorskými funkcemi.
- **Řízení kvality:**

V reálném čase zajišťuje na základě dat snímaných z výrobního zařízení analýzu s cílem sledovat kvalitu vyráběného produktu (stabilitu procesu) a včas identifikovat

nežádoucí odchylky. Využívá metod SPC/SQC průběžného statistického vyhledávání rozdílů mezi žádanými „ideálními“ a skutečnými parametry procesu s vyhledáním příčin těchto rozdílů. Bývají zde též často zahrnuty offline prováděné analýzy z laboratorního informačního systému.

- **Sběr a archivace dat:**

Základním stavebním kamenem každého MES systému je sběr a samotná archivace dat. Operace je zajišťována nepřetržitým online sběrem dat z výroby v reálném čase, jejich dlouhodobou archivací s dostupností pro další zpracování. Nedílnou součástí je ochrana dat proti jejich nežádoucí ztrátě a také zneužití.

Při chodu systému MES probíhá neustálá výměna informací mezi úrovní MES a nadřazenými a podřazenými úrovněmi. Problém s výměnou informací mezi úrovněmi systémů je zhoršen odlišnou periodou zpracování (MES systém pracuje v reálném čase, jeho perioda se pohybuje v milisekundách), různou úrovní přesnosti (snímané veličiny, řídicí signály, plány, odhady), různým přístupem zpracování (řídicí pracovníci, výkonní výrobní pracovníci, stroje a zařízení), různou úrovní abstrakce (řídicí signály, dokumenty, pracovní postupy), různou datovou základnou – strukturou (různé typy dokumentů, konstrukčních výkresů a dalších záznamů v databázích). [18]

3.5 Rozdělení modulů na hlavní a podpůrné funkce

Dle asociace MESA můžeme rozdělit moduly MES systémů na hlavní a podpůrné funkce, jak je uvedeno níže:

- **Hlavní funkce MES:**

Jde o funkce systému MES, které primárně řídí zakázky a zdroje.

- plánovací systémové rozhraní,
- správa zakázek,
- řízení výrobních jednotek,
- sledování zásob na skladě a jejich řízení,
- řízení pohybu materiálu,
- sběr a archivace dat,
- řízení výjimek. [19]

- **Podpůrné funkce MES**

- management údržby,

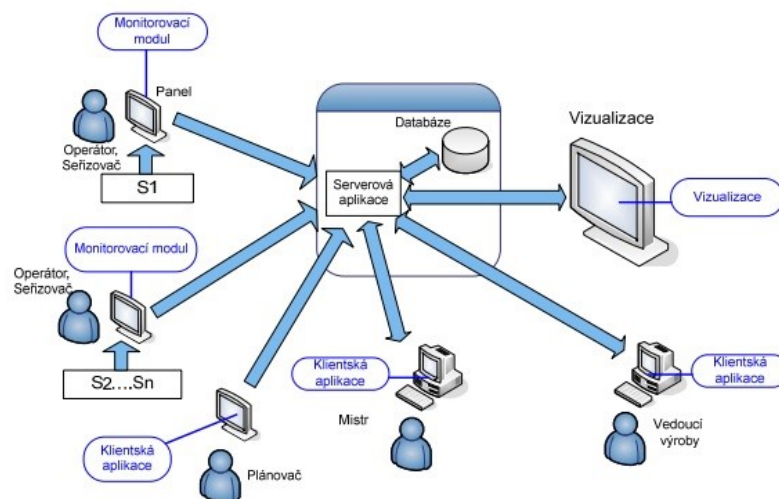
- správa lidských zdrojů – čas a docházka,
- SPC - statistická kontrola procesu,
- funkce zajišťování jakosti,
- procesní data, analýza výkonnosti,
- dokumentace - správa dat výrobku,
- sledování a genealogie produktu,
- řízení dodavatele. [19]

3.6 Systémový návrh inteligentního MES systému

Intelligence systému spočívá v několika schopnostech systému, které je nutno dodržet. Jde o schopnosti automatického zpracovávání velkého množství dat a provádění pozorování s určováním důležitých informací pro řízení výrobního procesu, dále schopnosti automatického vyhodnocování parametrů a jejich formování do klíčových výrobních charakteristik a v poslední řadě schopnosti automatického plánování a provádění operací k dosažení optimální výroby v podniku při schopnosti řešit problémy bez numerických algoritmů. [20]

• Základní návrh funkce systému

- Serverová aplikace – zobrazení na MES serveru, je zodpovědná za komunikaci s databází, kde budou uložena veškerá systémová data o strojích, provozní data, data o objednávkách apod. Také má za úkol provádět všechny výpočty a připravovat veškeré reporty pro klientské aplikace.
- Monitorovací modul – zobrazení na panelech u výrobních strojů. Stará se o vstup dat ze strany operátora nebo seřizovače, taktéž o automatický sběr dat, která zasílá serverové aplikaci, s poskytnutím jejich základní statistiky o stroji.
- Vizualizace – zobrazení rozvržení se základními informacemi o stavu výroby a všech strojů.
- Klientská aplikace – umožňuje vytvoření reportů a statistik, zobrazení aktuálního stavu o výrobě, dovoluje měnit parametry strojů (normy atd.), nahrávání plánu na dané stroje z plánovacího modulu apod.
- Plánovací modul – schopnost automatického plánování včetně přeplánování na základě aktuálního stavu výroby. [20]



Obr. 27 Rozhraní systémů MES [15]

- **Uživatelské role v systému**

Uživatelské role v systému slouží k přidělení práv a povinností dané osobě. Jedná se o přidělení přístupu k informacím, reportům, přístupu ke změně klíčových a jiných parametrů stroje, definici typu prostojů apod. Podmínkou správné funkcionality je přihlášení se do systému udáním jména a hesla, případně použitím ID karty.

- Administrátor – kompletní administrace MES systému včetně administrace uživatelů a jejich rolí.
- Management, Vedoucí výroby – zobrazování sestav, vizualizace, změna parametrů strojů, oprava dat.
- Technolog – z důvodu kontroly výroby musí sledovat zobrazování sestav, vizualizaci, musí mít možnost měnit technické parametry strojů, nastavovat alarmy.
- Plánovač výroby – možnost sledování automatického přeplánování výroby a na základě svého odborného posouzení může rozhodnout o zahájení nebo dalším přeplánování výroby.
- Směnový mistr – oprávnění sledování výroby, zobrazení reportů o výrobě, vizualizace, možnost provedení změn technických parametrů strojů a oprávnění pro případnou opravu dat, správa alarmů.
- Seřizovač – možnost zadání důvodu prostoje při výměně nástroje nebo seřízení stroje, správa alarmů.
- Operátor – možnost zadání důvodu prostoje při výměně nástroje nebo seřízení stroje, výběr zmetků a výběr prostoje.

- Jakost – zobrazování kvalitativních parametrů, potvrzování zmetků na základě jejich odborného posouzení, opravení jejich počtu.
- Údržba – vkládání typu prostroje podle charakteru prováděné údržby. [20]

3.7 CEZ (OEE – Overall Equipment Effectiveness)

Celková efektivnost zařízení, neboli CEZ (Overall Equipment Effectiveness) je kvantitativním ukazatelem efektivnosti výrobních zařízení. Poskytuje měřitelné srovnání efektivnosti nejen jednotlivých výrobních zařízení, ale i celých výrobních podniků. Zahrnuje více složek ovlivňujících celkovou efektivnost, které lze samostatně vyhodnotit a použít k eliminaci veškerých nalezených ztrát (organizace, výkonu a kvality). [21]

- **Efektivita nebo efektivnost?**

Význam slov není stejný. Efektivita (eficiency) představuje účinnost, tedy obecně poměr mezi přínosem nějaké činnosti a náklady na ni vynaloženými, zatímco efektivnost (effectiveness) představuje účelnost, neboli smysluplnost, tedy vztah mezi stanoveným cílem a následkem.

Tradiční pojetí TPM definuje OEE (Overall Equipment Efficiency), tedy jako celkovou efektivitu zařízení. Novější pojetí OEE však vidí jako Overall Equipment Effectiveness, tedy jako celkovou efektivnost zařízení. [21]

3.7.1 Celková efektivnost zařízení

Ukazatel Celkové efektivnosti zařízení (OEE) vytvořil již v 60. letech Seiichi Nakajima ze společnosti Nippon Denso. Koncem 80. let se tato metodika dostala do povědomí díky rozšíření TPM. V polovině 90. let je pak za účelem zvýšení produktivity výrobních zařízení aplikována v oblasti výroby polovodičových součástek. Postupem času metodika vzala za své i ostatní odvětví průmyslové výroby. [21]

Základní myšlenka metodiky spočívá ve vztahu:

$$\text{OEE} = \text{Užitečný čas zařízení} / \text{Disponibilní čas zařízení},$$

kde,

Užitečný čas zařízení – doba, kdy zařízení vyrábí shodné výrobky

Disponibilní čas zařízení – doba, kdy by mělo zařízení vyrábět

Rozdíl pak mezi Užitečným časem a Disponibilním časem je dán mírou Využití, Výkonu a Kvality.

Nejčastější vyjádření vztahu pro výpočet OEE používá právě tyto tři ukazatele:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality},$$

kde,

Availability (Dostupnost, Využití) – poměr mezi výrobním časem a disponibilním časem

Performance (Výkon) – poměr mezi čistým výrobním časem a výrobním časem

Quality (Kvalita) – poměr mezi užitečným výrobním časem a čistým výrobním časem

Availability (Dostupnost, Využití) – poměr mezi výrobním časem a disponibilním časem. Výrobním čas je doba, kdy je zařízení v chodu, Disponibilní čas je očekávaná doba chodu zařízení.

$$\text{Availability} = \text{Operating Time} / \text{Loading Time},$$

Operating Time – skutečná doba chodu zařízení

Loading Time – očekávaná doba chodu zařízení

Performance (Výkon) – poměr mezi skutečným výstupem a plánovaným výstupem.

$$\text{Performance} = \text{Total Output} / \text{Potential Output},$$

$$\text{Performance} = (\text{Total Output} * \text{Ideal Cycle Time}) / \text{Operating Time},$$

Total Output – celkový počet vyrobených kusů

Potential Output – plánovaný počet vyrobených kusů

Ideal Cycle Time – plánovaná délka cyklu (výroby jednoho kusu)

Operating Time – skutečná doba běhu zařízení

Quality (Kvalita) – poměr mezi skutečným výstupem a plánovaným výstupem.

$$\text{Quality} = \text{Good Output} / \text{Total Output},$$

Good Output – počet vyrobených kvalitních kusů

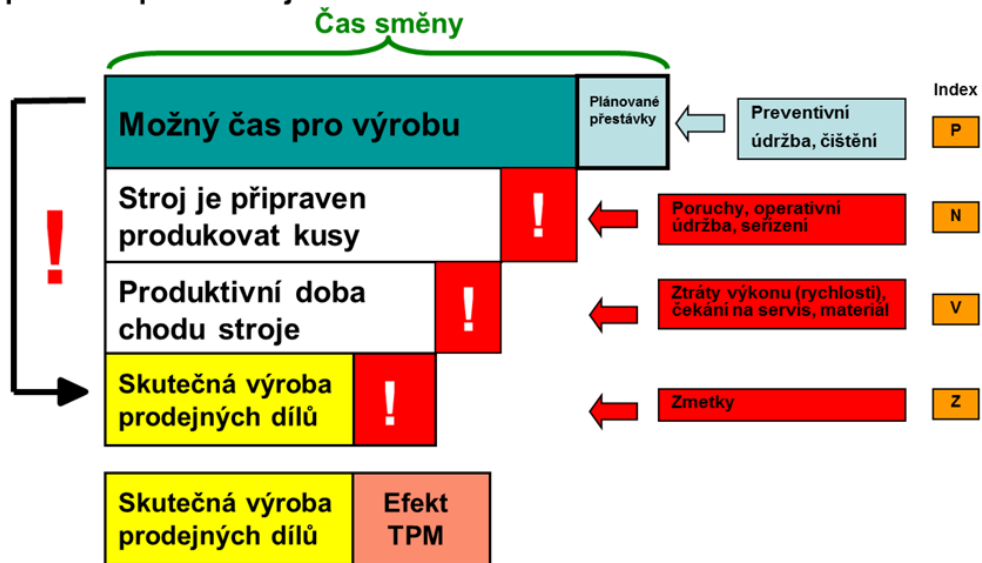
Total Output - celkový počet vyrobených kusů

Proč počítáme OEE:

- ⇒vidíme co jsou hlavní příčiny časových ztrát
- ⇒známe přesně kapacitu stroje

**Overall
Equipment
Effectiveness**

**Celková
Efektivnost
Zařízení**

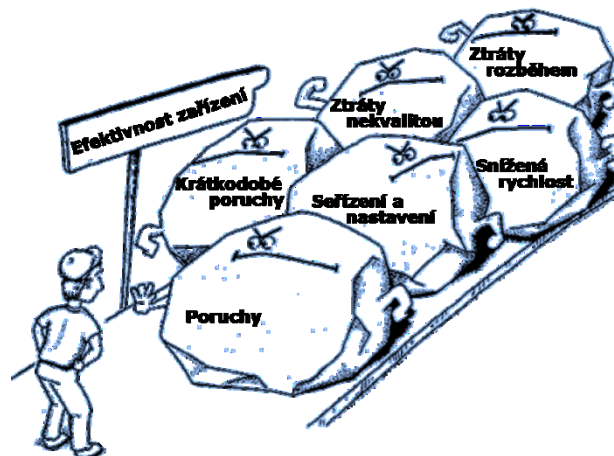


Obr. 28 Parametry CEZ [22]

3.7.2 Ztráty OEE

Jak již bylo uvedeno OEE je klíčovým nástrojem TPM (Total Productive Maintenance), které slouží k redukci a eliminaci tzv. „6 velkých ztrát“ (The Six Big Losses) omezujících produkci.

The Six Big Losses je rozděleno do tří základních oblastí:



Obr. 29 Šest hlavních ztrát na stroji [22]

Ztráty z prostojů

- poruchy zařízení,
- seřizování a nastavování.

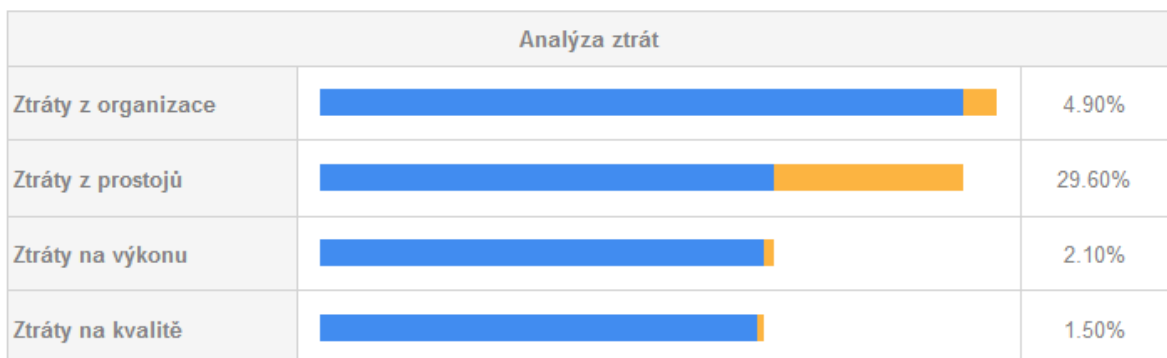
Ztráty na výkonu

- nečinnosti a krátké přestávky,
- redukce rychlosti.

Ztráty na kvalitě

- neshody a opravy,
- ztráty při rozběhu.

V případě, že do **Analýzy Ztrát** zahrneme i odvozený ukazatel TEEP, získáme tím ztráty dané organizací výroby. Ztráty tohoto charakteru jsou způsobené odstávkami, není na ně plánována výroba (jednosměnný, dvousměnný provoz, dovolené, svátky apod.).

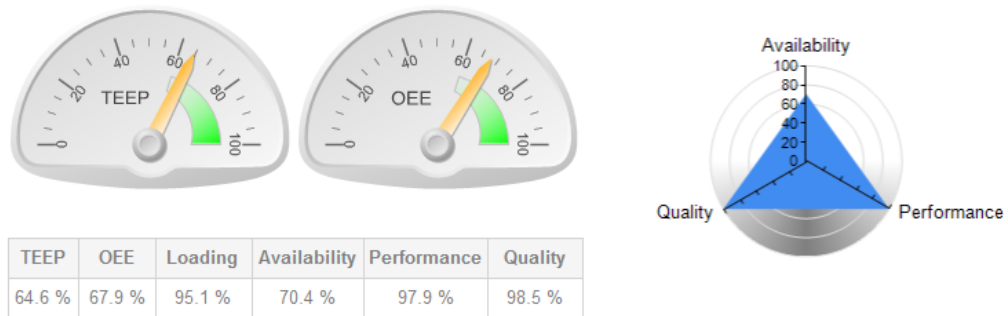


Obr. 30 Základní report z analýzy ztrát [21]

3.7.3 Nástroje OEE

Nejdůležitějším aspektem pro výpočet ukazatelů OEE je sběr vstupních dat. Strategie sběru dat může být od primitivních manuálních záznamů až po sofistikovaná plně automatizovaná řešení. Manuální sběr dat je založen na ručním zapisování požadovaných dat ovlivňujících efektivitu výroby do předem připravených papírových formulářů obsluhou stroje. Sofistikovaná řešení jsou založena na automatickém sběru dat ze strojů, s uvedením typu prostroje ze strany obsluhy (pouhým výběrem dle předem definovaných klíčů a jejich upřesnění).

Automatické sběry dat eliminují vznik chyb a nepřesností a poskytují data v reálném čase. Jediným požadavkem na obsluhu je uvádění objektivních údajů dle skutečného typu prostroje.



Obr. 31 Možnosti vizualizace výsledků OEE [21]

Při automatickém sběru dat je samozřejmostí okamžitá vizualizace a další nástroje pro vizualizaci, analýzu a reportování OEE výsledků. Obsahují funkce pro tvorbu vlastních reportů, prostředky pro analýzu ztrát, agregační funkce, souhrnné i detailní přehledy od jednotlivých strojů až po celé výrobní podniky.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Důležitým prvkem při psaní jakékoliv práce, je prvotní vytýčení cílů a zvolení si obecně platných metod, které vedou k úspěšnému splnění stanovených cílů.

Hlavním cílem práce je instalace a implementace nové technologie dělení do stávajícího výrobně informačního systému ELVIS na provoz VF – Tažírna oceli. Na základě zpracovaných návrhů a požadavků dojde k zavedení všech potřebných modulů výrobně informačního systému pro samotný proces dělení. Vedlejší cíle jsou sledování efektivity výroby CEZ na nové technologii a také evidence technického stavu zařízení.

Klíčovou metodou bude analýza současného stavu informačních technologií a aktuálního stavu výrobně informačního systému ELVIS na provozu.

V závěru práce bude provedena sumarizace projektu instalace a implementace technologie dělení jako celku, vyhodnocení zavedení jednotlivých modulů včetně sledování efektivity výroby CEZ a evidence celkového stavu zařízení.

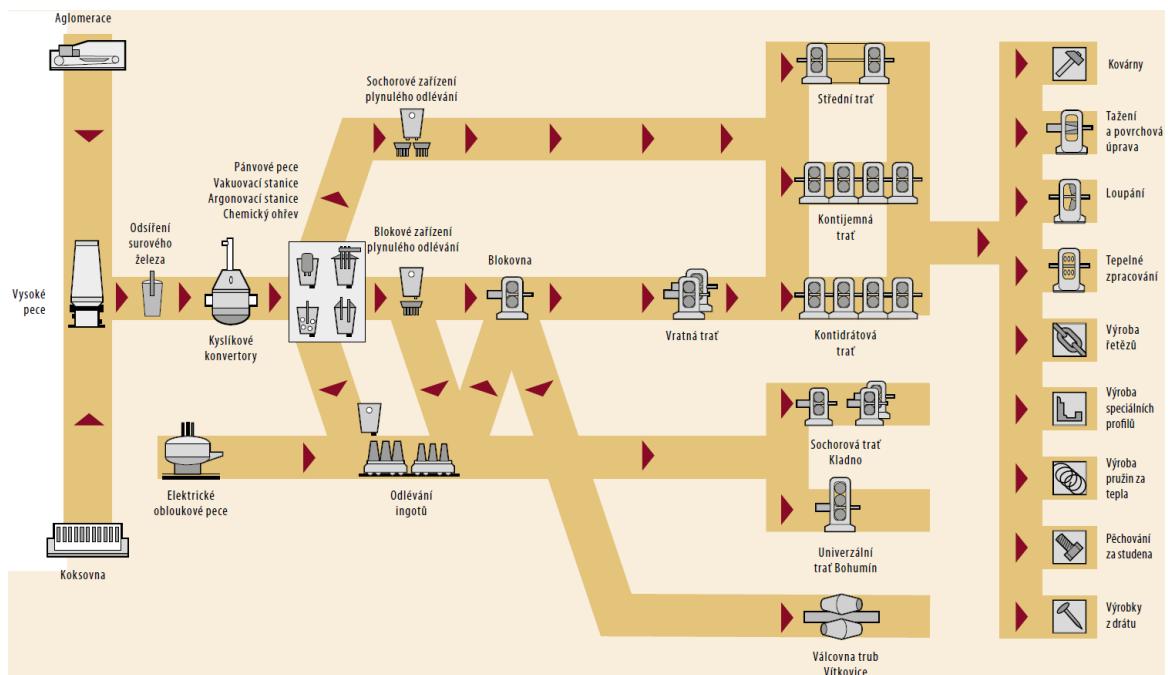
Také budou nastíněny možnosti dalších zlepšení do budoucna.

4 TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, A.S.

Třinecké železářny patří k průmyslovým podnikům s nejdélší tradicí hutní výroby v České republice. Dnes významný podnik s uzavřeným hutním výrobním cyklem byl založen v roce 1839 Těšínskou komorou, nynějším majoritním vlastníkem je MORAVIA STEEL a.s. Jeho roční výroba se pohybuje zhruba okolo 2,5 mil. tun oceli, což odpovídá polovině současné celkové tuzemské produkce. Třinecké železářny jsou hutí s uzavřeným výrobním cyklem, který zahrnuje provozy od výroby koksu až po finální za tepla válcovaný ocelový produkt a následné další finalizace válcovenských výrobků.

- **Mezi hlavní výrobní portfolio patří:**

- Kolejnice
- Válcovaný drát
- Tyčová ocel
- Polotovary
- Bezešvé trubky
- Speciální oceli
- Tažená ocel



Obr. 32 Procesní schéma TŽ

Klíčovou podnikatelskou aktivitou společností TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., a MORAVIA STEEL a.s., je výroba a prodej hutních výrobků, u kterých je zvyšována jejich

finalizace a přidaná hodnota. Nedílnou součástí podnikatelských aktivit je neustálé zlepšování kvality, snižování zátěže životního prostředí, péče o zdraví zaměstnanců a optimální hospodaření s energiemi vedoucí ke snižování energetické náročnosti. S vědomím společenské odpovědnosti ke všem zainteresovaným stranám a se snahou o udržitelný rozvoj obou firem i regionu jsou v jednotlivých oblastech strategického rámce definovány zásady Partnerství, Technologie, Lidé a Řízení. Strategickou snahou TŽ je prodloužit podnikový řetězec a dodat tak odběratelům komplexní výrobek, který využívá jako své vstupní zdroje výrobky oceláren, nebo jiných provozů, které patří do skupiny TŽ. V současnosti je společnost certifikována podle ČSN EN ISO 9001, ISO/TS 16 949, ČSN EN ISO 14001 A ČSN EN ISO 50001.

4.1 Provoz VF – Tažírna oceli

Provoz VF – Tažírna oceli je provozem TŘINECKÝCH ŽELEZÁREN vyrábějícím ocel taženou za studena na kontinuálních tažných strojích a tažných stolicích. Technologické zařízení vyrábí sortiment kruhového, šestihranného, čtyřhranného, popřípadě speciálního průřezu. Provoz VF – Tažírna oceli (TŽ) v současnosti produkuje cca 90 000 tun tažené oceli ročně. Je lídrem trhu a v zásadě monopolním výrobcem tažené oceli v ČR. Cílem pro další roky je rozšířit výrobu o další výrobní procesy a navýšit tak kapacitu celkové výroby.

4.1.1 Výrobní program

Výrobním programem provozu VF jsou tyče tažené za studena kruhového, šestihranného, čtyřhranného, popřípadě speciálního průřezu v rozměrech od 5 mm do 65 mm, v délkách od 2,5 metru do 7 metru. Jedná se o ocel taženou za studena vyráběnou systémem kontinuálního tažení ze svitku do tyčí, nebo z tyčí do tyčí. Vstupním materiálem je za tepla válcovaná ocel (svitek, tyč). Tažená ocel je dodávána dle norem ČSN EN 10277 1-5, ČSN EN 10278, případně dle jiných norem a specifických podmínek.

Tab. 2 Provoz VF – Tažírna oceli – Výrobní program

Název	Rozměr	Tolerance
Tyče kruhové	5 - 65 mm	h9 - h11
Tyče čtyřhranné	8 - 35 mm	h11
Tyče šestihranné	8 - 60 mm	h11

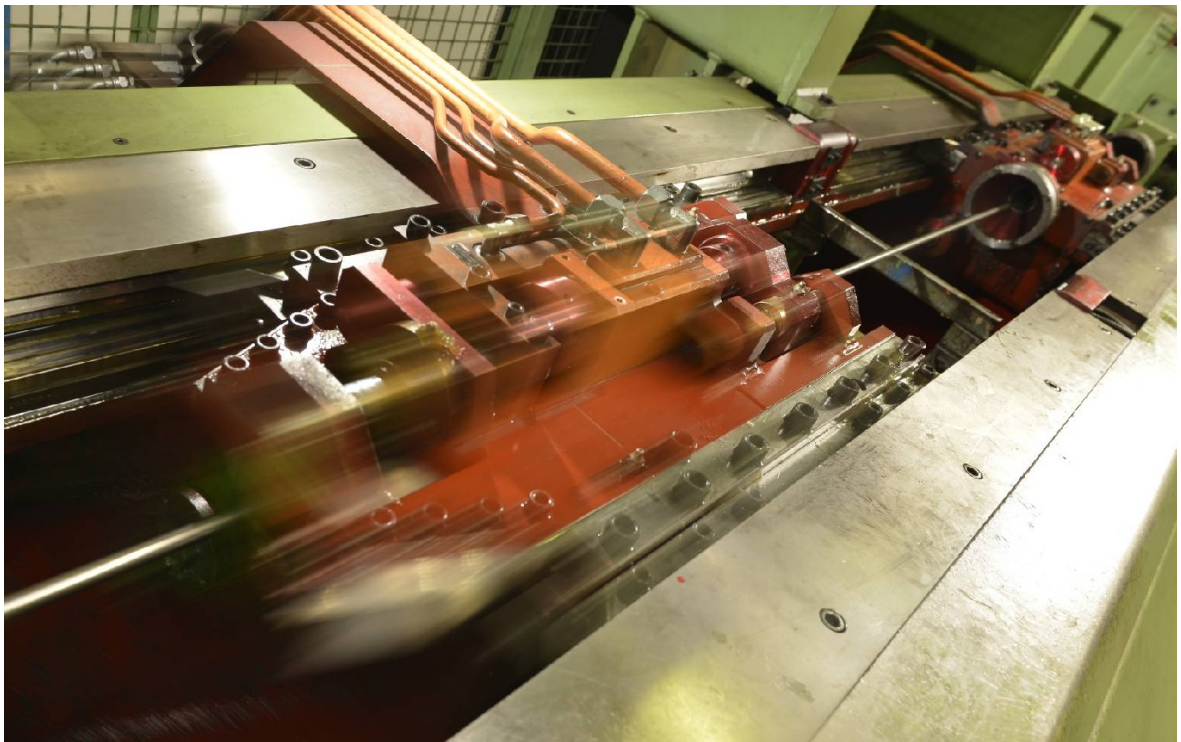


Obr. 33 Ukázka výrobního programu

4.1.2 Výrobní technologie

Na provozu VF – Tažírna oceli jsou níže uvedené technologie

- Proces tažení ze svitku do tyčí – kombinovaný tažný stroj 5 ks
- Proces tažení z tyčí do tyčí – tažná stolice 2 ks

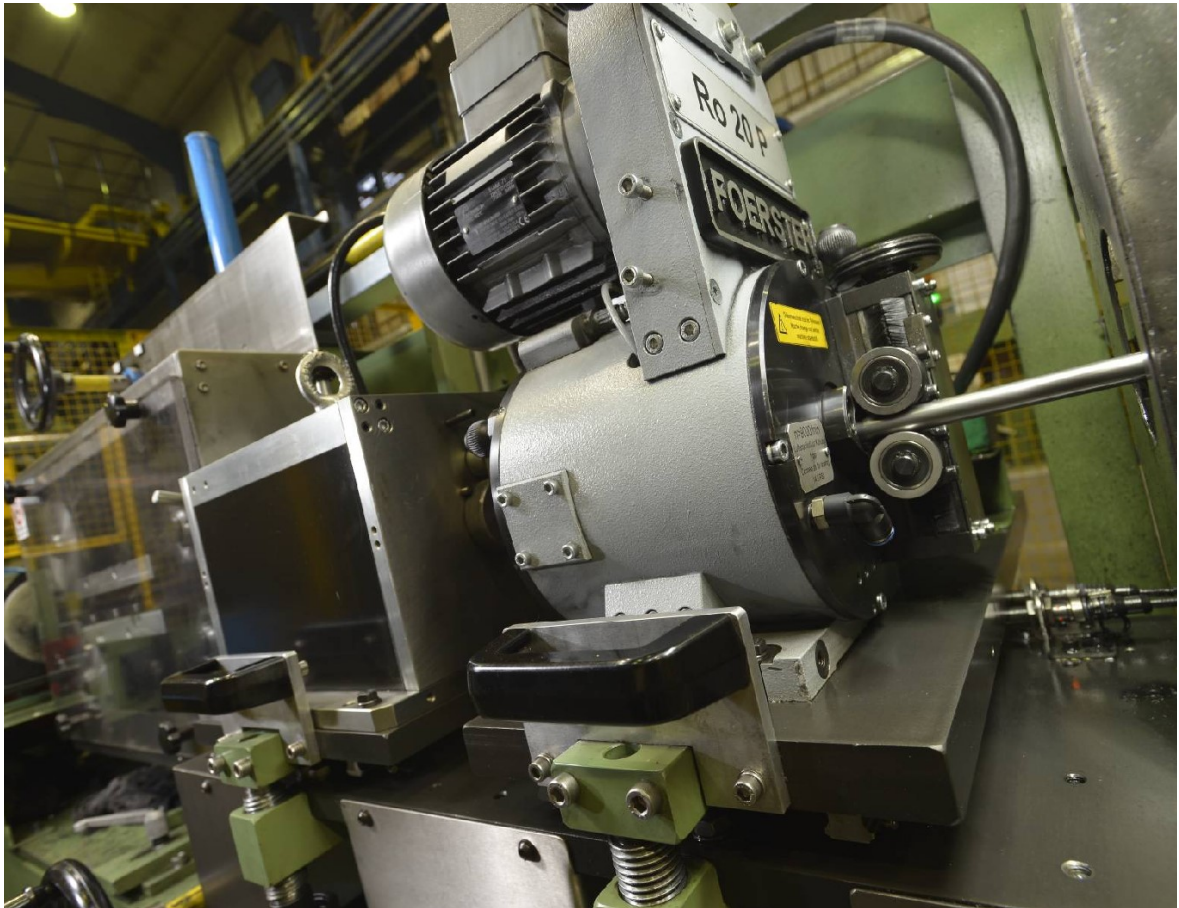


Obr. 34 KTS – Tažení (ukázka)

4.1.3 Nevýrobní technologie

Mezi ostatní zařízení na provozu VF patří zejména dokončovací frézovací zařízení sloužící pro zarovnání čel a sražení hran tyčí dle požadavku zákazníka.

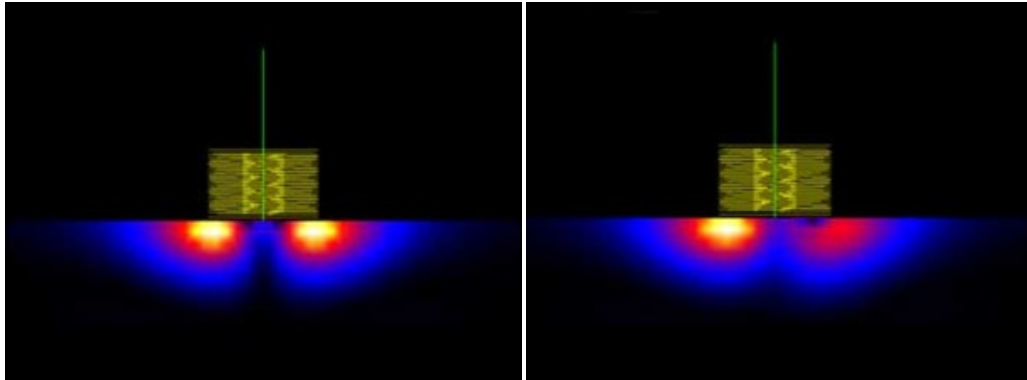
Pro kontrolu tyči se používá několik NDT zařízení společnosti Foerster instalovaných buď přímo v lince, nebo jako samostatné pracoviště. Zařízení NDT provádí kontrolu povrchových vad na bázi vířivých proudů. Testování pomocí metody vířivého proudu je jedním z několika NDT metod, které používají jako základ elektromagnetismus.



Obr. 35 Zařízení pro kontrolu NDT

Vířivé proudy mohou být použity pro několik aplikací (odhalení trhlin – nespojitostí, stanovení síly nátěru a měření elektrické vodivosti a magnetické permeability, měření tloušťky kovů, detekce ztenčování kovů způsobené korozi a mechanický opotřebením).

Testování pomocí vířivých proudů – jde o vynikající metodu pro odhalení povrchových a podpovrchových vad, pokud známe pravděpodobnou polohu a orientaci defektu. Odhalení defektů dojde při narušení dráhy vířivých proudů, tím dojde k zeslabení jejich síly. Obrázek 36 znázorňuje povrchovou sondu vířivého proudu na povrchu vodivého vzorku s indikací síly vířivých proudů pod cívku sondy barvou. Na obrázku 36 vpravo je vada pod pravou stranou cívky, zde je vidět, že vířivé proudy jsou zde slabší.

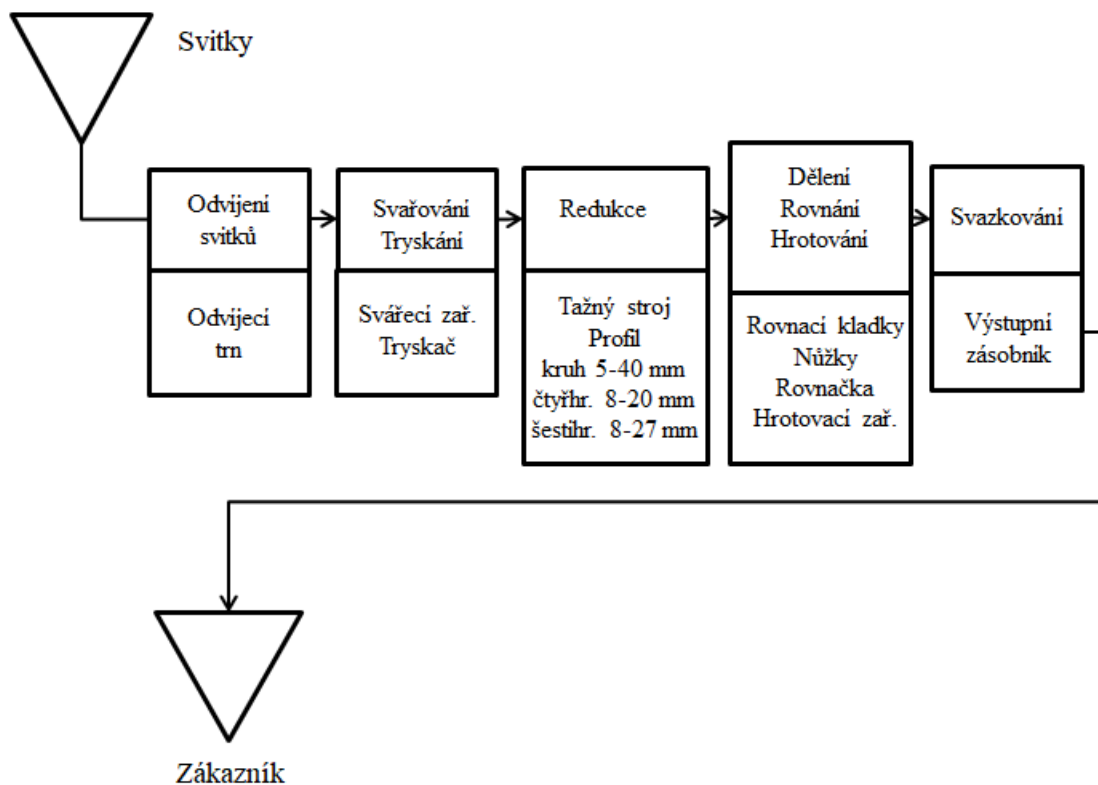


Obr. 36 Povrchová sonda vířivého proudu na povrchu vodivého vzorku

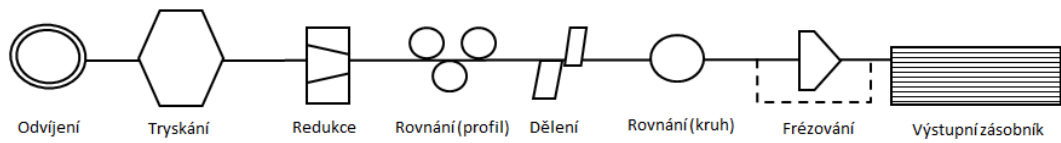
4.1.4 Schéma procesu (dle technologického toku)

- **Proces 5.1 PH 5.1 - Výroba tažené oceli ze svitku do tyče**

Vstupním materiálem jsou svitky. Proces je zahájen otryskáním vstupního válcovaného materiálu pro zbavení materiálu veškerých nečistot, následuje samotné tažení, dělení, rovnání a leštění, defektoskopická kontrola (kontrola povrchových vad), dokončovací operace jako je frézování. Finální operací je operace svazkování s uložením materiálu do expedice. Proces je zobrazen na níže uvedeném schématu v tabulkové a grafické podobě.



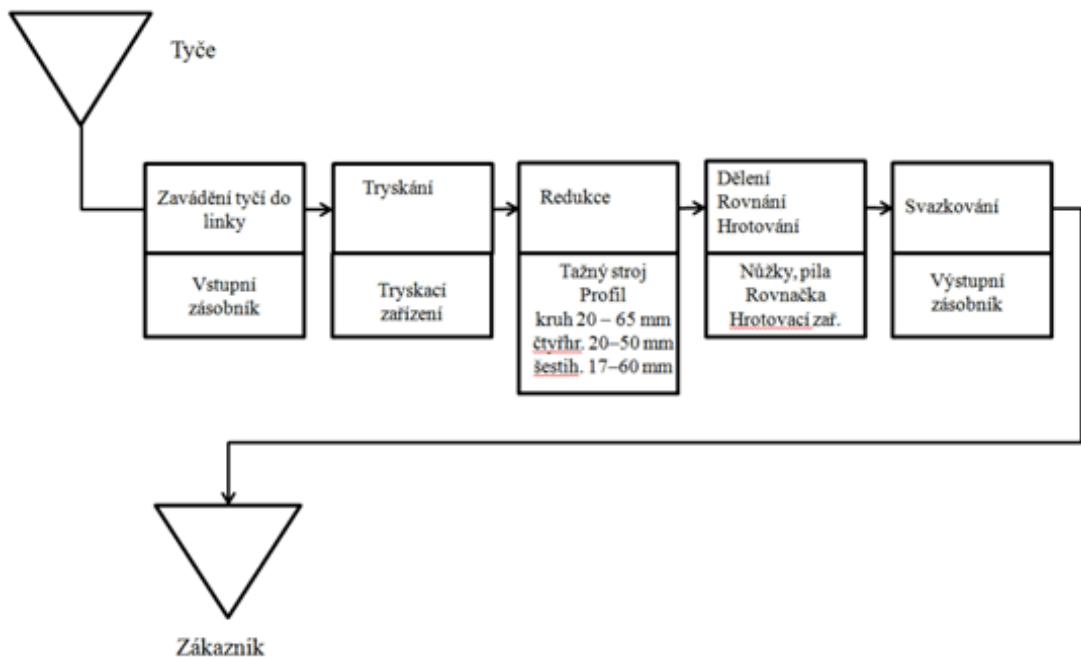
Obr. 37 Schéma procesu svitek - tyč



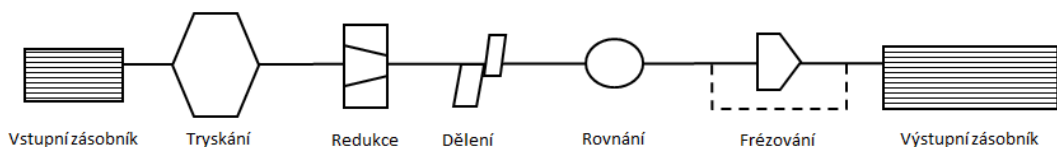
Obr. 38 Grafické schéma procesu svitek - tyč

• **Proces 5.2 - PH 5.2 - Výroba tažené oceli z tyče do tyče**

Vstupním materiálem jsou tyče. Proces je opět zahájen otryskáním vstupního válcovaného materiálu pro zbavení materiálu veškerých nečistot, následuje tažení (redukce), dělení na požadované délky, rovnání a leštění, dokončovací operace jako je frézování. Defektoskopická kontrola (kontrola povrchových vad) není umístěna v lince, ale jako samostatné pracoviště. Finální operací je operace svazkování s uložením materiálu do expedice. Proces je zobrazen na níže uvedeném schématu v tabulkové a grafické podobě.



Obr. 39 Schéma procesu tyč - tyč



Obr. 40 Grafické schéma procesu tyč - tyč

4.1.5 Aktuální projekt „Rozvoj provozu VF – Tažírna oceli“

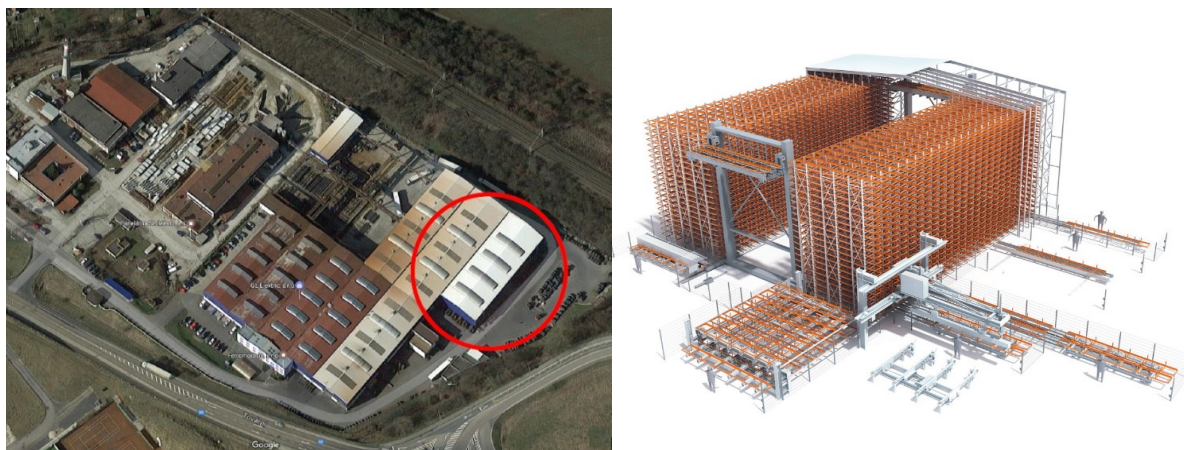
Investiční aktivita provozu VF se v roce 2017 soustředila na projekt rozvoje VF, který byl schválen orgány TŽ v roce 2016 a který zahrnuje kromě investiční výstavby také investice do nových technologií loupání, broušení a další rozvoj dělení servisních tyčí. Základním stavebním kamenem celého projektu byl nákup sousedního areálu Panelárny Staré Město (PSM). Pro další stupeň investičního projektu byl vyčleněn rok 2017, šlo především o jeho přípravu, zhotovení projektové dokumentace a získání potřebných povolení pro realizaci. Souběžně probíhala tvorba detailního procesního schématu potřebného pro oslovení dodavatelů technologie. V průběhu roku 2017 byly provedeny také fyzické úpravy za účelem zjednodušení logistiky provozu a pohybu přímo v areálu, tedy průjezdu kamionové dopravy v jednosměrném provozu, vytvoření parkoviště pro kamiony a umožnění parkování osobních automobilů zaměstnanců.



Obr. 41 Areál PSM a VF – Jednosměrný provoz

Investiční akce rozvoje provozu VF – Tažírna oceli se nachází v první etapě, která bude probíhat v průběhu celého roku 2018. Jde o poměrně dosti rozsáhlou etapu, kdy dojde k instalaci plně automatizovaného skladovacího systému v prostoru nynější expediční části haly 1 lodi F1.

Projekt rozvoje VF počítá s navýšením výroby oceli na cca 105 kt ročně, bylo třeba řešit kapacitu expedičních skladů, jelikož ten se za tohoto předpokladu stává úzkým místem a limitním faktorem pro využití celkových kapacit výroby a potřeb trhu. Požadavky zákazníků rostou i z pohledu just-in-time dodávek, což vyvolává potřebu skladování s potenciálem plně automatizovaného skladovacího systému, jelikož tento předpokládaný objem výroby není možné za současného stavu skladovacích ploch pro hotové výrobky jinak zmanipulovat a uskladnit. Současná operativní kapacita expediční části pohybuje kolem cca 6 kt hotových výrobků při expedici cca 90 kt v desítkách stojanů o nízké kapacitě do výše max. 3 m. Zůstává tak 7 metrů nevyužitého prostoru nad těmito stojany. Instalací plně automatizovaného skladovacího systému se navýší operativní kapacita skladu na 9 kt při umístění pouze v prostoru lodi F1. Výhodou je navýšení kapacity, získání dalšího potřebného místa uvolněním prostoru v lodích D1 a E1, odbourání zbytečné manipulace s hotovými výrobky (přeskládávání), zvýšení bezpečnosti práce a snížení doby přípravy k nakládce kamionu.



Obr. 42 Umístění automatizovaného skladovacího systému a samotný systém

Instalaci automatizovaného skladovacího systému předchází příprava prostoru, tzn. přesunutí materiálu (HV) umístěných ve stávající expediční části lodi F1, demontáž ocelové konstrukce F1 včetně opláštění a vybudování základové nosné konstrukce. Následně dojde k instalaci samotné technologie včetně opláštění a vybudováním průjezdu pro kamiony. Celá etapa je plánována za plného provozu výroby, kdy je potřeba se vypořádávat s řadou úzkých míst.

V závěrečné druhé etapě, která bude realizována v průběhu roku 2019, bude odstraněna stará výrobní hala v areálu Panelárny a na jejím místě proběhne výstavba zcela nové haly včetně instalace technologie loupání, broušení, automatizovaného skladu pro broušenou

ocel a technologie dělení. Při zadání technického řešení nových finalizačních technologií byl kladen důraz na maximální automatizaci. V této etapě dojde také k rozšíření prostorů skladu režijního materiálu (RM), prostor údržeb, vybudování sociálního zázemí a šaten, nové vrátnice a další.

V projektu rozvoje provozu VF je plánován nárůst o 67 zaměstnanců (současně 240 zaměstnanců), kteří budou začleněny do stávající struktury VF. Ukončení celého projektu rozvoje je plánováno na konec roku 2019. Cílem projektu je rozšířit portfolio výrobků, získat nové trhy, prodloužit výrobní řetězec TŽ, zvýšit produktivitu práce a úroveň automatizace na provozu.

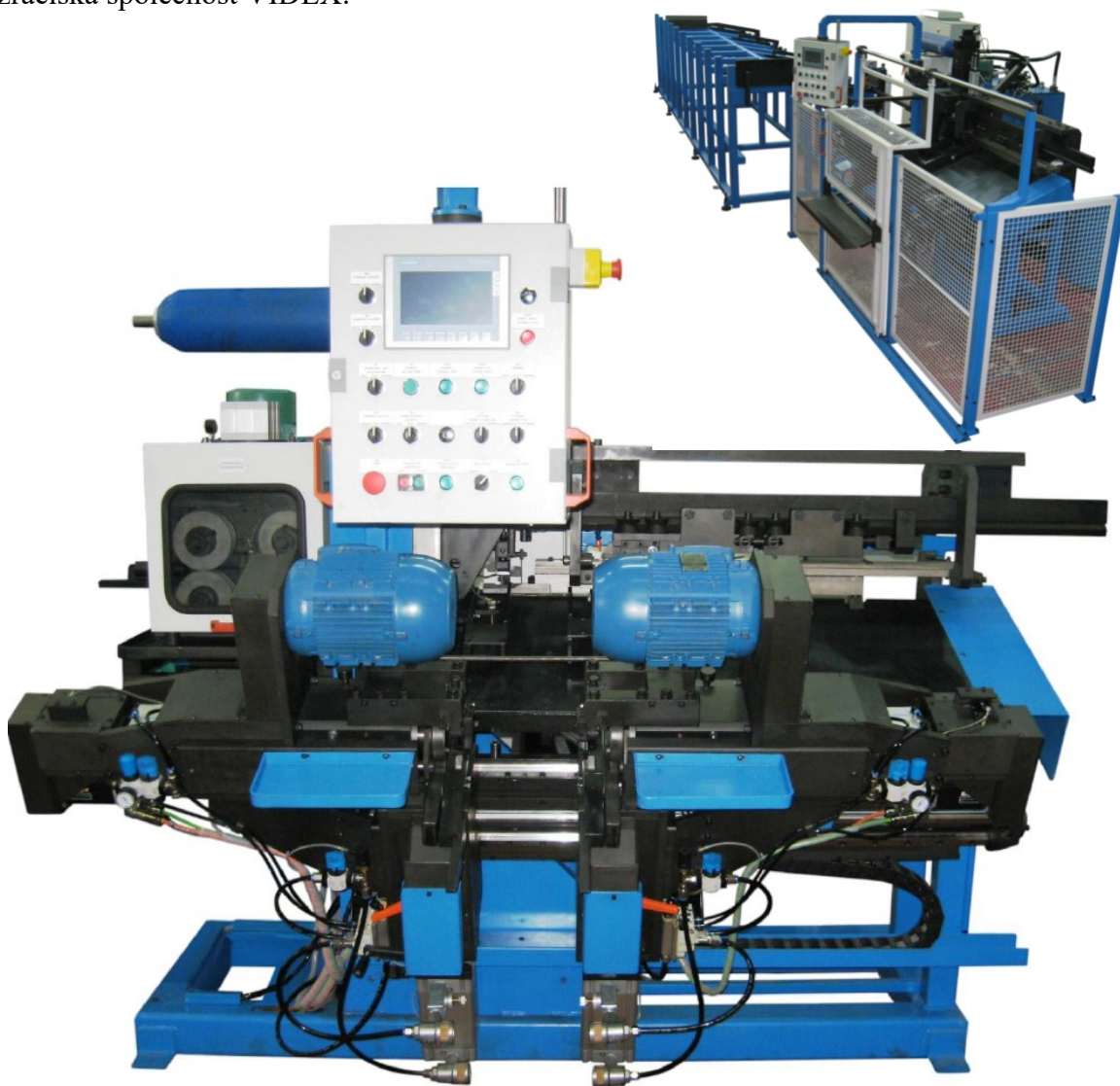


Obr. 43 Projektová vizualizace budoucího stavu

5 TECHNOLOGIE DĚLENÍ – DĚLÍCÍ CENTRUM

5.1 Popis

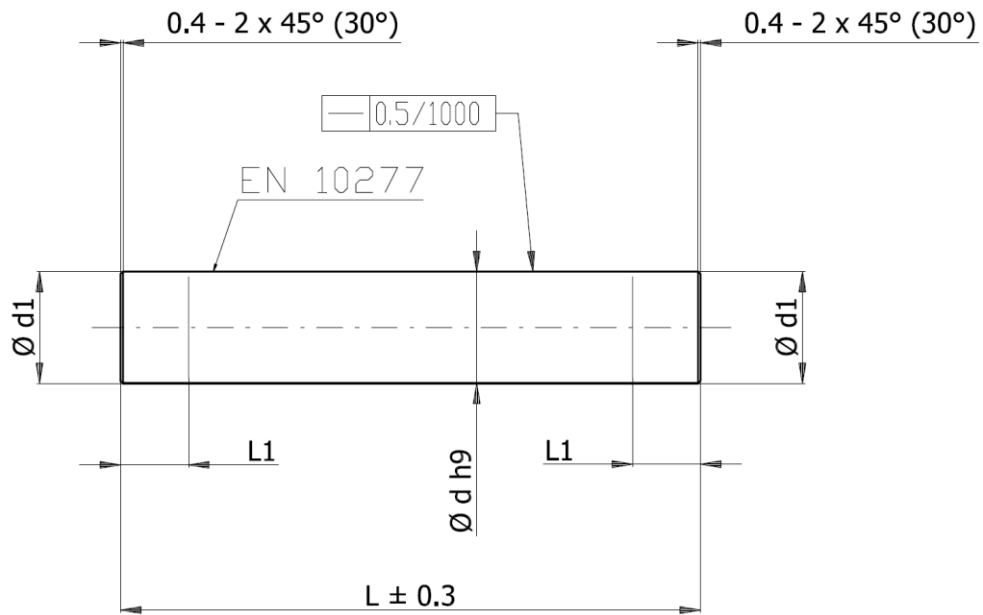
Dělicí centrum slouží pro dělení tažených tyčí v průměru 8 – 25 mm na servisní délky 165 – 800 mm. Vstupním materiálem je tažená ocel, vyrobená na technologiích KTS (kombinovaný tažný stroj) v délkách 2,5 – 7 metru. Zařízení se skládá z vyhrnovacího zásobníku s rozkulovacím stolem, vstupního válečkového dopravníku, samotné dělicí (stříh) a frézovací části, která tvoří s dělicí částí jeden kompaktní celek. Frézovací část slouží pro zarovnání čel nadělených tyčí, dosažení předepsané délky a pro případné sražení hran. Výstupem technologie je skluz s korýtkem (odkládací korýtko), kde jsou tyče operátorem odebrány, kontrolovány a následně ručně ukládány do beden. Dodavatelem technologie je izraelská společnost VIDEX.



Obr. 44 Dělicí centrum

5.2 Parametry

V této kapitole jsou uvedeny parametry dělicího zařízení. Hlavním parametrem je požadovaná servisní délka výrobku, případně sražení hrany dle požadavku zákazníka. Průměr vychází z původní technologie tažení, kde se vyrábí polotovary pro samotné dělicí centrum. Kapacita zařízení je dle sortimentu cca 3 kt za rok.

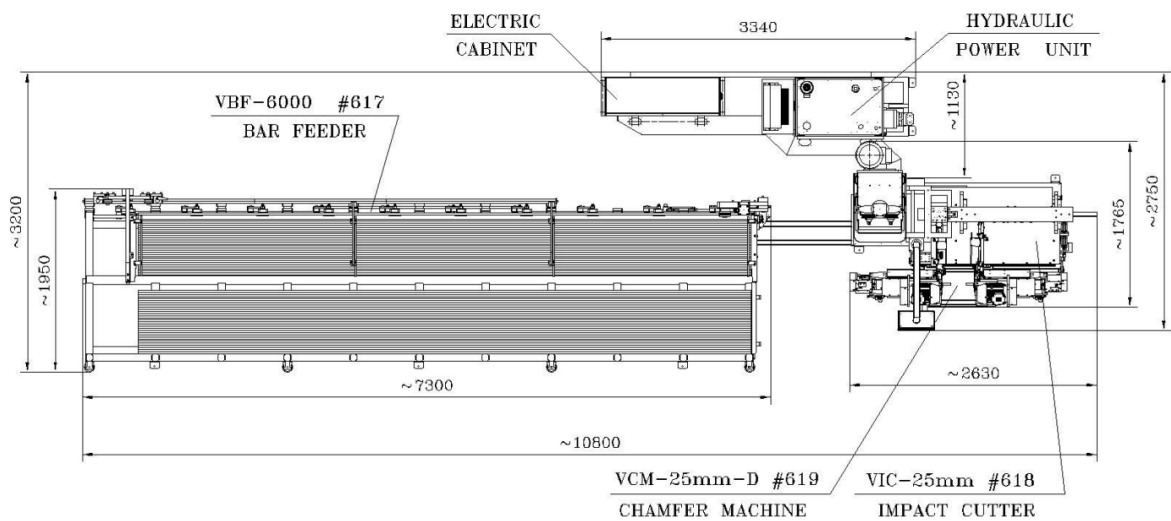


TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. – Provoz VF – Tažárna oceli			
Dělicí centrum DC1 – Parametry stroje			
Průměr	d (h9)	ø 8 – 25mm	
Tolerance průměru		h9	
Délka	L	165 – 800 mm	
Tolerance délky		± 0,3 mm	
Oblast deformace po stříhu	d < 15 mm	d1 Max.	d1 + 0,05 mm
		d1 Min.	d1 – 0,05 mm
	d > 15 mm	d1 Max.	d1 + 0,1 mm
		d1 Min.	d1 – 0,1 mm
L1		max. 10 mm	
Pevnost	do ø d =21 mm pevnost 900 MPa (Rm)		
	nad ø d =21 mm pevnost 700 MPa (Rm)		

Obr. 45 Dělicí centrum – Parametry

5.3 Layout – Půdorys stroje

Na obrázku 46 je vyobrazeno umístění jednotlivých částí dělicího centra. Technologie se skládá ze vstupní části s vyhrnovacím zásobníkem, z rozkulovacího stolu a dopravníku, který přivádí tyče do dělicího zařízení, kde jsou tyče naděleny na servisní délky metodou stříhu, následuje zarovnání čela s případným sražením hrany. V poslední operaci je provedena kontrola délky laserovým měřením na 100% výrobcích.



Obr. 46 Dělicí centrum – Půdorys stroje (Layout)

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza současného stavu je rozdělena do několika částí. V první části je uveden důvod potřeby nákupu technologie dělení, následně je provedena analýza splnění požadovaných parametrů ze strany dodavatele technologie včetně požadavku na 100% kontrolu délky finálního výrobku, následuje analýza prostoru pro samotnou instalaci a připojení na energie (přívod elektro apod.), dále jsou analyzovány stávající prostředky automatizace na provozu VF včetně pravidel a standardů pro komunikaci mezi Level 1 a Level 2, následuje analýza technologické sítě, HW, SW a analýza stávajícího systému MES. Poslední část analýzy je zaměřena na stávající aplikaci vyhodnocování celkové efektivity strojních zařízení.

6.1 Důvody nákupu a instalace

Kvalitativní požadavky zákazníků odebírající taženou ocel jsou stále náročnější, zejména na další zpracování a servis materiálu ve výrobním toku, mezi které patří dělení na servisní délky. Následnou a nedílnou součástí požadavků na přesné dělení je v převážné většině případů i opracování konců nadělených tyčí, tzn. zarovnání čela a sražení hrany. Požadavky na přesné dělení tažené oceli vycházejí především od renomovaných společností vyrábějících tlumiče do automobilů. Mezi další zákazníky se řadí společnosti vyrábějící díly pro automobilový průmysl (řadicí páky, loketní opěrky apod.) a díly pro stroje. Realizace projektu byla rozhodnuta na základě reálných požadavků, které vychází ze znalosti trhu.

V případě, že by nebylo možno zajistit a poskytnout tyčovou ocel dělenou na přesné servisní délky, došlo by ke ztrátě objemově zajímavého segmentu trhu, který přináší přidanou hodnotu a zároveň ke ztrátě stávajících zákazníků, kteří již odebírají materiál v neděleném stavu. Důvodem instalace tedy bylo nejenom zvýšení rentability výrobků, ale také prodloužení výrobního řetězce o další operace, které zákazníci objednávají u externích firm.

6.2 Technologie – Požadavky TŽ-VF na dodavatele

Oslovení dodavatelé v převážné většině splnili definované požadavky TŽ. Hlavním požadavkem bylo dělení materiálu bez poškození jeho povrchu na požadované délky s dodržáním délkové tolerance, k dalším patřila zejména unifikace náhradních dílů (ND), vizualizace a příprava automatizační základny technologie včetně systému řízení SIMATIC pro implementaci do MES systému, vše dle standardů TŽ. Jako opce byl požadavek na 100% online délkovou kontrolu finálního výrobku. Zde se jednalo o možnost

variantního zvolení dodání kontroly přímo od dodavatele, nebo vybavení technologie vlastním navrženým systémem měření s povolením dodavatele, aby nedošlo ke ztrátě záruky.

6.3 Instalace do prostoru – Umístění

Dle zjištění a nabídek od dodavatelů na velikost technologie a požadavku na připojení byla analyzována možnost instalace technologie do prostoru Haly 2, kde byla nedávno demontována zastaralá technologie. Analýza byla provedena včetně posouzení možnosti na připojení technologie na elektro a vzduch. Analýzou bylo prokázáno, že vybraný prostor pokryje veškeré prostorové požadavky pro instalaci jak samotné technologie, tak požadavku na prostor pro uložení vstupního materiálu, umístění kontrolního pracoviště pro ruční měření výrobku operátorem a prostor pro ukládání finálního výrobku v bednách. Pro manipulaci s materiálem je hala vybavena dvěma mostovými jeřáby, každý o nosnosti 5 tun.



Obr. 47 Hala 2 – Prostor pro umístění Dělicího centra

6.4 Prostředky automatizace

Z důvodu unifikace, bezproblémové komunikace a funkčnosti prvků automatizace v PLC sítích, jsou ze strany TŽ již několik let přesně definována pravidla a požadavky pro nasa-

zování veškerých systémů. Proto při maximálním možném dodržení těchto požadavků u každé nové technologie ze strany dodavatele není problém s následným řízením a komunikací systému s nadřazenou úrovní. Jde například o prvky pro získání informace (senzory, převodníky, akční členy), programovatelné automaty – PLC včetně dodržení standardu programování, HMI Vizualizace, Ovládání a sítě PLC (sběrnice). Preferovaným systémem je ŘS Simatic S7. Tento ŘS je po dlouhou dobu stabilním prvkem všech druhů technologií. Nabízí nejmodernější způsoby řešení technologických aplikací průmyslové automatizaci.

6.5 Pravidla a standardy pro komunikaci mezi Level 1 a Level 2

Jedná se o definici a vytvoření databloků (DB) pro komunikaci mezi ŘS Simatic (Level 1) a nadřazenou úrovní (Level 2). Databloky obsahují veškeré potřebné údaje, které si mezi sebou úrovně vyměňují (chod stroje, nastavení stroje dle zakázky, číslo zakázky apod.). Jde o dva databloky, každý z nich pro jeden směr komunikace. Podmínkou správné komunikace je pro TŽ předepsaný a osvědčený ŘS Simatic.

6.6 Technologická síť

Analýzou stávající technologické sítě nebyly shledány žádné nedostatky bránící připojení zamýšlené technologie do sítě TŽ, jelikož je dělicí centrum vybaveno PLC s LAN komunikačním rozhraním.

6.7 HW a SW

6.7.1 Servery, Zálohy – BackUp

Provoz VF disponuje servery společnosti IBM s Intel architekturou. Servery využívají nejnovějších technologií pro zvýšení provozní dostupnosti a spolehlivosti. Servery jsou umístěny v samostatných klimatizovaných místnostech zajištěných proti výpadku elektrického proudu (Smart APC), proti požáru a proti vniknutí neoprávněné osoby. Operačním systémem serverů jsou Windows Server 2016. Jedná se o operační systém společnosti Microsoft s dlouholetou tradicí. Veškeré servery jsou nainstalovány na dvou na sobě nezávislých virtuálních serverech, které mezi sebou běží v redundanci typu server – server. Za běžného provozu, tedy pokud běží oba servery a je mezi nimi navázáno spojení, má aktivní roli primární server. Role sekundárního serveru je pouze jako záložní – nekomunikuje přímo se stanicemi, veškerá data (aktuální i historická) získává od primárního serveru. Vůči primárnímu serveru se chová jako klient. V důsledku toho jsou časové značky dat na obou serverech

rech shodné. V případě výpadku primárního serveru automaticky převezme aktivní roli sekundární server. Spustí komunikaci přímo se stanicemi, začne generovat události a získávat data. V okamžiku, kdy dojde k obnovení komunikace s primárním serverem, je mezi servery spuštěna synchronizace, po které převezme aktivní roli opět primární server. Navíc jsou veškerá data zálohována na samostatné datové uložení NAS.

6.7.2 Uživatelské počítače

Provoz VF – Tažirna oceli preferuje instalaci osobních počítačů značky Lenovo Thinkcentre vybavených SSD disky pro jejich rychlejší odezvu a spokojenost koncového uživatele. Počítače jsou HW vyspělé, zvládají požadované operace včetně správné funkce systému MES. Obnovovací cyklus počítačů je stanoven na čtyřletou periodu, která je na základě zkušeností dostačující. Celosvětově doporučený interval obměny je 3 roky.

6.7.3 Čtečky čárových kódů – Motorola MC9590

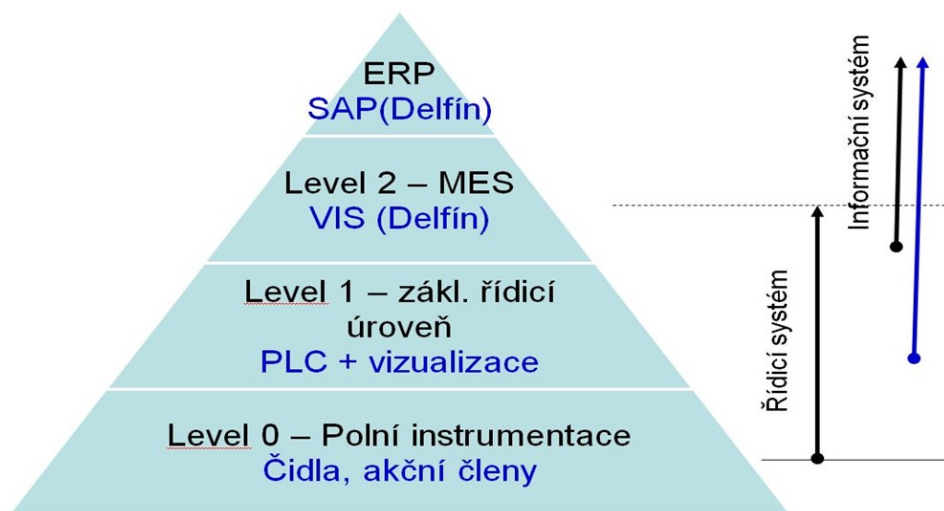
Tato čtečka čárových kódů je zavedena na všech pracovištích u stávajících technologií. Splňuje nejnáročnější požadavky uživatele, proto bude použita i pro technologie dělení.

6.7.4 Tiskárna Zebra Technologies ZTC ZT410

Pro tisk expedičních štítků je použita tiskárna ZEBRA ZT410. Jde o průmyslovou tiskárnu s přímým termálním a termotransferovým tiskem, vybavenou podsvíceným, víceřádkovým grafickým LCD displejem včetně intuitivního menu a barevnými LED diodami informujícími operátory o stavu tiskárny. Nabízí připojení přes USB, RS-232, LAN a BT. Tiskárna je plně vyhovující pro účely instalace technologie dělení.

6.8 Stávající systém ELVIS (MES)

V TŘINECKÝCH ŽELEZÁRNÁCH, a.s. a na všech jeho provozech je systém provozován pod názvem ELVIS (Elektronický Výrobní Informační Systém). Je vyvíjen skupinou programátorů řídicích systémů TŽ. Systém je postaven na třívrstvé architektuře SQL – Oracle RDB a svou strukturou je řazen k MES systémům. Svým rozsahem pokrývá celý výrobně-logistický proces, tedy všechny oblasti výroby v TŽ (plánování, výroba, expedice, sběr dat apod.). Je propojen s páteřním ERP systémem SAP a DELFÍN. Jedná se o tři nosné systémy. Níže je zobrazena architektura informačních systémů.



Obr. 48 Hierarchie podnikového informačního systému TŽ

Standardem TŽ je instalace ELVIS na každý počítač ve skupině. Jelikož je výrobní informační systém z 95% otevřený – je možné přihlášení z každého PC v doménové skupině TZ-MS jako „host“.

6.9 VF Hodnocení – Aplikace pro sledování prostojů a CEZ

Jednou z klíčových aplikací systému ELVIS je aplikace pro sledování prostojů a vyhodnocování CEZ na technologických zařízeních. Tato aplikace je zavedena a plně funkční, splňující veškeré požadavky pro implementaci nové technologie.

6.10 Vyhodnocení analýzy

Analýza zhodnotila veškeré požadavky na instalaci a implementaci nové technologie dělení na provoz VF – Tažírna oceli. Zhodnotila reálné požadavky, které vychází ze znalosti trhu, tzn. v případě, že by nebylo možno zajistit a poskytnout tyčovou ocel dělenou na přesné servisní délky, došlo by ke ztrátě objemově zajímavého segmentu trhu, který přináší přidanou hodnotu a zároveň ke ztrátě stávajících zákazníků, kteří již odebírají materiál v neděleném stavu. Důvodem rozhodnutí o realizaci projektu bylo nejenom zvýšení rentability výrobků, ale také prodloužení výrobního řetězce o další operace, které zákazníci objednávají u externích firem. Dále se analýza zabývá možnostmi umístění technologie do prostoru včetně jejího připojení a oživení, posouzením stávajícího výrobního informačního systému ELVIS, zhodnocením HW, SW, technologické sítě pro připojení apod. Klíčovým požadavkem každého projektu zařazení automatizace je hospodárně a včas poskytnout, také dále trvale plnit požadované funkce automatizace.

Analýzou byly zváženy veškeré hlediska a problematiky instalace a implementace dělicího centra do struktury provozu VF. Analýza prokázala, že veškeré části potřebné pro instalaci a implementaci technologie dělení jsou připravena (instalace do zamýšlených prostor včetně připojení a oživení, následná implementaci do stávajícího výrobně informačního systému ELVIS).

Na základě provedené analýzy bylo rozhodnuto o realizace projektu.

7 PROJEKT INSTALACE A IMPLEMENTACE TECHNOLOGIE DĚLENÍ

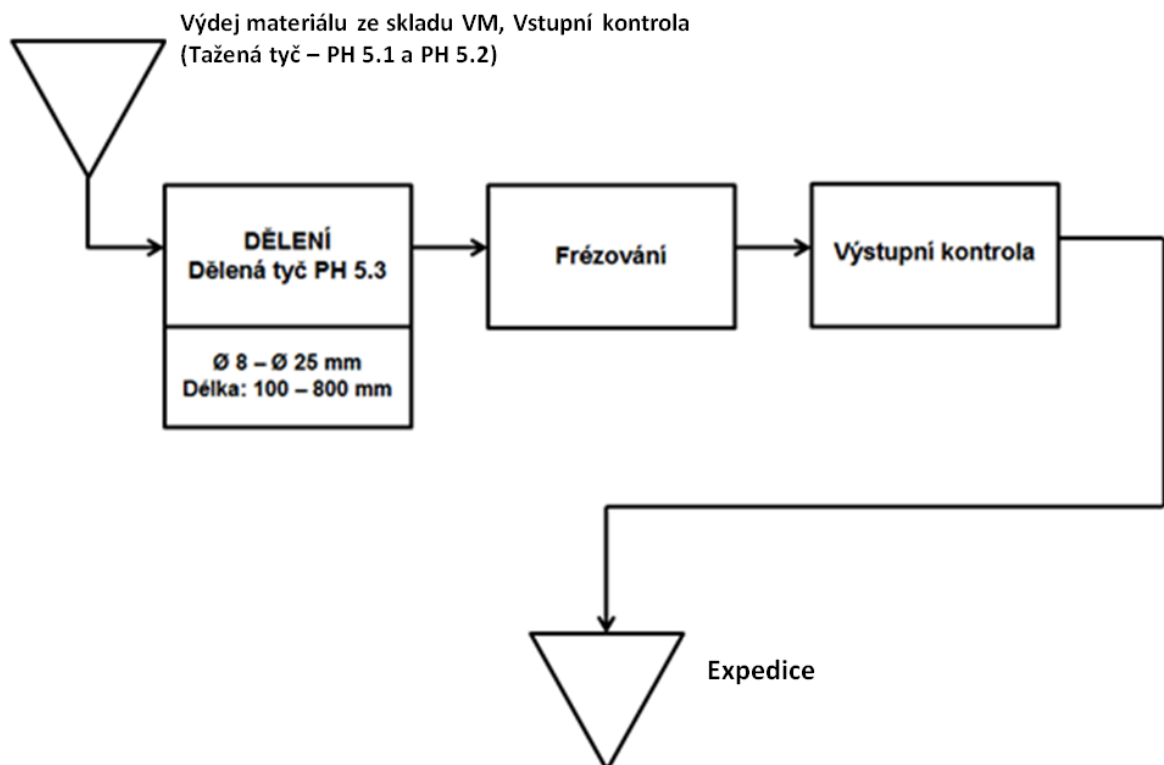
Provedená analýza zvažila veškerá hlediska včetně problematiky instalace a implementace. Na základě jejího výsledku, byl projekt instalace a implementace dělicího centra na provoz VF – Tažírna oceli schválen.

7.1 Návrh procesu výroby servisních tyčí

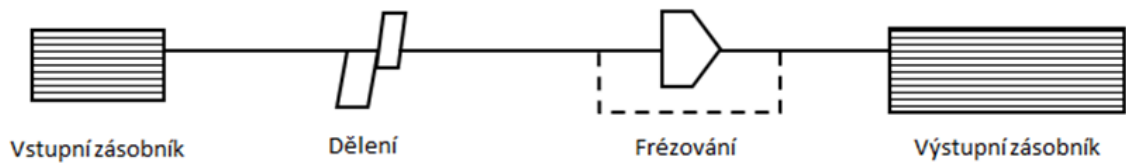
Pro provoz VF – Tažírna oceli je proces dělení zcela novým, třetím procesem s označením „Výroba servisních tyčí – Proces PH 5.3“. Vstupním materiálem pro tento proces je ocel tažená vyrobená procesem PH 5.1, nebo PH 5.2. Proces je zahájen dělením vstupního taženého materiálu, následuje zarovnání čela na požadovanou délku popřípadě sražení hrany. Finální operací je uložení materiálu do beden s umístěním do expedice.

7.1.1 Proces 5.3 - PH 5.3 - Výroba servisních tyčí

V podkapitole je zobrazen návrh procesu „Výroba servisních tyčí – Proces PH 5.3“ v tabulkové a grafické podobě.



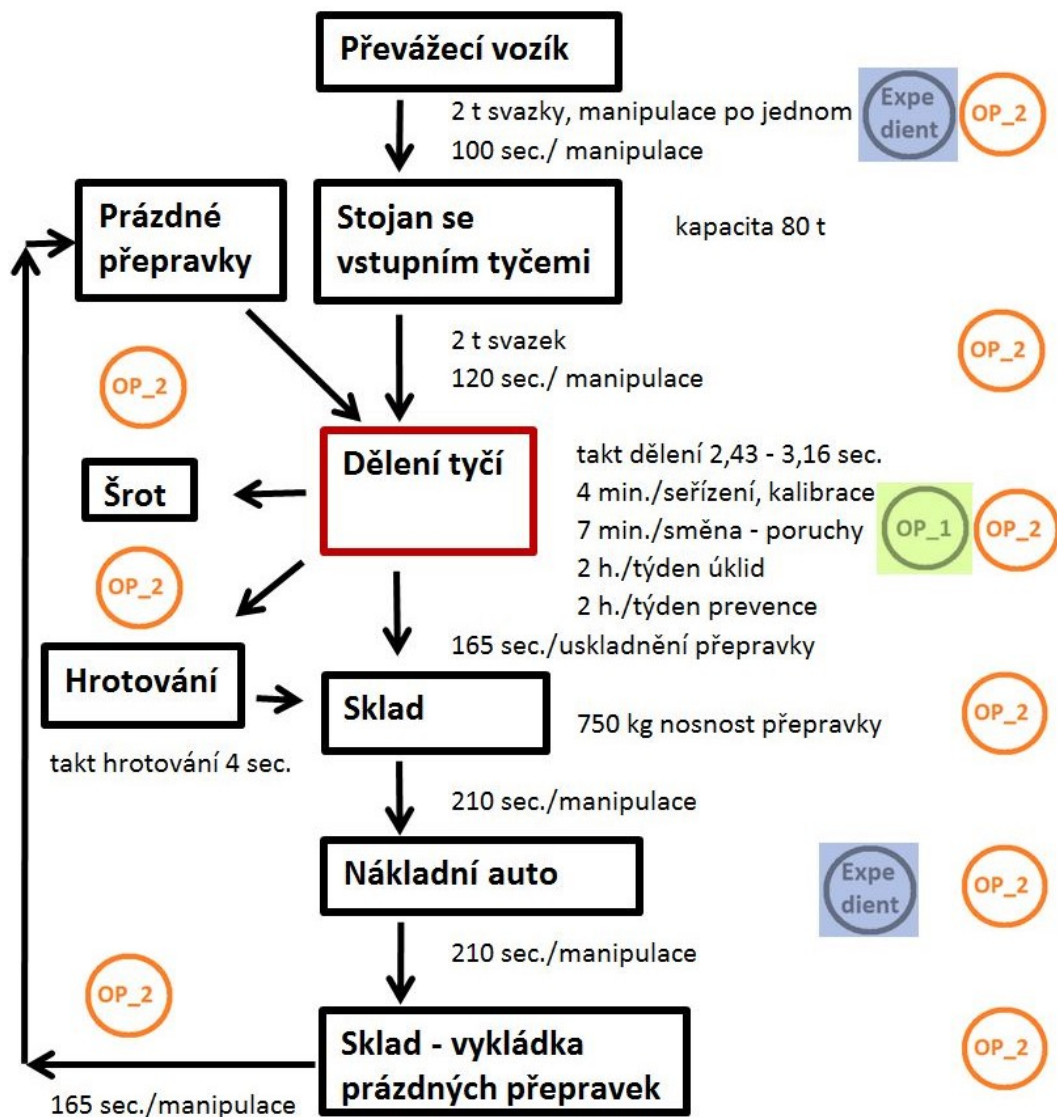
Obr. 49 Schéma procesu servisních tyčí



Obr. 50 Grafické schéma procesu servisních tyčí

7.1.2 Blokové schéma procesu 5.3 - PH 5.3 - Výroba servisních tyčí

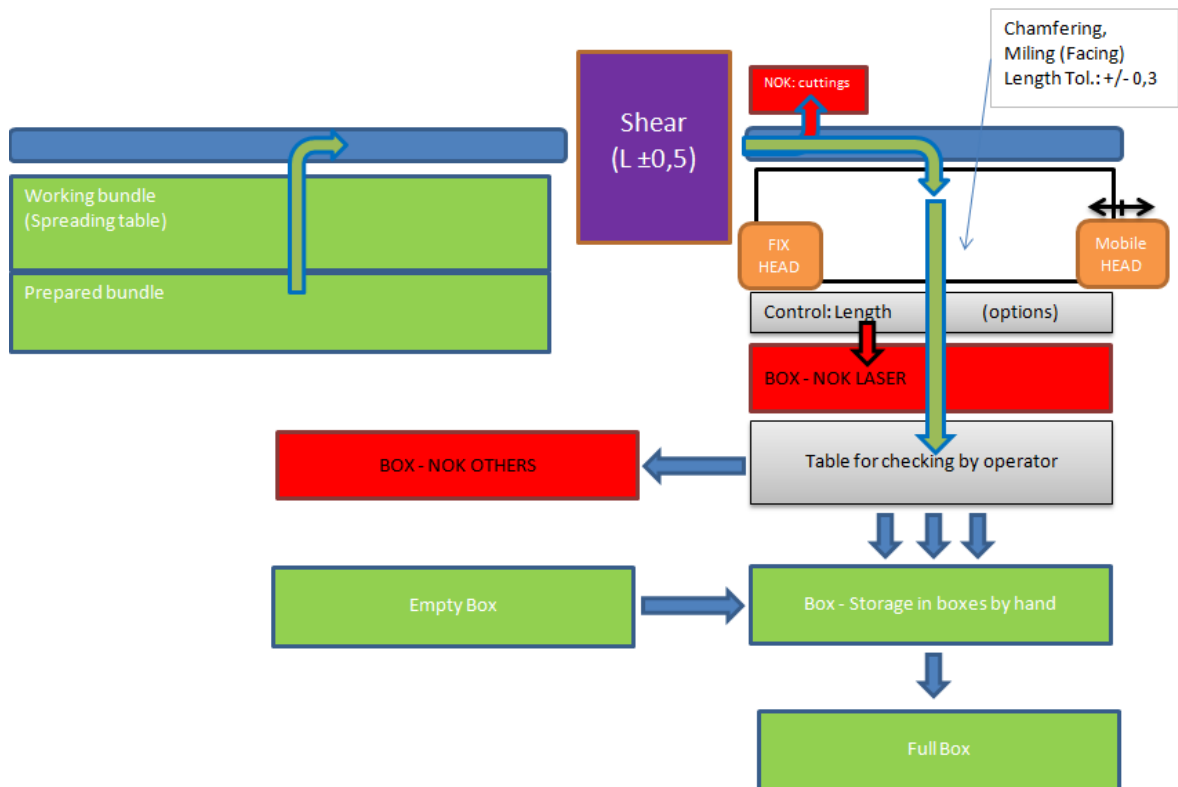
Navržené blokové schéma popisuje podrobněji jednotlivé operace od navezení vstupního taženého materiálu včetně jeho uložení na požadované místo, dále přípravu prázdných beden, samotný proces dělení, uložení v expedici a naložení na kamion. V blokovém schématu jsou vyobrazeny manipulační časy včetně možností manipulace a další potřebné operace.



Obr. 51 Blokové schéma procesu servisních tyčí

7.1.3 Procesní schéma technologie

Navržené procesní schéma definuje požadavky na jednotlivé části technologického zařízení včetně umístěných kontrol.



Obr. 52 Dělicí centrum – Procesní schéma

7.2 Technologie – Požadavky TŽ-VF na dodavatele

Před samotným nákupem technologie byly definovány veškeré klíčové požadavky, představy a očekávání na dělicí centrum (výkonnost, preferovaný hardwaru automatizačního systému, procesní schéma, estetické hlediska, unifikace ND, velikost apod.) ze strany zadavatele (TŽ-VF). Dodavatelům byly tyto požadavky předány a podrobně vysvětleny, aby nedošlo v průběhu samotné realizace projektu ke zbytečným problémům a nečekaným zpožděním. Pro dodávku technologie dělení byla vybrána společnost Videx Izrael. V průběhu výroby technologie u dodavatele byly ze strany provozu VF prováděny kontroly výroby s vyjasněním případných dotazů a kontroly plnění harmonogramu.

Na základě zvýšení automatizace byla položka 100% kontroly měření délkového rozměru finálních výrobků během výroby na dodavatele zadána jako opce. Před samotným objednáním technologie bylo rozhodnuto, že kontrola bude doplněna ze strany provozu VF včetně komunikace s PLC a nadřazenou úrovní. S dodavatelem technologie dělení byla

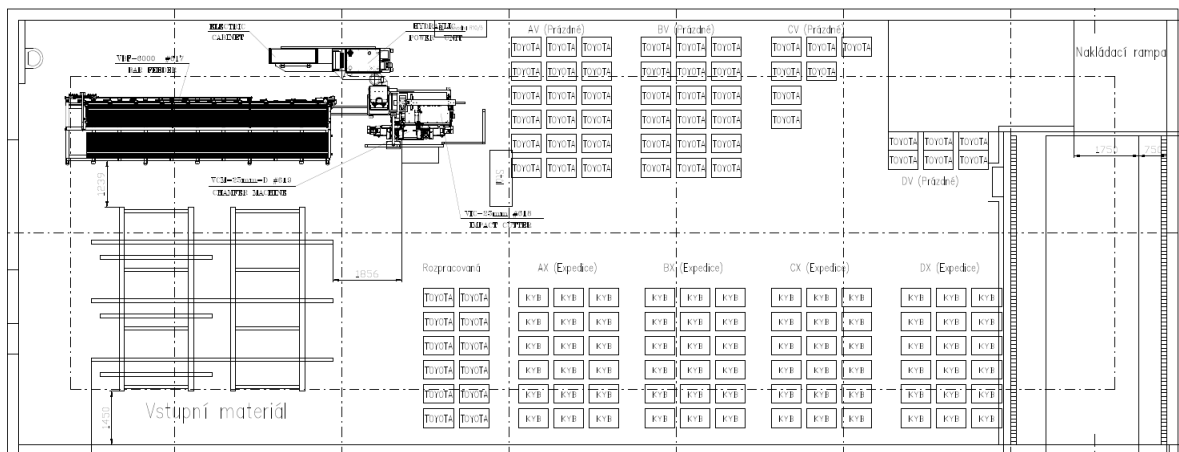
dohodnuta podmínka možnosti úpravy výstupní části technologie s povolením instalace nových prvků automatizace do systému řízení.

7.3 Instalace do prostoru – umístění

Pro instalaci technologie dělení byl zvolen celý prostor Haly 2. Před zahájením samotné instalace byl vytvořen půdorysný layout s přesnou definicí umístění veškerých prvků potřebných k novému procesu dělení.

Jelikož již byla v Hale 2 dříve nainstalována technologie včetně veškerých požadovaných napojení (elektro, vzduch), nebylo třeba nic dalšího dodělat.

7.3.1 Layout umístění



Obr. 53 Dělicí centrum – Layout umístění v Hale 2, včetně VM a Expedice

V půdorysném layoutu bylo definováno rozmístění veškerých částí, jako je technologie včetně vstupního rozkulovacího stolu s vyhrnovacím zásobníkem a výstupní částí, prostor pro uložení vstupního materiálu, umístění kontrolního pracoviště pro ruční měření výrobku operátorem, prostor pro ukládání prázdných beden a finálního výrobku v bednách – expedice.

7.3.2 Technologie – Výstupní část bez online měření délky (Videx)

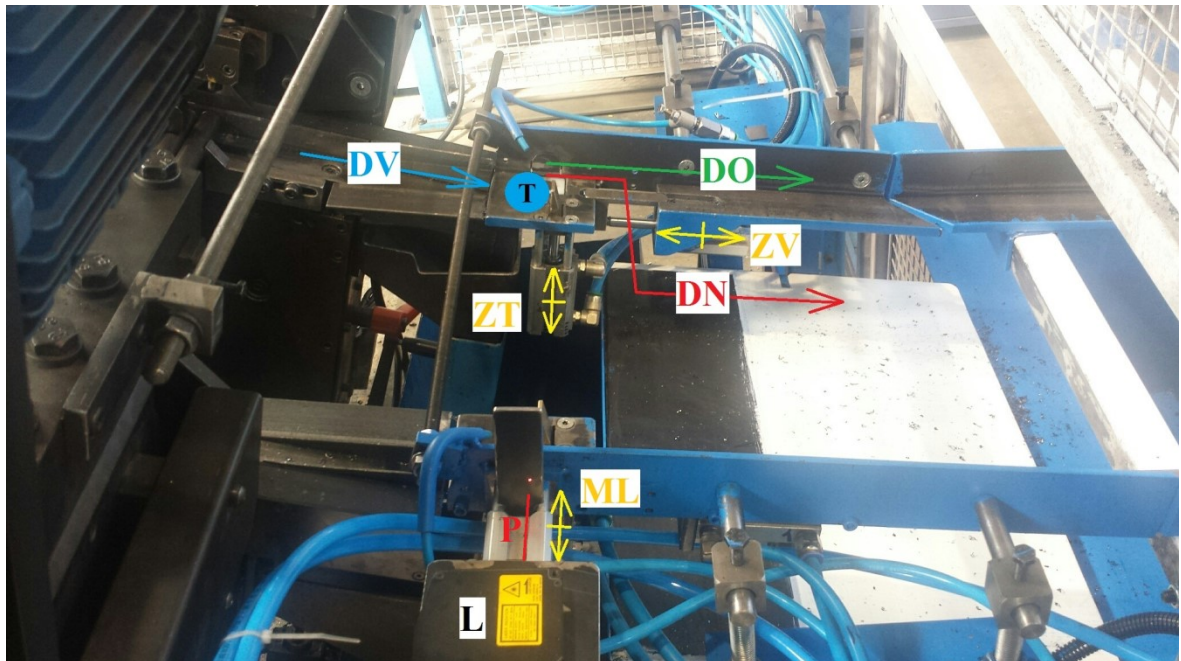
Výstup technologie ze strany dodavatele Videx byl zakončen výstupním „korýtkem“ upevněným na oplocení stroje. Tato koncepce byla schválena na základě rozhodnutí doinstalace výstupní části ze strany provozu VF s instalací všech potřebných prvků a následnou komunikací potřebnou pro automatické online měření každého kusu.



Obr. 54 Dělicí centrum – Výstupní část bez délkového měření tyčí

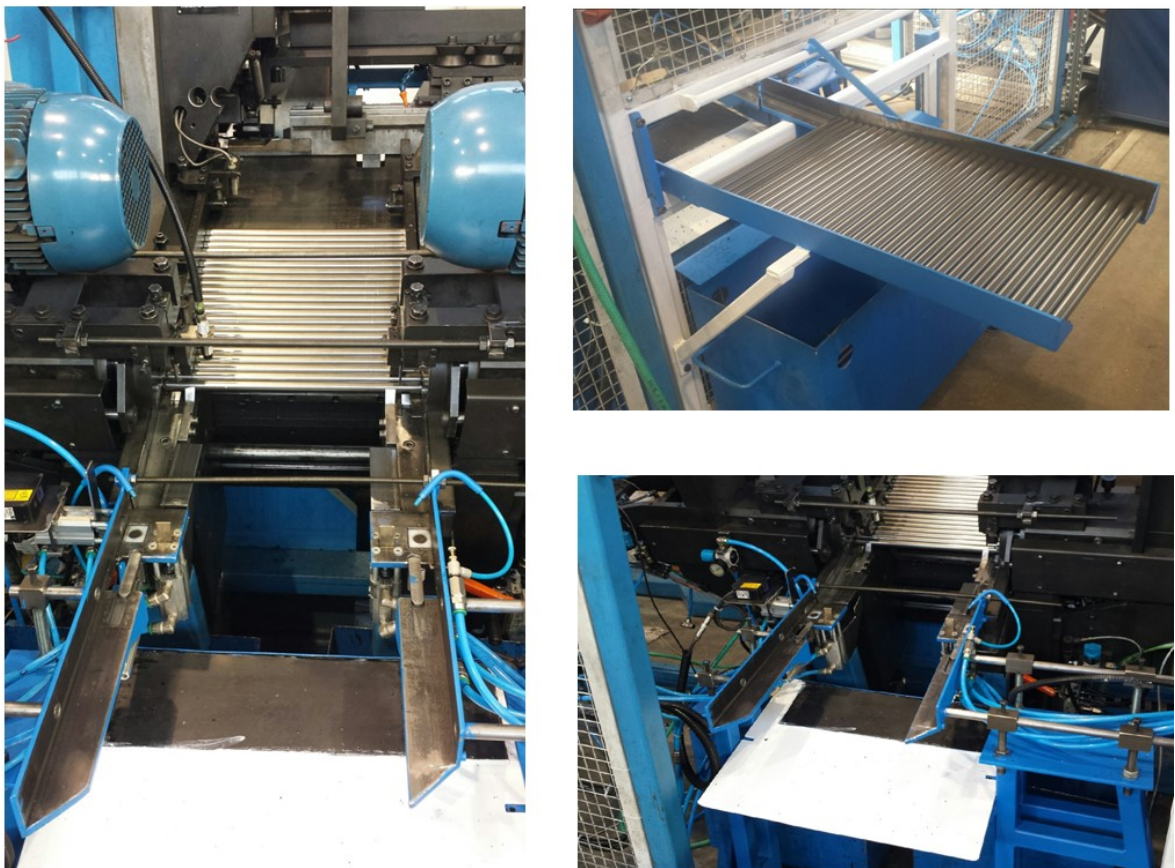
7.3.3 Technologie – Výstupní část s online měřením každého kusu (VF)

Na základě rozhodnutí zvýšení automatizace procesu dělení byla ze strany provozu VF – Tažirna oceli doplněna na výstup technologie 100% kontrola měření délkového rozměru finálních výrobků během výroby. Instalace obnášela doplnění mechanického výstupu s možností otevření dveří pro seřízení frézovacích hlav a výměnu břitových destiček, doplnění pneumatických prvků ovládajících přemostění dráhy pro vyhození výrobku v případě vadných kusů, doplnění prvků automatizace a vytvoření komunikace s PLC (Simatic) a nadřazenou úrovní (Level 2).



Obr. 55 Výstupní část s online měřením tyčí – Popis

Na výstup technologii byl doinstalován skluz (Obr. 55), na kterém byly umístěny pneumatické zarážky (ZT), jejichž úkolem je stabilizace příchozí servisní tyče z frézy (DV) v poloze měření (T). Po ustavení tyče proběhne měření délky tyče (T) laserem (L), na jehož základě (výsledku měření) je servisní tyč v případě délkové shody (délka v toleranci) uvolněna zarážkami (ZT) dále po skluzu směrem (DO) na finální stůl (zásobník). V případě neshody (délka výrobku mimo toleranci) je servisní tyč vyložena směrem (DN) do neshodného zásobníku „Výhoz Laser“ uvolněním – otevřením skluzu pro výhoz (ZV).



Obr. 56 Výstupní část s online měřením tyčí (různé pohledy)

Automatizace, tzn. doplnění prvků potřebných pro automatizaci, komunikace s PLC a nadřazenou úrovní je popsána v samostatné podkapitole 7.4.2 – Prostředky automatizace.

7.3.4 Výstup – Skladování HV v expediční části

Skladování finálních výrobků je ve vyznačeném prostoru dle layoutu. Ve výstupní části skladu byla nainstalována stavitelná hydraulická rampa s elektrickým ovládním sloužící pro vyrovnání výšky mezi částí expedice a samotnou ložnou plochou kamionu. Dle požadavku zákazníků jsou servisní tyče v expediční části uloženy do předem definovaných kontejnerů v požadovaném množství.



Obr. 57 Hala 2 – Expediční část

7.4 Automatizace

7.4.1 Základní pravidla pro nasazování ŘS

V této kapitole je popsána přesná definice pravidel, jako jsou unifikace ND, automatizace, zapojení a prostředků komunikace zaslaných na dodavatele ještě před podpisem smlouvy. Tyto požadavky jsou nedílnou součástí smlouvy. Níže jsou podrobněji popsány dílčí části požadavků a pravidel pro nasazení technologie v rámci TŽ – VF.

- **Hardware**

- Detailní definice HW potřebného pro automatizaci do technologické sítě TŽ a následnou implementaci MES (Dodávky PLC výrobce Siemens S7 – typy S7-400, S7-300, S7-1500 nebo S7-1200. Typ PLC nesmí být v době nasazení výběhovým typem výrobce. V TŽ alternativně dodávky PLC výrobce ABB; Systém musí umožňovat implementaci do současných technologických sítí TŽ – komunikace s ostatními PLC, SCADA a počítači úrovně L2, musí být vybaven samostatným ethernet portem a další.

- **SW pro PLC a PC**

- Detailní definice pro SW včetně podmínek pro následnou správu ze strany TŽ (Plně komentované listingy programů v českém nebo anglickém jazyce; Dodání licencí na všechny licencované SW včetně supportu pro budoucí upgrade. Licence i support musí být registrovány na TŽ, a.s a další).
- Požadavek na komunikaci s L2 úrovní TŽ. Z PLC do L2 TŽ budou posílány zejména údaje mající vliv na kvalitu výrobku a údaje pro sledování materiálu. Z L2 do PLC budou posílány údaje o výrobku potřebné pro nastavení stroje. Způ-

sob komunikace a přenášená data musí být vždy přesně definován (dohodnut). Dodávaný systém musí být možno přepnout do režimu bez L2 TŽ.

- **Vizualizace**

- Vizualizace pomocí InTouch, definice komunikace s operátorem, zásady pro tvorby obrazovek, zobrazování a ovládání prvků řízení (ventily, motory, místní režimy, řízení z pultu).
- Zásady tvorby obrazovek (barvy, alarmové řádky, masky atd.) musí být předem dohodnuty a odsouhlaseny.

- **Dokumentace**

- Definice obsahu dokumentace
- Definice značení a číslování
- Předložení ke schválení před zahájením projektu

- **Polní instrumentace, snímače atd.**

- DO/DI na úrovni 24V, Analogové smyčky
- Analogové smyčky 4-20 mA galvanicky oddělit a jistit jednotlivé vstupy na 32 mA
- Připojení snímačů do PLC (DI, DO, Profibus, IO-link, sériové linky)
- Indukční snímače třívodičové zapojení – přednostně snímače dle seznamu preferovaných dodavatelů.

- **Montáž**

- Přesná definice montáže prvků, kabelů, rozvaděčů apod.

- **Náhradní díly**

- Přesná definice montáže prvků, kabelů, rozvaděčů apod.

- **Školení**

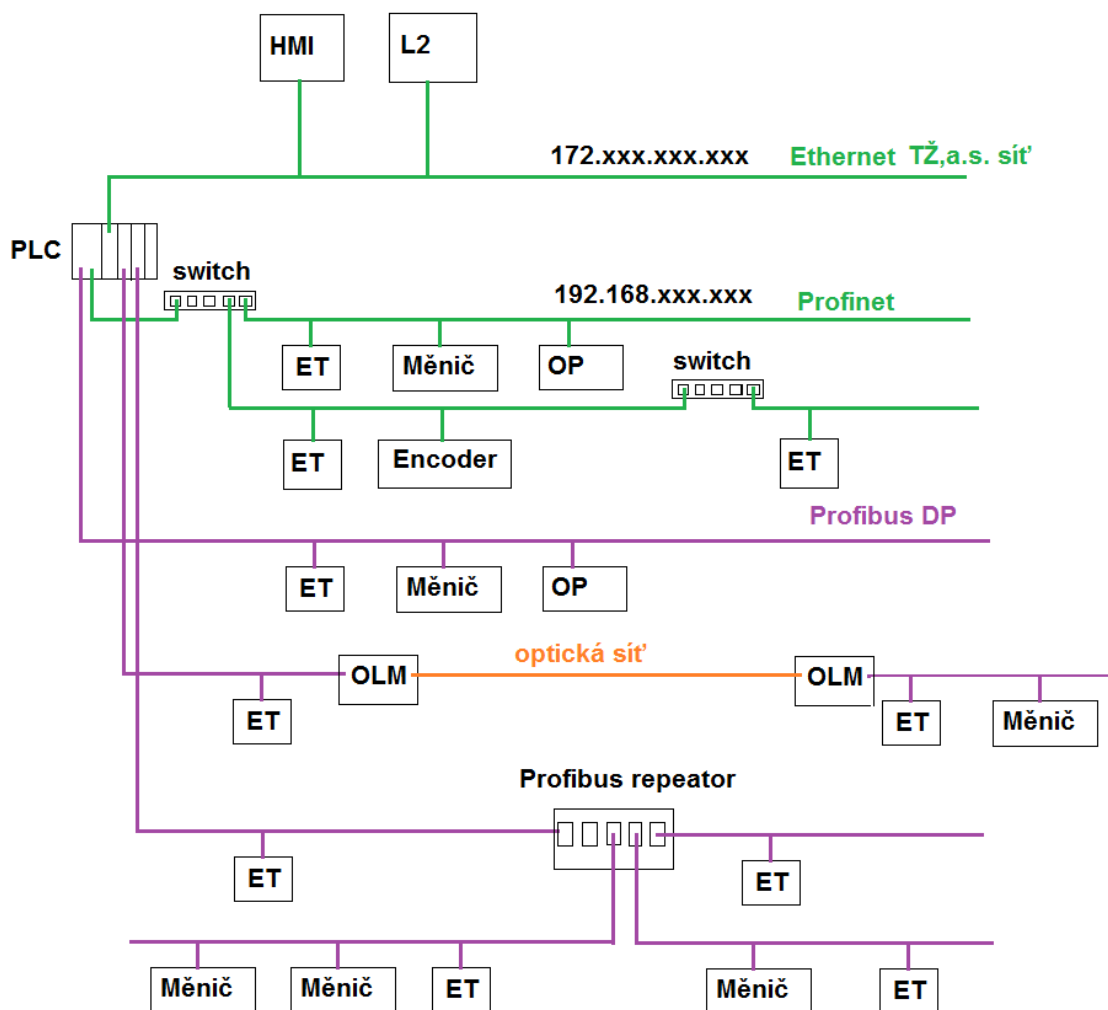
- Požadavek na školení pro operátory, údržbu, techniky, programátory – přednostně u odběratele, techniky a programátory možno i u dodavatele

- **Nadřazená úroveň – L2**

Nadřazená úroveň (L2) je tvořena počítači HP IntegrityServer (spojenými do clusteru) s operačním systémem Open VMS v 8.4, databáze Oracle RDB v 7.2 a pracuje ve 3 vrstvé architektuře. Aplikační programy jsou tvořeny zaměstnanci TŽ, a.s. v prostředí MS Visual Studio – C# a Delphi.

- Sledování toku materiálu.
- Výrobní informační systém.
- Prokazování kvality (uchovávání dat o kvalitě).

- Ukládání dat z výroby ze základní řídicí úrovně (L1).
- Ukládání parametrů pro základní řídicí úroveň (válcovací programy, chladicí programy atd.).
- Vizualizace dat v síti TŽ.
- Komunikace s různými PLC systémy (sériové linky, ethernet).
- **Diagnostika**
 - Pravidla pro nově instalovaný řídicí systém, který musí obsahovat diagnostické obrazovky (Signalizace a ukládání alarmů, eventů, zásahů operátora, Monitorování stavu komunikace L1 – HMI a L1 - L2, Zobrazení stavu prvků (přepínače, tlačítka) na všech pultech, Monitorování stavu komunikace mezi moduly ET (profibus) včetně historie výpadků a další.
- **Struktura Technologické sítě – síť PLC**



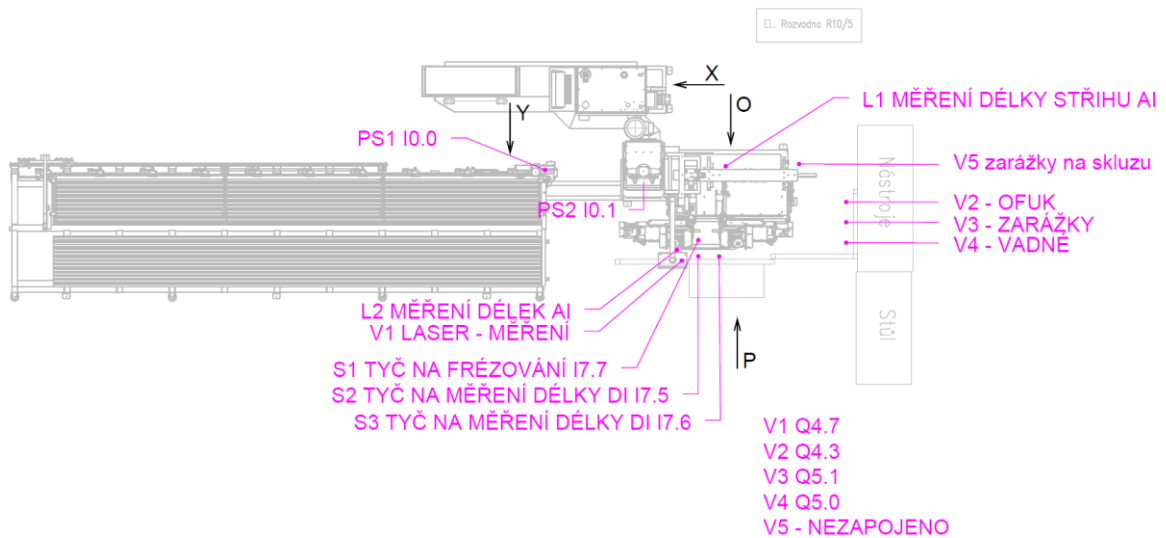
Obr. 58 TŽ – Schéma sítě PLC

7.4.2 Prostředky automatizace

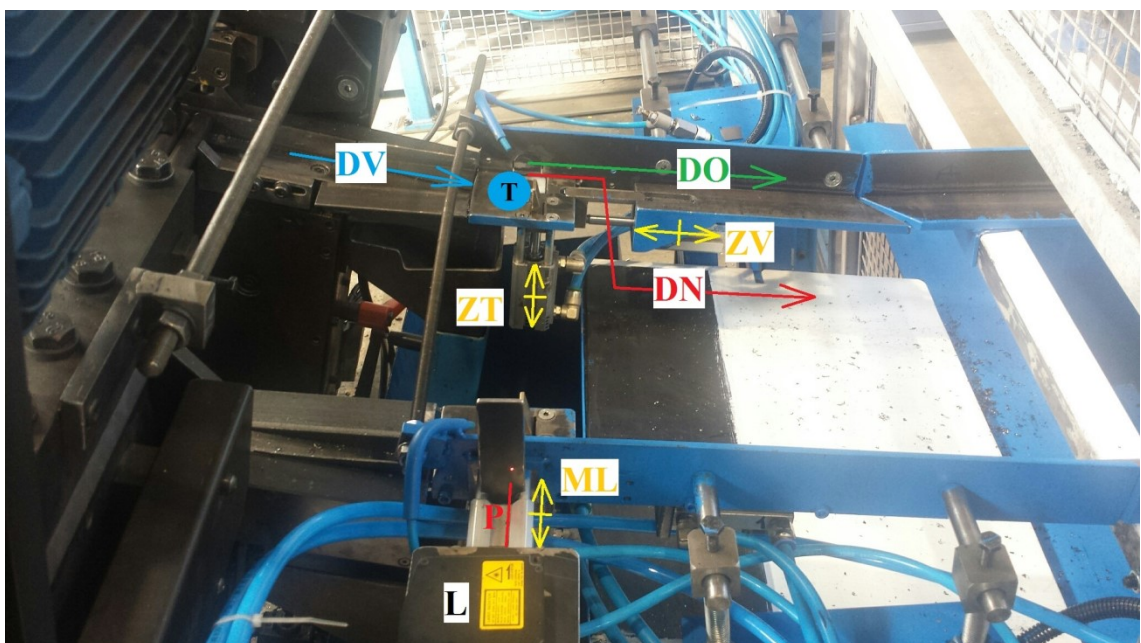
Kapitola pojednává o vytvoření dokumentace popisující umístění stávajících prvků automatizace a doplnění prvků nových potřebných z důvodu doplnění technologie výstupem s laserovým měřením délek. Tato dokumentace slouží jako podklad pro stanovení komunikace ŘS s nadřazenou úrovní Level 2.

Dokumentace obsahuje půdorys technologie s přesným umístěním prvků automatizace, doplněny jsou jednotlivé vstupy a výstupy, které jsou použity v ŘS Simatic apod.

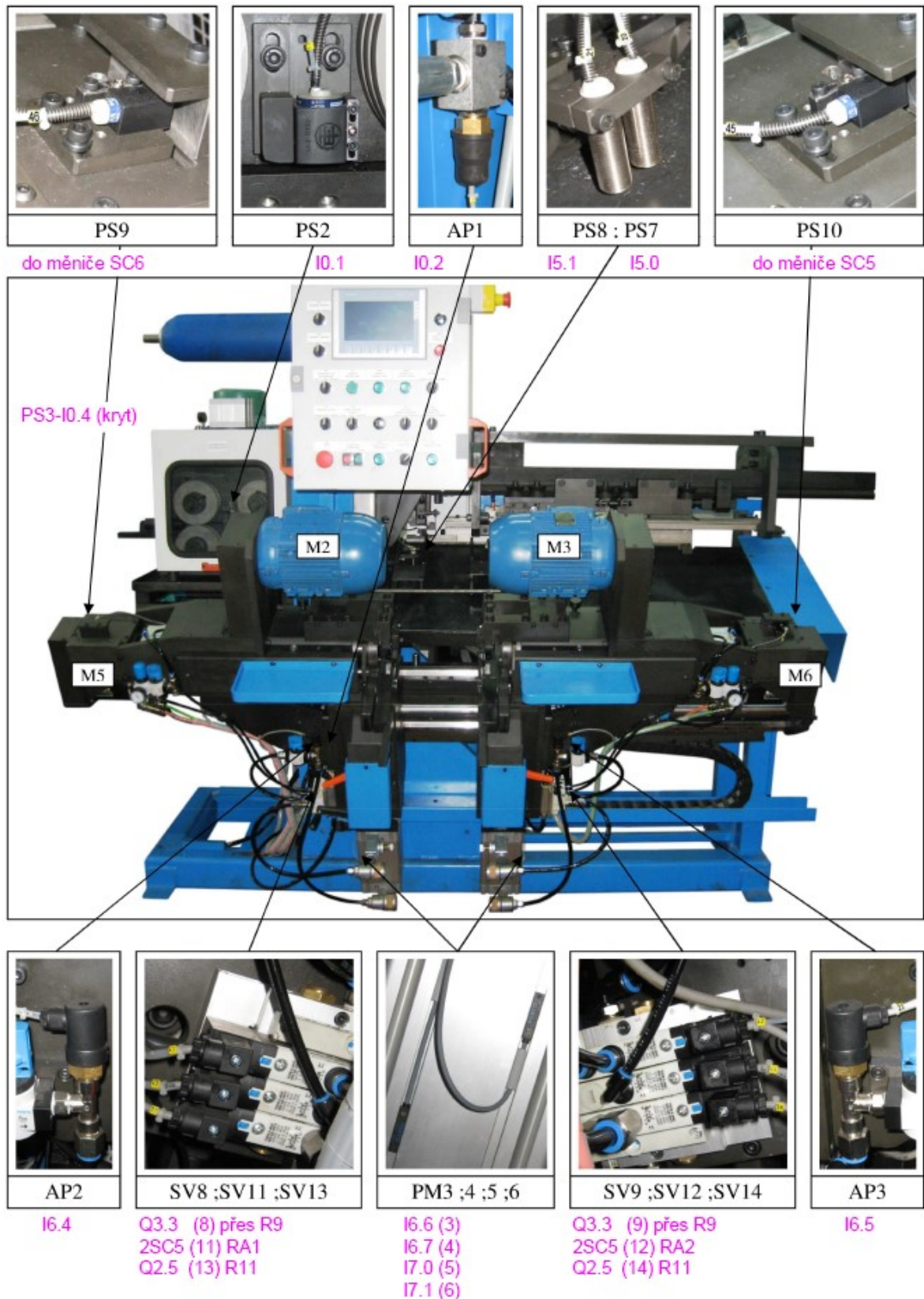
- Prvky pro získání informace – senzory (Unifikace), Převodníky, Akční členy



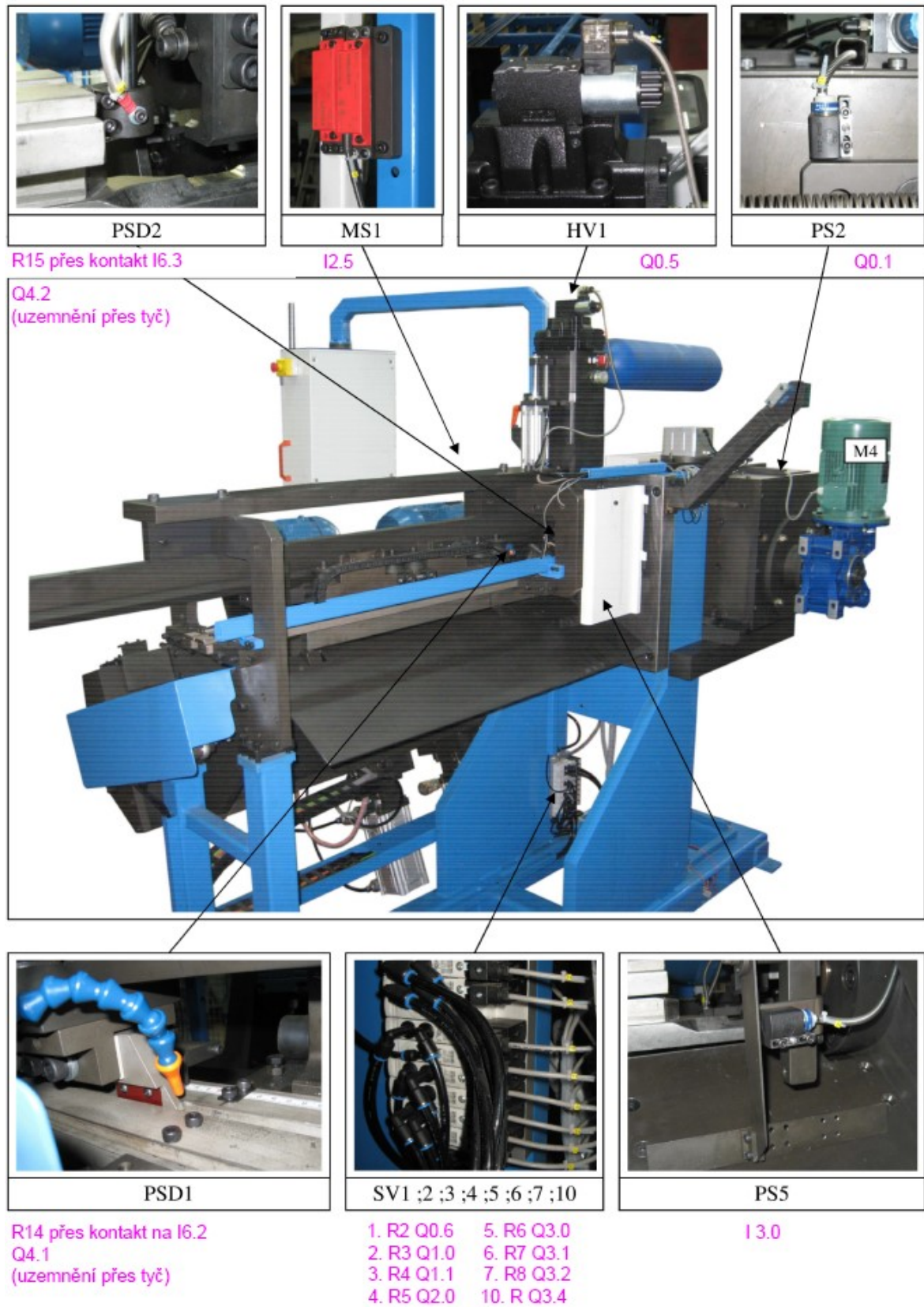
Obr. 59 Dělicí centrum – Půdorys – Layout umístění prvků automatizace



Obr. 60 Dělicí centrum – Výstup – Umístění prvků automatizace



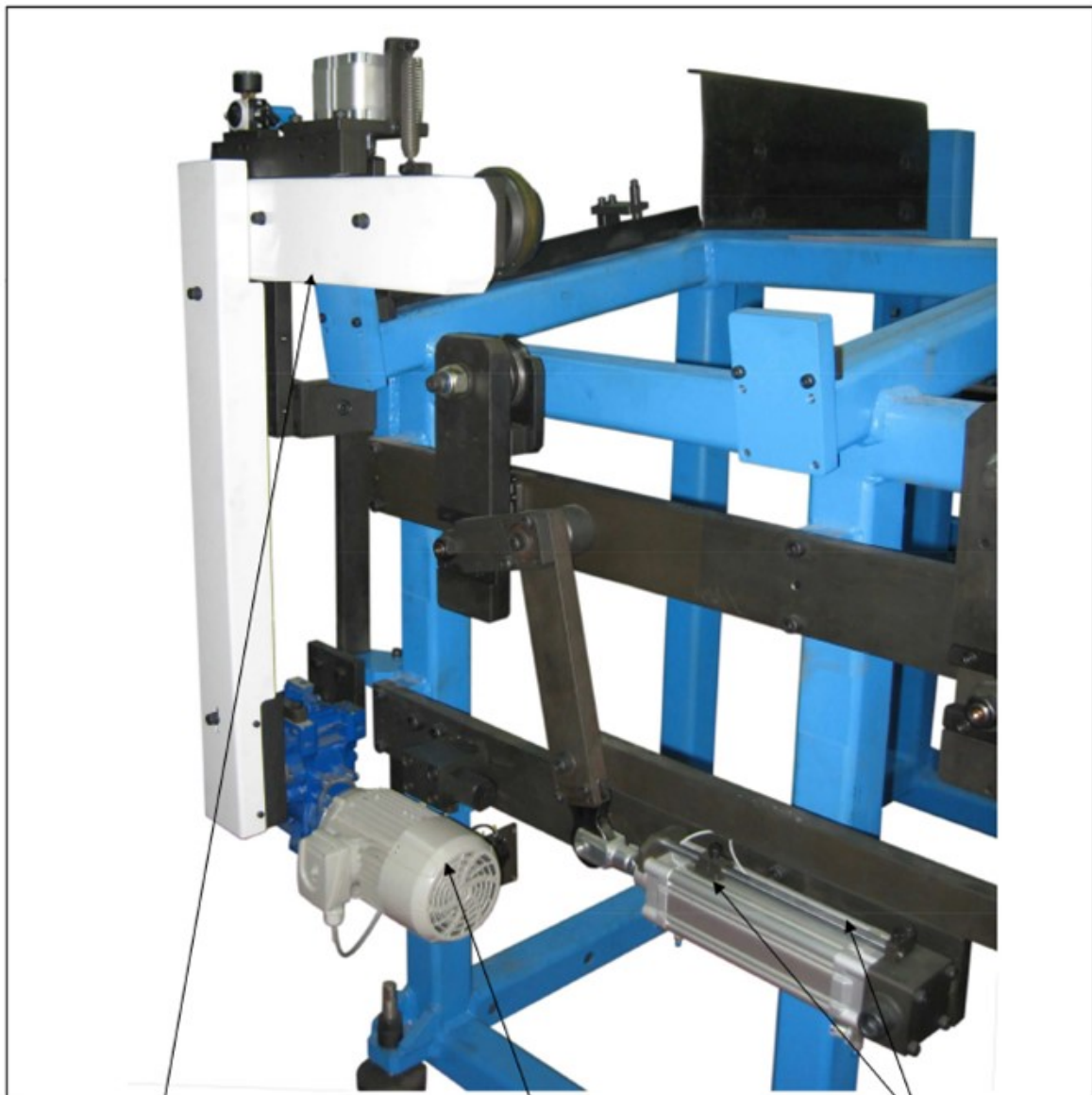
Obr. 61 Dělicí centrum – Čelní pohled – Umístění prvků automatizace



Obr. 62 Dělicí centrum – Zadní pohled – Umístění prvků automatizace



Obr. 63 Dělicí centrum – Hydraulický agregát – Umístění prvků automatizace



PS1



M7



PM1 ; PM2

10.0

1. I2.6 nahore
2. I2.7 dole

Obr. 64 Dělicí centrum – Vstupní část – Umístění prvků automatizace

- **Programovatelné automaty – PLC**

Technologie dělicího centra je osazena a řízena ŘS Simatic s PLC S7 1200 dle požadavku TŽ na dodavatele technologie.

- **HMI Vizualizace a Ovládání**

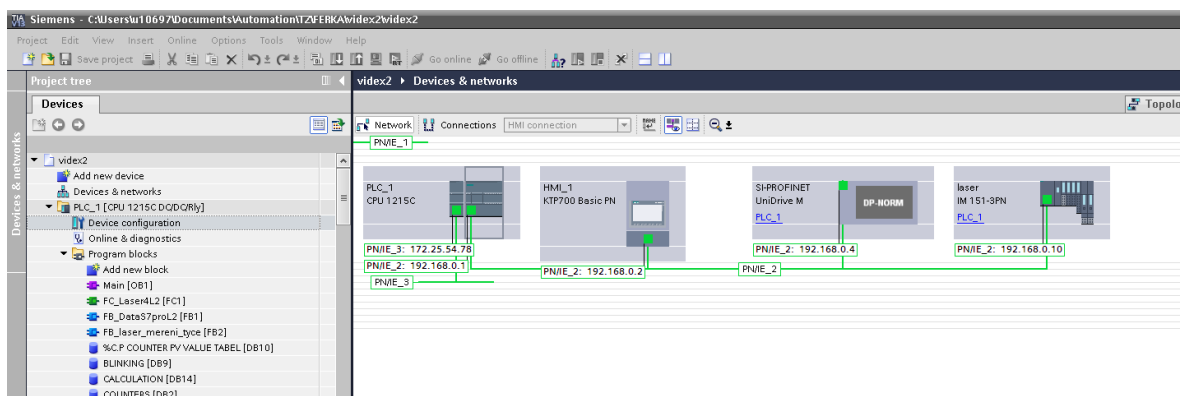
Na obrázku 65 je zobrazen ovládací panel Dělicího centra zasazený do boxu včetně ovládacích tlačítek pro nastavení a ovládání technologie.



Obr. 65 OP – HMI technologie dělení

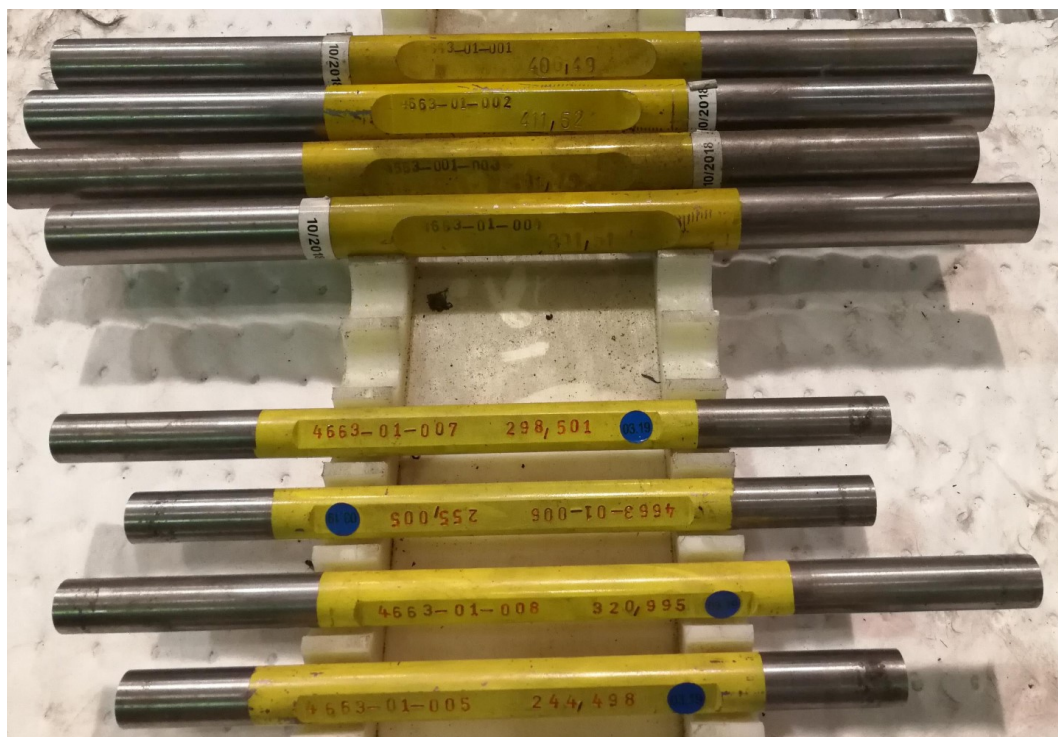
7.4.3 Výstupní část s online měřením každého kusu

- **HW Konfigurace** – Technologie dělicího centra je řízena ŘS Simatic s PLC S7 1200. Pro komunikaci laseru s PLC byl do ŘS doplněn rozšiřující modul ET dle níže uvedené HW konfigurace.



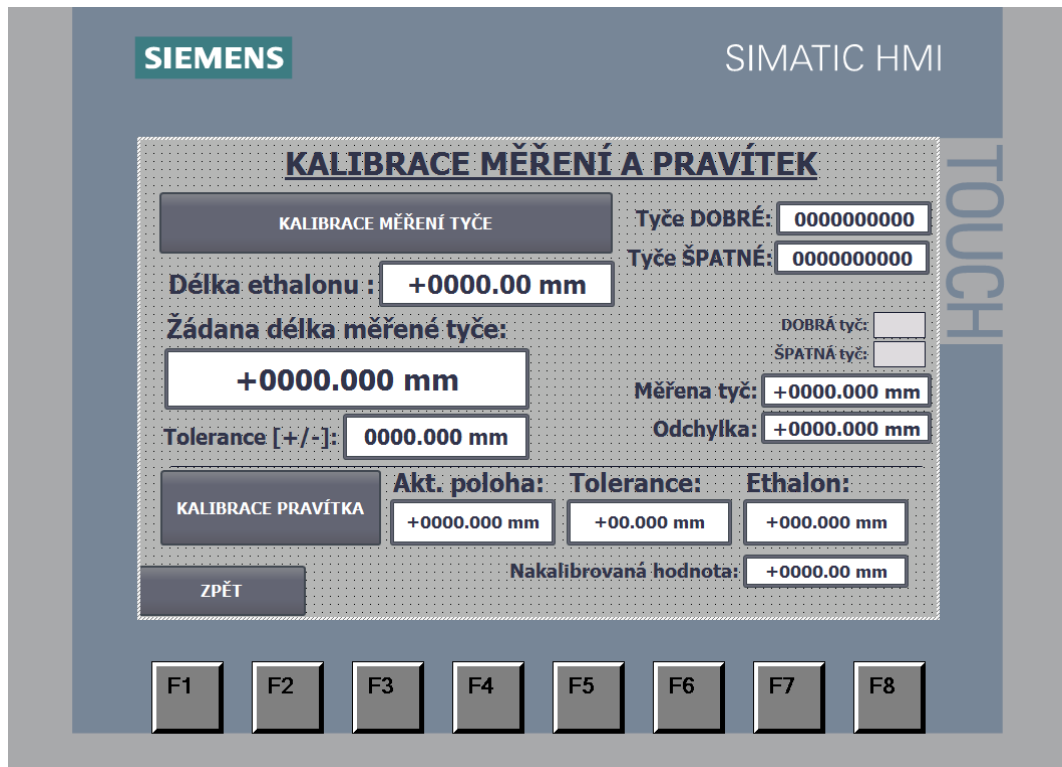
Obr. 66 HW konfigurace včetně doplněného modulu ET

- **Laser pro online měření** – Pro kontrolu požadované veličiny bylo zvoleno zařízení pro velmi přesné měření SICK OD Precision s měřicí hlavou OD5-85T20, která dosahuje linearity $20\mu\text{m}$ s opakovatelností měření $1\mu\text{m}$. Vyhodnocovací jednotka OD Precision má vlastní nastavovací displej a umožňuje pomocí autokalibrace, rychlosti měření a nastavení výkonu a citlivosti laseru dosáhnout nejlepších výsledků pro danou aplikaci.
 - Připojení – Přenos měřené hodnoty je možný po analogové proudové smyčce, komunikačním rozhraní USB nebo sériové komunikaci RS232. Na PLC byl zvolen přenos měřené hodnoty pomocí analogového výstupu 4-20mA připojeného na 16 bitovou analogovou kartu, kde dosahujeme rozlišení $1,2\mu\text{m}$.
 - Kalibrace – Operace kalibrace laserového měření se provádí pomocí předepsaného etalonu, který se umístí do měřícího zařízení a spustí se operace „Kalibrace“ z HMI. Tato hodnota je zadána do ŘS pomocí operačního panelu jako referenční a následně řídicí systém porovnává tuto hodnotu s požadovanou délkou v informačním systému a vyhodnocuje, zda je daný kus v požadované toleranci.



Obr. 67 Etalony

- Vizualizace – Do stávajícího HMI byl dle návrhu doplněn SCREEN sloužící pro kalibraci laserového měření. Proces kalibrace a nastavení je popsán v samostatné kapitole.



Obr. 68 HMI – Screen pro kalibraci laserového měření

7.5 Definice komunikace mezi Level 1 a Level 2 a podmínek AutoSTOP

Komunikace mezi L2 a PLC bude probíhat přes ISO-TCP/IP protokol S7. Jedná se o komunikaci, která definuje výměnu informací mezi úrovní PLC a nadřazenou úrovní. Je složena ze dvou databloků, z nichž každý slouží pro jeden směr komunikace.

Příklad návrhu databloků DB18 a DB21:

- **Nastavení stroje dle zakázky – L2->PLC**
Číslo zakázky, IdRecepis, IdZakázky, Průměr, stříhaná délka, počet kusů na zakázku
- **Control Data: L2->PLC**
WatchDog, Datum čas, StopLinky, Alarm apod.
- **Aktuálního nastavení stroje: PLC -> L2**
IdRecepis, IdZakázka, Průměr, stříhaná délka, nastaven počet kusů
- **On-line data: PLC->L2**
WatchDog, režim (s L2, bez L2)
Bity – čidla v lince , stavy linky, povely
DInt - Čítače průchodů čidly, kusů, stříhu
Real – Otáčky, rychlosti, stříhané délky, teploty, tlaky

Tab. 3 Datablok DB18 – Data z PLC (Level 1) do nadřazené úrovně (Level 2)

DB_DataS7proL2 Properties								
General								
Name	DB_DataS7proL2	Number	18	Type	DB	Language	DB	
Numbering	automatic							
Information								
Title		Author		Comment		Family		
Version	0.1	User-defined ID						
DB_DataS7proL2								
Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessi-ble from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Static								
KomCitac	Int	0.0	7180	False	True	True	False	Čítač pro kontrolu komunikace
StrihCitac	UDInt	2.0	55747	False	True	True	False	Čítač stříhů
StrihDobryCitac	UDInt	6.0	49626	False	True	True	False	Čítač stříhů, dobrý kus
StrihSpatnyCitac	UDInt	10.0	3897	False	True	True	False	Čítač stříhů, odpadní kus
TycCitac	UDInt	14.0	3978	False	True	True	False	Čítač tyčí do stroje
KusFrezaCitac	UDInt	18.0	49581	False	True	True	False	Čítač ořezovaných kusů
KusFrezaCitacDC1	UDInt	22.0	49636	False	True	True	False	Čítač dobrých kusů na výstupu z linky
kusLaserCitacDobry	UDInt	26.0	38541	False	True	True	False	Čítač dobrých kusů na výstupním laserovém měření
kusLaserCitacSpatny	UDInt	30.0	912	False	True	True	False	Čítač špatných kusů na výstupním laserovém měření
▼ ReservaCitac	Array[1..4] of UDInt	34.0		False	True	True	False	Čítač, rezerva
ReservaCitac[1]	UDInt	0.0	0	False	True	True	False	
ReservaCitac[2]	UDInt	4.0	0	False	True	True	False	
ReservaCitac[3]	UDInt	8.0	0	False	True	True	False	
ReservaCitac[4]	UDInt	12.0	0	False	True	True	False	
RESIDE_SENSOR	Bool	50.0	TRUE	False	True	True	False	10.0
FEED_SENSOR	Bool	50.1	TRUE	False	True	True	False	10.1
AIR_PRESSURE	Bool	50.2	TRUE	False	True	True	False	10.2
HEAT_SENSOR	Bool	50.3	FALSE	False	True	True	False	10.3
COVER_SENS_1	Bool	50.4	TRUE	False	True	True	False	10.4
START_HYD_PUMP_1S	Bool	50.5	FALSE	False	True	True	False	10.5
STOP_HYD_PUMP_1S	Bool	50.6	FALSE	False	True	True	False	10.6
FEED_MOTOR_FWD_2S1	Bool	50.7	FALSE	False	True	True	False	10.7
FEED_MOTOR_REV_2S1	Bool	51.0	FALSE	False	True	True	False	11.0
AUTO_1S1	Bool	51.1	TRUE	False	True	True	False	11.1
RUN_OFF_GUIDE_LEFT_4S1	Bool	51.2	FALSE	False	True	True	False	11.2
▼ dataPanel	"typePanelData"	60.0		False	True	True	False	Data z panelu
▼ barInfo1	Struct	0.0		False	True	True	False	Obrazovka 1 - data k tyči
lenght	Word	0.0	16#1103	False	True	True	False	Délka tyče [mm] - IN/OUT
cutOffLenght	Word	2.0	16#019A	False	True	True	False	Délka odstřížku [mm] - IN/OUT
minResLenght	Word	4.0	16#0000	False	True	True	False	Minimální délka zbytku [mm] - IN/OUT
▼ barInfo2	Struct	6.0		False	True	True	False	Obrazovka 2 - data k tyči
resLenght	Word	0.0	16#0081	False	True	True	False	Délka zbytku [mm] - OUT
partsPerBar	Word	2.0	16#000A	False	True	True	False	Počet odstřížků z tyče - OUT
madeSoFar	Word	4.0	16#0009	False	True	True	False	Aktuálně odstřížených - OUT
▼ totalCounter	Struct	12.0		False	True	True	False	Obrazovka 3 - sumární čítač
preset	DWord	0.0	16#0000_3FAC	False	True	True	False	Přednastavená hodnota
madeSoFar	DWord	4.0	16#0000_0A0D	False	True	True	False	Uděláno
barsCounter	DWord	8.0	16#0000_0093	False	True	True	False	Čítač tyčí
▼ batchCounter	Struct	24.0		False	True	True	False	Obrazovka 4 - čítač dávek (zakázek)
preset	DWord	0.0	16#0000_9C40	False	True	True	False	Přednastavená hodnota
madeSoFar	DWord	4.0	16#0000_0A0D	False	True	True	False	Uděláno
▼ cutOptions	Struct	32.0		False	True	True	False	Obrazovka 5 - nastavení stříhů
cutoffFirstPart	Bool	0.0	TRUE	False	True	True	False	Odstříh začátků tyčí
cutoffLenght160	Bool	0.1	FALSE	False	True	True	False	Odstříh délek menších 160
smallResLenght	Bool	0.2	FALSE	False	True	True	False	Malá zbytková délka
firstPartStopper	Bool	0.3	FALSE	False	True	True	False	??? zastavování u prvního kusu ???
▼ readyStateCond	Struct	34.0		False	True	True	False	Obrazovka 6 - připravenost linky
homeDone	Bool	0.0	TRUE	False	True	True	False	Výchozí poloha
firstPartStopperUp	Bool	0.1	FALSE	False	True	True	False	Blok pro odstříh začátků, poloha nahore
hydraulicOn	Bool	0.2	TRUE	False	True	True	False	Hydraulika v provozu

Tab. 4 Datablok DB21 – Data z nadřazené úrovně (Level 2) do PLC (Level 1)

DB_DataL2proS7 Properties								
General								
Name	DB_DataL2proS7	Number	21	Type	DB	Language	DB	
Numbering	automatic							
Information								
Title		Author		Comment		Family		
Version	0.1	User-defined ID						
DB_DataL2proS7								
Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessi-ble from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Static								
KomCitac	Int	0.0	0	True	True	True	False	Čítač pro kontrolu komunikace
STOP_FREZOVANI	Bool	2.0	FALSE	True	True	True	False	
STOP_LINKY	Bool	2.1	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_2	Bool	2.2	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_3	Bool	2.3	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_4	Bool	2.4	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_5	Bool	2.5	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_6	Bool	2.6	FALSE	True	True	True	False	
MER_DELKY_LASER	Bool	2.7	TRUE	True	True	True	False	Měření délky tyčí s / bez laseru
MER_DELKY_LASER_CEKAT	Bool	3.0	TRUE	True	True	True	False	Měření délky tyčí s laserem - čeká / něčekat na měření
MER_DELKY_ZAROVNANI	Bool	3.1	TRUE	True	True	True	False	Měření délky se zarovnáním (0 = bez zarovnávání)
SERIZENI	Bool	3.2	FALSE	True	True	True	False	Seřizovací mód
rez_BOOL_11	Bool	3.3	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_12	Bool	3.4	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_13	Bool	3.5	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_14	Bool	3.6	FALSE	True	True	True	False	
rez_BOOL_15	Bool	3.7	FALSE	True	True	True	False	
laser4MereniBufferNacten	Int	4.0	40	True	True	True	False	Buffer načten z L2
pocetSpatnych	Int	6.0	5	True	True	True	False	Počet špatných po sobě jdoucích tyčí pro zastavení linky
serizeniPocet	Int	8.0	10	True	True	True	False	Počet tyčí pro seřízení
kusyBednaPocet	Int	10.0	2000	True	True	True	False	Počet kusů do bedny
resetPLC	Int	12.0	0	True	True	True	False	Číslo pro reset PLC (L2 loutkové divadlo - neumí pracovat s bitma)
rez_INT_5	Int	14.0	0	True	True	True	False	
rez_INT_6	Int	16.0	0	True	True	True	False	
rez_INT_7	Int	18.0	0	True	True	True	False	
kusDobryLaserID	DInt	20.0	900590712	True	True	True	False	ID bedny pro dobré kusy po laserovém měření
kusSpatnyLaserID	DInt	24.0	900590400	True	True	True	False	ID bedny pro špatné kusy po laserovém měření
cas1	DInt	28.0	300	True	True	True	False	Čas pro stabilizaci kusu na pozici pro laserové měření
cas2	DInt	32.0	300	True	True	True	False	Čas pro měření (vyhodnocení dobrý/špatný kus)
cas3	DInt	36.0	50	True	True	True	False	Čas pro uvolnění zarážek při špatném kusu

- **Definice podmínek AutoSTOP:**

- AutoSTOP linky z důvodu překročeného odebraného množství ze vstupního svazku nad dovolenou toleranci.
- AutoSTOP linky z důvodu dosažení požadovaného množství kusů finálního výrobku v bedně.
- AutoSTOP z důvodu naměřené délky tyče mimo toleranci z výrobní zakázky.
- AutoSTOP TAVBA – Zastavení linky v případě rozdílné TAVBY na Zakázce a na Vstupním materiálu.
- AutoSTOP Množství zakázky naplněno – STOP Linky při dosažení požadovaného množství definovaného ze Zakázky.

- AutoSTOP Požadavek na měření – Kontrola předepsané periodické kontroly ručního měření operátorem, včetně zahajujícího uvolňovacího měření.

DC1	
20.05.2018 17:50 sm.C	
Tisk na tiskárně stroje: DC1	
Důvod zastavení stroje:	
Počet kusů výstupní bedny:	Čas od posledního měření:
185	0:02:27

Obr. 69 ELVIS – VF Trať – Ukázka zobrazení důvodu zastavení stroje

7.6 Technologická síť

Ze strany TŽ byl definován požadavek na připojení technologie přes LAN rozhraní do technologické sítě TŽ-VF. Proto byla technologie již připravena tímto rozhraním od výrobce, bylo třeba pouze rozhraní nakonfigurovat – přidělit IP adresu pro PLC a připojit technologii do technologické sítě TŽ-VF.

7.7 HW a SW

7.7.1 Uživatelské počítače

Na pracoviště dělicího centra byl nainstalován počítač s velkým LCD monitorem pro přehledné zobrazení požadovaných informací.

PC slouží jako vstupně výstupní zařízení, kdy je operátor stroje průběžně informován o celkové výrobě, stavu a nastavení stroje, nasazeném vstupním materiálu, o celkovém množství vyrobených kusů, dále dostává okamžitou informaci o délkových hodnotách každého kusu, také slouží jako zařízení upozorňující operátora na provedení požadovaných úkonů jako je požadavek na provedení ručního kontrolního měření, přepnutí vstupního svazku nebo zakázky apod.

7.7.2 Čtečky čárových kódů – Motorola MC9590

Jedná se o bezdrátovou čtečku čárových kódů vybavenou aplikací komunikující s výrobně informačním systémem ELVIS. Operátor ji používá v případě napřimování materiálu na vstupní sklad, dále při nasazení vstupního materiálu do stroje a také při umístění bedny s finálním výrobkem do prostoru expedice.

7.7.3 Tiskárna Zebra Technologies ZTC ZT410

Pracoviště je také vybaveno kvalitní tiskárnou sloužící pro tisk expedičních štítků. Jedná se o průmyslovou tiskárnu s přímým termálním a termotransferovým tiskem. Tiskárna je připojena přímo do technologické sítě přes LAN rozhraní.

7.8 Implementace technologie do výrobně informačního systému

Výrobní informační systém TŘINECKÝCH ŽELEZÁREN je výrobním systémem vyvíjeným skupinou programátorů řídicích systémů TŽ. Systém je postaven na třívrstvé architektuře SQL – Oracle RDB a svou strukturou je řazen k MES systémům. Svým rozsahem pokrývá celý výrobně-logistický proces, tedy všechny oblasti výroby v TŽ (plánování, výroba, expedice, sběr dat apod.). Je propojen s páteřním ERP systémem SAP a DELFÍN. Jedná se o tři nosné systémy. Dále jsou popsány jednotlivé moduly výrobně informačního systému ELVIS. Na obrázku 70 je zobrazena úvodní obrazovka systému ELVIS.



Obr. 70 ELVIS – Přehled

7.8.1 ELVIS – Aplikace

Výrobní informační systém ELVIS obsahuje jednotlivé aplikace (Obr. 71), které slouží pro řízení a celkový přehled o výrobě u dané technologie. Pro proces dělení byly zavedeny veškeré níže popsané aplikace od vstupních skladů, plánování, online sledování výroby, pracoviště, přidělování klíčů k jednotlivým prostojům, až po zpětné dohledání informací o výrobě v archívu, evidenci nástrojů, evidenci technického stavu zařízení a expedici.



Obr. 71 ELVIS – Přehled – Aplikace

7.8.2 VF Sklad Polotovaru DC

Aplikace „VF Sklad polotovaru DC“ (Obr. 72) je aplikací spravující uložení vyrobeného polotovaru pro Dělicí centrum. Na základě podkladů plánování pracovníci skladu připraví požadovaný materiál za pomoci mobilních čteček tak, aby mohl být materiál navezen do výroby dle dodržení FIFO. Materiál je vyhledán dle čísla naplánované položky a uložení materiálu ve skladě. Pro vyhledávání materiálu a veškeré operace s ním slouží mobilní čtečka Motorola MC9590.

VF Výpravny Klient - uživatel: Máčal Jaroslav, Bc.

Uživatel Štítky Přehledy Servis O aplikaci

Vyberte sklad

SD(Sklad D) SDC(Sklad DC) SE(Sklad E) SF(Sklad F) SP(Sklad P)

(Nezařazeno)

Vyberte část skladu

Zobraz všechny regály v části Zobraz pouze zvolený regál

V A B C D E F G H I J K L

ROZ(ROZPRAC. BEDNY)

Vyberte regál ve zvolené části skladu

1A 1B 2A 2B 3A 3B

Parametry vyhledávání

CTZ: Průměr: Jakost: Sklad: Vše

Tavba: Číslo svazku: Část skladu: Vyhledat ve skladu

Id kus	CTZ	Tavba	Jakost	Rozměr	Hmotnost	Nachází se	Stav	Zákazník
901058822	R000007626	T12938	C45EMOD14	22,33	2004	186		
901058839	R000007626	T12938	C45EMOD14	22,33	2004	186		
901058846	R000007603	T12938	C45EMOD14	22,33	2002	186		
901058866		T12938	C45EMOD14	22,33	2002	186		
901058930	R000007603	T12938	C45EMOD14	22,33	2002	186		
901058994	R000007603	T12938	C45EMOD14	22,33	2000	186		
901059030	R000007603	T12938	C45EMOD14	22,33	2000	186		
901059037	R000007626	T12938	C45EMOD14	22,33	1996	186		
901059080	R000007626	T12938	C45EMOD14	22,33	2000	186		
901059121	R000007626	T12938	C45EMOD14	22,33	1998	186		
901059159	R000007626	T12938	C45EMOD14	22,33	1998	186		
900955183	R000007625	T61590	C45EMOD14	12,85	263	71		

Hm. celkem: Poč. celkem: Hm. výběr: Poč. výběr:

3A

Počet kusů výběr: 1 ks
Hmotnost výběr: 1996 kg
Počet kusů: 30 ks
Hmotnost: 28425 kg

Celkový počet taveb: 4 Celkový počet CTZ: 4 Počet taveb výběr: 1 Počet CTZ výběr: 1

Obr. 72 ELVIS – VF Sklady DC

7.8.3 VF Trať

Aplikace používá plánovači výroby a samotnou výrobou – operátory stroje. Aplikace je rozdělena do 4 karet „Rozvrh zakázek“, „Mapa stroje“, „Přehled všech klíčových strojů provozu VF“ a „Kontrola procesů“. Pro novou technologii dělení byly navrženy veškeré pohledy a definovány logické umístění parametrů a informací tak, aby měl operátor jednoduchý přehled o všem, co je pro něj v daný okamžik důležité.

Rozvrh zakázek (Obr. 73) – Slouží pro plánování výroby, pro stanovení pořadí zakázek pro jednotlivé technologické zařízení. Pohled je používán úsekem plánování výroby, která do něj zaplňuje pořadí jednotlivých zakázek včetně přestaveb a veškerých požadavků dle definice zákazníka. Veškeré parametry zakázky jsou do ELVIS přeneseny z nadřazeného ERP systému. Operátor stroje má tak okamžitou informaci nejenom o probíhající výrobě a parametrech aktuální zakázky, ale také informace o výrobě naplánované, o přestavbách a dalších pro něj důležitých informacích.

varVstup	Rozměr vstup	Tvar	Rozměr	Tol.r...	Délka	Tolerance	Jakost	Tavba	Balík	Fr1 Délka	Fr1 Úhel	Fr2 Délka	Fr2 Úhel	Zar. čela	Úch. kruh	Poznámka k výrobě	Max.Plán[t]	Plán[ks]	Vyrobeno[ks]	Dobře[ks]
kruh	12,85	kruh	12,85	h9	244,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T62949	=0kg								0,000	22120	15706	15698
kruh	12,85	kruh	12,85	h9	244,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T61588	=0kg								0,000	7350	7358	7350
kruh	22,33	kruh	22,33	h9	391,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T12838	=0kg								0,000	5624	5630	5624
kruh	12,85	kruh	12,85	h9	244,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T11795	=0kg								0,000	21574	21542	21527
kruh	12,85	kruh	12,85	h9	244,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T62949	=0kg								0,000	7896	7910	7904
kruh	22,33	kruh	22,33	h9	411,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T12935	=0kg								0,000	19096	18972	18951
kruh	22,33	kruh	22,33	h9	411,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T12937	=0kg								0,000	7336	7288	7266
kruh	22,33	kruh	22,33	h9	411,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T12955	=0kg								0,000	3640	3756	3755
kruh	22,33	kruh	22,33	h9	411,5	+0,5-0,5	C45EMOD14+C	T12935	=0kg								0,000	20400	20454	20423

Obr. 73 ELVIS – VF Trať – Rozvrh zakázek

Plánovačka má možnost nejenom přeuspořádání pořadí zakázek, ale také provedení případné změny definice parametrů zakázky nebo zapsání důležité informace pro operátora stroje (Obr. 74).

Obr. 74 ELVIS – VF Trať – Rozvrh zakázek – Zobrazení parametrů zakázky

Mapa stroje (Obr. 75) – Pohled sloužící pro online sledování výroby nejen operátory, ale i kohokoliv, kdo potřebuje mít informaci o právě probíhající výrobě a jejím aktuálním stavu. Obrazovka je rozdělena do tří horizontálních třetin.



Obr. 75 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje

V horní levé části je uvedena informace o připraveném a nasazeném svazku, který je právě zpracováván. Ve střední části pohledu je uveden název technologického zařízení „DC1“ s aktuálním datem, časem a směnou, pod ním umístěným polem pro zobrazení důvodu zastavení stroje, dále informací o aktuálním počtu vyrobených OK kusů. Poslední informací je čas zbývajících do požadavku na provedení ručního ověřovacího měření operátorem. V případě, že operátor neprovede ruční měření do 15 minut, dojde k zastavení stroje s uvedením tohoto důvodu. Operátor tak musí provést ruční měření a tím dojde k odblokování AutoSTOPu a uvolnění výroby. V pravé části je informace o připravované a aktuální zakázce s uvedením potřebných parametrů.



Obr. 76 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Horní část

Operátor má možnost vyvolat si detailní informace o zakázce (Obr. 77) kliknutím na hlavníku pole „Připravená zakázka“ nebo „Aktuální zakázka“ přímo v Mapě stroje (Obr. 75). Zde jsou mu poskytnuty detailní informace o zakázce včetně veškerých norem a předpisů.

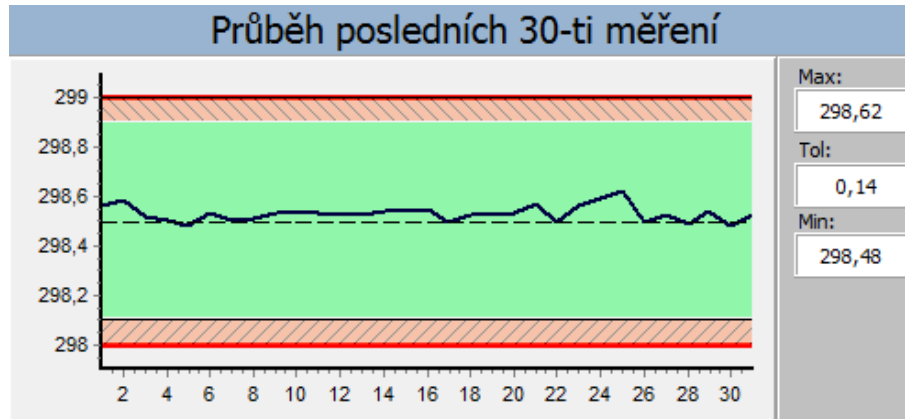
Výrobní pohled na zakázku VF **9910098470** položka **000010** - verze 4 ze dne 24.04.2018 v 13:19:21 poř. 0

Zákazník	Datum založení
Země	Založil/a
Příjemce	Kopir.doklad
	Kontrakt
Množství 78,800 TKS Množství 2 19,652 T Metrová hm. 1,02 Kg	Tisk
Termín předávky 30.05.2018	VÝROBEK
KMAT 99321 Tyč servisní Položka 017474 Obor 183010	
Jakost C45EMOD14+C	Konzervace OLEJ
Rozměr 12,85 mm Tol. h9	Balení
Norma EN 10278	Bedna Hitachi / ŠK
TDP EN 10277-5	Vrstvy proložit papírem, papír na boky bedny
Délka 244,5 +0.5 -0.5 mm	Štítek 2
Odchylka prům. MAX 0,12 mm	štítek TŽ + před expedicí štítek Hitachi na bednu
	CHEMIE
DTPv 6912 DTPo 6912 Liti 2	
Použití pro automobilový průmysl	
Zkušební dodávka <input checked="" type="checkbox"/>	ZKOUŠKY
Karta zk. 076	
Zkoušky mechanické	Povrchové vady
Zk. tahem [10]	NDT kontrola[61] CIRCOGRAPH+DEFECTOM.
Rm mez pevnosti min.: 800 max.: 0	Velikost vady MAX. 0,20 mm
Zkoušky technologické	Zkoušky metalografické
Zbyt.magnet. [59] max. 10 Gs	Oduhl./Kroužk. [49]max. 1% x d
Totožn. mat. [11]	
Atest CF Inspekční cert. EN 10204/3.1 TDP+TDPdod	
Info pro AT 004 PPAP level 4	
Položka 090020 Polotvar neušl kruh	KMAT 99411 Tyč tažená - polotovar
Množství pro zakázku 5208 KG	Délka 3.640 mm
	Předváha 265 KG
	KUSOVNÍK/PRACOVNÍ POSTUP
■ 11018834 - Tyč servisní	78.800,000 KS
■ 99411 - Tyč tažená - polotovar	20,882 T
■ 31 - odpad obyčejný	1,182 T
▶ 0020 VF-Dělicí linka dělení	66,750 MIN
▶ 0030 Zaskladnění	1,000 MIN

Obr. 77 ELVIS – VF Trať – Detail zakázky

Ve střední části obrazovky „Mapa stroje“ (Obr. 75) je zobrazena samotná technologie dělení „Dělicí centrum“ s online stavem nasazeného materiálu na vstupní části, dále jsou zobrazena aktivní/neaktivní čidla sloužící pro sledování online výroby, bedna na odřezky – zbytkový materiál, bedna s výhozem NOK kusů laserem z důvodu neshodné délky, aktuálně nasazená bedna pro shodné kusy s informací o jejich aktuálním počtu, je zde uvedeno ID bedny, zobrazení informace o nejkratším a nejdelším kusu v bedně formou histogramu, bedna pro neshodné výrobky ostatních vad.

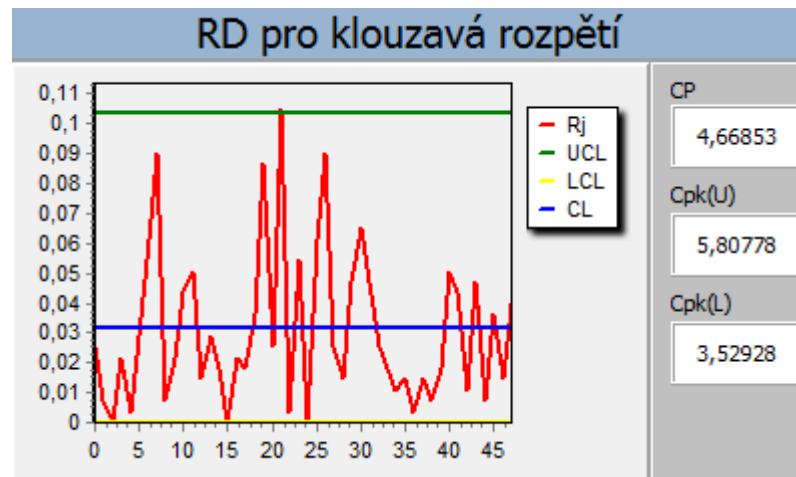
Pro okamžitou reakci operátora na proces stability výroby slouží část obrazovky, kde jsou umístěny tři regulační diagramy. První „Zobrazení posledních třiceti online délkových měření“ (Obr. 78) se zobrazením minimální a maximální délkové tolerance s celkovou tolerancí pro posledních třicet vyrobených kusů.



Obr. 78 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Průběh posledních třiceti měření

Další dva regulační diagramy (RD) slouží pro SPC (Statistical Process Control). RD pro klouzavá rozpětí (posuzuje se variabilita procesu) a RD pro individuální hodnoty (posuzuje polohu sledované veličiny procesu). Každý RD je charakterizován třemi přímkami, centrální přímkou (CL), horní regulační mezí (UCL) a dolní regulační mezí (LCL). Do RD pro individuální hodnoty jsou přidány toleranční meze. Vzorce pro výpočet těchto mezí jsou pro oba RD rozdílné.

- **RD pro klouzavá rozpětí:**



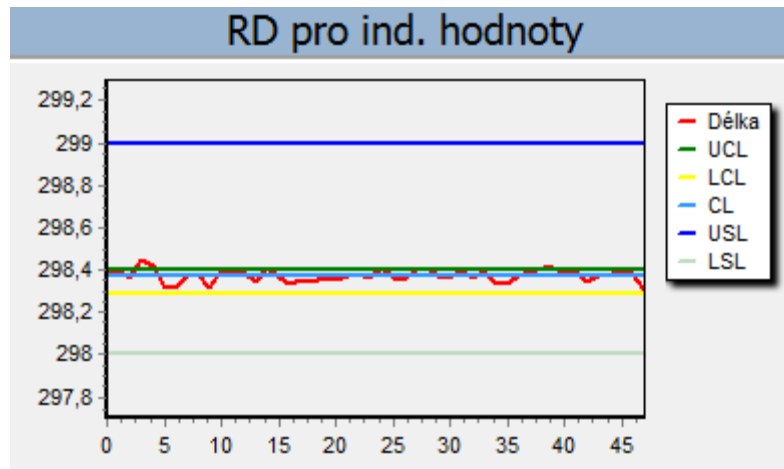
Obr. 79 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – RD pro klouzavá rozpětí

$$CL = \overline{R_{kl}} = \frac{1}{k-1} \sum_2^k R_{j,kl}$$

$$UCL = D_4 * \overline{R_{kl}}$$

$$LCL = D_3 * \overline{R_{kl}}$$

- RD pro individuální hodnoty:



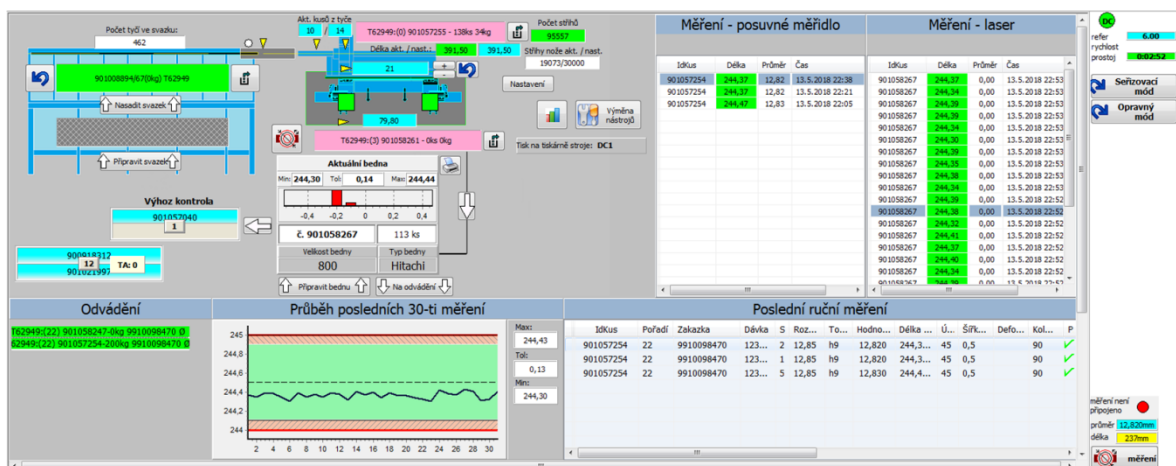
Obr. 80 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – RD pro individuální rozpětí

$$CL = \bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k x_j$$

$$UCL = \bar{x} + E_2 * \overline{R}_{kl}$$

$$LCL = \bar{x} - E_2 * \overline{R}_{kl}$$

Hodnoty součinitelů z normy pro oba RD: D4 = 3,267; D3 = 0; E2 = 2,66



Obr. 81 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Střední část

Ostatní vady – Na obrazovce „**Mapa stroje**“ (Obr. 75) je zobrazena bedna pro ostatní vady vyhozené vizuální kontrolou operátora (Obr. 81, 82 a 83). Povinností operátora je, že při nalezení neshodného výrobku, musí o tomto vložit informaci do nadřazené úrovně s udáním typu vady, která slouží pro budoucí vyhodnocení – statistiky.

Obr. 82 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Ostatní vady – Přiřazení vady

Id	Tavba	Jakost	Rozměr	Délka	Počet	Kód vady	Popis vady	Čas výroby
901057040	T48754	C35RMOD7+C	14,35	299,00	1	502	díry, pleny	11.5.2018 9:0...

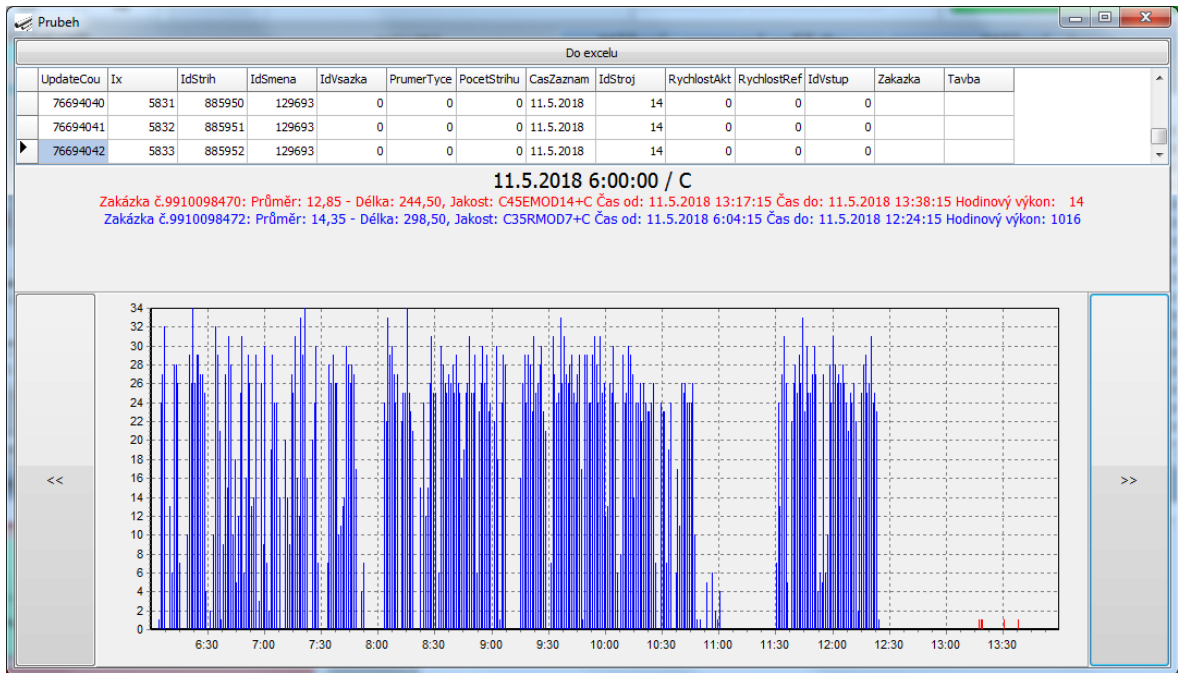
Obr. 83 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Ostatní vady – Informace o všech vadách

Materiál na vstupním skladě – Operátor má možnost zobrazení informace o aktuálně uloženém materiálu na vstupním skladě (Obr. 84). Seznam je zobrazen formou uložených svazků s potřebnými údaji (ID svazku, rozměr, jakost, tavba, vstupní délka, počet kusů ve svazku a hmotnost svazku).

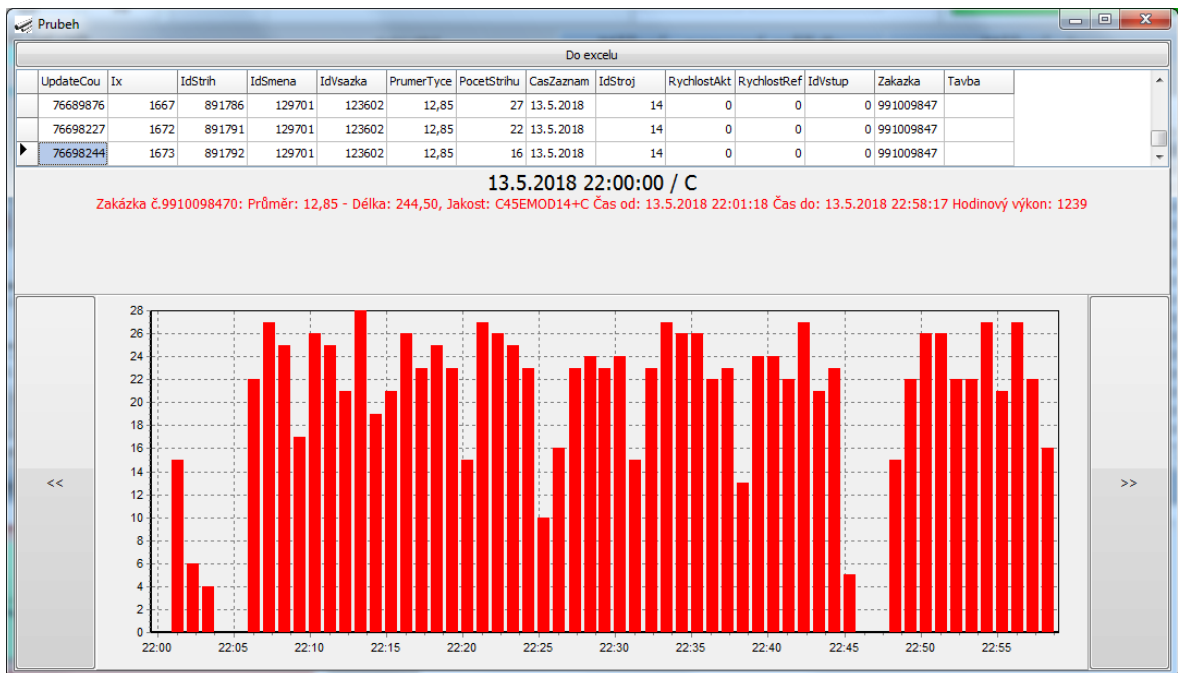
Poč./T...	IdKus	Rozměr	Jakost	Tavba	Délka	Počet ku...	Hmotnost
2	901008894	12,85	C45EMOD14+C	T62949	0,000	529	0,0
0	901021954	22,33	C45EMOD14+C	T11795	3,380	193	1990,0
0	901021937	22,33	C45EMOD14+C	T11795	3,380	193	1986,0
0	901021997	22,33	C45EMOD14+C	T11795	3,380	139	1432,0
0	901021928	22,33	C45EMOD14+C	T11795	3,380	193	1990,0
0	901021913	22,33	C45EMOD14+C	T11795	3,380	193	1988,0
0	900918312	12,85	C45EMOD14+C	T61590	0,000	219	812,0
0	900976262	22,33	C45EMOD14+C	T62949	3,355	194	2006,0
0	900976419	22,33	C45EMOD14+C	T62949	3,460	85	894,0
0	900976437	22,33	C45EMOD14+C	T62949	3,475	201	2138,0
0	900976401	22,33	C45EMOD14+C	T62949	3,355	85	876,0
0	900976294	22,33	C45EMOD14+C	T62949	3,355	195	2006,0
0	900976384	22,33	C45EMOD14+C	T62949	3,355	195	2006,0

Obr. 84 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Materiál na vstupním skladě

Směnový pohled vyrobených kusů (Obr. 85 a 86) – Jedná se o pohled zobrazující okamžitou informaci o počtu vyrobených kusů v každé minutě za celou směnu, informace o náběhu nové zakázky s potřebným seřízením stroje. Jsou zde také vidět veškeré prostoje a přestávky. Barevně je v pohledu odlišena zakázka.

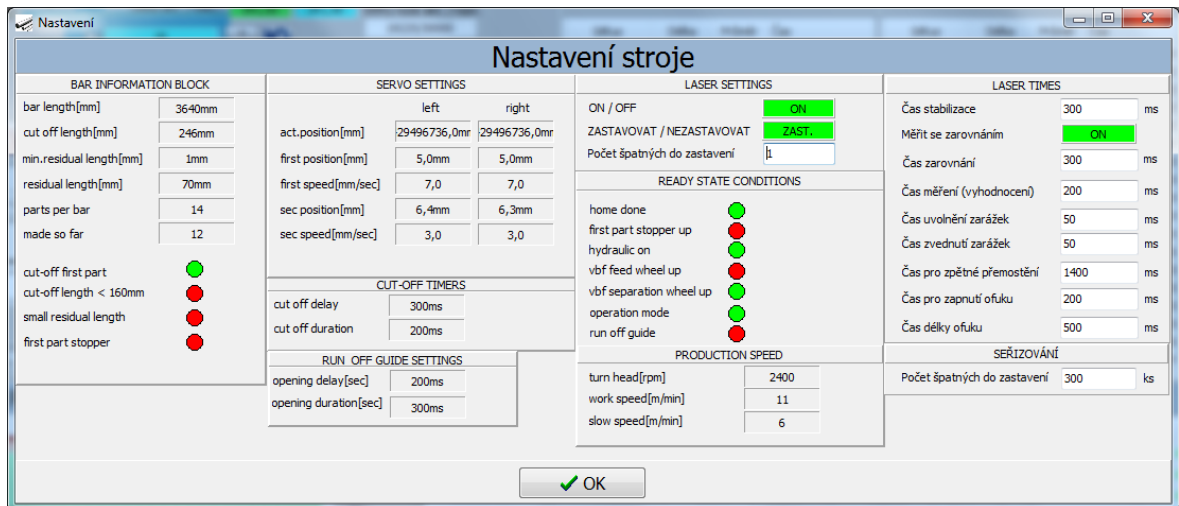


Obr. 85 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Směnový pohled vyrobených kusů



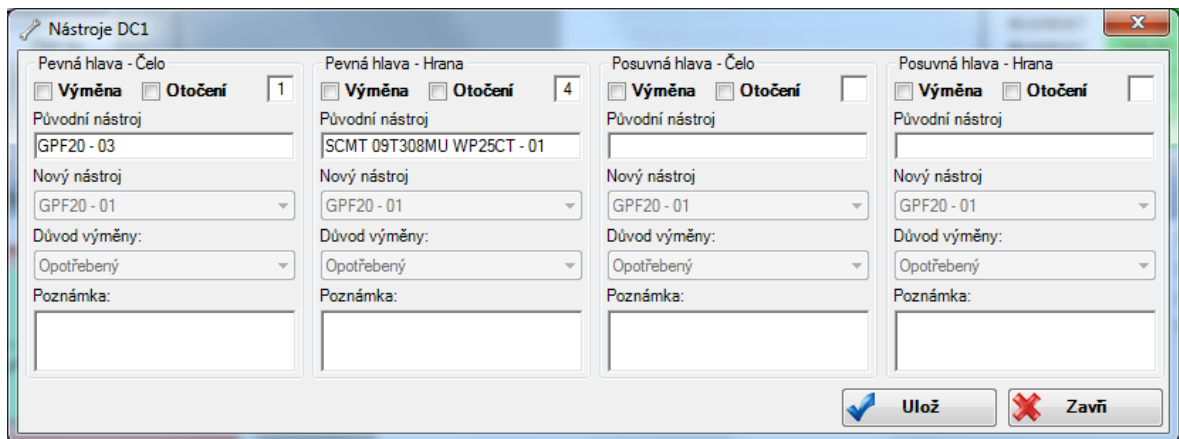
Obr. 86 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Směnový pohled vyrobených kusů

Nastavení (Obr. 87) – Tlačítko vyvolávající dialog zobrazující přehledné nastavení všech parametrů stroje. Umožňuje tak pro operátora rychlý přehled o kompletním nastavení stroje (rychlosti, časování, otáčkách, posuvech, délkách apod.



Obr. 87 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Nastavení

Evidence nástrojů (Obr. 88) – Tlačítko vyvolá dialog pro zadání výměny/otočení nástroje – břitové destičky. Operátor má povinnost při výměně/otočení nástroje – břitové destičky zadat tuto operaci do tohoto dialogu. Je tak sledována spotřeba břitových destiček v průběhu procesu na daný výrobek.



Obr. 88 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Evidence nástrojů

V pravé části „Mapy stroje“ (Obr. 75) je informace o referenční rychlosti, aktuální rychlosti a době aktuálně trvajících proužků. Dále se zde nachází dvě tlačítka s názvem „Seřizovací mód“ a „Opravný mód“. Jedná se o operaci seřízení stroje, kdy je stroj nastavován operátorem a jsou tak potřebná jiná zobrazení a funkce. Opravný mód je nouzový mód pro

případ nutnosti opravy materiálu. Operátor má možnost zpětně vložit výrobek do stroje pro jeho opravu.

Ruční měření (Obr. 89 a 90) – Dialog sloužící k zadání parametrů z provedeného ručního měření operátorem stroje. Pro měření má operátor požadovaná ruční měřidla s bezdrátovým přenosem, pro každý požadovaný rozměr jedno měřidlo.

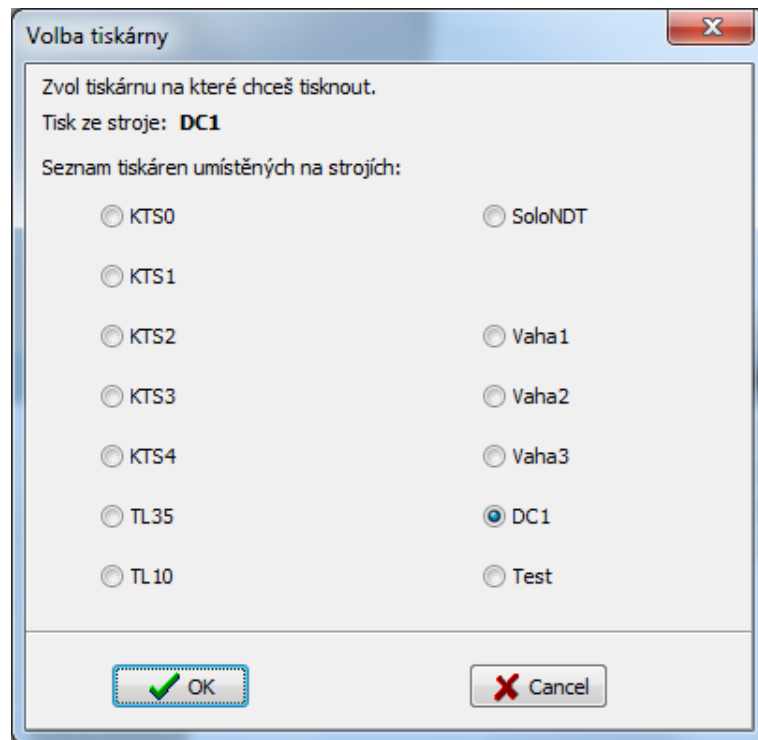
IdKus	Pořadí	Zakazka	Dávka	S	Roz...	To...	Hodno...	Délka ...	Ú...	Šířk...	Defo...	Kol...	P	P	K	U	Typ měření	Čas	Sm
901058267	23	9910098470	123...	3	12,85	h9	12,830	244,4...	45	0,5		90	✓	✓	✓		validovaná	13.5.2018 22:54	C
901057254	22	9910098470	123...	2	12,85	h9	12,820	244,3...	45	0,5		90	✓	✓	✓	✓	validovaná	13.5.2018 22:38	C
901057254	22	9910098470	123...	1	12,85	h9	12,820	244,3...	45	0,5		90	✓	✓	✓		validovaná	13.5.2018 22:21	C

Obr. 89 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Ruční měření

Každé měřidlo provede zápis do předepsané kolonky daného parametru. Je tak zamezena chyba operátorem, pokud by chtěl zapsat údaj do jiného pole. Navíc v případě zadání hodnoty mimo požadovanou toleranci dojde k červenému podbarvení prostoru aktuálního pole.

Obr. 90 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Vložení parametrů z ručního měření

Tiskárna (Obr. 91) – Dialog pro možnost přesměrování tisku na jinou tiskárnu. Tato volba je přístupná pouze směnovému mistrovi pro případ poruchy tiskárny. Má tak možnost na dobu nezbytně nutnou přesměrovat tisk jinam, aby nedošlo ke zbytečnému zastavení výroby na dané technologii.



Obr. 91 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Tiskárna

V dolní horizontální třetině „**Mapy stroje**“ (Obr. 75 a 92) je zobrazena informace o posledním nebo aktuálním prostoji zařízení, dále seznam přihlášených operátorů na stroji pro danou směnu.

prostoje směn začátek posledního prostoje 13.5.2018 22:00:00			délka 0:07:19	
(0) provozní - SMĚNA - Příprava na směnu				
směna	celkem prostoje	CEZ		
C	0:10:53	79%		
B	8:00:00	0%		
A	8:00:00	0%		

DC1 - Dělič Verbík Tomáš 13.5.2018 21:52:45		DC1 - Navažeč Hlavačka Jan 13.5.2018 21:52:30	
<input type="button" value="Přihlásit"/> <input type="button" value="Odhlásit"/>		<input type="button" value="Přihlásit"/> <input type="button" value="Odhlásit"/>	

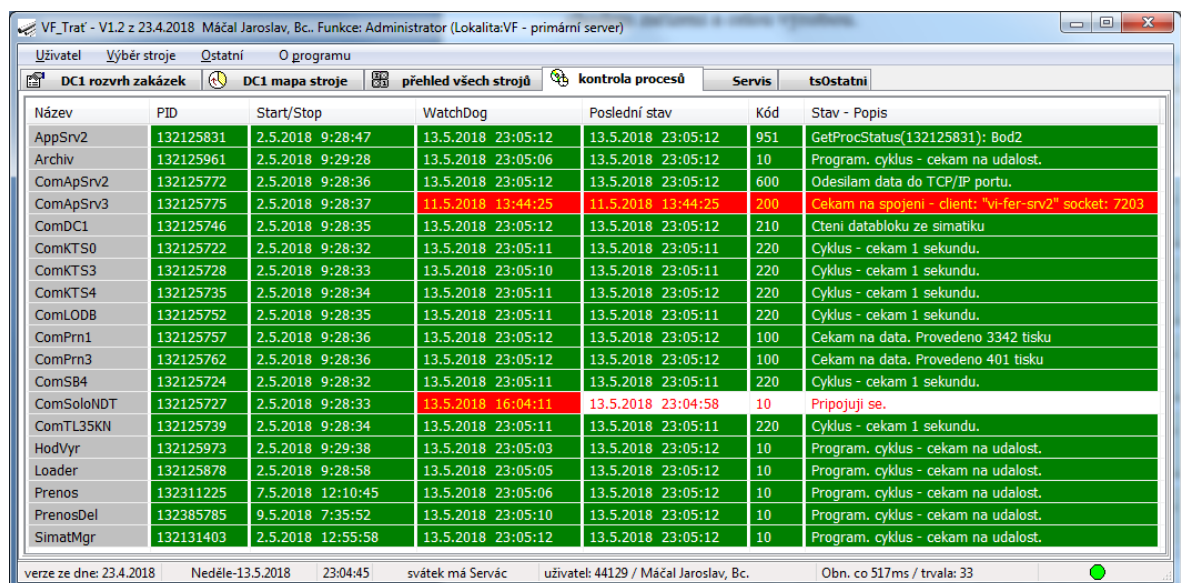
Obr. 92 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Prostoj, Operátoři na směně

Přehled všech strojů – Na třetí kartě aplikace „VF Trať“ je zobrazen online pohled na veškerá klíčová technologická zařízení provozu VF (Obr. 93). Jedná se o souhrn nejdůležitějších informací o klíčových technologiích. Je používán převážně směnovým mistrem, který má neustálý přehled nad aktuálním stavem zařízení a celou výrobou.



Obr. 93 ELVIS – VF Trať – Přehled všech strojů

Kontrola procesů (Obr. 94) – Posledním pohledem je karta „Kontrola procesů“, kde je neustále online monitorován stav jednotlivých procesů pro nadřazenou úroveň. Například komunikace se serverem pro ukládání online dat z výroby, kontrola procesu tisku, kontrola měření apod. V případě, pokud by došlo k selhání některého z uvedených procesů, je o tom zobrazena informace vizualizací – červené podbarvení a zaslána okamžitá informace správci daného procesu tak, aby mohl okamžitě reagovat.



Obr. 94 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Tiskárna

7.8.4 VF Expedice

Jedná se o aplikaci zobrazující aktuální stav skladu hotových výrobků – stav expedice. Vyrobené bedny jsou označeny vytištěnými expedičními štítky s čárovým kódem a za pomoci mobilních čteček pak operátorem uskladněny do požadovaných sektorů.

The screenshot shows a software window titled 'Seznam vozů / sekcí'. It contains two main tables. The left table lists sections (Sekce) with columns for ID, Name (Název souprav), Type (Typ doprav), and Summary (Sum. hm.). The right table lists individual items with columns for ID, CTZ, Tawba, Jakost, Rozměr, and Hmotnost. A summary bar at the bottom shows 'Vybrané svitky/svazky' with fields for 'Počet CTZ', 'Počet taveb', 'Počet svazků/svitků', and 'Hmotnost celkem', along with a 'Vypočti' button.

ID	Název souprav	Typ doprav	Sum. hm.
1	E51	Sklad	22 787
2	E52	Sklad	20 663
3	E53	Sklad	11 957
4	E54	Sklad	22 731
5	E55	Sklad	16 898
6	E56	Sklad	22 154
7	E57	Sklad	22 117
8	E58	Sklad	24 316
9	E59	Sklad	28 096
10	E60	Sklad	19 368

ID	CTZ	Tavba	Jakost	Rozměr	Hmotnost
1	9940006927	T51445	S355J2C+C	7,00	991
2	9940007085	T53866	S235JRC+C	IHR 35,00	1005
3	9940008495	T58154	C35E+C	15,00	912
4	9940008533	T64341	C45E+C	IHR 20,00	995
5	9940009683	T38504	11SMN30+C	17,00	1007
6	9940009683	T38504	11SMN30+C	17,00	1011
7	9940009708	T38509	11SMN30+C	26,00	896
8	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1006
9	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1013
10	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1006
11	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1013
12	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1013
13	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1013
14	9920110155	T41044	S355J2C+C	18,00	1013

Obr. 95 ELVIS – VF Expedice

7.8.5 VF Pracoviště

Aplikace slouží pro zobrazení aktuálně přihlášených operátorů na stroji. Je zde možnost vyvolání také archivních přihlášení. Může být důležité například v okamžiku nutnosti dohledání informace, kdo vyráběl určitou reklamovanou zakázku. Povinností každého operátora je po příchodu na směnu se přihlásit do systému a na jemu určenou pozici na stroji.

The screenshot shows a software window titled 'VF - Pracoviště'. It features a user selection area with buttons for 'A' (noční) and 'D' (noční), and date/time pickers for '16 květen 2018' and '18 květen 2018'. Below this is a dropdown menu for 'Výběr pracoviště: DC1 - Dělič'. The main part of the window is a table listing operators with columns for 'Čas přihlášení', 'Pracoviště', and 'Jméno pracovníka'.

Čas přihlášení	Pracoviště	Jméno pracovníka
16.5.2018 13:42:55	DC1 - Dělič	Bičan Michal
16.5.2018 22:17:24	DC1 - Dělič	Verbík Tomáš
17.5.2018 13:47:11	DC1 - Dělič	Bičan Michal
17.5.2018 22:01:08	DC1 - Dělič	Hlavačka Jan
18.5.2018 5:56:04	DC1 - Dělič	Bičan Michal

Obr. 96 ELVIS – VF Pracoviště

7.8.6 VF Info

VF Info je aplikace pro zobrazení/vyhodnocení nasbíraných dat z výroby. Možnosti aplikace jsou závislé na samotných vstupních datech a zpracovaných pohledech, z tohoto důvodu jsou možnosti této aplikace neomezené. Pro zobrazení dat je nejprve nutno definovat požadovaná data pro sběr z online výroby, ty pak ukládat a následně je přes aplikaci VF Info zobrazit. Pohledem, který byl definován a vytvořen pro „Dělicí centrum“, je informace zobrazující výrobu na směnu (Obr. 97). V pohledu jsou veškeré informace o směně, operátorech, výrobku, vyrobených bednách s počty kusů, časech výroby – zahájení a ukončení s finálním součtem vyrobených kusů a množství v kilech za směnu.

Typ výt.	Zakázka	Výstupní rozměr	Tol.	Délka	Tolerance	Jakost	Tavba	Č. balíků	Dobře [ks]	Výhoz NDT /laser [ks]	Výhoz Kontr. [ks]	Výhoz Ost. [ks]	Dobře [kg]	Výhoz NDT /laser [kg]	Zahájení výroby	Konec výroby	Čas výroby	Vstupní svazek
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	23	290	0	0	0	367.3	0.0	16.5.2018 14:05:51	16.5.2018 14:23:23	00:17:32	901059178 (667...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	24	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 14:24:05	16.5.2018 14:46:53	00:22:48	901059178 (420...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	25	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 14:47:24	16.5.2018 15:06:48	00:19:24	901059639 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	26	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 15:06:59	16.5.2018 15:27:58	00:20:59	901059639 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	27	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 15:28:22	16.5.2018 15:47:17	00:18:55	901059639 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	28	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 15:47:28	16.5.2018 16:06:34	00:19:06	901059629 (236...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	29	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 16:06:48	16.5.2018 16:27:42	00:20:54	901059629 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	30	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 16:27:53	16.5.2018 16:46:28	00:18:35	901059629 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	31	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 16:46:47	16.5.2018 17:05:02	00:18:15	901059629 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	32	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 17:05:13	16.5.2018 17:24:00	00:18:47	901059566 (686...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	33	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 17:24:10	16.5.2018 17:50:28	00:26:18	901059566 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	34	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 17:50:37	16.5.2018 18:40:58	00:50:21	901059566 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	35	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 18:41:09	16.5.2018 19:02:12	00:21:03	901059554 (93.3...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	36	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 19:02:22	16.5.2018 19:25:02	00:22:40	901059554 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	37	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 19:25:12	16.5.2018 19:47:30	00:22:18	901059554 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	38	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 19:47:43	16.5.2018 20:11:05	00:23:22	901059554 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	3	0	0	0	0	0.0	0.0	16.5.2018 18:40:13	16.5.2018 20:28:16	01:48:03	901059554 (2.5...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	39	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 20:11:20	16.5.2018 20:36:36	00:25:16	901058993 (188...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	40	400	0	0	0	506.6	0.0	16.5.2018 20:36:53	16.5.2018 21:26:13	00:49:20	901058993 (606...
Ø	9910098467	22.33	h9	411.5	-0.5 / +0.5	C45EMOD14-C	T12938	41	44	0	0	0	55.7	0.0	16.5.2018 21:26:23	16.5.2018 21:50:45	00:24:22	901058993 (65.7...
									7134	0	0	0	9035.8	0.0				

Obr. 97 ELVIS – VF Info – Směnové hlášení

Dle požadavku lze v aplikaci vybrat pohled za požadované období (Měsíc, Den, Směna), nebo pohled na Zakázku, Tavbu, Svazek apod. Mezi další možnosti zobrazení patří zastavení technologie z Level 1 (AutoSTOP) nebo Level 2, pohledy na spotřebu materiálu (vyrobený výstup ze vstupního materiálu) atd. Výběr se provádí v horní horizontální třetině aplikace VF Info (Obr. 97 a 98).

The screenshot shows the top part of the application interface. It includes a search bar with filters for 'Měsíce', 'Dne', 'Směny', 'Zakázky', 'Tavby', 'Svitku', 'Svazku', and 'Speciální'. Below this, there is a date selection area for '16. května 2018' and navigation buttons for '<< Předchozí', 'Odpolední (14:00 - 22:00)', 'Následující >>', and 'Načti'. A 'Výběr stroje:' section contains checkboxes for various machine models (KTS0, KTS1, KTS2, KTS3, KTS4, TL10, TL35, NDT0, soloNDT, Váha10, Váha20, Převody) and a 'DC1' checkbox. A 'Kopíruj' button is also visible.

Obr. 98 ELVIS – VF Info – Směnové hlášení – Horní třetina

Velmi důležitým pohledem aplikace je pohled na záznamy měření – knihu měření (Obr. 99). Je zde možnost výběru stroje, pro který budou záznamy zobrazeny. Pro „Dělicí centrum“ jsou v knize měření uvedeny záznamy nejenom z ručního měření provedené operátorem, ale také veškeré záznamy z online délkového měření laserem provedené na všech výrobcích. V hlavní části dialogu je možnost volby přepínacím tlačítkem „Zobrazení měření podle“ s možností zobrazení dat na „Vstupní bednu“ nebo na „Zakázku“, dále volba „Měřidla“, tzn. zobrazení dat buď z „Ručního“ měření nebo měření provedené „Laserem“. Dále můžeme data filtrovat podle „Čísla měření“, pokud tedy chceme zobrazit pouze určité pole naměřených hodnot. Na níže přiloženém obrázku 99 je zvolena volba „Tabulka hodnot“ s filtrem zobrazení měření na „Bednu“ a měřidlo „Laser“. V části pod tímto výběrem je uveden seznam vyrobených beden s informací o bedně (ID, datum zahájení výroby, dobré kusy a vyhozené kusy laserem).

The screenshot shows the 'Hodnoty pro bednu: 901061991' section. It includes a 'Zobrazení měření podle' section with radio buttons for 'výstupní bedny', 'zakázky', 'ruční', and 'laser'. Below this is a 'Filtrování dat' section with a range filter from 1 to 400. The main part of the screenshot is a table with the following columns: Bedna, Zakázka, Požadovaná délka [mm], Tolerance + [mm], Tolerance - [mm], ID měření, Měření č., Čas měření, Naměřená délka [mm], Freza Pos. L, and Freza Pos. R. The table contains 19 rows of data, all with a 'Dobře' status of 400 and 'Vyhoz laser' status of 0.

Bedna	Zakázka	Požadovaná délka [mm]	Tolerance + [mm]	Tolerance - [mm]	ID měření	Měření č.	Čas měření	Naměřená délka [mm]	Freza Pos. L	Freza Pos. R
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329038	1	16.5.2018 14:24	411,358	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329039	2	16.5.2018 14:24	411,325	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329040	3	16.5.2018 14:24	411,390	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329041	4	16.5.2018 14:24	411,452	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329042	5	16.5.2018 14:24	411,408	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329043	6	16.5.2018 14:24	411,473	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329044	7	16.5.2018 14:24	411,419	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329045	8	16.5.2018 14:24	411,445	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329046	9	16.5.2018 14:24	411,412	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329047	10	16.5.2018 14:24	411,477	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329048	11	16.5.2018 14:24	411,539	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329049	12	16.5.2018 14:24	411,408	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329050	13	16.5.2018 14:24	411,434	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329051	14	16.5.2018 14:24	411,448	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329052	15	16.5.2018 14:25	411,419	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329053	16	16.5.2018 14:25	411,539	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329054	17	16.5.2018 14:25	411,448	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329055	18	16.5.2018 14:25	411,401	5,000	
901061991	9910098467	411,500	0,500	0,500	2329056	19	16.5.2018 14:25	411,419	5,000	

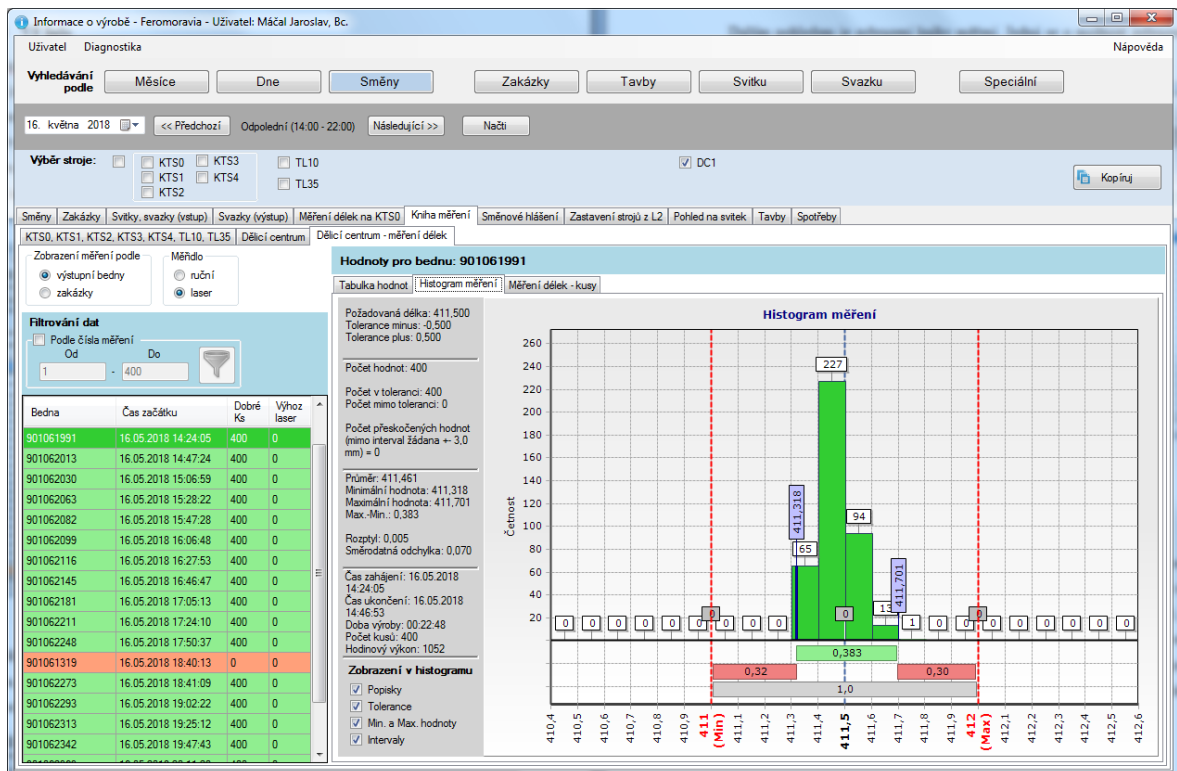
Obr. 99 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Online naměřené délky (data)

Při výběru požadované bedny se v pravé hlavní části dialogu zobrazí veškeré naměřené hodnoty s uvedením nastavení stroje. Nastavení stroje má vliv na celkovou délkovou přesnost výrobku, proto jsou záznamy o nastavení stroje ukládány vždy k naměřené online délkové hodnotě výrobku (Obr. 100).

Tolerance [mm]	ID měření	Měření č.	Čas měření	Naměřená délka [mm]	Freza First Pos. L	Freza First Pos. R	Freza First Speed L	Freza First Speed R	Freza Sec. Pos. L	Freza Sec. Pos. R	Freza Sec. Speed L	Freza Sec. Speed R	Opening Delay	Opening Duration	Cut Off Delay	Cut Off Duration	Turn Head	Work Speed	Slow Speed
0.500	2329038	1	16.5.2018 14:24	411.358	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329039	2	16.5.2018 14:24	411.329	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329040	3	16.5.2018 14:24	411.390	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329041	4	16.5.2018 14:24	411.452	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329042	5	16.5.2018 14:24	411.408	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329043	6	16.5.2018 14:24	411.473	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329044	7	16.5.2018 14:24	411.419	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329045	8	16.5.2018 14:24	411.445	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000
0.500	2329046	9	16.5.2018 14:24	411.419	5.000	5.000	10.000	10.000	6.800	6.800	3.000		200.000	300.000	300.000	200.000	2200.000	19.000	6.000

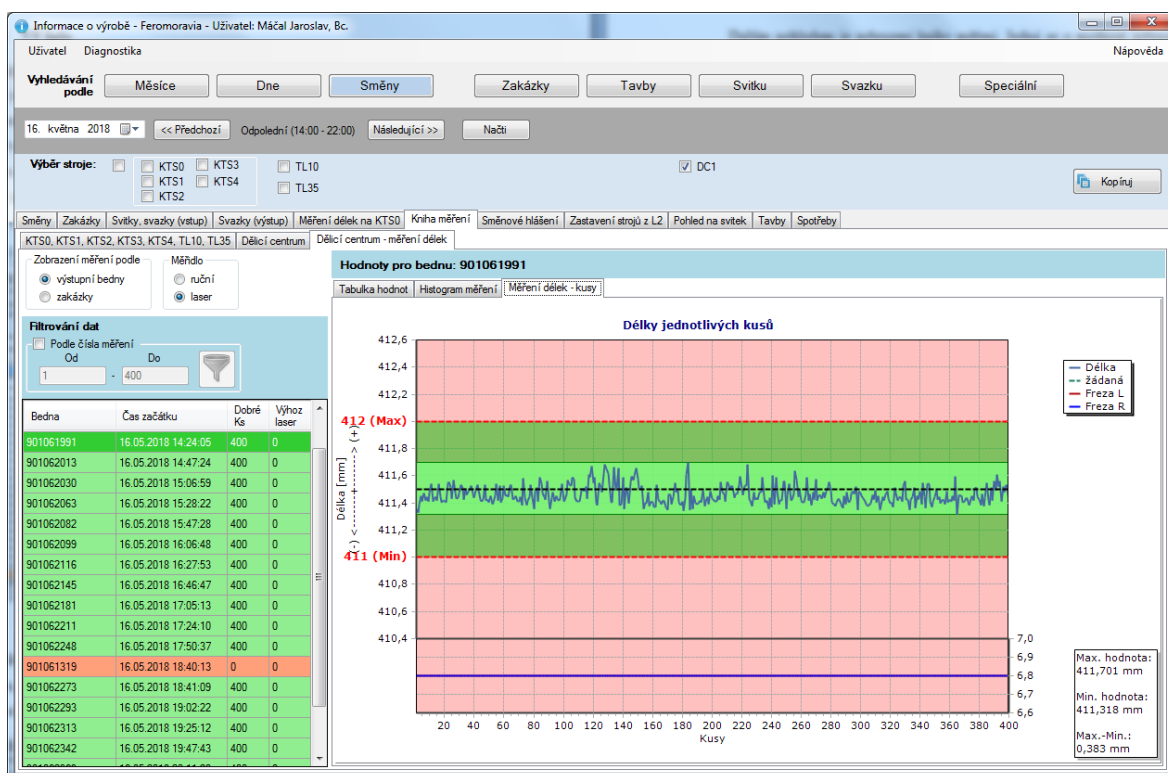
Obr. 100 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Naměřené délky a nastavení stroje

Při přepnutí na kartu „Histogram měření“ (Obr. 101) jsou v levé části dialogu zobrazeny základní informace o výrobku (délka, tolerance), počet kusů ve vybrané bedně a dále statistické údaje vypočítané z naměřených hodnot (průměr, Min., Max., Rozptyl, Směrodatná odchylka) a také informace výkonové (zahájení výroby bedny, doba výroby, průměrný hodinový výkon). V hlavní části je zobrazen histogram z naměřených délkových hodnot se zakreslením délkové tolerance zakázky, informace o počtech kusů v rozmezí po 0,1 mm a skutečná délková tolerance na všech 400 vyrobených kusů, v tomto případě 0,383 mm.



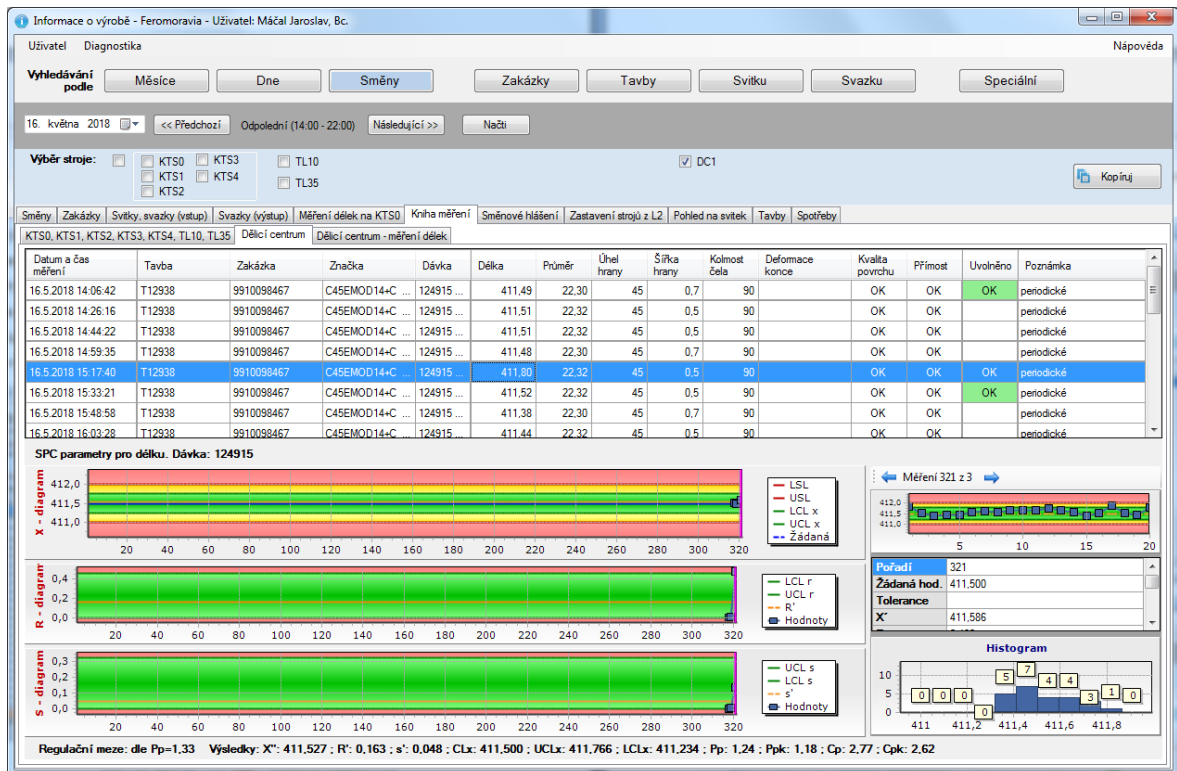
Obr. 101 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Histogram online měření

Na poslední kartě „Měření délek – kusy“ (Obr. 102) je zobrazena posloupnost všech 400 naměřených délkových hodnot za sebou ve vztahu k nastavení stroje, tzn. změnu pozice levé, nebo pravé frézovací hlavy. V případě, kdyby operátor stroje zasáhl do nastavení stroje, tato změna by byla v tomto grafu v dolní části zaznamenána. Dle grafu byla po celou dobu výroby vybrané bedny „Frézovací hlava Levá“ vysunuta na hodnotu 7,0 mm a „Frézovací hlava Pravá“ na hodnotu 6,8 mm. Proto nejsou zaznamenané hodnoty z online měření ovlivněny zásahem operátora do nastavení stroje.



Obr. 102 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Online naměřené délky (kusy)

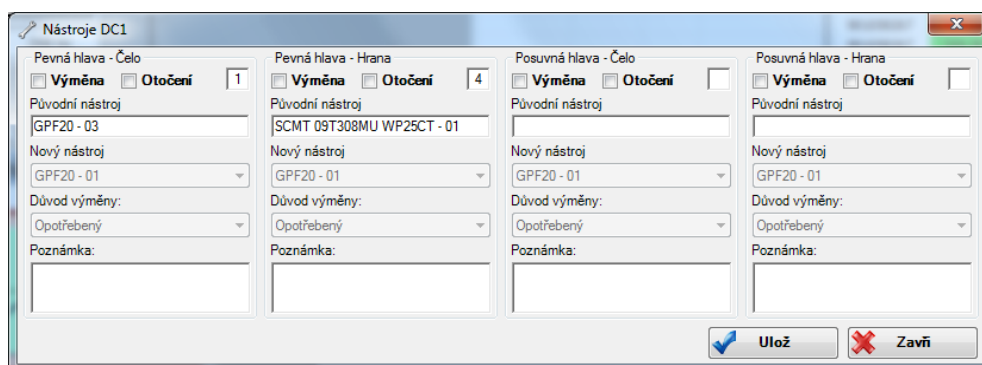
V posledním dialogu (Obr. 103) je sledováno SPC (Statistická regulace procesu) na uvedené dávku, v našem případě jde o zakázku z ručně naměřených hodnot. Tato ruční měření jsou prováděna operátorem při výrobě v maximálně nastavené periodě do 15 minut. Z uvedených měření jsou pak vypočítány regulační meze, stability procesu a jiné statistické údaje. Tento dialog bude ještě dopracován do jeho finální podoby.



Obr. 103 ELVIS – VF Info – Kniha měření - Statistika

7.8.7 VF Evidence nástrojů

Aplikace VF Evidence nástrojů slouží ke sledování životnosti nářadí a nástrojů použitých na technologických zařízeních. Implementací děličího centra došlo k návrhu a implementaci břitových destiček jako nástroje pro obrábění. Operátor má povinnost při výměně/otočení nástroje – břitové destičky zadat tuto operaci do nadřazené úrovně v Mapě stroje – popsáno v aplikaci Mapa stroje. V této aplikaci směnový mistr vydává břitové destičky v sadách/krabičkách pro danou technologii, sleduje aktuální stav u dané technologie. Dále je zde možnost dohledání spotřeby břitových destiček za období, na zakázku, rozměr, tavbu, jakost apod.



Obr. 104 ELVIS – VF Evidence nástrojů

7.8.8 ETSZ – Evidence technického stavu zařízení

Na obrázku 105 je zobrazena hlavní obrazovka aplikace Evidence Technického Stavů Zařízení (ETSZ), která má více funkcí. Byla zavedena z důvodu evidenci provedených prací (Inspekční Prohlídka, Běžná Oprava) na dané technologii. Dále také za účelem evidence Abnormalit. Veškerá evidence je včetně detailních informací (Obr. 106).

Název činnosti	Zařízení	Zadáno	Zahájení	Ukončení	Omez.
S Oprava	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	3.5. 12:18	3.5. 07:50	3.5. 08:06	0:16
E Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	4.5. 12:02	4.5. 06:00	4.5. 12:00	
S Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	4.5. 12:36	4.5. 06:00	4.5. 10:00	
E Prevence	Rozkulovací stůl - elektro	4.5. 21:22	4.5. 17:15	4.5. 17:45	
S Oprava	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	7.5. 09:08	7.5. 07:40	7.5. 07:45	
E Oprava	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	7.5. 13:07	7.5. 12:01	7.5. 12:01	0:11
E Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	8.5. 06:03	7.5. 22:00	8.5. 06:04	
S Oprava	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	10.5. 08:38	9.5. 04:25	10.5. 08:15	4:30
S Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	10.5. 20:25	10.5. 20:26	10.5. 20:26	
E Prevence	Vstupní dopravník - elektro	14.5. 05:30	14.5. 03:30	14.5. 04:00	
P S - Abnormalita ...	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	14.5. 21:58	15.5. 06:28	16.5. 06:19	
S Oprava	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	15.5. 10:07	15.5. 07:30	15.5. 10:09	
E Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	15.5. 21:17	15.5. 14:00	15.5. 21:17	
E Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	16.5. 21:01	16.5. 14:00	16.5. 21:01	
E Prevence	RM 776 (ER DC1) - elektro	17.5. 05:17	17.5. 01:00	17.5. 01:30	
S Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	17.5. 11:41	17.5. 06:00	17.5. 10:00	
E Prevence	DC1 - DĚLÍČI A FRÉZO...	17.5. 21:10	17.5. 14:00	17.5. 21:10	

Obr. 105 ELVIS – VF Evidence Technického Stavů Zařízení

Název činnosti: Prevence Typ činnosti: S - Prevence Stav: Ukončeno Ok

Zařízení: DC1 - DĚLÍČI A FRÉZOVAČÍ STROJ - strojní Sap typ zakázek: AP01 Část zařízení: Storno

Základní údaje Poznámky Plán Požadavky Pokyny Výkony Soubory Části zařízení ke kontrole Hodnoty

Kdo zaevidoval: Člověko-hodin: 8:00 +

Zahájení prevence: 4.5.2018 06:00 Kdo zahájil:

Ukončení prevence: 4.5.2018 10:00 Kdo ukončil:

Výsledek prevence: zařízení v pořádku

Popis prováděné prevence: Kontrola , demontáž, montáž plochého řemene pohonu pohyblivé frézy. Kontrola šroubových spojů, kladek, skluzů.

Zjištěné nedostatky:

Přijatá opatření:

Obr. 106 ELVIS – VF Evidence Technického Stavů Zařízení - Prevence

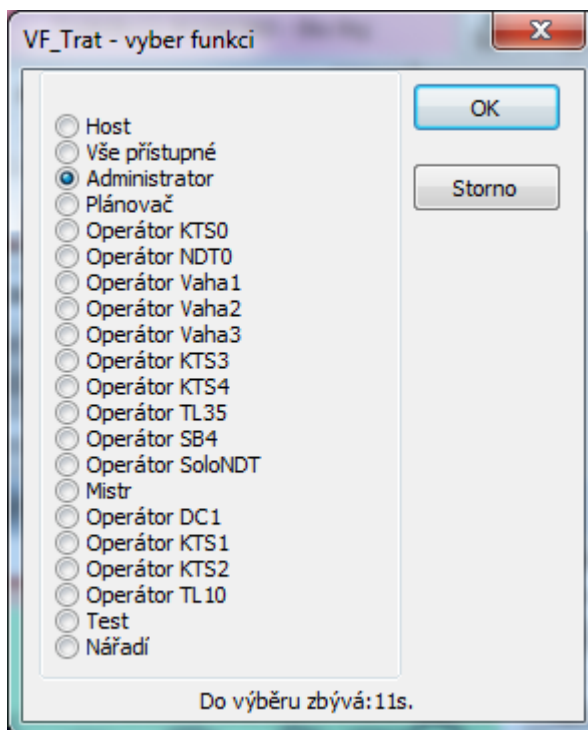
7.8.9 Uživatelé – Definice oprávnění

U systémů tohoto charakteru je běžnou záležitostí definice uživatelských práv, na jejichž základě je po přihlášení uživateli zpřístupněna pouze jemu vyhrazená část systému s patřičným oprávněním. Tato definice se provádí pro každou aplikaci pro daného uživatele a jeho role (administrátor, plánovač, operátor – tažec, operátor – dělič, operátor – frézař atd.). V tabulce jsou uvedeny definice potřebných oprávnění pro nové Dělicí centrum.

Tab. 5 Dělicí centrum – Definice uživatelů pro přihlášení

DĚLICÍ CENTRUM - ELVIS - Operátoři						
-	Směna B		Směna C		Směna A	
Funkce	Os.číslo	Příjmení a Jméno	Os.číslo	Příjmení a Jméno	Os.číslo	Příjmení a Jméno
Operátor 1	38 151	Novák Pavel	38 569	Novák Josef	55 651	Novák Petr
Operátor 2	38 114	Krejčí Jiří	66 532	Krejčí Josef	56 898	Krejčí Jan
Střídač DC	56 894	Novák Jan				

Po přihlášení do aplikace VF – Trať je tak uživatel vyzván pro zvolení své funkce (Obr. 107), pod kterou chce být přihlášen. Jedná se hlavně o volbu pro operátory strojů, jelikož ti se mohou v průběhu období pohybovat na více strojích.

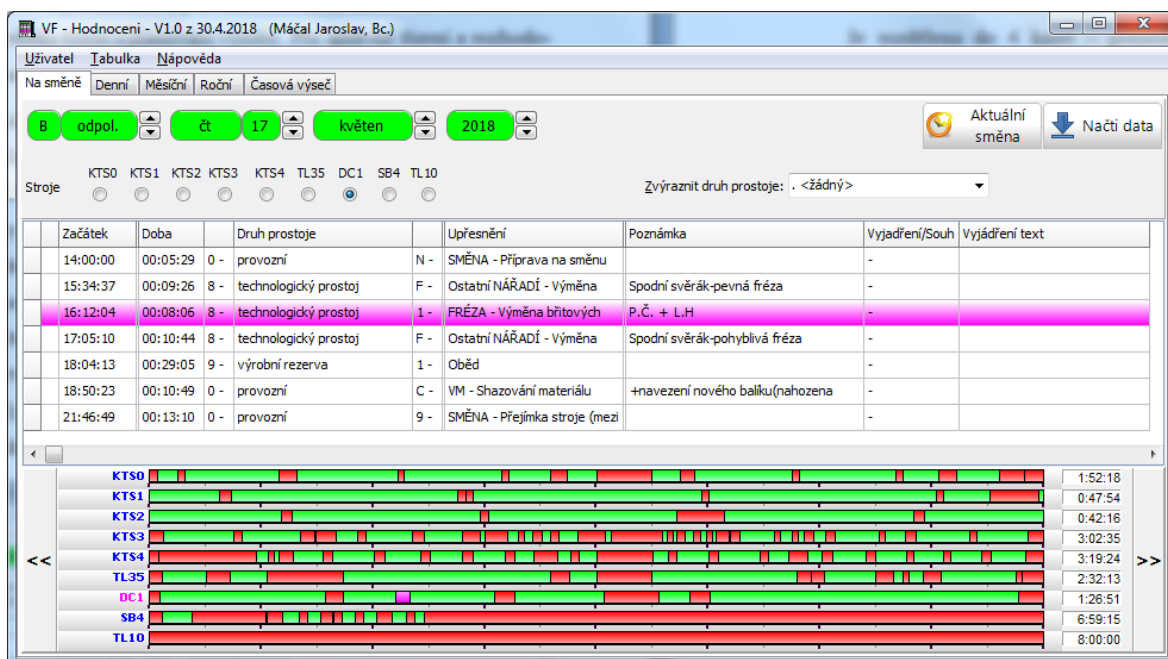


Obr. 107 ELVIS – VF Trať – Přiřazení funkce

7.9 VF Hodnocení

Všechny výrobní společnosti jsou pod stále větším a větším tlakem ve věci snižování výrobních nákladů. Je proto třeba optimalizovat výrobní procesy a zvyšovat jejich produktivitu. Požadavky na co nejefektivnější využití strojů, lidí a materiálů, kladou na vedoucí manažery vysoké nároky z hlediska řízení a plánování výroby. Pro správné řízení a rozhodování je podstatné mít neustále neaktuálnější a ucelené informace o dění ve výrobě.

Aplikace VF Hodnocení slouží pro evidenci, sledování a vyhodnocování prostojů a pro automatické zobrazení základních přehledů o prostojích a o celkové efektivitě technologického zařízení. Aby nemohl být proces ovlivněn lidským faktorem, údaje o chodu technologického zařízení jsou brány na základě algoritmu, který vychází ze sekvence stanovených úkonů, tedy podmínek potřebných pro chod technologického zařízení s materiálem. Pro Dělicí centrum se jedná o podmínku přítomnosti materiálu v technologii, tj. aktivní čidlo „Tyč ve stroji“, Aktivní „Otáčení podávacích kladek“ a Aktivní „Střih“ v určitém intervalu. Tato podmínka byla vytvořena v ŘS Simatic S7, kde je ve smyčce neustále vyhodnocována (0 = Stop, 1 = Chod). Nadřazená úroveň tuto informaci čte a předává aplikaci VF Hodnocení, která tento údaj zpracovává na základě stanovené logiky a vyhodnocuje. Pokud stroj stojí, nevyrábí, je ve VF Hodnocení založen nový prázdný záznam, tato informace je zobrazena i v grafické podobě v dolní části dialogu (červená barva).



Obr. 108 ELVIS – VF Hodnocení – Pohled na směnu

Prostoje kratší než tři minuty se pro operátora standardně nezobrazují, ty jsou počítány do tzv. „Nepravidelnosti chodu“. Ke každému prostoji, který je delší než tři minuty se musí operátor vyjádřit, jde o tzv. kategorizaci prostoje. Pro správnou a rychlou kategorizaci prostoje bylo vytvořeno 10 základních klíčů (druhů prostoje), ze kterých musí operátor zvolit daný druh prostoje (Tab. 6). Ke každému druhu prostoje byla vytvořena ještě další úroveň tzv. upřesnění (Tab. 7), která slouží pro zpřesnění prostoje.

Tab. 6 Druh prostoje

Druh prostoje	
0	Provozní
1	Strojní
2	Elektro
3	ASŘ
4	Cizí, ostatní
5	Plánovaná oprava
6	Přestavba
7	Čekání
8	Technologický prostoje
9	Výrobní rezerva

Tab. 7 Druh prostoje s upřesněním (ukázka)

Druh prostoje		Upřesnění	
0	Provozní	-	Nedefinované
		1	ČIŠTĚNÍ a úklid týdenní
		2	ČIŠTĚNÍ prvků v průběhu výroby (čidla, aj.)
		3	HV - Nová tavnice (vyvezení zásobníků)
		4	HV - Odvoz materiálu
		7	LINKA - Seřízení po poruše, opravě
		8	NŮŽKY - Seřízení
		9	SMĚNA - Přejímka stroje (mezi směnami)
		0	LINKA - Seřízení
		A	LINKA - Seřízení po přestavbě
		B	VM - Navážení materiálu
		C	VM - Shazování materiálu
		D	LINKA - Oprava materiálu (Opravný mód)
		G	FRÉZA - Vyvezení špon
		H	PŘÍČNÁ ČÁST - Křížení tyčí
		N	SMĚNA - Příprava na směnu
O	FRÉZA - Seřízení		
1	Strojní	-	Nedefinované
		1	Vyhrnovací zásobník
		2	Rozkulovací stůl
		3	Vstupní dopravník
		4	DC1 - Dělicí a frézovací stroj
		5	RM 776 (ER DC 1)
		6	Výstup s laserovým měřením
		W	LINKA - Seřízení po poruše, opravě
		Z	Ostatní

Kategorizace prostožů (Obr. 109) – kategorizací prostožů je myšleno přiřazení prostože operátorem do některé z předdefinovaných „Druhů prostože“ (Tab. 6). Ke každému prostoži je třeba navíc doplnit předdefinované „Upřesnění“ (Tab. 7), popřípadě nepovinná „Poznámka“. V případě nutnosti, je možno jakýkoliv prostož rozdělit na více dílčích prostožů a tak zpřesnit kategorizaci. Dále jsou v dialogu „Zadávání prostožů“ zobrazeny základní údaje o prostoži, tj. na kterém zařízení a kdy prostož vznikl, kdy skončil a jak dlouho trval. Tyto údaje není možno měnit. V poslední řadě bylo přidáno vyjádření údržby, která má možnost se k prostožům 1,2,3 vyjádřit s uvedením svého nesouhlasu.

VF - Hodnocení - zadávání prostožů

Datum: 17.5.2018 Zařízení: DC1

Začátek: 16:12:04 Konec: 16:20:11 Doba: 00:08:06

Druh prostože: 8 - technologický prostož

Upřesnění: 1 - FRÉZA - Výměna břitových deštiček

Poznámka: P.Č. + L.H

Zapsáno dne: 17.5.2018 16:36 Zapsal: Verbík Petr

Vyjádření údržby

Souhlasím Nesouhlasím

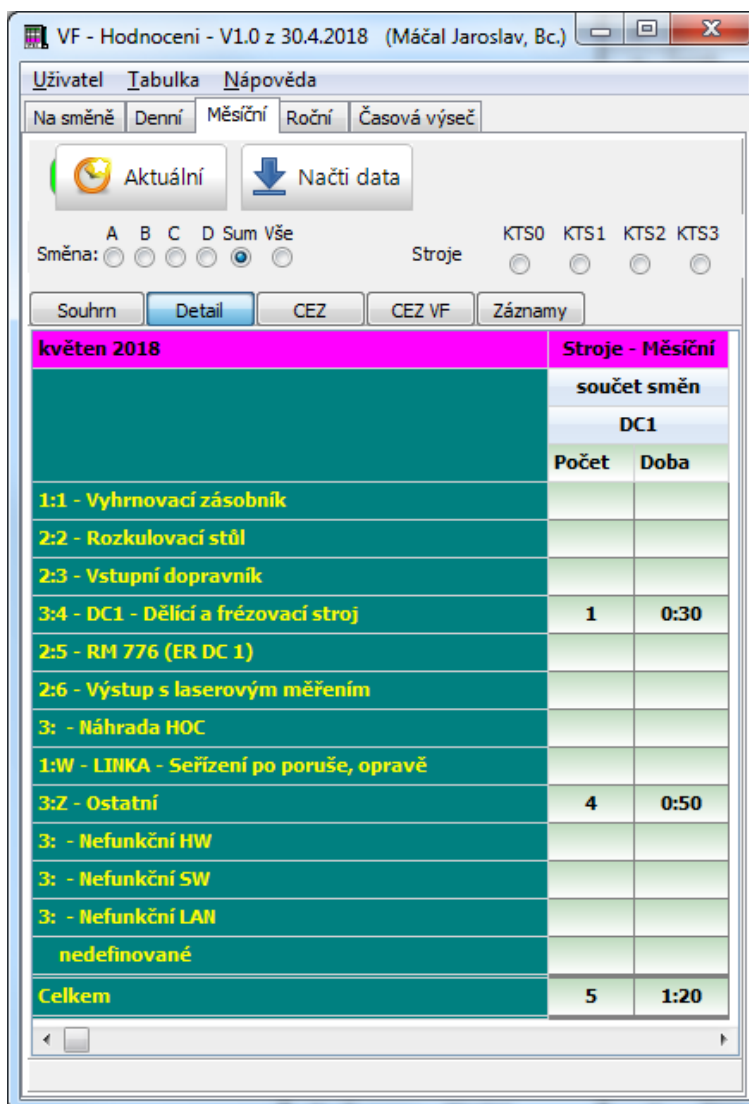
Vyjádření ze dne: Vyjádřil se:

OK <- Rozděli -> Storno

Obr. 109 ELVIS – VF Hodnocení – Zadávání prostožů

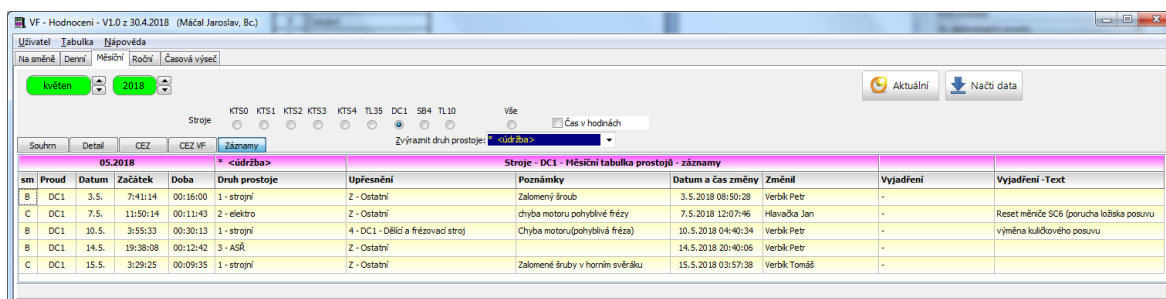
V hlavním dialogu aplikace VF Hodnocení (Obr. 108) je pět karet pro zobrazení prostožů za vybrané období (Na směně, Denní, Měsíční, Roční, Časová výseč). Dále pro každé z uvedených lze zobrazit další pohledy v podobě Souhrnu, Detailu, CEZ, CEZ VF a Záznamů. V pohledu Detail (Obr. 110) je zobrazeno za celý měsíc květen počet prostožů s jejich dobou trvání k jednotlivým částem Dělicího centra za Údržbu. Z tohoto pohledu je

možno stanovit nejslabší místo zařízení, tzn. místo na kterém vzniká porucha nejčastěji nebo s nejdelší dobou trvání.



Obr. 110 ELVIS – VF Hodnocení – Detail „Údržba“

Záznamy (Obr. 111) – Podrobný seznam prostojů včetně jejich kategorizace. V denním pohledu jsou zobrazena data za celý vybraný den.



Obr. 111 ELVIS – VF Hodnocení – Záznamy „Údržba“

CEZ VF (Obr. 112) – Jde o pohled, který na základě definovaných druhů prostoje včetně jejich upřesnění poskytuje informaci o celkové efektivitě zařízení Dělicího centra dle níže uvedených výpočtů. V dialogu je zobrazena CEZ pro Dělicí centrum za měsíc květen 2018, tedy CEZ = 82,5%. Doba je uvedena v hodinách.

květen 2018		Stroje - Měsíční tabulka	
součet směn			
DC1			
	Počet	Doba	Podíl
1 - Teoretický čas(KČ)		494:11	100 %
2 - HPČ (1-5-6)		220:44	44,7 %
3 - ČPČ (2-9-11)		182:06	36,9 %
4 - CEZ (3/2)%			82,5 %
5 - So+Ne+SV	37	273:26	55,3 %
6 - Plan B0			
7 - Neprav	995	18:19	3,7 %
8 - Nedef.			
9 - Prostoje(01234678)	145	28:41	5,8 %
10 - Norma	78	42:28	8,6 %
11 - Preventivní prohlídky	4	9:56	2,0 %
12 - Čistý čas bez normy (3-10)		139:38	28,3 %

Obr. 112 ELVIS – CEZ VF

Pro výpočet CEZ jsou použity níže uvedené vztahy vycházející ze zkušenosti provozu.

$HP\check{C} = \text{Teoretický čas} - (\text{Sobota} + \text{Neděle} + \text{Svátek}) - \text{Plánované běžné opravy}$

$\check{C}P\check{C} = HP\check{C} - \text{Prostoje (01234_678_)} - \text{Preventivní prohlídky}$

$$CEZ = \frac{\check{C}P\check{C}}{HP\check{C}} [\%]$$

$\check{C}\text{istý čas bez normy} = \check{C}P\check{C} - \text{Norma}$

Norma – Jde o platné výkonové normy pro dané technologické zařízení.

7.10 Zhodnocení projektu

Projekt instalace a implementace technologie dělení je zahájen popisem nového procesu výroby servisních tyčí, je definováno procesní schéma technologie, osvětleny strategické důvody nákupu technologie dělení. Následuje popis instalace dělicího centra, potřeby na vybavení výstupní části vlastní online laserovou kontrolou délek s jeho realizací. Také je popsána automatizace, stanovení pravidel, vytvoření mapy prostředků automatizace a vytvoření databloků pro komunikaci mezi Simatic (Level 1) a nadřazenou úrovní (ELVIS). V poslední části je popsána implementace Dělicího centra jako nové technologie do stávajícího výrobně informačního systému ELVIS s popisem jednotlivých aplikací. V samotném závěru je popsán význam sledování celkové efektivity zařízení s dopadem na zvýšení výkonu s provedením jeho nasazení pro nově nainstalované Dělicí centrum.



Obr. 113 Dělicí centrum během výroby

8 VIZE DO BUDOUCNA

Vývoj zastavit nelze, požadavky zákazníků jsou rok od roku přísnější a přísnější, proto je třeba i nadále zdokonalovat již nainstalované technologie jejich případnou automatizací nebo například doplněním o zařízení přinášejícím stávající technologii vylepšení. Nesmíme také zapomenout, že i výrobně informační systém potřebuje inovaci a pokrok. Samotné vylepšení uživatelského prostředí ať už pouze jeho zjednodušením nebo zavedení nových, pro proces potřebných aplikací, přináší firmě zvýšení kvality nebo pružnější reakci na proces výroby. Nedílnou součástí je také zlepšování HW základny, virtualizace serverových technologií z hlediska stability a bezpečnosti, zlepšování spolehlivosti technologických sítí, které tvoří propojení všech technologických celků.

8.1 Instalace zařízení s možností vyřezávání vadných částí tyče

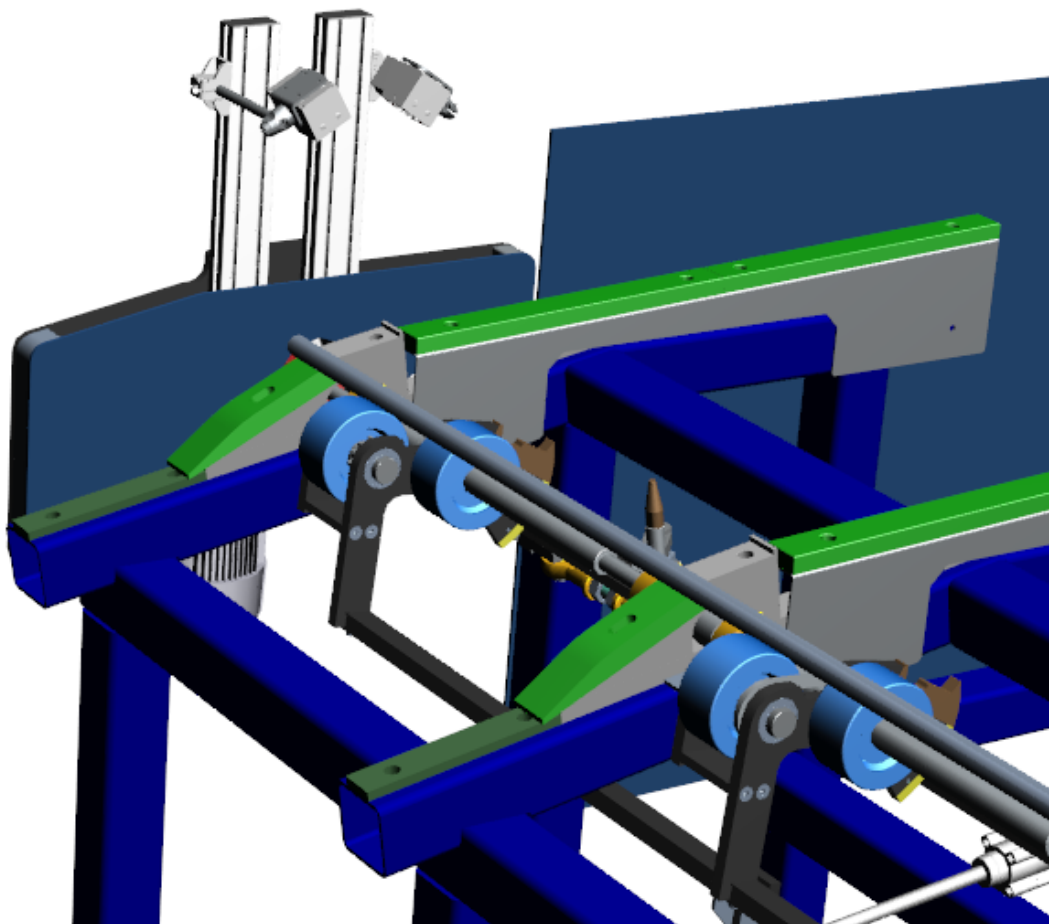
Na provozu VF se pro kontrolu povrchových vad tyčí používá NDT fungující na bázi vířivých proudů. Jde o zařízení společnosti Foerster.

Provozovanou technologií dochází k výhozu vadných tyčí v délce dle vyráběné zakázky (proces PH 5.1 a PH 5.2), což znamená délku v rozmezí 2,5 až 7 metru. Tyto tyče jsou ve více jak 50% vyhozeny z důvodu nalezení pouze jedné jediné vady na tyči.

Na základě maximálního využití tohoto vyhozeného materiálu kontrolou NDT, je možno u zakázek pro Dělicí centrum (proces PH 5.3), tento vyhozený materiál přímo na kontrole NDT značit QR kódem s uložením informace o místě vady. K tomu je třeba doinstalovat u NDT laserové značící zařízení, které označí vadnou tyč QR kódem. Ke QR kódu bude zároveň v nadřazené úrovni uložena informace o místě vady na tyči.

Následně na dělicím centru je třeba doinstalovat čtecí zařízení na přečtení QR kódu z tyče, po jeho přečtení dostane ŘS z nadřazené úrovně přesnou informaci o místě vady na tyči. Poslední krok je na ŘS, který na základě obdržených informací z nadřazené úrovně (délka vstupní tyče, místo vady, finální délka servisní tyče), provede vystřihání vadných částí dle nářezového plánu.

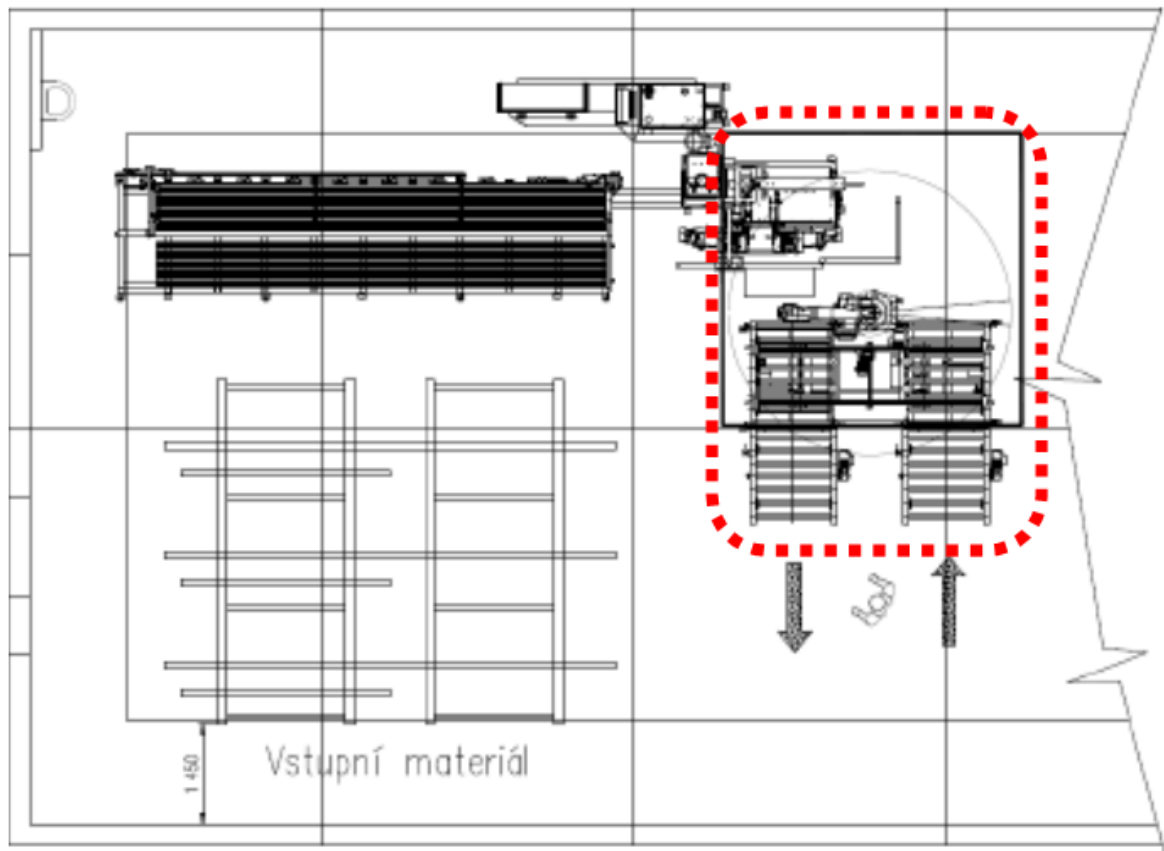
Tímto způsobem bude zhodnocován materiál, který byl předtím vyhazován do šrotu.



Obr. 114 Dělicí centrum – Vstupní část – Vizualizace umístění čtecího zařízení

8.2 Robotizace ukládání tyčí

Jednou z dalších možností automatizace je vybavení stávajícího Dělicího centra robotem, který bude tyče odebírat z upraveného výstupu z dělicího centra a ukládat je do přepravních beden. Vybrané tyče bude schopen vkládat do měřicího přístroje k měření geometrických rozměrů tyčí. V případě potřeby bude vrstvy prokládat papírem. Na výstupu bude navíc instalováno zařízení pro kontrolu sražení všech tyčí. Součástí řešení bude i dopravník pro přísun a odsun přepravních beden bez potřeby zastavení dělicího centra. Zařízení bude schopno ukládat všechny druhy tyčí do různých typů beden podle přednastaveného balicího předpisu.



Obr. 115 Dělicí centrum – Půdorysné umístění ukládání tyčí robotem

8.3 Rozšíření stávajících a implementace nových modulů ELVIS

Na základě úspěšné instalace a implementace technologie dělení do procesu provozu VF – Tažirna oceli je třeba počítat s potřebou neustálé aktualizace – vylepšování již zavedených modulů systému za účelem zefektivnění nejenom každodenní práce ve všech odvětvích výroby, ale také z důvodu neustálé konkurenceschopnosti na trhu.

8.3.1 Statistiky a vyhodnocení

Zde je pole působnosti zcela otevřeno pro budoucí rozvoj systému pro různé vyhodnocení a statistiky. Je třeba správně definovat data pro online sběr dat, na jejichž základě lze provádět analýzu, nebo statistiky pomalu čehokoli.

8.3.2 Tvorba a záloha tzv. Receptisů

Jedním z klíčových řešení pro zkrácení přestaveb je tvorba a ukládání tzv. receptisů technologických zařízení. Jedná se o možnost uložení nastavení stroje. Nastavení je uloženo do tzv. datové věty, která je vztažena k průměru a jakosti finálního výrobku. V budoucnu, kdy je tento výrobek opět nasazen do výroby, operátor pouze vyvolá uložené nastavení stroje a

ten je automaticky přednastaven dle načtených parametrů. Přínosem je vliv na zkrácení přestaveb stroje a snížení výhozu materiálu při nutném seřizování stroje.

8.3.3 VF Hodnocení

Tato aplikace nabízí možná vylepšení, vytvoření detailnějších pohledů a analýz pro zvýšení přesnosti a přehledu o výrobě.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo provedení instalace a implementace technologie dělení do procesu výroby a stávajícího výrobně informačního systému ELVIS, za účelem získání celkového přehledu o výrobě od prvotního zaplánování, přes online sledování výroby, online sběr dat, až po jeho následné využití k další analýze, sledování parametru poruchovosti a celkového využití strojního zařízení CEZ.

V teoretické části je vysvětlena podstata automatizace a s tím spojené robotizace, kdy do popředí vystupují hlavní motivy, kterými jsou zvýšení kvality výroby a produktivity práce při zachování, nebo zvýšení flexibility výroby, dále je vysvětlen pojem podnikový informační systém s vymezením základních pojmů souvisejících s informačními technologiemi.

Praktická část je věnována nejprve představení provozu VF – Tažírna oceli TŽ, a.s., s popisem stávajících výrobních procesů a seznámení s aktuálně probíhajícím projektem rozvoje provozu VF – Tažírna oceli. Následuje popis funkce a parametrů Dělicího centra, které je předmětem samotné instalace a implementace. Je provedena analýza současného stavu, kde je popsána potřeba instalace technologie dělení, je zhodnocena stávající automatizace na provozu VF včetně HW, SW a Technologické sítě. Na základě provedené analýzy, která zvažila veškerá hlediska a problematiky byl schválen projekt instalace a implementace dělicího centra.

Klíčovou kapitolou je kapitola věnující se samotnému projektu instalace a implementace technologie dělení. Nejprve je popsán pro provoz VF nový proces výroby servisních tyčí, je definováno procesní schéma technologie, jsou vysvětleny strategické důvody nákupu technologie dělení, následuje popis instalace dělicího centra, vybavení výstupní části vlastní online laserovou kontrolou délek s popisem prostředků automatizace a stanovení pravidel, je provedeno vytvoření mapy prostředků automatizace a vytvoření databloků pro komunikaci mezi Simatic (Level 1) a nadřazenou úrovní (ELVIS). Dále je v praktické části popsána samotná implementace Dělicího centra jako nové technologie do stávajícího výrobně informačního systému ELVIS s popisem a využitím jednotlivých aplikací. V poslední části je popsán význam sledování celkové efektivity zařízení s dopadem na zvýšení výkonu a jeho další přínosy.

Cíl diplomové práce byl splněn v celém rozsahu, instalace proběhla dle plánu včetně samotné implementace do stávajícího výrobně informačního systému. Na dělicím centru byla zahájena výroba s volnými kapacitními prostředky pro nové zákazníky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Tvrdíková, M.: Aplikace moderních informačních technologií v řízení firmy. ČSSI, Management v informační společnosti, 2009.
- [2] Prostředky automatizace [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/958](https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/958)
- [3] Nejpoužívanější snímače v automatizaci [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=7943&instance=1](https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=7943&instance=1)
- [4] Princip činnosti PLC [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/967](https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/967)
- [5] Cyklus PLC [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Http://plc-automatizace.cz/knihovna/plc/plc-cyklus.htm](http://plc-automatizace.cz/knihovna/plc/plc-cyklus.htm)
- [6] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. PLC a automatizace. Praha: BEN - technická literatura, 2009, ISBN 978-80-86056-58-6
- [7] Programovací jazyky pro PLC [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=3905&docGroup=179&cmd=0&instance=1>
- [8] Dotykové panely v automatizaci [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/?action=2&doc=10500&docGroup=179&cmd=0&instance=1>
- [9] Základní informace o průmyslové sběrnici ProfiBUS - Část I. [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Https://www.foxon.cz/cs/blogs/40-zakladni-informace-o-prumyslove-sbernici-profibus-cast-i.html](https://www.foxon.cz/cs/blogs/40-zakladni-informace-o-prumyslove-sbernici-profibus-cast-i.html)
- [10] ProfiNET [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.profibus.com/technology/profinet/>
- [11] Nákup techniky pro automatizaci: Deset nejčastějších chyb [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/104-nakup-techniky-pro-automatizaci-deset-nejcastejsich-chyb](http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/104-nakup-techniky-pro-automatizaci-deset-nejcastejsich-chyb)
- [12] Řídící systémy SIMATIC [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Http://www.sipor.cz/produkty/automatizacni-systemy/ridici-systemy-simatic](http://www.sipor.cz/produkty/automatizacni-systemy/ridici-systemy-simatic)
- [13] SIMATIC Vizualizace [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Http://www.sipor.cz/produkty/automatizacni-systemy/simatic-vizualizace](http://www.sipor.cz/produkty/automatizacni-systemy/simatic-vizualizace)
- [14] Software pro automatizační systémy [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: [Http://www.sipor.cz/produkty/automatizacni-systemy/software-pro-automatizacni-systemy](http://www.sipor.cz/produkty/automatizacni-systemy/software-pro-automatizacni-systemy)
- [15] Jak postavit informační systém ve výrobním podniku, aby směřoval k Industry 4.0 [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/erp/jak-postavit-informacni-system-ve-vyrobnim-podniku.htm>
- [16] Co je MES - Výrobní informační systém [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/o-projektu/co-mes>
- [17] Postavení MES mezi informačními systémy v průmyslovém podniku [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/107-postaveni-mes-mezi-informacnimi-systemy-v-prumyslovem-podniku>

- [18] MES Systémy ve strojírenství – část 1 [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/131-mes-systemy-ve-strojirenstvi-cast-1>
- [19] MES Systémy ve strojírenství – část 2 [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/139-mes-systemy-ve-strojirenstvi-cast-2>
- [20] MES Systémy ve strojírenství – část 3 [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/152-mes-systemy-ve-strojirenstvi-cast-3>
- [21] OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/133-oee>
- [22] CEZ (OEE) [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/CEZ-OEE.htm>
- [23] STÖHR, Tomáš, 2012. TPM (Total Productive Maintenance). Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech: časopis pro úspěšné manažery. Želečnice: API, 4(1), ISSN 1803-5183.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TŽ	Třinecké Železářny, a.s.
VF	Výroba Ferromoravia
IS	Informační systém
MIS	Management Information System (Manažerský informační systém)
ERP	Enterprise Resource Planning (Podnikový informační systém)
MES	Manufacturing Execution Systems (Výrobní informační systém)
MESA	Manufacturing Execution System Asociation – Asociace MES
ELVIS	ELektronický Výrobně Informační Systém
ASŘ	Automatizovaný Systém Řízení
ŘS	Řídicí Systém
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný automat)
HMI	Human Machine Interface
DB	DataBlock
L1	Level 1 – Úroveň ŘS (Simatic)
L2	Level 2 – Nadřazená úroveň (ELVIS)
IT	Informační Technologie
SW	Software
HW	Hardware
SQL	Zkratka (anglicky Structured Query Language) pro standardizovaný strukturovaný dotazovací jazyk, který je používán pro práci s daty v relačních databázích. SQL je nástupcem jazyku SEQUEL (anglicky Structured English Query Language)
CEZ	Celková Efektivita Zařízení
OEE	Overall Equipment Effectiveness
THP	Technicko Hospodářský Pracovník

KTS	Kombinovaný Tažný Stroj
TS	Tažná Stolice
NDT	NeDestructivní Testování
DC	Dělicí Centrum
ND	Náhradní Díl
VM	Vstupní Materiál
FIFO	First In First Out
SPC	Statistical Process Control (Statistická regulace procesu)

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Informace definovatelná pomocí znalostí a dat [1]</i>	15
<i>Obr. 2 Řízení – Procesní schéma [1]</i>	16
<i>Obr. 3 Senzory – funkce [3]</i>	18
<i>Obr. 4: Cyklická práce PLC [4]</i>	20
<i>Obr. 5: Ruční řízení [4]</i>	20
<i>Obr. 6: Přímé řízení [4]</i>	21
<i>Obr. 7: Zpětnovazební řízení [4]</i>	21
<i>Obr. 8: Čtyřvrstvé uspořádání integrovaného systému výrobního podniku [4]</i>	21
<i>Obr. 9 Ukázka programu pro PLC Mitsubishi [6,7]</i>	23
<i>Obr. 10 Ukázka programu v jazyce LD pro PLC Mitsuishi [6,7]</i>	23
<i>Obr. 11 Ukázka programu pro PLC Siemens [6,7]</i>	24
<i>Obr. 12 Ukázka programu SFC [6,7]</i>	25
<i>Obr. 13 HMI – Dotykové panely [8]</i>	25
<i>Obr. 14 HMI – Ukázka komunikace s PLC [8]</i>	26
<i>Obr. 15 HMI – Ukázka komunikace [8]</i>	26
<i>Obr. 16 Rozšíření Simatic S7-1200 o signální komunikační moduly [12]</i>	31
<i>Obr. 17 Simatic S7-1500 [12]</i>	32
<i>Obr. 18 Simatic S7-300 [12]</i>	32
<i>Obr. 19 Simatic S7-400 [12]</i>	33
<i>Obr. 20 Vizualizace – Basic panely [13]</i>	34
<i>Obr. 21 Vizualizace – Comfort panely [13]</i>	35
<i>Obr. 22 SW STEP 7 Profesional - Ukázka [14]</i>	36
<i>Obr. 23 SW TIA Portal – Ukázka [14]</i>	36
<i>Obr. 24 Hierarchie podnikových systémů [16]</i>	38
<i>Obr. 25 Podnikový systém s MES [18]</i>	39
<i>Obr. 26 Funkční model MES systémů podle MESA [18]</i>	40
<i>Obr. 27 Rozhraní systémů MES [15]</i>	44
<i>Obr. 28 Parametry CEZ [22]</i>	47
<i>Obr. 29 Šest hlavních ztrát na stroji [22]</i>	47
<i>Obr. 30 Základní report z analýzy ztrát [21]</i>	48
<i>Obr. 31 Možnosti vizualizace výsledků OEE [21]</i>	49
<i>Obr. 32 Procesní schéma TŽ</i>	52

<i>Obr. 33 Ukázka výrobního programu</i>	54
<i>Obr. 34 KTS – Tažení (ukázka)</i>	54
<i>Obr. 35 Zařízení pro kontrolu NDT</i>	55
<i>Obr. 36 Povrchová sonda vířivého proudu na povrchu vodivého vzorku</i>	56
<i>Obr. 37 Schéma procesu svitek - tyč</i>	56
<i>Obr. 38 Grafické schéma procesu svitek - tyč</i>	57
<i>Obr. 39 Schéma procesu tyč - tyč</i>	57
<i>Obr. 40 Grafické schéma procesu tyč - tyč</i>	57
<i>Obr. 41 Areál PSM a VF – Jednosměrný provoz</i>	58
<i>Obr. 42 Umístění automatizovaného skladovacího systému a samotný systém</i>	59
<i>Obr. 43 Projektová vizualizace budoucího stavu</i>	60
<i>Obr. 44 Dělicí centrum</i>	61
<i>Obr. 45 Dělicí centrum – Parametry</i>	62
<i>Obr. 46 Dělicí centrum – Půdorys stroje (Layout)</i>	63
<i>Obr. 47 Hala 2 – Prostor pro umístění Dělicího centra</i>	65
<i>Obr. 48 Hierarchie podnikového informačního systému TŽ</i>	68
<i>Obr. 49 Schéma procesu servisních tyčí</i>	70
<i>Obr. 50 Grafické schéma procesu servisních tyčí</i>	71
<i>Obr. 51 Blokové schéma procesu servisních tyčí</i>	71
<i>Obr. 52 Dělicí centrum – Procesní schéma</i>	72
<i>Obr. 53 Dělicí centrum – Layout umístění v Hale 2, včetně VM a Expedice</i>	73
<i>Obr. 54 Dělicí centrum – Výstupní část bez délkového měření tyčí</i>	74
<i>Obr. 55 Výstupní část s online měřením tyčí – Popis</i>	74
<i>Obr. 56 Výstupní část s online měřením tyčí (různé pohledy)</i>	75
<i>Obr. 57 Hala 2 – Expediční část</i>	76
<i>Obr. 58 TŽ – Schéma sítě PLC</i>	78
<i>Obr. 59 Dělicí centrum – Půdorys – Layout umístění prvků automatizace</i>	79
<i>Obr. 60 Dělicí centrum – Výstup – Umístění prvků automatizace</i>	79
<i>Obr. 61 Dělicí centrum – Čelní pohled – Umístění prvků automatizace</i>	80
<i>Obr. 62 Dělicí centrum – Zadní pohled – Umístění prvků automatizace</i>	81
<i>Obr. 63 Dělicí centrum – Hydraulický agregát – Umístění prvků automatizace</i>	82
<i>Obr. 64 Dělicí centrum – Vstupní část – Umístění prvků automatizace</i>	83
<i>Obr. 65 OP – HMI technologie dělení</i>	84
<i>Obr. 66 HW konfigurace včetně doplněného modulu ET</i>	84

<i>Obr. 67 Etalony</i>	85
<i>Obr. 68 HMI – Screen pro kalibraci laserového měření</i>	86
<i>Obr. 69 ELVIS – VF Trať – Ukázka zobrazení důvodu zastavení stroje</i>	89
<i>Obr. 70 ELVIS – Přehled</i>	91
<i>Obr. 71 ELVIS – Přehled – Aplikace</i>	92
<i>Obr. 72 ELVIS – VF Sklady DC</i>	93
<i>Obr. 73 ELVIS – VF Trať – Rozvrh zakázek</i>	94
<i>Obr. 74 ELVIS – VF Trať – Rozvrh zakázek – Zobrazení parametrů zakázky</i>	94
<i>Obr. 75 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje</i>	95
<i>Obr. 76 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Horní část</i>	95
<i>Obr. 77 ELVIS – VF Trať – Detail zakázky</i>	96
<i>Obr. 78 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Průběh posledních třiceti měření</i>	97
<i>Obr. 79 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – RD pro klouzavá rozpětí</i>	97
<i>Obr. 80 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – RD pro individuální rozpětí</i>	98
<i>Obr. 81 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Střední část</i>	98
<i>Obr. 82 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Ostatní vady – Přiřazení vady</i>	99
<i>Obr. 83 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Ostatní vady – Informace o všech vadách</i>	99
<i>Obr. 84 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Materiál na vstupním skladě</i>	99
<i>Obr. 85 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Směnový pohled vyrobených kusů</i>	100
<i>Obr. 86 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Směnový pohled vyrobených kusů</i>	100
<i>Obr. 87 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Nastavení</i>	101
<i>Obr. 88 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Evidence nástrojů</i>	101
<i>Obr. 89 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Ruční měření</i>	102
<i>Obr. 90 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Vložení parametrů z ručního měření</i>	102
<i>Obr. 91 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Tiskárna</i>	103
<i>Obr. 92 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Prostoj, Operátoři na směně</i>	103
<i>Obr. 93 ELVIS – VF Trať – Přehled všech strojů</i>	104
<i>Obr. 94 ELVIS – VF Trať – Mapa stroje – Tiskárna</i>	104
<i>Obr. 95 ELVIS – VF Expedice</i>	105
<i>Obr. 96 ELVIS – VF Pracoviště</i>	105
<i>Obr. 97 ELVIS – VF Info – Směnové hlášení</i>	106
<i>Obr. 98 ELVIS – VF Info – Směnové hlášení – Horní třetina</i>	107
<i>Obr. 99 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Online naměřené délky (data)</i>	107
<i>Obr. 100 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Naměřené délky a nastavení stroje</i>	108

<i>Obr. 101 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Histogram online měření</i>	108
<i>Obr. 102 ELVIS – VF Info – Kniha měření – Online naměřené délky (kusy)</i>	109
<i>Obr. 103 ELVIS – VF Info – Kniha měření - Statistiky</i>	110
<i>Obr. 104 ELVIS – VF Evidence nástrojů.....</i>	110
<i>Obr. 105 ELVIS – VF Evidence Technického Stavů Zařízení.....</i>	111
<i>Obr. 106 ELVIS – VF Evidence Technického Stavů Zařízení - Prevence</i>	111
<i>Obr. 107 ELVIS – VF Trať – Přiřazení funkce</i>	112
<i>Obr. 108 ELVIS – VF Hodnocení – Pohled na směnu.....</i>	113
<i>Obr. 109 ELVIS – VF Hodnocení – Zadávání prostojů.....</i>	115
<i>Obr. 110 ELVIS – VF Hodnocení – Detail „Údržba“</i>	116
<i>Obr. 111 ELVIS – VF Hodnocení – Záznamy „Údržba“</i>	116
<i>Obr. 112 ELVIS – CEZ VF</i>	117
<i>Obr. 113 Dělicí centrum během výroby.....</i>	118
<i>Obr. 114 Dělicí centrum – Vstupní část – Vizualizace umístění čtecího zařízení</i>	120
<i>Obr. 115 Dělicí centrum – Půdorysné umístění ukládání tyčí robotem</i>	121

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 ProfiNET a ProfiBUS – Základní vlastnosti.....</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 2 Provoz VF – Tažírna oceli – Výrobní program</i>	<i>53</i>
<i>Tab. 3 Datablok DB18 – Data z PLC (Level 1) do nadřazené úrovně (Level 2).....</i>	<i>87</i>
<i>Tab. 4 Datablok DB21 – Data z nadřazené úrovně (Level 2) do PLC (Level 1).....</i>	<i>88</i>
<i>Tab. 5 Dělicí centrum – Definice uživatelů pro přihlášení.....</i>	<i>112</i>
<i>Tab. 6 Druh prostoje.....</i>	<i>114</i>
<i>Tab. 7 Druh prostoje s upřesněním (ukázka).....</i>	<i>114</i>