

Využitie RFID technológie pri optimalizácii výrobného procesu

The Use of RFID Technologies in Industry for Making Production
Processes More Effective

Bc. Peter Gorta

Diplomová práca
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Peter Gorta**
Osobní číslo: **A11480**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Využití RFID technologie v průmyslu pro zefektivnění procesu výroby**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Provedte analýzu současného stavu procesu výroby ve sledované firmě. Sesbírejte prvotní informace od výrobních mistrů, pracovníků na jednotlivých pracovištích a administrativních pracovníků vytvářejících výrobní plány.
3. Na základě analýzy navrhnete řešení pomocí aplikace RFID technologie (vhodný hardware a logiku software) pro zefektivnění práce s produktem. Pozornost věnujte především snížení chybovosti ve výrobě vznikající lidským faktorem, dosledovatelnosti historických informací, na urychlení procesu výroby, na zefektivnění práce při vytváření výrobních plánů atd..
4. Implementujte a otestujte navržená řešení v reálném prostředí.
5. Provedte nový sběr dat, na základě kterých srovnáte výsledky se současným stavem.
6. Zhodnoťte navržená řešení a interpretujte výsledky.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. SHEPARD, Steven. RFID: radio frequency identification. New York: McGraw-Hill, 2005, xvi, 256 p. ISBN 00-714-4299-5.
2. V. DANIEL Hunt, V. ALBERT Puglia, M. Puglia,. RFID a guide to radio frequency identification. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience, 2007. ISBN 978-047-0112-243.
3. ROUSSOS, George. Networked RFID systems, software and services. Online-Ausg. London: Springer, 2008. ISBN 978-184-8001-534.
4. RFID Net. The RFID Network [online]. 2002 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: <http://www.rfid.net/>.
5. BARTECH SLOVAKIA. BARTECH solutions [online]. 2013 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: <http://bartech.sk>.
6. GS1 Slovakia – čiarový kód EAN Slovensku. GS1 Slovakia [online]. 2012 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: <http://www.gs1sk.org/>.
7. FRID Journal – RFID (Radio Frequency Identification) Technology News & Features. RFID Journal LLC. [online]. 2002 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/>.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Bronislav Chramcov, Ph.D.

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

22. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

22. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce je navrhnúť systém pre zefektívnenie a sledovanie výrobného procesu vo firme Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. Tento systém by mal eliminovať chyby vzniknuté ľudským faktorom, znížiť čas potrebný na vyrobenie jedného kusu a poskytnúť reálne štatistiky nazbieraných dát. Práca je rozdelená na dve časti - teoretickú a praktickú. Teoretická časť obsahuje prehľad o princípe RFID a prípady využitia v priemysle. V praktickej časti sa venujem dôkladnej analýze súčasného stavu, na základe ktorej navrhujem riešenie pre jednotlivé pracoviská. Posledná kapitola tejto práce je venovaná porovnávaniu výroby pred a po nasadení systému.

Kľúčové slová: RFID, identifikátor, systém, etiketa, Middleware, čítačka, Sembox, pracovisko, prehrávač, Blu-Ray

ABSTRACT

The main goal of my diploma thesis is to project a system which does increase efficiency and tracks manufacturing process of the company Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. This system should completely eliminate possible errors evoked by a human factor, lowers time required for a creation of one piece of product and also provides substantive statistics of collected data. This project is split into two parts – theoretical part and practical part. Theoretical part contains a summary of so called RFID principal and demonstrates its usage in IT industry. In practical part I do address a precise analysis of current internal state of company based on which I propose various solutions for an individual departments. In the last chapter of this thesis I compare manufacturing performance outcome before and after my system has been applied into manufacturing process.

Keywords: RFID, identifier, system, label, Middleware, reader, Sembox, work place, player, Blu-ray

Ďakujem vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Bc. Bronislavovi Chramcovovi, Ph.D. za pripomienky, odborné vedenie a cenné rady, ktoré mi počas tvorby práce poskytol.

PodĎakovanie taktiež patrí Ing. Františkovi Fečkemu zo spoločnosti Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. a Ing. Stanislavovi Nikodémovi zo spoločnosti BARTECH, s.r.o., ktorí so mnou ochotne spolupracovali, poskytovali mi všetky potrebné informácie a odborné rady.

Veľká vďaka taktiež patrí rodine, priateľom a môjmu nadriadenému Ing. Pavlovi Lopraisovi za trpezlivosť a prispôsobenie pracovných podmienok.

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;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 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 odst. 2 a 3 autorského zákona 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.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ROZBOR PROBLEMATIKY	12
1.1 RFID TECHNOLOGIA	12
1.2 KOMPONENTY SYSTÉMU.....	12
1.3 RÁDIOFREKVENČNÉ SPEKTRUM.....	14
1.3.1 Šírka pásma a frekvencia	14
1.4 VYUŽITIE KANÁLOV	15
1.5 OVPLYVNIENIE KVALITY RÁDIOVÉHO SIGNÁLU	16
1.5.1 Intenzita Signálu.....	16
1.5.2 Polarizácia	16
1.5.3 Vplyv polarizácie na výkon	17
1.6 SPÔSOBY RFID KOMUNIKÁCIE.....	17
1.6.1 Komunikácia prostredníctvom priamej väzby	17
1.6.2 Komunikácia cez spätný odraz.....	18
1.7 RÁDIOVÉ VLNY	18
1.7.1 Vplyvy na šírenie rádiových vln	18
1.8 PRINCÍP KOMUNIKÁCIE RFID SYSTÉMU.....	19
1.9 RFID IDENTIFIKÁTORY	19
1.9.1 EPC kód (Elektronický produktový kód).....	20
1.9.2 TID kód (Identifikačný kód tagu)	20
1.10 MIDDLEWARE.....	21
1.10.1 Zber údajov	21
1.10.2 Smerovanie nazberaných údajov.....	21
1.10.3 Riadenie výrobného procesu	21
1.10.4 Nástroj na správu RFID čítačiek	22
1.11 xTRACE STUDIO.....	22
2 PRÍPADY VYUŽITIA V PRIEMYSE	24
2.1 NÁVRH RIEŠENIA	24
2.2 REALIZÁCIA RIEŠENIA	25
2.2.1 Pracovisko POKA YOKE	25
2.2.2 Pracovisko EXPEDÍCIA	26
2.3 DODÁVKA RIEŠENIA A ZAPRACOVANIE.....	27
2.3.1 Pohľad zákazníka na riešenie po troch mesiacoch používania v ostrej prevádzke	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
3 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VÝROBY	29
3.1 ŠPECIFIKOVANIE POŽIADAVIEK	30
3.1.1 Dosledovosť	30
3.1.2 Kontrola kvality	30
3.1.3 Vyťaženosť pracovných síl	31
3.1.4 Riadenie výroby	31

3.1.5	Upozornenia	32
3.1.6	Monitorovanie výroby	33
3.1.7	Bezkontaktný zber informácií	34
3.1.8	Tlač RFID etikiet	35
3.1.9	RFID nosiče	35
3.1.10	Komunikácia medzi serverom a jednotlivými pracoviskami	36
4	NÁVRH RIEŠENIA	38
4.1	VYTYPOVANIE HARDVÉRU	38
4.1.1	RFID čítačky	38
4.1.1.1	Motorola FX9500	38
4.1.1.2	IdTronic desktop reader EVO UHF	38
4.1.1.3	GAO RFID standalone Reader 236007	39
4.1.2	RFID Antény	40
4.1.2.1	Motorola AN480	40
4.1.3	RFID tlačiarne	41
4.1.3.1	Datamax H-class 4310X RFID Mark 2	41
4.1.4	SEMBOX	41
4.1.5	RFID identifikátory	42
4.1.5.1	Označenie setu	43
4.1.5.2	Označenie plošných dosiek	43
4.1.5.3	Označenie Blu-Ray mechanik a HDD	44
4.1.5.4	Označenie Front panelu	44
4.1.5.5	Označenie Prehrávača	45
4.1.5.6	Označenie škatule a príslušenstva	45
4.1.5.7	Označovanie vozíkov	46
4.1.6	Priemyselný počítač IEC Stabil PRO	47
4.1.7	Priemyselný dotykový monitor ELO 1515L APR	48
4.2	VŠEOBECNÝ NÁVRH	48
4.3	NÁVRH FUNKČNOSTI PRACOVÍSK	49
4.3.1	Pracovisko ASSEMBLY	49
4.3.2	Pracovisko UPDATE	53
4.3.3	Pracovisko INSPECTION CELL	54
4.3.4	Pracovisko CASING	55
4.3.5	Pracovisko VDE TESTER	57
4.3.6	Pracovisko VISUAL CHECK	59
4.3.7	Pracovisko PACKING	60
4.3.8	Pracovisko WEIGHT	62
4.3.9	Pracovisko PALLETING	63
4.3.10	Pracovisko REWORK	64
4.3.11	PEACEMAKER	66
4.3.12	Prihlasovanie operátorov	67
5	POROVNANIE PRED A PO NASADENIE RFID TECHNOLOGIE DO VÝROBY	68

5.1	SKVALITNENIE PREHLADU O VÝROBE.....	69
5.2	ZNÍŽENIE CHYBOVOSTI PRI VÝROBE	69
5.3	ÚSPORA ČASU PRI VÝROBE JEDNÉHO KUSU.....	70
5.4	ŠTATISTIKY VÝROBNÝCH PROCESOV	70
5.5	ODSTRÁNENIE PAPIEROVEJ DOKUMENTÁCIE	71
5.6	DOHLADANIE VŠETKÝCH INFORMÁCIÍ O JEDNOTLIVÝCH PRODUKTOCH.....	71
5.7	ZLEPŠENIE KOMUNIKÁCIE SO SKLADOM	72
ZÁVER		73
ZÁVER V ANGLIČTINE.....		74
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		75
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....		77
ZOZNAM OBRÁZKOV		79
ZOZNAM TABULIEK		81
ZOZNAM PRÍLOH.....		82

ÚVOD

Rádio frekvenčná identifikácia (RFID) je rýchlo sa vyvíjajúca bezkontaktná technológia s dlhou históriou. Prvé funkčné RFID riešenie s dosahom niekoľkých centimetrov bolo zaznamenané v roku 1970. O veľký prevrat pre túto technológiu sa postarali v rokoch 1990 inžinieri spoločnosti IBM, ktorí vyvinuli ultravysokú frekvenciu známu ako UHF. UHF poskytovala rýchly prenos dát a variabilitu vo vzdialenostiach, ktoré v niektorých prípadoch dosahovali až niekoľko metrov. Na konci 90-tych rokov sa IBM dostala do finančných problémov a patent predala spoločnosti Intermec, vtedy lídrovi poskytujúcemu riešenie v oblasti identifikácie pomocou čiarových kódov. Intermec postupom času implementoval túto technológiu do svojich riešení, no z dôvodov markantného zvýšenia cien sa táto technológia neimplementovala. Postupom času sa o riešenie začali zaujímať spoločnosti UCC a EAN, ktoré založili Auto-ID Center, kde sa pod vedením dvoch vedcov podarilo minimalizovať náklady na výrobu UHF RFID identifikátorov.

Cieľom práce je navrhnúť a implementovať systém na zefektívnenie výrobného procesu v spoločnosti Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. Zámerom je využiť UHF RFID technológiu pre variabilnosť riešenia. Z dôvodu výroby viacerých typov produktov budú identifikátory vždy na inom mieste.

V teoretickej časti práce sa zaoberám princípom využitia RFID UHF technológie v praxi. Obsahuje dve kapitoly. V prvej sa venujem spomínanej problematike tak, aby bola čitateľovi jasná funkčnosť a využiteľnosť tejto technológie. Tiež sú tu spomenuté možné riziká spojené s používaním tejto technológie. A tiež možnosti ich eliminácie prípadné vylepšenie. V ďalšej kapitole spomínam dve riešenia pre zákazníka, ktoré boli nasadené v minulom roku pre spoločnosť Johnson Controls Lučenec s.r.o.

Druhá časť práce sa zaoberá tvorbou programového vybavenia. Navrhujem logiku jednotlivých pracovísk a vysvetľujem, prečo som zvolil použitý hardvér. Posledná kapitola je venovaná porovnaniu riešení. Po nasadení do riadnej prevádzky sme výsledky porovnali v týždňových intervaloch. Pri porovnaní sme mali k dispozícii staré a nové požiadavky na výrobu, z ktorých sme dedukovali, či sa výroba zrýchlila, alebo či sa obmedzili procesné chyby vzniknuté ľudským faktorom. Výsledky sme konzultovali s kompetentnými osobami ako vo výrobe, tak aj v administratíve.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROZBOR PROBLEMATIKY

1.1 RFID technológia

RFID alebo rádiová identifikácia z angličtiny Radio Frequency Identification je jednou z foriem automatickej identifikácie a zachytávania údajov. Táto technológia využíva magnetické alebo elektrické polia využívajúce rádiové frekvencie na prenos alfanumerických znakov. RFID systém môžeme použiť na zber dát v rámci automatickej identifikácie pri množstve typov aplikácií. Existuje veľa spôsobov označenia výrobkov akými sú napríklad tovar, zvieratá alebo aj ľudia. Objekty označené uvedeným identifikátorom obsahujú jedinečný identifikátor, prostredníctvom ktorého môžu uchovávať informácie o danom objekte.

RFID môžeme nazvať alternatívou k čiarovým kódom. V porovnaní s čiarovými kódmi ponúka RFID technológia rýchlosť pri dekódovaní a širšie využitie pre automatizáciu v priemysle. [4]

1.2 Komponenty systému

Identifikačné procesy, ktoré využívajú technológie automatickej identifikácie sú podstatne spoľahlivejšie, rýchlejšie a často lacnejšie ako tie, ktoré nie sú automatizované. Najbežnejším typom technológie AIDC je technológia čiarového kódu, ktorá používa optický snímač na čítanie príslušných etikiet. Pojem automatická identifikácia sa chápe ako:

- prostriedky na identifikáciu istého druhu tovaru pomocou prístroja a automatické vkladanie údajov do počítača
- technológie využívané v procese výroby, v distribúcii a obchode
- v doprave a ďalších odvetviach na zisťovanie totožnosti výrobkov a z nich vytvorených manipulačných a prepravných jednotiek paliet, kontajnerov alebo dopravných prostriedkov s priamou väzbou na technológie prenosu a nadväznú spracovanie získaných informácií v podnikových systémoch

V súčasnosti sú najviac rozšírené prostriedky a technológie čiarového kódu. Ide o optické rozlišovanie znakov OCR, rádiové systémy (RF), rozlišovanie znakov s magnetickým atramentom MICR atď. [4]

Rádiofrekvenčná identifikácia (RFID) sa vyvinula ako spôsob poskytovania všetkých výhod vizuálneho skenovania systému, a tak prekonáva obmedzenia iných technológií automatickej identifikácie (AIDC). Rádiové frekvencie (RF) predstavujú elektromagnetické vlnenie v rozsahu 10 kHz až 10 GHz. Elektronická identifikácia (ID) spočíva v prenose dátových správ z objektu, ktoré budú identifikované systémom správy dát. RFID systémy využívajú rádiové frekvencie na prenos údajov medzi položkami, ktoré majú byť monitorované s možnosťou čítania alebo zápisu týchto informácií. Všeobecne platí, že RFID systémy sa skladajú z týchto komponentov:

- identifikátory
- antény
- čítačky
- nadradený systém (počítač)

RFID systémy môžu zahŕňať aj tlačiareň, ktorá umožňuje tlačiť etikety s čiarovým kódom a zapísať do programovateľného RFID identifikátora (tzv. smart label, ktorý obsahuje rádiofrekvenčný identifikátor) požadovanú informáciu, korešpondenciu s čiarovým kódom. Čítačka (môže byť v rôznych vyhotoveniach, napr. vo forme ručných zariadení, rámu alebo namontovaná na pásové dopravníky) komunikuje so značkou (RFID štítkom, identifikátorom) a nadradeným systémom prostredníctvom rádiokomunikačného kanála s vlastným programovým vybavením (middlewareu). Aby komunikácia medzi čítačkou a identifikátorom bola funkčná, musí byť nastavená rovnaká frekvencia a identifikátor musí byť v dosahu antény.

V súčasnosti sa hovorí, že jedného dňa RFID systém kompletne nahradí čiarový kód, no bohužiaľ to nie je pravda. Je to len alternatívna technológia, ktorá má v porovnaní s čiarovým kódom niekoľko výhod, zároveň však aj obmedzenia. Kombináciou týchto dvoch technológií je možné získať ideálne riešenie do akéhokoľvek priemyslu. Výhody RFID technológie v porovnaní s čiarovými alebo 2D kódmi:

- bezkontaktný zber, poloha nemusí byť fixne určená
- väčšia kapacita pre vloženie informácií
- editácia existujúcich dát v nosiči
- čitateľnosť bez priamej viditeľnosti

- niekoľko násobné čítanie viacerých identifikátorov v jednom časovom cykle
- zaisťuje nesporne väčšiu bezpečnosť v porovnaní s čiarovým kódom
- niekoľko násobná rýchlosť čítania
- eliminuje nepriaznivé ľudské faktory pri ručnom vyplňovaní formulárov
- zvyšuje dostupnosť informácií a lokalizáciu [2]

1.3 Rádiofrekvenčné spektrum

Vládne regulačné orgány vydali niekoľko vyhlášok a zákonov, ktorými sa musí rádiofrekvenčné spektrum podriaďovať. V každom regióne alebo krajine sa musia dodržiavať striktné pravidlá, ktoré uvádzajú ako môžeme vlastnosti využiť.

- šírka pásma a frekvencia
- kanál
- výkon
- pracovný cyklus [5]

1.3.1 Šírka pásma a frekvencia

Všetky RFID systémy musia fungovať v rámci národných a medzi národných zákonov a regulačných usmernení. RFID systémy môžu byť klasifikované podľa pásma, v ktorom sú spúšťané. Typ frekvenčného pásma si vieme vyhľadať podľa krajiny.

Nízkofrekvenčné LF - 10 až 500 kHz systém s blízkym dosahom s použitím modulovaného spätného rozptylu s indukčnou väzbou. V tomto frekvenčnom rozsahu dosiahneme minimálne množstvo dát pri nízkych rýchlostiach a krátkych čítacích vzdialenostiach a vyžadujú veľké identifikátore. Táto technológia nie je použiteľná pre riešenie, pri ktorom je potrebná priepustnosť cez kov. Dobré však preniká cez iné materiály ako je tkanivo, voda alebo drevo. Často sa využíva pri chove zvierat alebo ako súčasťou dochádzkového systému.

Vysokofrekvenčná HF - 10 až 15 MHz systém s blízkym dosahom s použitím modulovaného spätného rozptylu s indukčnou väzbou. V porovnaní s LF systémom sa veľmi nelíšia, avšak cena identifikátora je o niečo prívetivejšia. Dokážu tiež čítať identifikátory s mierne väčšou vzdialenosťou s dosahom cca 0,5 m. Neprenikajú dobre cez

kov ale dobre cez tkanivo a vodu. Zväčša sa používajú ako čipové karty alebo v skladoch na označenie pozícií.

Ultravysokofrekvenčné UHF - 860 do 960 MHz systém so vzdialeným dosahom a s použitím modulovaného spätného rozptylu, kapacitnou väzbou alebo aktívnymi identifikátormi. Oproti HF umožňujú čítanie v oveľa väčšom rozsahu aj napriek menšej anténe. Sú ideálne pri čítaní veľkého množstva dát pri vysokých rýchlostiach. Vzdialenosť sa môže pohybovať od 1 m až do 10 m. Naopak ako u predchádzajúcich systémov nie sú efektívne v prostredí, v ktorom sa nachádza veľa tkaniva alebo vody. Perfektne sa však uplatňujú pri aplikáciách s kovmi. Tento systém sa najčastejšie využíva pre sledovanie vo výrobných, logistiku alebo správu majetku.

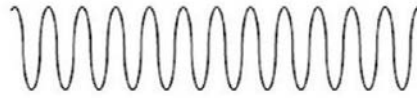
Mikrovlnné MW - 2,4 až 5,0 GHz systém so vzdialeným dosahom s použitím modulovaného spätného rozptylu, kapacitnou väzbou a aktívnymi identifikátormi. Mikrovlnné systémy majú dlhší dosah ako LF alebo HF systémy, ale niekoľko násobne menší ako IHF systémy. Disponuje dosahom cca 1 m, avšak čítací dosah nie je hlavným kritériom, toto pásmo má k dispozícii viac kanálov na frekvenčné skoky.

Každé z uvedených pásiem má svoje výhody no zároveň i nevýhody, ktoré treba brať do úvahy pri navrhovaní RFID systému. Napríklad v oblasti čítania platí všeobecné pravidlo. Pre LF a HF systémy platí, že pri vyššej frekvencii a kratšej vlnovej dĺžke dosiahneme väčší čítací dosah. U UHF a mikrovlnných systémov platí presný opak, čiže kratší čítací dosah. [5]

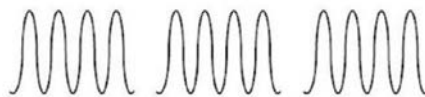
1.4 Využitie kanálov

Všetky RFID systémy musia fungovať v rámci národných a medzinárodných zákonov a regulačných usmernení týkajúcich sa úrovne výkonu a pracovného cyklu. Sila (úroveň) je definovaná ako maximálny výkon (W) povolený na EIRP. EIRP je zdanlivý výkon odovzdaný anténam za predpokladu, že signál je vyžarovaný rovnomerne vo všetkých smeroch. V USA môžu RFID zariadenia vyžarovať iba maximálny výkon 4 W. V Európe je maximálny výstupný výkon 0,5 W alebo 2 W, v závislosti od frekvencie. Pracovný cyklus (Duty Cycle) je definovaný ako percento času zariadenia RFID, počas ktorého generuje výstupný výkon. Napríklad v Európe môže na frekvencii 869 MHz každá čítačka vyžarovať maximálne 0,5 W na 10 % pracovného cyklu za hodinu. To znamená, že môže prenášať iba počas šiestich minút za každú hodinu.

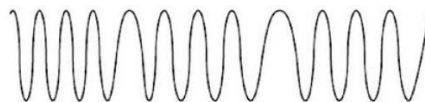
Prostřednictvím antény sa do prostredia vysiela rádiový signál, pomocou ktorého medzi sebou komunikujú čítačky a aktívne identifikátory. Rádiové signály sú odosielané ako vlnenie a v RFID systémoch sa využívajú tri najčastejšie typy. [8]



Obr. 1. Kontinuálne vlnenie



Obr. 2. Impulzivné vlnenie



Obr. 3. Rozprestreté frekvenčné spektru

1.5 Oplyvnenie kvality rádiového signálu

Faktory, ktoré obmedzujú vzdialenosť, rýchlosť alebo kvalitu aplikácií riešených pomocou RFID technológie sú celková intenzita signálu, šum v signáli alebo ďalšie nežiadúce signály.

1.5.1 Intenzita Signálu

Celková intenzita signálu môže byť ovplyvňovaná niekoľkými faktormi. Najčastejšie sa hovorí o ziskoch antény, intenzite poľa a hustote energie. Zisk antény je pomer signálu, spravidla vyjadrený v dB, získaný alebo prenášaný v porovnaní s izotropnou anténou. Zisk môžeme dosiahnuť len s pomocou smerovej antény, pretože výkon je lepší v jednom smere ako vo viacerých. Intenzita poľa sa zvyčajne vyjadruje vo voltoch na meter (V/m), je to sila poľa a meria sa v určitej vzdialenosti od antény. Hustota energie je množstvo energie vyžarujúcej anténou na jednotku plochy. Meria sa vo wattoch na meter štvorcový (W/m²). [5]

1.5.2 Polarizácia

Polarizácia je smer priečného vlnenia. Ako je napríklad elektromagnetické vlnenie, ktoré sa odkazuje na smer kmitočtov v rovine kolmej na smer, v ktorom sa vlna šíri. RFID

anténa emituje elektromagnetické vlny do priestoru. Poznáme dva typy antén, ktoré sa delia podľa polarizácie:

- lineárne antény – existujú dva druhy, jedny vysielajú vlny paralelne so zemským povrchom a druhé, ktoré vysielajú vlny vertikálne kolmo na zemský povrch.
- kruhové antény – šíria sa okolo svojej osi. [5]

1.5.3 Vplyv polarizácie na výkon

Čitateľnosť identifikátora závisí od polarizácie antény a uhla. Pre maximálne využitie energie by mali mať antény čítačiek a identifikátorov veľmi podobnú polarizáciu, najlepšie rovnakú. V prípade, že by sme použili horizontálne polarizovanú anténu a vertikálne polarizovanú anténu, prenos energie by bol minimálny, až nepoužiteľný. U kruhovo polarizovaných antén nezáleží typ polarizovaného smeru, keďže obsahuje obe zložky z lineárnej polarizácie, vertikálnu aj horizontálnu. [5]

1.6 Spôsobý RFID komunikácie

V podstate ide o prenos informácií z jedného miesta na druhé pomocou energie. Existujú dva hlavné spôsoby alebo techniky RFID komunikácie medzi čítačkou a identifikátorom, sú to:

- komunikácia prostredníctvom priamej väzby
- komunikácia cez spätný odraz [7]

1.6.1 Komunikácia prostredníctvom priamej väzby

Priama väzba je vo všeobecnosti presun energie z jedného média, do iného podobného média. Existuje niekoľko typov väzby. Medzi najdôležitejšie patria: elektromagnetická väzba, elektrostatická väzba, indukčná väzba. Sila prenosu energie medzi dvoma cievkami závisí od parametrov:

- vzdialenosť medzi cievkami
- prevádzková frekvencia
- vzájomný uhol medzi cievkami
- rozsah frekvencie systému

1.6.2 Komunikácia cez spätný odraz

Je proces snímania energie obsahujúce dáta, ktoré sa šíria späť k anténe, z ktorej vysielanie vychádza. Tento spôsob komunikácie sa využíva na dlhšie vzdialenosti. Využíva komunikáciu pomocou ultravysokých frekvencií alebo mikrovlnných frekvencií. Čítačka posiela informácie formou elektromagnetického vlnenia na určitej frekvencii, identifikátor prijme vlnenie, do ktorého zašifruje informácie a vracia ho späť k zdroju šírenia. Na prvý pohľad sa môže zdať návrh RFID riešenia ako triviálna záležitosť, treba však brať do úvahy požiadavky na výkon, ktoré sú pre každú aplikáciu špecifické. [7]

1.7 Rádiové vlny

Rádiové vlny sa správajú rovnako ako vodné vlny. Ak sa dostane do prostredia šírenia nejaká prekážka, vlna sa môže odraziť alebo ohnúť. V niektorých prípadoch interferovať.

1.7.1 Vplyvy na šírenie rádiových vln

Vplyv na šírenie rádiových vln z vysielateľa k prijímateľom je najdôležitejšou problematikou, ktorej treba venovať dostatočnú pozornosť pri návrhu RFID systému. Medzi najdôležitejšie faktory patria:

Pohlcovanie alebo absorpcia – nastáva ak má vlnenie má ako prekážku objekt kvapalného alebo pevného skupenstva. V závislosti od frekvencie a materiálu objektu, sa absorbuje časť energie.

Útlm – je jav, ktorý nastáva počas šírenia od antény k identifikátoru. V tejto vzdialenosti nastane z nejakého dôvodu pokles amplitúdy.

Ohyb – vzniká v prípadoch, keď sa vlnenie snaží šíriť medzi úzkou štrbinou alebo narazí na ostrú hranu.

Straty – strata intenzity je typická pre voľné priestory, kde sa nenachádza žiadny materiál, ktorý by bránil šíreniu rádiových vln.

Rušenie – je interakcia medzi dvomi rádiovými vlnami. Vlny z pravidla reagujú na ostatné vlny, ktoré sa môžu nachádzať v priestore šírenia.

Lom – je zmena smeru šírenia medzi dvomi médiami, ale vlna sa nedostane k prijímateľom, tzn. stratu nosnej vlny.

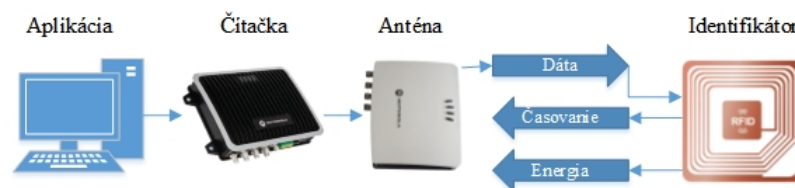
Rozptyl – je schopnosť vlnu absorbovať a znovu ju vyžiariť druhým smerom, vo väčšine prípadoch vedie k rozptýleniu vlny v priestore.

Odraz – je náhla zmena smeru šírenia medzi anténou vysielajúcou a anténou prijímačom tak, že sa vlna vracia. Kovy sú pre odraz typickým príkladom. [6]

1.8 Princíp komunikácie RFID Systému

Každý RFID systém je z dvoch základných prvkov, RFID čítačky a identifikátory. Tieto prvky medzi sebou komunikujú obojsmerne a na vopred definovanom frekvenčnom rozsahu. Každý z nich obsahuje väzbový prvok a obvody schopné modulácie a demodulácie. Anténa vysielá elektromagnetický signál, ktorý aktivuje identifikátor pre zápis alebo čítanie. Ako prostriedok na prenesenie informácií sú využité antény alebo cievky ktoré obsahujú oba prvky.

Anténa s dekodérom a vysielateľom v jednom sa nazýva čítačka. Existuje veľa výrobcov čítačiek, ktorý ich vyrábajú v prevedení podľa vzdialenosti od desiatky až po stovky centimetrov a podľa toho aký typ frekvencie je použitý. Samotný dosah čítačky nám nestačí na to, aby sme určili vhodné RFID riešenie, treba brať do úvahy dosah identifikátora. Ak sa dostane identifikátor do elektromagnetickej zóny je detegovaný a dekódovaný čítačkou, ktorá potom ukladá dáta do počítača. Prostredníctvom neho sú spracované zákazkovým softvérom. [4]



Obr. 4. Princíp RFID komunikácie

1.9 RFID Identifikátory

RFID identifikátory môžu byť na sledovanom objekte prilepené formou „Smart Label“, napájané na plošnej doske pomocou spájkovacích robotov alebo formou jednoduchého upevnenia. Identifikátor je zložený z mikročipu pripojeného k anténe. Existuje niekoľko druhov a každý je navrhnutý pre špecifické aplikácie. Informácie v identifikátore sú zvyčajne uložené v programovateľných obvodoch „Read-Only“ alebo EEPROM.

Informácie, ktoré obsahujú môžu byť predprogramované výrobcom alebo zákazníkom. Na komunikáciu existujú tri rôzne typy technológií:

- pasívne
- aktívne
- semipasívne a semiaktívne

Každý identifikátor má 4 pamäťové banky, každá jedna spĺňa svoju úlohu. V ďalších kapitolách si objasníme dve najdôležitejšie banky, a to EPC a TID. Tieto banky sú pre nás najdôležitejšie, keďže z časti máme na nich postavenú bezpečnostnú politiku programov. [1]

1.9.1 EPC kód (Elektronický produktový kód)

Je jednoznačné číslo identifikujúce daný identifikátor. Môžeme ho charakterizovať ako zakódované číslo v elektronickej podobe uložené v čipe identifikátora. EPC je tiež medzinárodný štandard, ktorý slúži na jednoznačnú identifikáciu tovaru alebo objektu. Je zložený z štyroch častí: hlavička, EPC číslo, druh výrobku, sériové číslo. V porovnaní s čiarovým kódom EAN-13 má EPC oveľa väčšie využitie vid. tabuľka č.1. [1]

1.9.2 TID kód (Identifikačný kód tagu)

TID alebo identifikačný kód tagu alebo identifikátora je bezpečnostný prvok, ktorý zabraňuje klonovaniu čipov. V podstate ide o 12 bitové unikátne číslo, ktoré je pridelené výrobcom daných identifikátorov počas výroby. Skladá sa z čísla výrobcu, modelu a sériového čísla, preto sa čísla nikdy nezhodujú. TID sa najčastejšie používa v aplikáciách, v ktorých treba rozlišovať či daný identifikátor bol prečítaný. Pre aplikácie kde sa počíta celkový počet označených výrobkov v prepravke. [1]

Tab. 1. Porovnanie čiarového kódu a RFID identifikátora

EAN-13 čiarový kód	GTIN-13 :					
	GS-1 prefix firmy		číslo výrobku	kontrolná č.		
	8	5 8 4 7 5 1	6 9 8 1 2	6		
	EPC :					
	Hlavička	EPC číslo	Druh výrobku			
	3	8 5 8 4 7 5 1	6 9 8 1 2 6	0000123456		
		GTIN		sériové č.		RFID Transpor- dér

1.10 Middleware

RFID Middleware je vlastne program alebo služba zodpovedná za spracovanie údajov prijatých z čítačky. Middleware je zložitý program, ktorý je naprogramovaný na základe postupov vykonávaných na jednotlivých pracoviskách. Výstupom Middleware sú okamžité údaje, ktoré sa presúvajú k analytickým alebo informačným systémom. Správcovia systému môžu použiť Middleware aj na správu alebo monitorovanie RFID čítačiek. Dobre naprogramovaný Middleware pomáha pomocou transakčného protokolu zabrániť čítaniu nesprávnych identifikátorov. V našom prípade je na každom pracovisku pevne definovaná dĺžka alfanumerických znakov v identifikátore.

Aby sme dosiahli dostali maximálny efekt využitia RFID technológie, je potrebné pri procesy implementácie nájsť najlepší spôsob prepojenia nazberaných údajov s podnikovými systémami zákazníka. Malo by nastať splynutie systémov. Organizácie a podniky by mali byť schopné zvýšiť produktivitu a optimalizovať výrobný proces, inak je samotný hardvér bezcenný. Obsahom RFID Middleware musia byť štyri základné funkcie, ktoré si špecifikujeme v ďalších podkapitolách. [8]

1.10.1 Zber údajov

Zber údajov je funkcia, ktorá má slúžiť na nahromadenie, filtráciu alebo zoradenie zozbieraných údajov z čítačiek v sieti RFID. Má za úlohu regulovať objem prvotných údajov, ktoré podnikové systémy potrebujú pri procesoch smerovania výrobu. Ak by neboli dáta filtrované, mohol by sa podnikový systém pohltiť nesprávnymi údajmi.

1.10.2 Smerovanie nazberaných údajov

Integrácia do podnikovej siete je dôležitým krokom počas implementácie RFID systému do výroby. Hlavnou úlohou tejto funkcie je export údajov pre ďalšie spracovanie. Údaje môžu smerovať do systému pre spracovanie analýz alebo štatistík. Dajú sa využiť aj pre skladové systémy, pre prípad potreby naskladnenia nových zásob komponentov. [8]

1.10.3 Riadenie výrobného procesu

Riadenie výrobného procesu sa využíva ako nástroj na plánovanie výrobných dávok založených na základe dopytu. Napríklad obchodné oddelenie prijme objednávku do podnikového informačného systému, ten na základe nazberaných údajov skontroluje dostupnosť komponentov potrebných na výrobu daného počtu výrobkov. Podnikový

informačný systém prepojí objednávku s Middleware, ktorý je potom schopný nastaviť výrobné plány pre jednotlivé linky. Na základe informácií zo skladu o dostupnosti komponentov a podľa priemerného času potrebného na výrobu daného produktu, vie Middleware zapísať do podnikového systému dodacie informácie, aktuálne stavy na skladoch atď. [8]

1.10.4 Nástroj na správu RFID čítačiek

Nástroj pre správu RFID čítačiek je funkcia, ktorá je potrebná na nastavenie jednotlivých čítačiek implementovaných na linkách. Postupom času sa linky menia, preto treba prispôbovať aj čítačky podľa umiestnenia a vzdialenosti výrobku od antény. Do tejto administratívnej časti Middleware musia mať prístup len zaškolené osoby z liniek. Veľké organizácie môžu mať stovky čítačiek rôznych typov napojených na podnikovú sieť, preto je nástroj na správu nevyhnutnou súčasťou Middleware. [8]

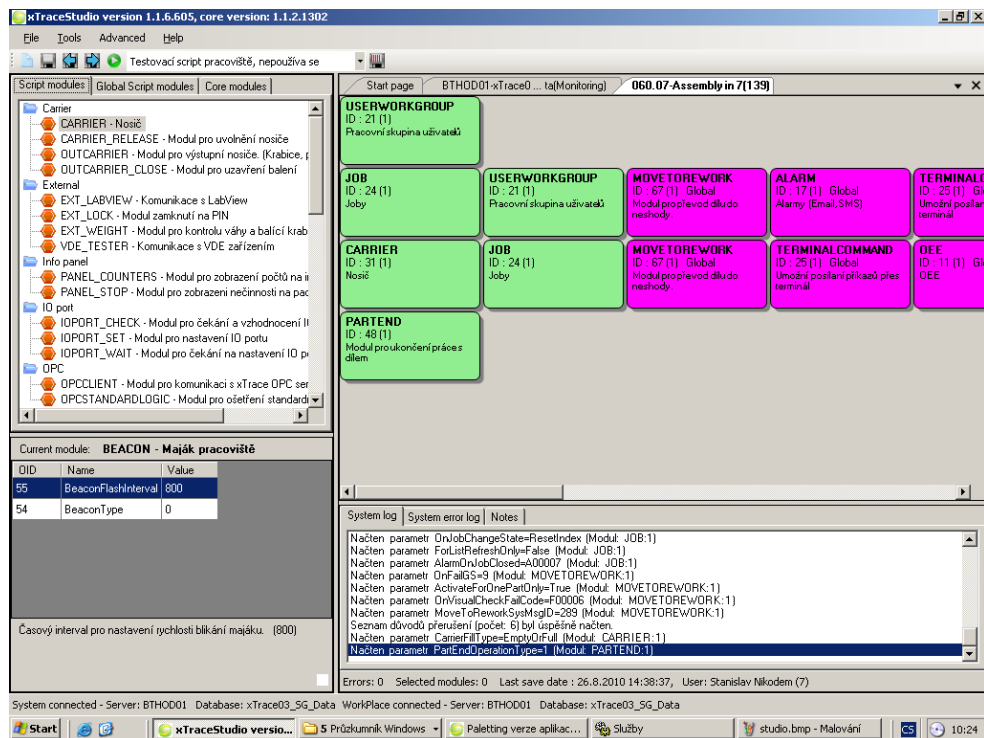
1.11 xTrace Studio

XTrace Studio je softvérový nástroj na vytváranie Middleware. Pomocou tohto softvéru dokážeme jednoducho nakonfigurovať programy, ktoré sú spustené na jednotlivých pracoviskách. Riadiace programy môžu byť nakonfigurované ako služba spustená na aplikačnom serveri alebo ako aplikácia nainštalovaná na lokálnom počítači. Pre orientáciu v programe xTrace sú potrebné základy programovania. Výhoda tohto štúdia je v jednoduchosti pri tvorbe programu. Užívateľ si jednoducho môže nastaviť:

- komunikáciu pre dané pracovisko
- postupnosť úkonov potrebných pre ukončenie práce na produkte
- definovať podmienky pre vstup na dané pracovisko
- určiť pracovisko, ktoré ďalšou pracovnou stanicou pre daný produkt
- nastaviť časový interval pre daný úkon

XTrace studio je vyvíjané programátormi firmy BARTECH s.r.o., ktorí sa pri vývoji zameriavajú hlavne na jednoduchosť pri tvorbe jednotlivých pracovísk. Možnosti tohto programu stále narastajú postupnými aktualizáciami. Ak zákazník potrebuje špeciálnu funkciu, ktorá doposiaľ nebola pre xTrace využitá alebo jej využiteľnosť má význam len pre danú výrobu, môže požiadať vývojárov tohto programu o naprogramovanie danej funkcie do štúdia. Software má typické vlastnosti vývojového prostredia určené pre

výrobné závody, keďže sme ho použili pri implementácii v podnikoch ako IAC Group Czech s.r.o., Panasonic AVC Networks Czech, s.r.o., Honeywell spol. s r.o. [10]



Obr. 5. Tvorba Middleware pre pracovište PACKING v xTrace studiu

2 PRÍPADY VYUŽITIA V PRIEMYSLE

Firma Johnson Controls Lučenec potrebovala v minulosti riešiť zvýšenie efektivity pri expedičnom procese penových opierok. Pri výrobe sú penové opierky označované klasickým spôsobom priamo na telo výrobku. Toto označenie je postačujúce v prípade optickej kontroly jedného výrobku, avšak pri expedícii je nutná kontrola celého eko-packu (plastového balenia), nielen jednej opierky. Takže je nutné označiť výrobky tak aby sa dalo jednoduchšie vykonávať tieto úlohy:

- automatizovaná kontrola výrobného čísla opierky (ide o správny kus, ktorý expedujeme k odberateľovi)
- automatizovaná kontrola počtu penových opierok v eko-packu



Obr. 6. Paleta eko-pack s opierkami

2.1 Návrh riešenia

Ako najideálnejšie riešenie sa javí technológia RFID, ktorá vie zabezpečiť možnosť hromadnej kontroly výrobkov pri expedícii. Zavedenie RFID označenia a následného hromadného sčítavania bolo navrhnuté na základe požiadaviek zákazníka:

Pri výrobe opierok sa na jednotlivé opierky zatavuje RFID etiketa, ktorá obsahuje RFID čip. Následne sa na pracovisku optickej kontroly nahrá do RFID čipu výrobné číslo prostredníctvom RFID antén zabudovaných v POKA YOKE stanici, ktorá zabezpečí, že pracoviskom neprejde výrobok so zlým výrobným číslom, prípadne s nefunkčným RFID čipom. Skontrolované výrobky sa postupne uskladňujú do eko-packu, ktorý sa naplní

presúva na pracovisko Expedície. Na Expedícii sa celý eko-pack načítava, a tak sa skontroluje celkový počet výrobkov a tiež správnosť vložených výrobkov.

2.2 Realizácia riešenia

Celá realizácia bola rozdelená na dve etapy – pracovisko POKA YOKE a pracovisko EXPEDÍCIA.

2.2.1 Pracovisko POKA YOKE

Kontrolné pracovisko bolo vybavené zákazkovým prípravkom, v ktorom sú zakomponované kontrolné prvky ako RFID antény, pneumatické zámky, senzore prítomnosti a taktiež rozlišovacie senzory. Prípravok bol komponovaný na kontrolu a zápis 3 výrobkov zároveň. Celý prípravok je pripojený k dotykovému počítaču, cez ktorý sa ovláda. Pracovník po optickej kontrole vloží do prípravku 3 výrobky a spustí kontrolný a zapisovací proces. Prípravok uzamkne výrobky vďaka senzorum rozpozna o aký výrobok ide. Na základe toho software prostredníctvom RFID antén zapíše do RFID čipov výrobné číslo určené pre daný výrobok. Ak sa zápis informácie uskutoční v poriadku, prípravok odomkne výrobky, ktoré môže pracovník vybrať a uložiť do eko-packu. Ak sa naplní celý eko-pack, môže sa presunúť na pracovisko expedície. V prípade, že by sa zápis nepodaril z dôvodu poškodeného, alebo neprítomného RFID čipu, prípravok nechá výrobky uzamknuté. Tým sa zabezpečí 100 %-tná kvalita expedovaných výrobkov.



Obr. 7. Pracovisko POKA YOKE

2.2.2 Pracovisko EXPEDÍCIA

Expedičné pracovisko pozostáva z kovovej brány, do ktorej sa vsúva celý eko-pack. V kovovej bráne sú umiestnené 3 RFID antény, ktoré sú pripojené na RFID čítačku spojenú s počítačom. V počítači je spustený software, ktorý ovláda celý priebeh. Pracovník po vsunutí eko-packu do brány na dotykovom displeji spustí načítavanie. Antény postupne načítajú celý obsah eko-packu a pošlú údaje o načítaní do počítaču. Software potom vyhodnotí, či je v eko-packu presný počet výrobkov ako je určené na baliacom predpise. Ak výsledný počet výrobkov sedí, tlačiareň vytlačí potrebnú etiketu, na ktorej je čiarový kód potrebný pre expedovanie celého eko-packu.

V prípade, že sa načítaný počet výrobkov nezhoduje s počtom uvedeným na baliacom predpise, software nevytlačí etiketu, a teda nie je možné expedíciu dokončiť. Takto sa zabezpečilo, že sú expedované naozaj len 100 %-tne označené výrobky v presne určených počtoch.



Obr. 8. Pracovisko EXPEDÍCIA

2.3 Dodávka riešenia a zapracovanie

Vyrobenie celého riešenia obidvoch pracovísk trvala cca 8 týždňov. Výroba bola realizovaná v spolupráci s konštruktérskou firmou JUS s.r.o., Nižná. Najdôležitejšou časťou celého projektu bolo finálne odladenie výkonu a smerovanie antén na každom pracovisku, ktoré pri inštalácii zariadení k zákazníkovi trvalo 4 dni. Pri inštalácii bol zaškolený vedúci pracovník, ktorý sa podieľal na odladovaní riešenia. Tým získal potrebné skúsenosti pre plné využitie potenciálu tohto riešenia.

2.3.1 Pohľad zákazníka na riešenie po troch mesiacov požívaní v ostrej prevádzke

Po nasadení RFID systému do výroby sme zaznamenali markantný pokles reklamácií, ktoré boli spôsobené ľudským faktorom. Podľa porovnaní systému pred a po nasadení sme zistili mierne navýšenie času potrebného na vychystanie objednávky. No v prípade reklamácie sa musí skontrolovať celá objednávka, čo je časovo náročný úkon. Systém zbiera všetky potrebné dáta v reálnom čase a informuje o stave pripravovanej objednávky. V prípade chybného postupu sa automaticky spustí proces nápravného opatrenia, ktorý informuje obsluhu o potrebných úkonoch. Všetky dáta sa z výroby sa ukladajú do databázy, ktoré neskôr používame na štatistiky. Vďaka týmto informáciám môžeme rýchlo, pružne a správne reagovať na ďalšie objednávky. RFID systém nám jednoznačne znížiť náklady na výrobu, predbežný odhad je okolo 20 % z celkových nákladov.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU VÝROBY

Správne a precízne spracovaná analýza je základným predpokladom pre úspech pri tvorbe projektov. Zatiaľ nám však postačí analýza na niekoľko strán, kde budú zapracované najdôležitejšie požiadavky. Ostatné podrobnosti sa doriešia priamo počas implementácii individuálne. Prvým bodom dokumentu je teda špecifikácia zákazníkových požiadaviek. Prehľadný dokument, kde je spísané všetko čo zákazník očakáva od nového riešenia. Pri predávaní projektu tento dokument posluží ako podklad v prípade zvyšovania pôvodnej ceny. Nie je pravidlom meniť riešenia. Z vlastných skúseností viem, že žiaden projekt sa neuskutoční podľa prvotných plánov a popri implementácii nastávajú neočakávané zmeny. Nie je problémom riešenie meniť v rámci zmeny funkcie alebo zmeny funkcionality. Je však potrebné uvedomiť si, že niekedy ide o krok späť. V tomto prípade ide hlavne o stratu času. Nejde iba o dokument, ktorý potrebujem ja ako navrhovateľ riešenia, ale aj o dokument, ktorým sa môže zákazník kryť. Napr. v prípade nepochopenia požiadaviek.

Špecifikácia požiadaviek je samozrejme základným podkladom pri navrhovaní riešení, ktoré sa môžu časom meniť o ďalšie požiadavky zo strany zákazníka. Analýzu budem zhotovovať počas návštevy vo výrobe, keďže je potrebné si prejsť celú výrobu, prípadne si vyskúšať prácu na pracoviskách. Čím viac informácií je pri návšteve zistených, tým jednoduchšie a presnejšie bude riešenie navrhované. Celý výrobný postup bude nakrútený pre účely prípadného dohľadania informácií. Spracovanie dokumentu si žiada svoj čas a oponentúru dodávateľov zariadení. Tí nám vedia odporučiť najideálnejší typ zariadenia, prípadne nás varovať voči rôznym obmedzeniam. Preto preferujem dlhší čas na prípravu. tá sa nám neskôr odrazí pri rýchlosti v implementácii.

Ďalším dôležitým krokom analýzy je oponentúra zo strany majstrov. Majstri alebo vedúci výroby sú zväčša tí, ktorí majú najlepší prehľad o výrobe. Týmto krokom predchádzame možným problémom. Hlavne v prípadoch, keď analýzu spisuje jeden človek, ktorý vie technologický postup, no nepozná ľudské faktory. Často preto dochádza k výraznému ovplyvneniu dokumentu. Ak sa však na dokument pozrie i niekto druhý, môže odstrániť chyby a súvislosti, o ktorých zadávateľ netušil.

3.1 Špecifikovanie požiadaviek

3.1.1 Dosledovateľnosť

Dosledovateľnosť bola jedným z prvých a najpodstatnejších bodov analýzy, na ktorý sme kládli patričný dôraz. Zadávatel' chcel mať kompletný prehľad o produktoch od vzniku až po expedíciu. Tieto nazbierané informácie sme nazvali „rodným listom“. Tu je možné vidieť celý výrobný cyklus produktu. Do rodného listu sa zbierajú informácie z každého pracoviska. Vo finálnom exporte môžeme vidieť napríklad koľko jednotiek času strávil produkt na jednotlivých pracoviskách, kto v určitý čas na produkte pracoval, prečo bol produkt poslaný na opravu atď. Informácie nadobudnuté počas procesu výroby môžu byť vkladané automaticky komunikáciou medzi testermi a systémom alebo manuálne operátormi. Zákazník teda môže mať kompletný prehľad a historické dohľadanie dát z výrobného cyklu, výrobných procesov, použitých súčiastok, šaržou a technologickými dátami. Každý jeden produkt alebo rodný list musí byť dohľadateľný v systéme. Pomocou takýchto informácií môže zákazník argumentovať v prípade reklamácií typu: poškrabané zariadenie, v balení chýba komponent, atď. Využitelnosť je však oveľa väčšia, toto je len jeden z príkladov využitia.

3.1.2 Kontrola kvality

Ďalším podstatným argumentom prečo nasadiť systém na riadení výroby pomocou RFID bola kontrola kvality. V dnešnej dobe je nutné sa sústrediť ako na kvalitu, tak i na kvantitu z hľadiska konkurenčných dodávateľov. Najčastejšie procesné chyby vznikali vo výrobe pri preskakovaní pracovísk. Niektoré pracoviská majú funkciu testovania. Ide o proces, pri ktorom sa do produktu neinštaluje súčiastka alebo sa neoznačuje nejakou identifikačnou známkou, podľa ktorej by mohla obsluha usúdiť či daný produkt bol na predchádzajúcom pracovisku. Môžeme si to predstaviť ako výslednú hodnotu testu alebo nahrania firmware. Je to vlastne stav, ktorý nie je viditeľný a preto sa stáva potenciálnym semeniskom chýb vzniknutých ľudským faktorom. Požiadavka zo strany zákazníka bola, aby sa nikdy žiadne pracovisko nedalo preskočiť. V prípade preskočenia pracoviska je teda obsluha upozornená na nesprávny postup. To, akým smerom sa bude produkt pohybovať, bude možné nastaviť poverenými osobami. Medzi jednotlivými pracoviskami musí byť úkon, ktorý skontroluje status z predchádzajúcej operácie tzn., že len diely so statusom OK môžu byť prijaté na pracoviská.

3.1.3 Vytáženost' pracovních síl

V dnešnej dobe je veľmi dôležité mať správne rozmiestnené pracovné sily, mať prehľad koľko ľudí bude potrebných pre splnenie daných kvót. Môžeme povedať, že rozmiestnenie pracovných síl je dôležitým faktorom pri tvorbe výrobných plánov. Zákazník chce mať možnosť získať zo systému štatistiky o čase strávenom na pracovisku, o tom kto bol na danom pracovisku a v aký čas. Aby sme dosiahli čo najpresnejšie výsledky, obsluha sa musí na pracovisko prihlasovať. Táto funkcia by mala fungovať ako nástroj pre „kaizen“, čo je neustále zlepšovanie výrobného procesu. Z týchto zozbieraných informácií sa musia dať porovnávať výkony dvoch osôb, ktoré pracujú na rovnakom pracovisku. Na príklad, osobe A trvá spracovanie produktu X 15 sekúnd a osobe B trvá spracovanie rovnakého produktu 20 sekúnd, z čoho môžeme usúdiť, že z nejakého dôvodu by osoba B nemala pracovať na danom pracovisku. Je to len jeden z možných využití. Zákazník teda požaduje po prihlásení na pracovisko tieto informácie: meno operátora, čas a dátum prihlásenia operátora, dobu pôsobenia na pracovisku.

V rôznych podobných podnikoch s elektronickou evidenciou slúžia nazbierané informácie len pre sledovanie dochádzky. Po nasadení systému, v ktorom sa treba prihlásiť pred začatím práce na pracovisku, môžeme sledovať účasť na jednotlivých pracoviskách alebo spravovať oprávnenie operátorov pre prácu na danom pracovisku.

3.1.4 Riadenie výroby

Riadenie výroby alebo plánovanie výrobných dávok je funkcia, ktorá musí byť prístupná len pre kompetentných ľudí, ktorí na základe stavu skladových zásob tvoria výrobné plány a určujú prioritu vzhľadom k objednávkam so stanoveným termínom dodania. Na splnenie plánov je nutné, aby výroba pokračovala naplánovaným smerom. Riešiť musíme napríklad prípady, keď operátor nedodrží postup pri výrobe. Nie je to len riešenie pri sabotovaní výroby, ale aj pri nevedomosti operátora. Toto sú faktory, ktoré môžu ovplyvniť počet vyrobených produktov, čas potrebný na výrobu produktu atď. Riešenie musí mať určené vstupy a výstupy na pracoviskách, je to vlastne priama väzba k výrobku. To znamená, že ak bol produkt na pracovisku A musí pokračovať na pracovisko B. V prípade, že je všetko v poriadku, program na pracovisku spustí testovanie, operáciu, uloženie výsledku atď. Riadenie výroby je treba premyslieť, aby sme sa vyhli situáciám, kedy by musela obsluha vykonávať kroky na vyššie. Pri dodržaní tohto požiadavku môžeme viditeľne znížiť čas strávený spracovaním produktu.

3.1.5 Upozornenia

Informovanosť operátorov o správnosti alebo nesprávnosti postupu prípadne nápravného opatrenia. Každé pracovisko musí mať automatické vyhodnocovanie výrobných stavov a zasielanie upozornení definované užívateľom. Táto funkcia bude slúžiť k informovaniu o zvolených alebo práve uskutočnených situáciách. Napríklad, ak by boli na určitom pracovisku načítavané nesprávne typy komponentov pre finálny produkt, zodpovedná osoba bude okamžite informovaná. Linka bude automaticky riadená signálovou logikou, ako je uvedené vyššie. Je však potrebné, aby boli operátori informovaní nie len o chybových hlásení, ale aj o jednotlivých krokoch k splneniu postupu na pracovisku. Upozornenia budú fungovať ako vizuálne, tak aj akusticky. Najideálnejšie by bolo zariadenie na zobrazovanie upozornení diódami vo farbách klasického majáku a reproduktor pre hlasitý zvukový signál. Ten nastáva vždy pri zobrazení akejkoľvek správy na vytypovanom zariadení. Na pracoviskách, kde sa nachádza len priemyselný počítač, bude varovanie zobrazené na monitoroch v intervale 3 až 4 sekundy. Pre automatické pracoviská bude nainštalovaný maják ovládaný signálovou logikou pre upozornenie operátov pracujúcich v okolí tohto pracoviska. Zákazník už istú dobu pracuje s internými varovnými hláseniami a chce aby boli zanechané, a podstata ostala nezmenená.

Tab. 2. Zoznam Informatívnych a varovných hlásení

Informatívne a varovné hlásenia	Riešenie
Prázdny nosič	K nosiču neboli pripísané žiadne dáta
Neočakávané dáta	Čítačka prijala reťazec neznámych dát
Výrobok patrí na REWORK	Výrobok treba zaniest' na REWORK
Diel je opravený	Diel patrí na pracovisko určené REWORKOM
Produkt patrí na XXXXXX	Zobrazuje v prípade preskočenia pracoviska
K dielu bol priradený nosič	Informuje o pridelení nosiča k setu
RFID sa nepodarilo načítať	Čítačka neprečítala žiadny identifikátor v pred definovanom časovom rozpätí
Čakám na dokončenie práce	Informuje o spustenej operácii na danom pracovisku

Nosič je obsadený	Nosič sa nedostal na pracovisko CASSING tu dochádza k presunu informácii z nosiča na sériové číslo
Nezhodný model	Daný komponent nepatrí do výrobného plánu
Práca s dielom ukončená	Produkt môže pokračovať na druhé pracovisko
Vlož komponent XXXXX	Informuje operátora o krokoch: Nosič, PCB 1, PCB 2, Blu-Ray, HDD, Front Panel, Serial number, Manuál, Ovládač
Nesprávny komponent	Zavolaj kompetentnú osobu
Načítaj nosič / sériové číslo	Úvodná správa na pracoviskách pre začatím procesu
Test spustenie / opakovanie	U testerov LabView a VDE
Obsluha prihlásená / neprihlásená	Neprihlásená – v prípade začatia práce na pracovisku bez prihlásenia operátora
Kontrola váhy OK / NG	Uskutoční sa porovnávanie
Kontrola testu OK / NG	Uskutoční sa testovanie
Chyba komponentu	Skontrolovanie úplnosti produktu
Uskutočňuje sa XXXXX	Testovanie, aplikovanie, tlačenie, váženie
Paleta zatvorená	Paleta patrí do skladu

3.1.6 Monitorovanie výroby

Celkový prehľad vyrobených produktov je v súčasnosti štandardom v každej výrobnej prevádzke. Aktuálne výrobné stavy sú riešené pomocou jednoduchšej sensorovej logiky. Na výstupe linky sú dva senzory prítomnosti, ktoré zaznamenávajú pohyb po dopravníku. Je to vlastne inkrementovanie v prípade, že sú oba snímače zopnuté. Toto riešenie je síce funkčné, jednoduché a hlavne cenovo zaujímavé. Nemusí však riešiť prípady, keď sú produkty na REWORKU, keď sú prehrávače odobrané z dôvodu zlej váhy alebo ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú celkový počet vyrobených prehrávačov. Informačný charakter tohto riešenia bol pre pracovníkov nepresný a zavádzajúci. Zadávatel' chce mať oveľa

väčší a presnejší prehľad z výrobných liniek, čo nie je problémom. Po implementovaní celého riešenia dokážeme vytvoriť veľa druhov štatistík z pozbieraných dát. Požiadavky, ktoré musia byť zobrazené pre celú výrobu:

- typ vyrábaného modelu
- vytýčený cieľ pre danú zmenu
- aktuálny počet vyrobených prehrávačov
- rozdiel medzi cieľom a aktuálnym počtom
- koľko by mali mať hotových produktov v danú hodinu
- prestávky a prestoje na časovej osi v rozpätí 8 hodín

Majstri a operátori na linkách musia mať prehľad o tom, aký je aktuálny stav vyrobených produktov, plány alebo požiadavky na výroby pre danú zmenu a stĺpcový graf zobrazujúci časovú os v hodinách. Z tohto grafu bude možné vyčítať koľko produktov v danú hodinu opustilo linku. Pre zákazníka je dôležitá dobrá vizualizácia a jednoduchosť zobrazenia daných informácií. Takto využité informácie motivujú pracovníkov k lepším výsledkom.

3.1.7 Bezkontaktný zber informácií

Podmienkou zberu informácií zákazníkom je nenavýšenie taktu cyklu na danom pracovisku a tiež počítanie označovaním komponentov. Poloha identifikátora nebude fixne určená. Preto treba využiť RFID technológiu. Komponenty, z ktorých bude poskladaný prehrávač budú riadne označené RFID etiketou. Tieto etikety je potrebné svedomito vytipovať a otestovať ich čitateľnosť z rôznych vzdialeností pre viaceré veľkosti. Treba si uvedomiť, že niektoré komponenty majú nedostatok miesta pre aplikovanie etikety, prevažne u dosiek plošných spojov môže tento problém nastať. Keďže zákazník používa viac typov komponentov, je potrebné poskytnúť mu niekoľko odporúčaných variant, medzi ktorými sa bude rozhodovať na základe vlastností. Buď uprednostní veľkosť alebo vzdialenosť čítania identifikátora. Hlavným dôvodom prečo Panasonic požaduje bezkontaktnú technológiu je, že vlastní niekoľko výrobných liniek a na každej sa vyrábajú rôzne typy prehrávačov. Prehrávače sa líšia rozmermi, obsahom, váhou a hlavne spôsobom montáže. Takže v konečnom dôsledku to znamená, že označenie sa určuje podľa typu vyrábaného produktu. S veľkou pravdepodobnosťou vždy na inom mieste. Zber informácií musí byť automatický, teda bez zásahu operátora. RFID etikety budú potlačiteľné, údaje

v pamäti identifikátoru budú vytlačené aj na etikete. Takéto zabezpečenie je potrebné ak by sa identifikátor poškodil, alebo ak by prehrávač prišiel do servisného strediska kde RFID technológia ešte nie je zavedená.

3.1.8 Tlač RFID etikiet

Doposiaľ tlačené etikety musia zostať v nezmenenom stave. Ide o interný štandard, ktorý je zavedený od roku 2007. Dizajn etikety, farba, rozmery, typ materiálu musia byť zachované. Jediné čo sa zmení je, že z klasickej etikety sa stane RFID etiketa. Tá bude niesť informácie o produkte. Napríklad dátum finálneho zriadenia, sériové číslo a typ modelu. Tlač bude možná na pracovisku CASING, kde sa generuje sériové číslo a na pracovisku PACKING, kde sa finálny produkt balí do škatule. Tiež je potrebné aby si opravár na REWORKU vedel vytlačiť spomínané etikety, tzn. že jedna výrobná linka by mala obsahovať tri až štyri tlačiarne. Tlač sa bude realizovať na jednotlivých pracoviskách, a to po príchode produktu respektíve pri načítaní identifikátora na vstupe pracoviska. Pri tlačení RFID etikiet je možné, že sa počas tlačenia alebo počas nalepovania etikety anténa poškodí. Takáto situácia bude vyriešená manuálnym príkazom k opakovanej tlači. Táto funkcia by mala byť voliteľná priamo v tlačiarňi. Vo výrobe sú preddefinované formáty na tlač etikiet, v prvom rade musí byť dodržaný font písma „Arial“ a typy tlačených kódov to sú:

- EAN 13 - rozmer X = 0,50mm, hustota 0,252 znak/mm, výška 12,9mm
- code 39 – full ascii, rozmer X = 0,19mm, hustota 0,407 znak/mm výška 3,7mm.
- code 128 – rozmer X = 0,17mm, hustota 1,074 znak/mm, výška 2,7mm.
- DataMatrix - korekcia ECC 200, rozmer X = 0,51mm, 0,59mm a 0,42mm.
- QRcode – korekcia typ L, rozmer X = 0,34mm.

3.1.9 RFID nosiče

Zákazník má záujem evidovať set už na prvom pracovisku ASSEMBLY až po pracovisko CASING, kde sa aplikuje etiketa so sériovým číslom. Dá sa povedať, že celá linka je rozdelená do dvoch častí, a to montážna časť a časť finálna. Tu sa uskutočňuje testovanie a balenie. Montážna časť začína montovaním prvotných plechov. Tu by mohol nastať problém pre čítanie RFID etikety, keďže počas priechodu šasi cez ostatné pracoviska sa na

plechy montujú ostatné komponenty. Na set sa inštalujú plošné dosky, optické mechaniky, HDD alebo spojovacie kable. Tieto komponenty by značne ovplyvňovali čítanie nalepenej etikety na pracoviskách UPDATE a INSPECTION CELL. Označenie zdolnej strany setu nesmie byť v rozpore z technickou špecifikáciou. Platia tu totiž veľmi striktné pravidlá pre umiestnenie etikety. Keďže tento typ označenia spĺňa svoju úlohu len po pracovisko CASING, treba vymyslieť veľmi lacné alebo viackrát použiteľné riešenie. Preto je nutné zamerať sa na nosič, ktorého využiteľnosť je maximálna, a to až po jeho samotné opotrebenie. Treba mať na zreteli tieto podstatné skutočnosti:

- pracovný cyklus medzi uvedenými stanicami je niekoľko minút, čo znamená, že obsluha ich bude dávať niekoľko krát za deň presúvať.
- nosič bude umiestnený z vonkajšej strany setu, takže musí byť odolný voči nárazom, poškrabaniu atď.

Toto dočasné médium bude niesť zo sebou informácie nazbierané na pracoviskách ASSEMBLY, UPDATE, ISPECTION CELL, ktoré budú presunuté na sériové číslo u pracoviska CASING.

3.1.10 Komunikácia medzi serverom a jednotlivými pracoviskami

Nadobudnuté informácie na jednotlivých pracoviskách budú odosielané na server pomocou ethernetovej komunikácie. Vytipovaný hardvér musí podporovať sieťovú komunikáciu. Pre každé pracovisko bude rezervovaná IP adresa tak, aby sa vedelo, z ktorého pracoviska informácie pochádzajú. Presnejšie informácie o tejto komunikácii sa budú riešiť počas implementácie. Zákazník je naklonený používaniu odporučených nastavení našej firmy. Pre zákazníka je dôležité aby neboli použité prevodníky typu ethernet-to-RS2232 alebo USB-to-RS232. Tieto typy nepatria do štandardu zákazníka a preto sa im treba vyvarovať. Ďalšia povolená komunikácia je RS232, ktorá môže dosahovať maximálne 2 m a zariadenia, ktoré budú komunikovať pomocou RS232 protokolu musia mať napájanie na niektorých z pinov na konektore. Pracoviská by mali byť navrhnuté tak, aby boli zariadenia napájané priamo z liniek. Tu sa dá získať napätie v rozpätí od 5V do 30V, 3A. Nejde o podmienku, skôr odporúčenie, keďže zákazník sa snaží obmedziť nákup ďalších zdrojov do výroby.

Na blokovanie alebo posúvanie produktov na linkách môžu byť použité I/O signály (Relé, TTL), napr. pracovisko typu VDE, ktoré podporuje len komunikáciu pomocou logických

vstupov a výstupov. Takáto logika je použiteľná pre spínanie jednotlivých zariadení. Spínanie sa však dá realizovať aj pomocou softvérových príkazov. Na linkách sa nachádzajú rôzne senzory a kontrolery, z ktorých môžeme čerpať signály. Wifi komunikácia je možná len na PDA zariadeniach resp. tam, kde je potrebná mobilita pracoviska. Vo výrobe je striktne nastavená sieťová politika.

4 NÁVRH RIEŠENIA

4.1 Vytýpovanie hardvéru

4.1.1 RFID čítačky

4.1.1.1 Motorola FX9500

Je veľmi výkonná priemyselná čítačka s procesorom PXA270 624MHz s pamäťou 128MB. Vyrába sa vo viacerých prevedeniach. My sme však využili variantu so 4 vstupnými portmi pre antény a sieťovým konektorom. Na čítačke sa dajú využiť štyri vstupné a štyri výstupné signály. Pri testoch javila veľmi dobré výsledky, manipulácia s obslužným softvérom bola jednoduchá a zrozumiteľná. Hlavný dôvod výberu bola využiteľnosť funkcie niekoľkých konfigurácií v pamäti, ktoré sú jednoducho vyvolané príkazom alebo signálom. Táto funkcionálnosť sa dá využiť pri zmene výšky setov, čo sa rovná zmena vzdialenosti medzi setom a anténou. Čítačka nie je cenovo náročná a v porovnaní s druhými riešeniami mala variabilnejšie využitie pri manipulácii so setom. To je dôvod voľby uvedeného typu čítačky s dostatočnou rezervou pri nastavovaním výkonu.



Obr. 9. Priemyselná čítačka od spoločnosti Motorola FX9500

4.1.1.2 IdTronic desktop reader EVO UHF

IdTronic desktop reader EVO UHF sa vyrába vo viacerých prevedeniach v závislosti na komunikácii a type antény. Pre zákazníka je podmienkou, aby mala minimálne krytie IP54, komunikačné rozhranie RS232 a podporu čítania UHF identifikátorov. Tento typ bude použitý len na pracoviskách inspection cell, kde bude načítavaný RFID nosič upevnený na sete zo strany. Na pracovisku nesmie dochádzať k načítaniu druhých nosičov pri manipulácii so setmi. Preto bude nutné nastaviť čítačku tak, aby čítacia vzdialenosť nepresiahla viac ako 5 cm (keďže sa na pracovisku len číta a nezapisuje postačí výkon v rozpätí 9-11 dB). Výkon samotnej čítačky nie je vysoký, dokonca bude zmenšený tak, aby išlo o dotykové čítanie. Načítanie sa zrealizuje po vložení setu do palety testera, preto tu kladiem dôraz na výšku čítačky, ktorá predstavuje 27 mm. Hlavným dôvodom prečo

sme zvolili uvedený typ, je možnosť ovládania softvérovými príkazmi. Ako vizualizácia dobrého prečítania identifikátoru funguje lem okolo čítačky, ktorý sa rozsvieti na zeleno a tiež samotná výška čítačky, ktorá je výškovo prispôsobená s paletou testera.



*Obr. 10. Ultra tenká
čítačka ID EVO*

4.1.1.3 GAO RFID standalone Reader 236007

S typom čítačky GAO RFID standalone Reader 23 6007 máme veľmi dobré skúsenosti vo firme Johnson Controls Lučenec s.r.o. Najčastejšie je využívaný na výrobných dopravníkoch. Krytie spĺňa požiadavky zákazníka, komunikácia RS232 alebo RS485. Čítačka taktiež podporuje softvérové príkazy. Gao reader je takisto ako hore uvedený typ čítačky kombináciou antény a čítačky v jednom puzdre. Hlavnou výhodou oproti testovaným čítačkám mal podporu TTL signálov, 2 vstupy a 2 výstupy, pomocou ktorých môžeme ovládať činnosť dopravníkov. Vyrába sa vo viacerých prevedeniach. Čítacia vzdialenosť je až do 50 cm, v našom prípade však pôjde o čítanie od 10 do 30 cm. Daný typ sa využije na pracoviskách CASING, VDE, VISUAL CHECK a PALETING. Ide o pracoviská, ktoré sú súčasťou dopravníka.

Využitie TTL signálov:

- vstup 1 – Pre senzor prítomnosti produktu, spustenie čítacieho cyklu
- výstup 1 – V prípade neprečítania identifikátoru zablokuje linku
- výstup 2 – V prípade prečítania identifikátoru sa rozsvieti LED dióda na Semboxe a je počuť hlasité pípnutie.



*Obr. 11. Priemyselná
čítačka GAO036007*

4.1.2 RFID Antény

4.1.2.1 Motorola AN480

Anténa Motorola AN480 je vlajkovou loďou motorolí a je vhodná na využitie pre aplikácie, kde je kladený dôraz na kvalitu pri čítaní RFID identifikátorov. Najčastejšie sa používa v kombinácii s čítačkou FX9500, ktorú sme použili aj my. Je vhodná pri čítaní viacerých identifikátorov na malej ploche. Pri testoch na samotných setoch zákazníka sme v priebehu troch sekúnd načítali až 15 identifikátorov, v našom prípade je potrebné načítanie 5 identifikátorov. V budúcnosti sa však počíta s označovaním kabeláže a niektorých typov prehrávačov, ktoré sú kombináciou hardisků alebo klasickej VHS mechaniky. V porovnaní s inými testovanými anténami mala Motorola AN480 najlepšie axiálne hodnoty <math><1,5\text{ dB}</math>. Tento faktor je pre spoločnosť Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. dôležitý. Keďže identifikátory nie sú vždy na tom istom mieste. Apri výkone až 18 dB tak môžeme manipulovať so vzdialenosťou a najlepšie prispôbiť anténu na bezproblémové čítanie.



*Obr. 12. Priemyselná
anténa AN480*

4.1.3 RFID tlačiarnie

4.1.3.1 Datamax H-class 4310X RFID Mark 2

Datamax H-class 4310X RFID Mark 2 je robustná priemyselná tlačiareň na tlač RFID etikiet. Podporuje normy identifikátorov class 1, GEN 1 a 2, EPC 1,19Ucode, EM422/4223, a Band ID BAP. Má najvyššiu konfiguráciu z rodiny Mark a je ideálna na využitie v náročných podmienkach, kde je potreba tlače 24 hodín, 7 dní v týždni, podporuje všetky možné komunikácie USB, RS232, Paraller, Ethernet. V štandardnej výbave je tiež GPIO rozhranie, teda podporuje TTL vstupy a výstupy, čo je veľmi dôležité, keďže bude umiestnená na poloautomatickom pracovisku CASING. Ako voliteľné príslušenstvo k tlačiarni využijeme aplikátor, ktorý bude aplikovať vytlačené etikety a validátor etikiet. Ten po vytlačení kontroluje čitateľnosť a správnosť vytlačených údajov na etikete. Aplikácia sa uskutoční pomocou signálov, pričom signál prítomnosti setu spustí aplikačný cyklus. Vzhľadom na cenu a rôznorodosť využitia tlačiarnie v našom riešení, vychádza tlačiareň Datamax H-4310X RFID v porovnaní s tlačiarmi Zebra R110Xi4 RFID a Intermec PF2i RFID najlepšie vo všetkých smeroch.

Využite TTL signálov:

- vstup 1 – Pre senzor prítomnosti produktu / štart aplikačného cyklu
- výstup 1 – V prípade nezverifikovania / kontrola vytlačeného identifikátoru
- výstup 2 – V prípade dobre aplikovaného identifikátoru sa rozsvieti led dióda na Semboxe a je počuť hlasité pípnutie

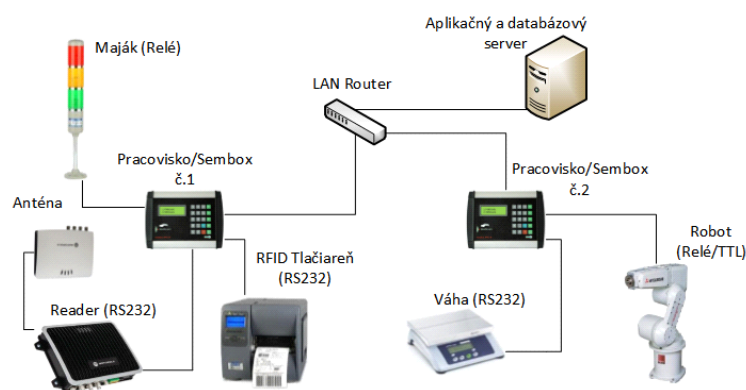


Obr. 13. Priemyselná tlačiareň Datamax H-class

4.1.4 SEMBOX

Sembox je univerzálny dátový kolektor určený na zber dát a riadenie výrobných procesov. Dáta prijíma z ľubovoľných periférnych zariadení, pripojených cez RS232 alebo TTL

rozhranie. Tie ďalej posúva do nadradenej aplikácie na serveri. Sembox je zapojený do intranetovej siete a komunikuje so serverom podľa protokolu TCP/IP. Komunikácia je obojsmerná tzn., že môžeme napr. posilať dávky pre tlačiareň RFID etikiet, varovné správy zobrazené na displeji zariadenia pre upozornenie obsluhy alebo ovládať analógové výstupy Semboxu, a tým ovládať chod linky. Správanie sa Semboxu, teda aj priebeh výrobného procesu sú plne podriadené riadiacej aplikácii spustenej na aplikačnom serveri zväčša ako služba. V našom prípade bude Sembox zobrazovať jednotlivé kroky. V prípade nesprávneho postupu alebo stavu NG bude obsluha upozornená vizuálne aj akusticky hlasným pípnutím.



Obr. 14. Princíp komunikácie Semboxu

4.1.5 RFID identifikátory

RFID identifikátory veľmi vysokej frekvencie alebo známej ako UHF - 860MHz až 960MHz s protokolom ISO18000-6(EPC triedy 1, Generácie 2) budú navrhnuté pre označovanie jednotlivých komponentov. Všetky identifikátory budú s internou pamäťou pre čítanie alebo zápis a musí podporovať antikolízne mechanizmy a štandardy GS1. Na prihlasovanie obsluhy k pracoviskám bude využitá technológia s vysokou frekvenciou alebo HF – 13,56MHz s protokolom ISO 14443A alebo ISO 14443B, nakoľko bude využitá prihlasovacia karta do podniku ktorú má každý zamestnanec.

V závode nebude kladený dôraz na vzdialenosť čítania, zákazník uprednostňuje kvalitu. Vo väčšine prípadov bude anténa vzdialená od setu alebo prehrávača cca 30 cm, no treba rátať s možnými odchýlkami pri implementovaní antény na pracovisko. Na každom identifikátore bude potlačená etiketa s tým istým dátovým reťazcom ako v RFID etikete. Tu kladieme patričný dôraz, pretože nie všade sú využívané RFID technológie, teda označenie komponentu musí byť čitateľné aj obyčajným 2D skenerom. Treba tiež rátať s

možnosťou čítania identifikátorov za chodu linky, aj keď vo väčšine prípadoch sa musí set alebo prehrávač založiť do palety, no nemusí to byť pravidlom.

4.1.5.1 Označenie setu

Označenie setu je len interným označením, ktoré nesie so sebou 6-miestny alfanumerický znak napr. N00001. Jeho úlohou je označenie setu alebo založenie nového setu. U toho nosiču vzniká nový výrobok. Obsluha použije nosič na pracovisku ASSEMBLY IN. Dôvodom, prečo sme zvolili tento typ je, že je odolný voči poškrabaniu, odoláva nárazom a vydrží niekoľko výrobných cyklov. Existuje veľa kompaktných typov, ktoré by vyzerali lepšie alebo by sa jednoduchšie upevňovali. Pre našu spoločnosť však bolo dôležité, aby sa nosič nedal zmontovať spolu s krytom na pracovisku CASING. Nosič Tie-wrap H86 dokonale spĺňa vizuálnu funkciu a pri neodstránení tohto nosiča sa jednoducho prehrávač nedá zmontovať.



Obr. 15. RFID nosič Tie-Wrap H86-T-In-BI

4.1.5.2 Označenie plošných dosiek

Najlepšie výsledky mali hybridné antény od firmy Cisper. Sú vhodné na krátke i na dlhšie vzdialenosti do 50 cm. Sú ideálne na označovanie plošných spojov, farmaceutických výrobkov atď. Vybrané boli hlavne vďaka svojím rozmerom to sú 25 x 9,5 mm pre označenie PCB 2, kde je nedostatok miesta pre rovnomerné nalepenie a 28 x 18 mm pre PCB 1, kde je takisto obmedzená plocha na aplikovanie. Etiketa bude obsahovať názov produktu, dátum a sériové číslo, prípadne doplnujúce informácie.



Obr. 16. RFID Etiketa

TF34 Ring-trace



Obr. 17. RFID etiketa TF34

Satellite

4.1.5.3 Označenie Blu-Ray mechanik a HDD

Pre mechaniky Blu-Ray a HDD sme použili typ hybridnej antény, ktorá tak isto patrí pod značku Cisper. Tieto antény sú určené pre stredné vzdialenosti cca 70 cm. S touto výhodou sa spája aj väčšia veľkosť antény 41 x 21 mm. Väčší dosah sme potrebovali kvôli nedostupnosti miest na aplikáciu etikety. Kabeláž, ktorá prekážala nespôsobovala rušenie alebo krytie identifikátoru, no v niektorých prípadoch zvyšovala čas potrebný na prečítanie všetkých identifikátorov. Veľkosť identifikátoru pri označovaní Blu-Ray mechaniky nie je žiadnym problémom, keďže mechanika má dostatočné miesto aj pre väčší identifikátor. Keďže máme možnosť využiť silnejšiu anténu pre lepšiu čitateľnosť, zvolili sme typ TE65 Short-Apparel.



Obr. 18. RFID etiketa TE65 Short-Apparel

4.1.5.4 Označenie Front panelu

Etiketa UPM Raflatac Short Dipole je špecifická svojho druhu. Je vyvíjaná firmou UPM a je vhodná do vzdialenosti 50 cm. Dá sa povedať, že je univerzálna a môže sa použiť na veľa druhov materiálov. Môže byť nalepená na plaste, plošnej doske, plechu, dreve atď. To je tiež jedným z dôvodom, prečo sme ju uprednostnili pred TE32 Industry-Trace. Táto anténa mala síce lepší výkon, no v blízkosti železných materiálov bola nespoľahlivá. Boli sme upozornení na niektoré produkty, ktoré majú ešte VHS mechaniku, kde sa používajú z časti plechové front panely. Pri testoch sa teória potvrdila a etiketa TE32 Industry-Trace mala u týchto typov značne ovplyvnené výsledky. Etiketa Raflatac má síce menší dosah o cca 20 cm, v konečných testoch sa však ukázalo, že čitateľnosť bola vždy lepšia. Ďalším dôvodom, prečo sme si zvolili, sú jej rozmery 10 x 50 mm, čo predstavuje presne vyčlenené miesto pre etikety na front paneloch.



Obr. 19. RFID etiketa UPM Raflatac Short Dipole

4.1.5.5 Označenie Prehrávača

Označovanie setu bude automatické a typ použitej etikety odporučil samotný výrobca RFID tlačiarňí Datamax. Po vytlačení bude etiketa odobraná a nalepená na zadnú stranu prehrávača. Jedinou podmienkou bolo, aby mala etiketa dlhoročnú životnosť a odolnosť voči výrobným podmienkam. Preto je povrch etikety vyrobený z materiálu polysuper plus, čo je vlastne jemný plast, odolný voči rôznym liehom, dráždidlám alebo slnečným podmienkam. Je to najnižšia verzia identifikátoru z rodiny Thin Propeller jeho dosah 1 m predstavuje rezervu, pretože v niektorých prípadoch bude načítavaný od vzdialenosti 30 cm. Aj keď je v etikete implementovaná pamäť typu Monza 4QT, čo je 512 b na zápis informácii, má etiketa paradoxne v sebe najmenej údajov o produkte a to iba typ modelu a sériové číslo. Do budúcnosti sa počíta s typmi TE14 alebo TE15, aby bolo čítanie možné aj cez škatule, ktoré budú naskladané na sebe tzn., že tam bude vznikáť krytie samotnými prehrávačmi.



Obr. 20. RFID etiketa TE4 Thin Propeller

4.1.5.6 Označenie škatule a príslušenstva

Tento typ identifikátora je využívaný veľmi často v skladových odvetviach. Vďaka špeciálnemu tvaru antény je ideálny pre aplikácie kde sa nachádza veľa identifikátorov na pomerne malom mieste. Dosah čítania je až 80 cm, čo v našom prípade nie je podmienkou. Zákazník však chce v budúcnosti škatule identifikovať pri prechode do skladov cez RFID bránu. Identifikátor má pamäť 512 b a bude obsahovať informácie zo všetkých použitých identifikátorov. Bude obsahovať informácie typu: EAN, sériové číslo, model, závod v ktorom bol produkt vyrobený, názov linky, dátum a pozíciu uskladnenia. Identifikátor má veľmi dobré vlastnosti, o ktorých sme sa mohli presvedčiť pri implementácii pracoviska EXPEDÍCIA vo firme Johnson Controls Lučenec s.r.o. Preto sme zvolili daný typ identifikátora.



Obr. 21 RFID etiketa UPM-Web-NXP

4.1.5.7 Označovanie vozíkov

U tohto typu RFID identifikátoru je pre našu spoločnosť veľmi dôležitá maximálna odolnosť a životnosť. Odolnými identifikátormi sa zaoberajú firmy ako Omni-ID, Xerafy, Confidex atď. Konkrétne tento typ identifikátoru od spoločnosti Xerafy sa využíva pre kontajnerovú, leteckú dopravu a patrí do skupiny Heavy Duty, čo znamená najodolnejší v rade. Identifikátor je umiestnený na vonkajšej strane železného vozíka, ktorý neustále naráža o stenu alebo ostatné vozíky pri posúvaní sa k ďalšiemu pracovisku INSPECTION CELL. Identifikátor Cargo má krytie IP68, čo je viac ako niektoré priemyselné produkty na výrobných linkách. Vyrába sa vo viacerých prevedeniach. V spoločnosti Panasonic AVC Networks Slovakia však postačí najmenšia rada s dosahom do niekoľkých desiatok cm. Cena tohto typu identifikátoru zodpovedá odolnosti. Vozíkov je však v celej výrobe maximálne tridsať, takže v konečnom dôsledku je cena zanedbateľnou položkou. Tento identifikátor bude nosiť 6-miestny alfanumerický znak napr. N00001.



Obr. 22. Odolný RFID tag Cargo Track

4.1.6 Priemyselný počítač IEC Stabil PRO

Na niektorých pracoviskách je nutné meniť konfigurácie zariadení testerov alebo rôznych I/O prevodníkov. Na tento účel je potrebný plnohodnotný softvér, ktorý funguje pod platformou Windows. Pôvodný návrh počítal s využitím Semboxu na všetkých pracoviskách. Požiadavky zo strany zákazníka však prevyšovali možnosti tohto zariadenia. Ten chcel mať úplný prehľad nad aktuálnymi testami a zadávať množstvo vstupných informácií. No bohužiaľ, to bolo veľa informácií pre dvojriadkový displej Semboxu. Museli sme teda vytypovať také zariadenie, ktoré bude vhodné do veľmi náročných priemyselných podmienok, bude mať možnosť sieťového pripojenia a bude komunikovať s viacerými zariadeniami pomocou RS232 rozhrania. Preto sme sa rozhodli ísť cestou priemyselného počítača IEC Stabil PRO. Tento počítač je určený priamo do priemyselných podmienok. Jeho konštrukcia je z hliníku, vďaka ktorému váži len 700 g s krytím IP40 a má veľmi malé rozmery 133 x 94 x 43 mm. Tieto typy sa vyrábajú len bez ventilátora teda s pasívnym chladením, čo eliminuje opotrebovanie ventilátora a chráni pred prachom. Keďže ide o zariadenie vyrábané na objednávku, je možné poskladať si vlastnú konfiguráciu. V našom prípade bola požiadavka jasná a to minimálne päť sériových portov, sieťové rozhranie a VGA výstup na monitor. Počítač je dostupný so všetkými operačnými systémami. Vzhľadom ku kompatibilite terajších softvérov sme zvolili Windows XP. Ďalším presvedčivým argumentom bola informácia o 5-ročnej záruke a testovanie počas 100°C prevádzky. Na počítači bude spustený softvér, ktorý bude komunikovať s tromi čítačkami a LabView testerom, výstupy z týchto zariadení budú zobrazované na monitore ELO 1515L.



Obr. 23. Priemyselný počítač IEC Stabil PRO

4.1.7 Priemyselný dotykový monitor ELO 1515L APR

Dotykový monitor ELO 1515L APR je osvedčené dotykové zariadenie, otestované u viacerých zákazníkov. Je to veľmi stabilná a robustná verzia monitorov ELO, ktorá je špeciálne utesnená proti vniknutiu prachu, vody a špiny. Na svete sa vyrába niekoľko typov obdobných monitorov, my sme sa však zamerali na typ Acoustic Pulse Recognition, čo je dotyková technológia určená na ovládanie prstom. Pevné sklo monitora Active Matrix TFT je prispôbené na priemyselné podmienky, pri čom perfektne reaguje aj v prípade znečisteného alebo mokrého povrchu. Súčasťou balenia je variabilný stojan s možnosťou otočenia o 360°. To je výhodou pri inštalácii a prispôbovaní pracovísk operátorom. Z hľadiska používania monitoru vo výrobe a neustáleho nastavovania výšky alebo sklonu sme zvolil vstup pre prenos obrazu VGA. Tento typ konektoru je možné pevne uchytiť k monitoru pomocou prídavných skrutiek tak, aby sa pri manipulácii s monitorom konektor nevysunul.



Obr. 24. Priemyselný dotykový monitor ELO 1515L APR

4.2 Všeobecný návrh

Podľa analýzy terajšej prevádzky a po konzultácii s výrobnými majstrami navrhнем logiku jednotlivých pracovísk. Veľmi dôležitá je efektivita, kvalita prevedenia a miesto určené pre hardvérové komponenty. Hlavnou žiadosťou majstrov bolo, aby riešenie nespomaľovalo alebo neobmedzovalo operátora pri práci. Návrh riešenia bude odoslaný na schválenie zákazníkovi. Na základe jeho pripomienok bude návrh buď pozmenený, alebo navrhnutý termín implementácie. Implementácia sa uskutoční v štyroch etapách a tie budú rozdelené podľa stavu:

- inštalácia
- odladenie

- testovanie
- simulácia ostrej prevádzky, zaškolenie operátorov

Čas určený na realizáciu hore uvedených bodov je päť dní pre každú etapu. Dva dni budú venované inštalácii, tretí odstráneniu chýb, ktoré potenciálne nájdeme počas inštalácie. Štvrtý deň bude patriť testovaniu na jednotlivých pracoviskách, piaty deň simulácii ostrej prevádzky a zaškoleniu operátorov. Šiesty deň sa spustí riadna prevádzka, v ktorej je nutná asistencia pri linkách.

4.3 Návrh funkčnosti pracovísk

4.3.1 Pracovisko ASSEMBLY

Ciele pracoviska

- evidencia setov
- zaznamenať typ pracoviska, z ktorého odišiel daný výrobok
- čas spracovania výrobku
- zaznamenať a zachytiť vznik procesnej chyby pri montáži na záverečnej kontrole
- zaznamenať meno operátora

Popis pracoviska

Pracovisko sa skladá z troch pod pracovísk assembly IN, MID a OUT, na ktorých sa nachádza priemyselný Sembox, RFID čítačka FX9500 značky Motorola a tri antény AN480, ktoré budú umiestnené medzi pracoviskami nad posuvnými pásmi. Čítačka FX9500 má štyri vstupy pre antény a jedno sieťové rozhranie pomocou, ktorého bude komunikovať so serverom. Na serveri bude spustená služba, ktorá zabezpečuje zber dát z daných pracovísk a komunikáciu čítačky so Semboxom. Sembox informuje operátora o postupe na danom pracovisku.



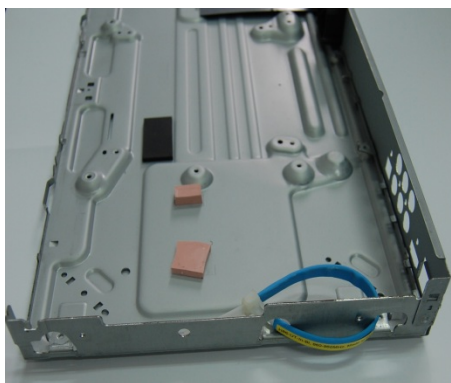
Obr. 25. Pracovisko ASSEMBLY

Základná funkcia pracoviska

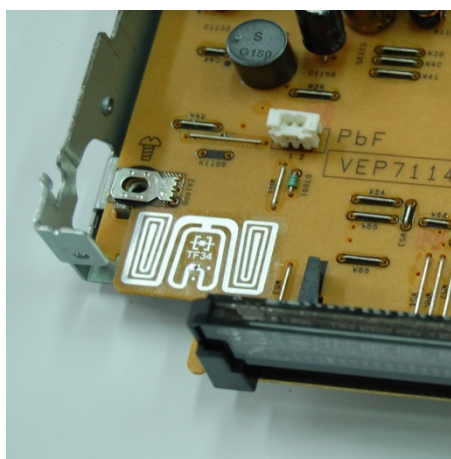
Na vstupnom pracovisku Sembox upozorňuje operátora, aby načítal nosič. Ten je prichytený na šasi sete a použije sa ako posledný krok. Anténa je umiestnená nad posuvným pásom vo výške cca 40 cm. Po načítaní nosiča je operátor upozornený Semboxom vizuálne i akusticky. Na Semboxe sa zobrazí „načítaj nosič“. Set postupuje na ďalšie pracovisko.

Na stredovom pracovisku sa vkladajú plošné dosky, ktoré sú označené odporúčanými RFID etiketami externými dodávateľmi. Ako náhle vloží obsluha prehrávač na dopravník, anténa načíta tri identifikátory. Z toho jeden je nosič, ku ktorému sú priradené sériové čísla plošných dosiek. Anténa je umiestnená nad posuvným pásom vo výške cca 40 cm ako na predchádzajúcom pracovisku. Sembox opäť informuje operátora o kompletnosti prehrávača.

Na poslednom pracovisku sa vkladá Blu-Ray mechanika, kabeláž a predný display prehrávača, kabeláž nie je označená identifikátorom. Po tomto úkone operátor priloží set k anténe, ktorá je umiestnená nad stolom a čaká na potvrdenie od Semboxu o kompletnosti. Anténa načíta štyri identifikátory a nosič, ku ktorému sú priradené ostatné sériové čísla komponentov. Skompletizovaný set sa vkladá do prepravného vozíka pracovisko UPDATE.



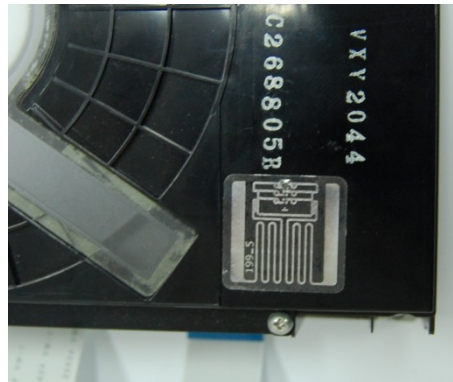
Obr. 26. Označenie setu na vstupe pracoviska



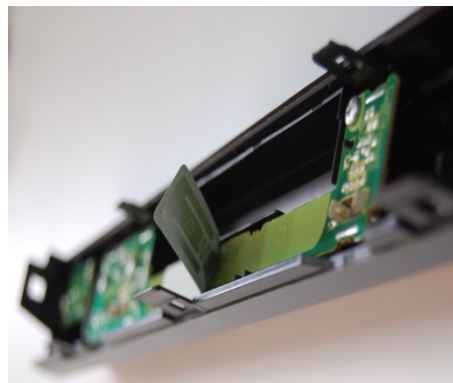
Obr. 27. Označenie napät'ovej dosky na strednom pracovisku



Obr. 28. Označenie základnej dosky na strednom pracovisku



Obr. 29. Označenie Blu-Ray mechaniky



Obr. 30. Označenie Front panelu na výstupnom pracovisku



Obr. 31. Skompletizovaný set, pripravený pre pracovisko UPDATE

4.3.2 Pracoviško UPDATE

Ciele pracoviska

- Evidencia setov
- Priradenie stavu inštalovaného firmware k setu
- Zaznamenať, na ktorom vozíku bol daný výrobok
- Zaznamenať, meno operátora

Popis pracoviska

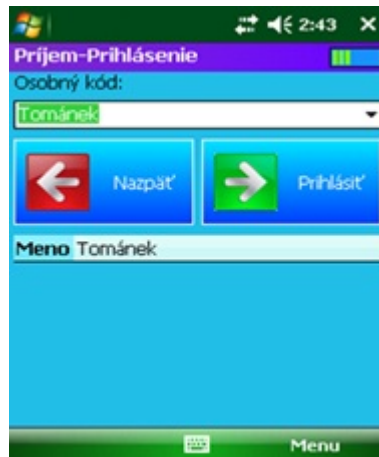
Každý vozík bude označený odolným RFID identifikátorom, ktorý odolá náročným výrobným podmienkam. Pre prácu bude operátor obsluhovať prenosný PDA terminál Motorola MC9190-Z, WinCE6 s podporou wifi komunikácie.



Obr. 32. Pracoviško UPDATE

Základná funkcia pracoviska

Riadiaci softvér bude vytvorený pre prostredie Windows Mobile 5/6. Umožní načítanie jednoznačného čísla vozíka a ďalšie načítanie založených setov. Sety so statusom FAIL sa vyberú a pošlú na pracoviško REWORK, ostatné sety operátor načíta PDA terminálom a tak sa k nosiču automaticky prideli status OK. Vozík po ukončení inštalácie firmware postupuje na pracoviško INSPECTION CELL.



Obr. 33. Program spustený na PDA

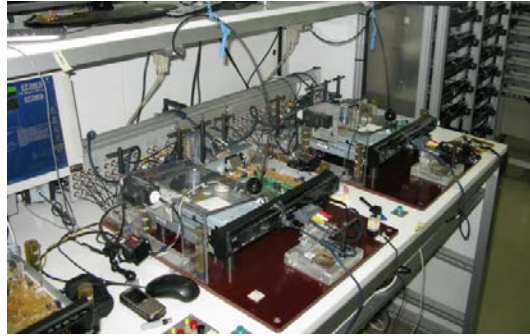
4.3.3 Pracovisko INSPECTION CELL

Ciele pracoviska

- Evidencia setov
- Priradenie výsledku z testera LabView k setu
- Čas strávený spracovaním výrobku
- Zaznamenať, meno operátora

Popis pracoviska

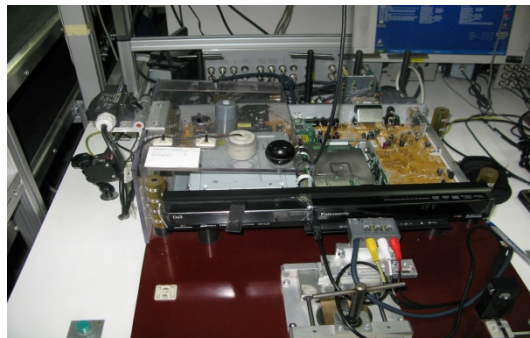
Pracovisko je zložené z troch pracovných staníc, na ktorých sa spúšťajú softvérové testy na prehrávačoch. Na pracovisku sa bude nachádzať priemyselný počítač so sieťovou prípojkou a minimálne so štyrmi sériovými portmi. Jeden sériový port bude využitý na prepojenie s LabView testerom. Komunikácia bude obojsmerná z testera sa budú získavať informácie o testoch (priradia sa k nosiču) a naopak sa budú povoľovať alebo zakazovať testy, záleží či daný nosič bol na predchádzajúcom pracovisku a získal status OK. Ostatné porty budú vyhradené pre RFID čítačky, ktoré budú nastavené tak, aby čítali len číslo nosiča upevneného na prehrávači. Výsledky testov zobrazia na priemyselných monitoroch ELO, ktoré budú mať funkčnosť dotykového vstupu pre potvrdzovanie jednotlivých testov. Operátor sa prihlasuje pomocou identifikačnej karty typu HF, po priložení k čítačke upevnenej na monitore. Táto HF čítačka je voliteľné príslušenstvo monitora ELO. Softvér bude nainštalovaný na počítači.



Obr. 34. Pracovisko INSPECTION CELL

Základná funkcia pracoviska

Operátor vyberá sety z vozíkov a vkladá ich do jednotlivých buniek, po založení setu do testera je načítaný RFID nosič umiestnený na prehrávači. Čítačka IdTronic EVO pre načítanie nosiča bude mať nastavený minimálny výkonom kvôli nežiaducim čítaniam ostatných identifikátorov pri manipulácii so setom (cca do 5 cm). Po načítaní sa overuje či daný set bol na pracovisku UPDATE. Ak je status nosiča OK, softvér posiela príkaz na povolenie testu a na dotykovom monitore sa zobrazí možnosť začatia testu. Každý test potvrdzuje obsluha a to na základe informácie z testera zobrazujúcej sa na monitore. Po ukončení testu sa k nosiču priradí status z testera a to buď OK, alebo NG. Pri statuse OK sa vkladá set na výrobnú linku, ktorá smeruje na ďalšie pracovisko CASING, v opačnom prípade set putuje na pracovisko REWORK.



Obr. 35. Založenie setu do testera LabView

4.3.4 Pracovisko CASING

Ciele pracoviska

- Evidencia setov
- Priradenie sériového čísla k nosiču
- Čas strávený spracovaním výrobku

- Zaznamenať, meno operátora

Popis pracoviska

Na pracovisku bude pripevnený Sembox so sieťovým pripojením pre zber dát z RFID tlačiarne Datamax H 4310X RFID Mark 2, RFID čítačka GAO 236007, ktorá bude takisto komunikovať so semboxom. Zariadenie bude umiestnené tak, aby po príchode prehrávača zosnímalo nosič. Podávanie krytov zabezpečuje automatický podávač krytov, ktorý je v režii zákazníka. Program bude spustený ako služba na serveri.



Obr. 36. Pracovisko CASING

Základná funkcia pracoviska

Pracovisko bude z väčšej časti automatické. Ako náhle sa zopne senzor prítomnosti RFID, čítačka spustí cyklus čítania. Prečítaná nosič a informácie sa pošlú spolu aj s TTL signálom do Semboxu, ktorý počas celého pracovného cyklu informuje obsluhu o aktuálnych krokoch (načítaný nosič, odober nosiča zo setu, aplikácia etikety, ukončenie operácie, možnosť odberu produktu). Program na semboxe zaeviduje prehrávač, nasledovne vygeneruje sériové číslo a posiela ho do tlačiarne. TTL signál funguje ako pokyn pre aplikáciu etikety. Tlačiareň vytlačí RFID etiketu ktorá je preverená validátorom na tlačiarňi. Ako náhle tlačiareň potvrdí čitateľnosť etikety, aplikátor aplikuje etiketu na vopred určené miesto prehrávača. Medzi tým operátor odoberá nosič, ktorý po pridelení sériového čísla stráca hodnotu a stáva sa z neho čistý nosič. Do teraz niesol informácie z predchádzajúcich pracovísk, ktoré systém priradí k rodnému listu. Nosič je navrhnutý tak, aby nedovolil operátorovi namontovať kryt prehrávača, tzn. že musí byť odstránený, v opačnom prípade operátor namontuje kryt s problémami a to tak, že ho poškodí. Po aplikovaní etikety tlačiareň s časovým oneskorením (čas potrebný na namontovanie krytu)

zopne TTL výstup, ktorý funguje ako impulz pre ukončenie celkovej operácie na pracovisku. Obsluha prehrávač odoberie a vloží ho na dopravník smerujúci na ďalšie pracovisko VDE TESTER.



Obr. 37. Spôsob označenia prehrávača na pracovisku CASING

4.3.5 Pracovisko VDE TESTER

Ciele pracoviska

- Evidencia prehrávačov
- Priradenie výsledku z VDE k setu
- Čas strávený spracovaním výrobku

Popis pracoviska

Na pracovisku bude pripevnený sembox so sieťovým pripojením pre zber dát z RFID čítačky GAO 236007 a VDE Testera, ktorý slúži na testovanie vysokého napätia. Čítačka bude nastavená na cca 7 dB čo je dostatočný dosah od identifikátoru, vzdialenosť cca 18cm zabezpečí plynulý pohyb prehrávača po linke a nasúvanie konektorov z testera. Komunikácia sa bude uskutočňovať pomocou RS232 a pomocou TTL signálov. Pokyn pre čítačku na začiatok čítania zabezpečuje senzor prítomnosti, ktorý bude pripevnený na linke. Keďže ide o pracovisko bez operátorov, na linke bude upevnený maják so zvukovou signalizáciou pre dostatočnú informovanosť pre operátorov na ostatných pracoviskách. O funkčnosť pracoviska sa postará program spustený ako služba na serveri.



Obr. 38. Pracovisko VDE

Základná funkcia pracoviska

Pracovisko je plne automatické ako náhle ja prehrávač vo VDE testerí spustí sa proces overovania sériového čísla. Po overení sériového čísla sembox odosiela signál na spustenie vysoko napätového testu. Komunikácia medzi VDE testerom a Semboxom môže byť len pomocou TTL, nakoľko tester nepodporuje dátové vstupy a výstupy. Informácie o testoch sa preložia podľa vopred definovanej tabuľky zloženej zo štyroch výstupov. V prípade že by prvý test skončil so statusom NG, tester spustí opätovné testovanie len s inou konfiguráciou, ktorá je samozrejme v tolerancii. Pri dvoch neúspešných testoch je spustený maják so zvukovou signalizáciou. Zelená farba svieti v prípade statusu OK, červená + zvuk v prípade statusu NG a pomarančová v prípade nečinnosti testera. Po ukončení testu, tester zapne relé pre posun linky a prehrávač postupuje na pracovisko VISUAL CHECK.

Tab. 3. Návrh signálov pre komunikáciu so Semboxom a VDE Testerom

VDE					Vstupy				Výstupy			
		Maják so zvukovou signalizáciou			TEST	HV TEST	IR TEST	ALL TEST	BLOCK	REPEAT	TEST NG	TEST OK
Význam stavu	Chovanie programu	O	Č	Z	1	2	3	4	1	2	3	4
Tester je prázdny	Po ukončení testu sa nastaví všetky 1 na 0.				0	0	0	0	0	0	0	0
Prehrávač je v testerí	Prebieha overenie sériového čísla.				0	0	0	0	1	0	0	0
Spustený test	Začína merať čas, koniec testu ukončí cyklus.				1	0	0	0	1	0	0	0
Chyba kontaktu	Zasunutie kontaktov neprebehlo korektne.				0	1	0	0	1	1	1	0

Chyba UIHV	Prehrávač neprešiel testom UIHV, VDE opakuje test.				0	1	0	0	1	0	1	0
Chyba IR	Prehrávač neprešiel testom IR, VDE opakuje test.				1	0	1	0	1	0	1	0
Test OK	Všetky testy prebehli OK. Priradenie informácií.				1	0	0	1	0	0	0	1

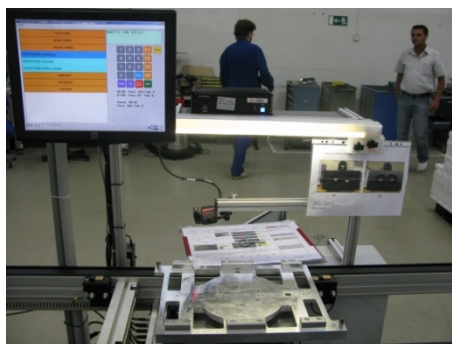
4.3.6 Pracovisko VISUAL CHECK

Ciele pracoviska

- Evidencia prehrávačov
- Evidencia vizuálnych chýb
- Čas strávený spracovaním výrobku
- Zaznamenaťeno operátora

Popis pracoviska

Na pracovisku sa bude nachádzať priemyselný počítač so sieťovou prípojkou, ktorý bude komunikovať s čítačkou GAO 236007 pomocou RS232. Na počítači musia byť minimálne dva sériové porty. Pokyn pre čítačku na začiatok čítania zabezpečuje senzor prítomnosti ktorý bude pripevnený na linke. Vstupy operátorov budú vykonávané na dotykovom monitore ELO, kde budú vypísané procesné chyby. Operátor sa prihlasuje pomocou identifikačnej karty typu HF, po priložení k čítačke upevnenej na monitore. Táto HF čítačka je voliteľné príslušenstvo monitora ELO. Softvér bude mať veľmi jednoduchú funkciu vkladania procesných chýb alebo potvrdenie kontroly so statusom OK. Softvér bude nainštalovaný na počítači.



Obr. 39. Pracovisko VISUAL CHECK

Základná funkcia pracoviska

Pracovisko má jednoduchú funkciu vizuálnej kontroly a nalepenie reklamnej nálepky na prehrávač. Prichádzajúce zariadenie na pracovisko je zaznamenané senzorom prítomnosti. Ten spína čítačku, ktorá prečíta sériové číslo na prehrávači. Ako náhle sa zrealizuje overenie sériového čísla, program upozorní operátora na nalepenie reklamnej nálepky a umožní vybrať procesnú chybu z listu na dotykovom monitore. V prípade že je prehrávač v 100 % stave, operátor vyberá možnosť OK a program pokyn na uvoľnenie dopravníka. Kontroluje sa niekoľko bodov na prehrávači napr. poškriabaný predný kryt, prepálený konektor, atď. Ak nájde operátor chybu vyberie ju zo zoznamu preddefinovaných chýb na dotykovom monitore a posíela na REWORK v opačnom prípade sa prehrávač posúva na ďalšie pracovisko PACKING.

Procesné chyby: Poškodený predný kryt, Poškodený konektor napájania, Poškodený konektor na prenos zvuku, Poškodený konektor na pres obrazu, Poškodené šasi, Poškodený kryt prehrávača, Chýbajú skrutky, Nefunguje display, Sériové číslo je mimo, Zaseknuté tlačidlo, Ulomené dvierka k mechanike, Nečitateľný text na displeji.

4.3.7 Pracovisko PACKING

Ciele pracoviska

- Čas strávený spracovaním výrobku
- Zaznamenať, meno operátora
- Evidencia prehrávačov
- Evidencia dokumentácie
- Evidencia diaľkového ovládača

Popis pracoviska

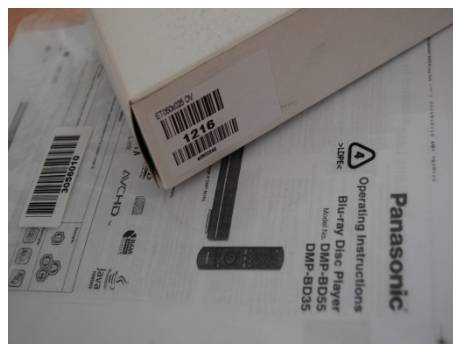
Na pracovisku bude pripevnený sembox pre zber dát z RFID tlačiarne Datamax H 4310X Mark 2, RFID čítačkami IdTronic EVO a GAO 236007. Jedna čítačka bude skenovať sériové číslo, druhá bude upevnená na stole pre kontrolovanie diaľkového ovládača a manuálu. Sembox s ethernetovým rozhraním bude komunikovať s tlačiarňou a čítačkami pomocou RS232. Program bude spustený ako služba na serveri.



Obr. 40. Pracovisko Packing

Základná funkcia pracoviska

Balenie je pracovná stanica, na ktorej sa vkladá manuál, napät'ový kábel, diaľkový ovládač a samotný prehrávač do škatuli. Operátor odoberie z linky model, ktorý je načítaný RFID čítačkou GAO 236007, tak sa poznačí že daný prehrávač prišiel na pracovisko. Načítanie sa zrealizuje v okamžiku, kedy prehrávač zastaví na konci linky. Ak je prehrávač založený, do škatule je vložený manuál, napät'ový kábel a diaľkové ovládanie, ktoré sú označené RFID etiketou (okrem kabeľu). Operátor má na stole kontaktnú čítačku IdTronic EVO, ku ktorej prikladá manuál a ovládač. Keďže je pracovisko v hlučnej časti výroby, bude k Semboxu pripevnený maják, ktorý bude upozorňovať operátora o korektnom načítaní. Po vykonaní všetkých potrebných úkonov sa automaticky vytlačí RFID etiketa. Tá je nalepená na škatuľu, etiketa sa vytlačí ako posledný úkon, aby obsluha nevynechala jeden z predchádzajúcich krokov. Potom sa vkladá naplnená škatuľa na posuvný pás a pokračuje na pracovisko WEIGHT.



Obr. 41. Príslušenstvo



Obr. 42. Skompletizovaný produkt

4.3.8 Pracovisko WEIGHT

Ciele pracoviska

- Evidencia produktov
- Váha produktu
- Čas strávený spracovaním produktu

Popis pracoviska

Na pracovisku bude pripevnený sembox so sieťovým pripojením pre zber dát z RFID čítačiek GAO 236007 a AN400. Priemyselná váha Mettler Toledo (dodáva a inštaluje zákazník) bude takisto komunikovať so semboxom, tzn. že je potreba troch voľných portov. Keďže ide o plne automatické pracovisko na linke bude pripevnený maják so zvukovou signalizáciou určený pre upozornenie operátorom v okolí pracoviska. Program na kontrolu pracoviska bude spustený ako služba na serveri.



Obr. 43. Pracovisko WEIGHT

Základná funkcia pracoviska

U tohto pracoviska sa nenachádza žiaden operátor je plne automatická. V prípade že je všetko v poriadku ako RFID etiketa, tak aj váha produktu, pracovisko nepotrebuje zásah operátora. Ak nastane problém operátor z pracoviska PACKING alebo PALETING odoberá produkt z linky a odnesie ho na REWORK. Etiketa na škatuli je automaticky snímaná pred vážením. Tieto údaje o sériovom čísle, type modelu a EAN sa pošlú do Semboxu, kde program vykonáva overenie sériového čísla. Ak je kód overený program posielá príkaz do váhy na spustenie cyklu váženia. Ak je produkt odvážený, váha pošle údaje do Semboxu, kde sa kontroluje či je váha daného prehrávača v norme. Váhy finálnych produktov sú vopred definované a priradené ku kódu EAN13, ktorý je načítaný spolu s sériovým číslom daného modelu. Váha je zložená z prehrávača, manuálu, ovládača, kábla, upevňujúceho polystyrénu a samotnej škatule. Každý finálny produkt má určenú toleranciu +/- 0,10 kg v ktorej sa môže váha pohybovať. Je však potrebné brať ohľad aj na bočné vplyvy vo výrobe. V prípade že sa váha nezhoduje obsluha je upozornená majákom a varovnou správou na Semboxe. Operátor odoberie produkt späť na pracovisko PACKING, kde sa robí kontrola úplnosti. Ak je produkt prekontrolovaný a doplnený o chýbajúci komponent, produkt sa posielá na preváženie. Ak je váha rovnaká alebo v tolerancii produkt postupuje ďalej na pracovisko PALETING.

4.3.9 Pracovisko PALLETING

Ciele pracoviska

- Evidencia produktov
- Zaznamenať, meno operátora
- Čas strávený spracovaním produktu
- Celkový počet produktov na palete

Popis pracoviska

Na pracovisku sa bude nachádzať priemyselný počítač s dotykovým monitorom, ľubovoľnou laserovou tlačiarňou. Podmienkou je len možnosť sieťovej komunikácie a čítačka 2D kódov. Čítačka s dosahom cca 50 cm bude mať povolený len jeden typ kódu, zabezpečenie aby obsluha zbytočne nescímala ostatné kódy na etikete. Komunikácia medzi skenerom a počítač bude pomocou RS232. Softvér bude nainštalovaný na počítači.



Obr. 44. Pracovisko PALETING

Základná funkčnosť pracoviska

Pracovisko využíva RFID technológiu len pre prihlasovanie operátorov. Po prihlásení sa na monitore zobrazí voľba výberu na založenie novej palety alebo na odobranie produktu z uzatvorenej palety.

Na konci posuvného dopravníka operátor odoberá zabalený finálny produkt. Ako prvý krok operátor zosníma 2D kód ručným bezdrôtovým skenerom a tým sa produkt priradí na aktuálnu paletu. Na dotykovom monitore sa zobrazuje informačné varovanie o tom, že sa začína plniť paleta a tiež koľko kusov ešte zostáva. Ak je paleta naplnená žiadaným počtom produktov, ručný skener je zablokovaný a operátor už nenaskenuje žiaden kód. V prípade, že je potreba predčasne uzatvoriť nenaplnenú paletu, operátor potvrdí uzatvorenie palety a program si vyžiada potvrdenie kompetentnej osoby alebo majster linky. Na pracovisku je tiež laserová tlačiareň, ktorá po skompletizovaní palety vytlačí sprievodný list so sériovými číslami. Vytlačenie sa uskutoční po uzatvorení palety v programe obsluhou. Paleta postupuje do skladov.

4.3.10 Pracovisko REWORK

Ciele pracoviska

- Počet reklamácií
- Zoznam chýb
- Histórie operácií
- Názov s sériové číslo produktu

Popis pracoviska

Na pracovisku sa nachádza priemyselný počítač s klasickým monitorom. Dve RFID tlačiarne H 4310X Mark 2 a čítačka 2D kódov Honeywell 3820i. Na rozdiel od programov spustených na ostatných pracoviskách je REWORK program s viacerými funkciami a zložitejšou logikou. Je takisto nainštalovaný na počítači no obsluhovaný klasickou myšou a klávesnicou.



Obr. 45. Pracovisko REWORK

Základná funkcia pracoviska

REWORK je nezávislé pracovisko, na ktorom sa realizujú opravy alebo odstraňujú procesné chyby. Môžeme si dohľadať všetky historické informácie o produkte, zoznam chýb, ktoré sa viažu k produktu, záznamy z jednotlivých pracovísk. Toto pracovisko môže obsluhovať len zaškolená osoba, ktorá vie narábať so softvérom nainštalovaným na priemyselnom počítači. V prípade že sa produkt nachádza na pracovisku, opravár načíta akýkoľvek dostupný kód (sériové číslo produktu, sériové čísla na jednotlivých komponentov). REWORK je aj dôvodom prečo musia byť RFID etikety potlačené identifikačnými informáciami. Po načítaní jedného zo sériových čísiel sa opravárovi otvorí rodný list produktu, v ktorom môže robiť tieto úkony:

- Poslať späť produkt na akékoľvek pracovisko
- Vymeniť pokazený komponent
- Úplne vymazať údaje o produkte
- Editovať procesné chyby
- Vytlačiť etiketu so sériovým číslom rovnakú ako na CASING
- Vytlačiť finálnu etiketu s 2d kódom rovnakú ako na PALETING
- Rozobrať ho späť na jednotlivé súčiastky

Po opravení produktu, opravár odoberá produkt a zanesie ho na zvolené pracovisko. Napríklad bola na pracovisku VISUAL CHECK nájdená chyba displeja, opravár displej vymení a zanesie ho späť na pracovisko, kde znova prechádza cez vizuálnu kontrolu.

4.3.11 PEACEMAKER

Základná funkčnosť pracoviska

PEACEMAKER nemôžeme nazývať pracoviskom ale skôr informačnou tabuľou, pre jednotlivé linky. Je zostavený z priemyselného počítača IEC Stabil PRO a televízora. Veľkosť uhlopriečky televízora alebo monitora by sa mala odvíjať od veľkosti výrobných linky. My sme zvolili 82 cm, keďže viditeľnosť bola dobrá aj na konci linky. Funguje ako program spustený na počítači, čo je výhodou pre administratívnych pracovníkov, ktorí sa nachádzajú vo výrobe len zriedka, jednoducho si nainštalujú tento program na svojom počítači a sledujú priebeh výroby. Úlohou PEACEMAKERA je zobrazovanie dôležitých informácií a noviniek vo výrobe. Skutočnosť, že prehľad o výrobe má celá spoločnosť, zároveň pôsobí ako motivácia pre pracovníkov i majstrov.



Obr. 46. Informačná obrazovka PEACEMAKER

Zobrazované informácie:

- Typ vyrábaného modelu
- Vytýčený plán pre danú zmenu
- Rozdiel medzi plánom a skutočnosťou
- Odstávky a prestoje
- Časový priebeh výroby v hodinových intervaloch

4.3.12 Prihlasovanie operátorov

Základná funkčnosť pracoviska

Prihlasovanie operátorov prebieha na každom pracovisku, bez prihlásenia je pracovisko nečinné a produkt bez zásahu obsluhy pracovisko neopustí. I informáciu o tom, kto je prihlásený na pracovisku musí byť uvedená na rodnom liste spolu s časom. V prípade nečinnosti počas niekoľkých minút nastáva automatické odhlásenie, ktoré zabezpečuje každý program. Vo výrobe budú dva typy prihlasovacích spôsobov:

1. Prihlásenie cez sembox na pracovisku
2. Prihlásenie cez monitor ELO

5 POROVNANIE PRED A PO NASADENIE RFID TECHNOLOGIE DO VÝROBY

V tejto kapitole som sa venoval porovnaniu výroby pred a po nasadení systému. Nasledujúce informácie boli spísané po konzultácii s výrobnými majstrami a administratívnymi pracovníkmi. Z konzultácii vystalo niekoľko požiadaviek na zmenu zo strany zákazníka, ktoré budeme samozrejme akceptovať, aby sme dosiahli maximálnu využiteľnosť systému.

V tejto kapitole nemožno uviesť presné a konkrétne čísla, keďže sú pre zákazníka veľmi dôvernú. Pre porovnania však využijeme percentuálne vyjadrenie. Každý zákazník je citlivý, pokiaľ sú jeho dáta využité na testy za účelom porovnávania. Spomínané údaje takisto nie sú využiteľné ako podklad pre tvorbu cenových ponúk, pretože každý výrobný závod funguje inak. Reálna návratnosť investícií sa dá vypočítať na základe porovnaní v intervale siedmych týždňov.

Ukazovateľom návratnosti je objednávka. Najvhodnejšie s rovnakým počtom objednaných produktov. Návratnosť pre firmu Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. s 93 pracoviskami je približne 13 mesiacov.

Percentuálne vyjadrenie pri porovnaní obdobia od 11.2.2013 do 31.3.2013 :

- zníženie výrobného cyklu o 38% (čas od počiatočného vstupu do linky až po prijatia na sklad)
- zníženie času zadávaním dát manuálne (vypisovanie sprievodných listov alebo iných dokumentov, ktoré v globále spomaľujú výrobu)
- zníženie chybovosti ľudského faktoru o 27% (preskoky pracovísk, montáž nesprávnych komponentov)
- zníženie tlače pridružených dokumentov o 52% (sprievodky, výdajky atď.)
- zvýšenie informovanosti o 90% (Peacemaker, Sembox atď.)

Koeficienty použité na výpočet porovnateľnosti dvoch období vychádzajú z časopisu INDUSTRYWEEK, ktorý pre nás vytvoril porovnanie pre IAC Group Chech s.r.o. a Johnson Controls Lučenec s.r.o.

Pre lepšie pochopenie uvedeného porovnávania venujem problematike niekoľko podkapitol, v ktorých uvádzam konkrétne príklady.

5.1 Skvalitnenie prehľadu o výrobe

Po nasadení riešenia môže zákazník sledovať v reálnom čase všetky pracoviská a procesy. Má dobrý prehľad o tom koľko produktov je vyrobených za danú zmenu, a tak je schopný promptnejšie reagovať na prípadné problémy. Zavedenú funkciu sme konzultovali s majsterkami vo výrobe. Tie ju hodnotili pozitívne. Spomenuli príklad, kedy bola plánovaná výroba na cca 1300 kusov, čo je priemerná požiadavka na výrobu. V danom čase bolo vyrobených okolo 430 produktov, čo sa samozrejme nezhodovalo s počtom výrobkov, ktoré mali byť vyrobené v danej hodine. Prostredníctvom dát je vedenie informované o 10 % poklese produkcie a môže okamžite reagovať na vzniknutý problém. V prípade, že sa plány nestihnú dokončiť v predpokladaný termín napr. kvôli nedostatku komponentov na skladoch, obchodné oddelenie môže včas informovať odberateľov o nedodržaní dodacieho termínu. Toto je len niekoľko výhod, ktoré nám poskytuje kvalitný prehľad o výrobe.

5.2 Zníženie chybovosti pri výrobe

Najväčší pozitívny ohlas malo zníženie chybovosti zapríčinené ľudským faktorom. Ako spomínal chyby vzniknuté preskakovaním niektorých pracovísk alebo vkladáním nesprávnych komponentov do produktu boli bežné. Majstri pracujúci vo výrobe nám svoje skúsenosti s chybami počas výroby popísali takto:

„Teraz produkt postupuje presne podľa abecedy tzn., že ak produkt bol na pracovisku A, jeho ďalšou zastávkou je pracovisko B. Pracovisko C nepovolí prácu na produkte ktorý nemá pridelený status OK z pracoviska B.“

„Pokiaľ ide o vkladanie nesprávnych komponentov, čo bol v minulosti závažný problém, keďže používame viac ako jeden druh komponentov sa od implementácie riešenia neprejavil.“

Príklad:

V podniku sa skončila výroba s 200 GB diskami a mala sa zmeniť na výrobu produktov, pri ktorej sa používa médium s kapacitou 250 GB. Keďže sa práve skončila ranná výroba a prešlo sa na popoludňajšiu. No na pracoviskách sa nezrealizoval presun informácií o tejto zmene, operátori boli preto informovaní o vkladaní nesprávneho komponentu. Tak sa zabránilo opätovnému vybaľovaniu produktov zo škatúl a vykonávaniu úkonov potrebných k napraveniu takýchto chýb.

5.3 Úspora času pri výrobe jedného kusu

Vďaka schopnosti zberu dát s využitím bezkontaktnéj technológie, je výroba oveľa rýchlejšia a pružnejšia. Zadávanie dát pomocou ručných skenerov sa obmedzilo na minimum, čo ušetrilo čas s manipuláciou pri čítaní kódu. V niektorých prípadoch bol kód poškodený a načítavanie trvalo aj niekoľko sekúnd. Úplne sa eliminovali ručné vypisovanie výdajok, príjmových a iných listov, ktoré nám v niektorých prípadoch zaberalo až 50 % času. Všetky potrebné informácie je totiž možné dohľadať v rodnom liste.

Vďaka zisteným údajom typu, kedy daný výrobok vstúpil na pracovisko, kedy výrobok pracovisko opustil alebo koľko času bolo potreba na spracovanie výrobku sme boli schopní spracovať kvalitnú štatistiku. Napríklad sme zistili, že 95 % operátorov je schopných spracovať produkt na svojom pracovisku za menej ako 1 minútu a 5 % operátorov zase naopak viacej ako jednu minútu. Uvedené podklady môžeme používať ako motivačné prostriedky. Ak by sa nám podarilo motivovať uvedených 5 % zamestnancov, aby mali obdobné výkony ako ostatní, výsledkom by bolo viac spracovaných jednotiek za rovnaký čas.

5.4 Štatistiky výrobných procesov

Zozbierané informácie nám ponúkli niekoľko druhov štatistík, o ktorých sme ani netušili. Firme pomáhajú pri rozhodovaní, čo je veľmi podstatný faktor, ktorý ovplyvňuje výrobu, pretože nesprávne rozhodnutie znamená stratu času.

Štatistiky sme využili napríklad na meranie vyťaženia pracovísk a zistili sme, že na jednom pracovisku je veľmi triviálny úkon z hľadiska času potrebného na dokončenie práce. Pracovisko bolo zrušené a operátor bol presunutý na pracovisko, pred ktorým vznikali časové prestoje. Úkon zrušeného pracoviska sa presunul na pracovisko, ktoré malo stredné vyťaženie a konečným výsledkom bolo viac vyrobených produktov. Nešlo však o žiadne závažné čísla, no môžeme povedať, že sme zrýchlili výrobný proces. Obdobnými rozhodnutiami ho môžeme ďalej cibriť. Štatistiky môžeme exportovať do použiteľných formátov v Microsoft Office a všetky zozbierané dáta sú použiteľné i pre využitie softvérov tretích strán.

5.5 Odstránenie papierovej dokumentácie

Všetky dáta sú uchovávané v elektronickej podobe a automaticky sa nahrávajú na databázový server. Pred nasadením riešenia operátori museli vypisovať rôzne sprievodky, po skončení testov na VDE a LabView sa jednoducho vkladala plastová karta s nápisom OK alebo NG. Ku ktorému pracovisku sa má produkt priradiť, sa operátori dočítali zo sprievodky. Tak vznikal veľký potenciál pre vniknutie procesných chýb.

Pre zber dát na pracovisku sa používa HF a UHF technológia. HF ako identifikačné kartičky na prihlasovanie obsluhy na pracoviska a UHF ako nosič s informáciami. Všetky dáta sa ukladajú pre možnosť historického spracovania, tvorbu štatistiky, analýz a trendy výroby. Pre náhľad na dáta môžeme využiť akýkoľvek počítač, ktorý je vo firemnej sieti. V prípade, že si chceme tieto informácie dohľadať, stačí nám vedieť informáciu o produkte, ktorý držíme práve v ruke. Vyhľadávanie je nastavené pre nosič alebo sériové číslo. Dáta sú uložené na centrálnom databázovom serveri, sú pre nás kedykoľvek k dispozícii a sú vždy aktuálne.

5.6 Dohľadanie všetkých informácií o jednotlivých produktoch

Nazberané informácie sú archivované niekoľko rokov. Potom sa mažu a na ich miesto sa ukladajú nové dáta (v podstate to môže byť obmedzené len kapacitou disku na serveri). Ide o znaky vo formáte ASCII znakov a ich veľkosť je minimálna. Životnosť dát je len niekoľko rokov, keďže najdôležitejšiu úlohu majú počas výrobného cyklu. Počas záručnej doby majú využiteľnosť na cca 30 %. Po záručnej dobe dáta už nie sú skoro vôbec dôležité. Aj napriek slabej využiteľnosti sa dáta po skončení záručnej doby archivujú dva roky.

Dáta sú prístupné všetkým užívateľom „na klik“. Môžeme si predstaviť situáciu bežnú pri výrobe. Máte minútu na to, aby ste našli okamžitú informáciu pre vášho nadriadeného. Napríklad aká bola stratovosť výroby za posledný týždeň v závislosti k zmene rannej a zmene popoludňajšej. Operátor si vie okamžite vyexportovať pravdivé informácie, pričom môže zistiť, že pri danej šarži niektorých komponentov, produkt neprechádza cez testy. Reakciou na to bude okamžitá spätná väzba zákazníka k dodávateľovi na zastavenie dodávky ďalších problematických komponentov. Tým, že sú dáta uchovávané niekoľko rokov sú k dispozícii ihneď. Ako firma teda, môžeme okamžite reagovať a riešiť vzniknuté problémy.

5.7 Zlepšenie komunikácie so skladoom

Nasadenie systému sme konzultovali s administratívnymi pracovníkmi, ktorí zhodnotili pozitívne i negatívne. Systém je aktuálne v štádiu prvotného nasadenia. Ešte bude nutné získať spätné väzby od niekoľkých pracovníkov. Vďaka nim totiž môžeme systém vylepšiť tak, aby fungoval 100 %. Snažili sme sa navrhnúť čo najkompaktnejšie riešenie, nie vždy je to však možné. Každý zákazník má totiž iné požiadavky na funkcionality daného modelu. Veľmi pozitívne hodnotenie mala komunikácia so skladoom, keďže to bol vždy problém. Teraz keď potrebujeme zistiť aktuálne zásoby finálnych produktov alebo dostupnosť komponentov potrebných na objednanú výrobu, vieme dohľadať presné informácie.

Obchodné oddelenie sa v minulosti riadilo len približnými informáciami a nedodržiavali stanovené termíny. Môžeme povedať, že medzi skladoom a výrobou nebola vytvorená potrebná väzba. Uvediem príklad. Daná výrobná dávka bola ukončená o 15:00 h. Finálne pracovisko poslalo informáciu o tom, že sa výroba skončila posledným kusom na objednávke a tak sa zmenil aj dostupný počet produktov. To znamená, že aktualizované informácie sme mali až po dokončení rozpracovanej objednávky. Vyrobiť potrebnú objednávku môže trvať aj niekoľko dní. Tak isto funguje systém aj opačným smerom. Aktualizuje sa informácia pre skladníkov, ktorí objednávajú potrebné komponenty na výrobu. Respektíve informujú, že na sklade sa míňa určitý materiál a pre kontinuálnu výrobu bude nutné objednať ďalšie zásoby. V globále sa vyhýbame situáciám, kedy by sa mala zastaviť výroba z dôvodu nedostatku materiálu na sklade.

ZÁVER

Práca je zameraná na zefektívnenie výrobného procesu pomocou RFID technológie. Hlavným cieľom práce bola analýza súčasného stavu a návrh riešenia pre firmu Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. Záver práce ponúka reálne porovnanie pred a po nasadení RFID technológie do výroby.

Poznatky a znalosti z prvej teoretickej časti diplomovej práce som využil pri navrhovaní jednotlivých pracovísk v tretej kapitole. Súčasťou tejto diplomovej práce je fotodokumentácia, a tiež export štatistík z reálnych dát zozbieraných vo výrobe. Aplikáciu na sledovanie výroby možno využiť v rôznych výrobných podnikoch. V súčasnosti sme už implementovali niekoľko obdobných riešení na zbieranie dát vo výrobe. Ako nástroj pre návrh Middleware, ktorý je spustený na jednotlivých pracoviskách, som použil xTrace Studio. XTrace Studio je vývojársky produkt firmy BARTECH SLOVAKIA Spol. s r.o., pre ktorú pracujem ako projektový manažér.

Operátori na výrobných linkách hodnotili riešenie veľmi pozitívne. Podarilo sa nám znížiť množstvo negatívnych elementov vo výrobe vzniknutých ľudským faktorom, zrýchlili sme výrobný proces, zlepšili informovanosť atď. Zákazník je aktuálne naklonený k rozširovaniu projektu aj do skladových priestorov a do procesov, ktoré touto technológiou momentálne nedisponujú. Myšlienka ďalej rozvíjať efektivitu výrobných procesov pramení v neustálej potrebe vývoja vďaka konkurencii v podobe ostatných podnikov.

Výsledkom spracovania diplomovej práce je materiál, ktorý bude podkladom pri navrhovaní obdobného riešenia alebo pre tvorbu referencií pri obchodných jednaniach. Práca môže slúžiť ako náučný materiál pre technikov, ktorí sa budú snažiť lepšie pochopiť systém.

ZÁVER V ANGLIČTINE

My diploma thesis is aimed to increase efficiency of manufacturing process through the use of RFID technology. The main goal was an analysis of the current company state and a solution proposal for company Panasonic AVC Networks Slovakia s.r.o. The last part of this thesis offers a reliable comparison between outcomes before and after this RFID technology solution has been applied into manufacturing process.

I have made use of findings and knowledge from the first theoretical part of my diploma thesis in process of department concept creation in third chapter. Part of this diploma thesis is the photo gallery and also the export of real time manufacturing data collected in manufacturing process. This application for manufacturing process monitoring can be useful for many manufacturers. Up to now we have implemented many similar data collection solutions in manufacturing process. I have used the XTrace Studio as a tool for a Middleware suggestion, which is run at individual departments. XTrace Studio is a product developed by the company called BARTECH SLOVAKIA spol. s r.o., for which I presently work as a project manager.

Flow line operators have rated our solution as highly positive. We have successfully lowered an amount of negative elements in manufacturing process evoked by a human factor, accelerated this process, improved awareness and so on. Customer base is positively opened to a further project development into the logistics departments and into processes that are not currently using this technology. The idea to further develop a manufacturing process effectiveness comes from a permanent innovation requirement which is primarily fuelled by a business competition.

The result of this diploma thesis is a material, which will become a base for solution proposal or for reference creation in business talks. Thesis can be of service as a manual for engineers, who want to learn and understand this system.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] SHEPARD, Steven. *RFID radio frequency identification*. Ilustrované. New York, NY:McGraw-Hill, 2005. ISBN 00-714-4299-5.
- [2] V. DANIEL HUNT, V.Albert Puglia. *RFID a guide to radio frequency identification*. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience, 2007. ISBN 978-047-0112-243.
- [3] ROUSSOS, George. *Networked RFID systems, software and services*. Online-Ausg. London: Springer, 2008. ISBN 9781848001534.
- [4] VACULÍK, Juraj, Peter KOLAROVŠZKI a Jiří TENGLER. Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 1. *Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 1* [online]. 2011, roč. 11, č. 5, s. 2, 5/2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/>
- [5] VACULÍK, Juraj, Peter KOLAROVŠZKI a Jiří TENGLER. Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 2. *Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 2* [online]. 2011, roč. 11, č. 6, s. 3, 6/2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/>
- [6] VACULÍK, Juraj, Peter KOLAROVŠZKI a Jiří TENGLER. Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 3. *Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 3* [online]. 2011, roč. 11, č. 7, s. 3, 7/2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/>
- [7] VACULÍK, Juraj, Peter KOLAROVŠZKI a Jiří TENGLER. Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 4. *Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 4* [online]. 2011, roč. 11, č. 8, s. 3, 8/2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/>
- [8] VACULÍK, Juraj, Peter KOLAROVŠZKI a Jiří TENGLER. Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 5. *Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi 5* [online]. 2011, roč. 11, č. 9, s. 3, 9/2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/>

-
- [9] The RFID Network. *The RFID Network* [online]. 2002, 2012 [cit. 2013-05-14].
Dostupné z: <http://rfid.net/>
- [10] BARTECH. *BARTECH solutions* [online]. 2005, 2013 [cit. 2013-05-14].
Dostupné z: <http://www.bartech.cz/>
- [11] FRID Journal - RFID (Radio Frequency Identification) Technology News & Features. RFID Journal LLC. [online]. 2002, 2013 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

RFID	Radio Frequency Identification
UHF	Ultra Hight Frequency
HF	Hight Frequency
LF	Low Frequency
UCC	Uniform Code Council
EAN	European Article Number
AIDC	Automatic Identification And Data Capture
RF	Radio Frequency
OCR	Optical Character Recognition
MICR	Magnetic Ink Character Recognition
ID	Identification
2D	Dvojdimenzionálny kód
kHz	Kilohertz
MHZ	Megahertz
GHZ	Gigahertz
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power
dB	Decibel
A	Ampér
W	Watt
V	Volt
EPC	Eletric Product Code
TID	Tag Identification
PCB	Printed Circuit Board
HDD	Hard Disk Drive

VDE	Názov testéru vysokého napätia
OK	Okay, potvrdenie správnosti
NG	Not Good, nepotvrdenie správnosti
USB	Universal Serial Bus
RS232	Sériový port alebo linka
TTL	Transistor-transistor Logic
PDA	Personal Digital Assistant
PXA	Výrobné označenie procesoru
cm	Centimeter
mm	Milimeter
IP	International Protection
LED	Light-emitting Diode
GEN	Generation
GPIO	General Purpose Input/Output
ISO	International Organization for Standardization
VHS	Video Home System
b	bit
VGA	Video Graphics Array
APR	Acoustic Pulse Recognition
WiFi	Bezdrôtová sieť

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1. Kontinuálne vlnenie.....	16
Obr. 2. Impulzívne vlnenie	16
Obr. 3. Rozprestreté frekvenčné spektru	16
Obr. 4. Princíp RFID komunikácie	19
Obr. 5. Tvorba Middleware pre pracovisko PACKING v xTrace studiu.....	23
Obr. 6. Paleta eko-pack s opierkami	24
Obr. 7. Pracovisko POKA YOKE	25
Obr. 8. Pracovisko EXPEDÍCIA	26
Obr. 9. Priemyselná čítačka od spoločnosti Motorola FX9500.....	38
Obr. 10. Ultra tenká čítačka ID EVO.....	39
Obr. 11. Priemyselná čítačka GAO036007	40
Obr. 12. Priemyselná anténa AN480	40
Obr. 13. Priemyselná tlačiareň Datamax H-class	41
Obr. 14. Princíp komunikácie Semboxu.....	42
Obr. 15. RFID nosič Tie-Wrap H86-T-In-BI	43
Obr. 16. RFID Etiketa TB24 Ring-trace.....	43
Obr. 17. RFID etiketa TF34 Satellite.....	43
Obr. 18. RFID etiketa TE65 Short-Apparel.....	44
Obr. 19. RFID etiketa UPM Raflatac Short Dipole.....	44
Obr. 20. RFID etiketa TE4 Thin Propeller	45
Obr. 22 RFID etiketa UPM-Web-NXP.....	46
Obr. 21. Odolný RFID tag Cargo Track	46
Obr. 23. Priemyselný počítač IEC Stabil PRO	47
Obr. 24. Priemyselný dotykový monitor ELO 1515L APR	48
Obr. 25. Pracovisko ASSEMBLY	50
Obr. 26. Označenie setu na vstupe pracoviska	51
Obr. 27. Označenie napáťovej dosky na strednom pracovisku	51
Obr. 28. Označenie základnej dosky na strednom pracovisku	51
Obr. 29. Označenie Blu-Ray mechaniky	52
Obr. 30. Označenie Front panelu na výstupnom pracovisku.....	52
Obr. 31. Skompletizovaný set, pripravený pre pracovisko UPDATE.....	52
Obr. 32. Pracovisko UPDATE.....	53

Obr. 33. Program spustený na PDA.....	54
Obr. 34. Pracovisko INSPECTION CELL	55
Obr. 35. Založení setu do testera LabView.....	55
Obr. 36. Pracovisko CASING.....	56
Obr. 37. Spôsob označenia prehrávača na pracovisku CASING.....	57
Obr. 38. Pracovisko VDE	58
Obr. 39. Pracovisko VISUAL CHECK	59
Obr. 40. Pracovisko Packing.....	61
Obr. 41. Príslušenstvo	61
<i>Obr. 42. Skompletizovaný produkt.....</i>	<i>62</i>
Obr. 43. Pracovisko WEIGHT	62
Obr. 44. Pracovisko PALETING	64
Obr. 45. Pracovisko REWORK	65
Obr. 46. Informačná obrazovka PEACEMAKER.....	66

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1. Porovnanie čiarového kódu a RFID identifikátoru.....	20
Tab. 2. Zoznam Informatívnych a varovných hlásení	32
Tab. 3. Návrh signálov pre komunikáciu so Semboxom a VDE Testerom.....	58

ZOZNAM PRÍLOH

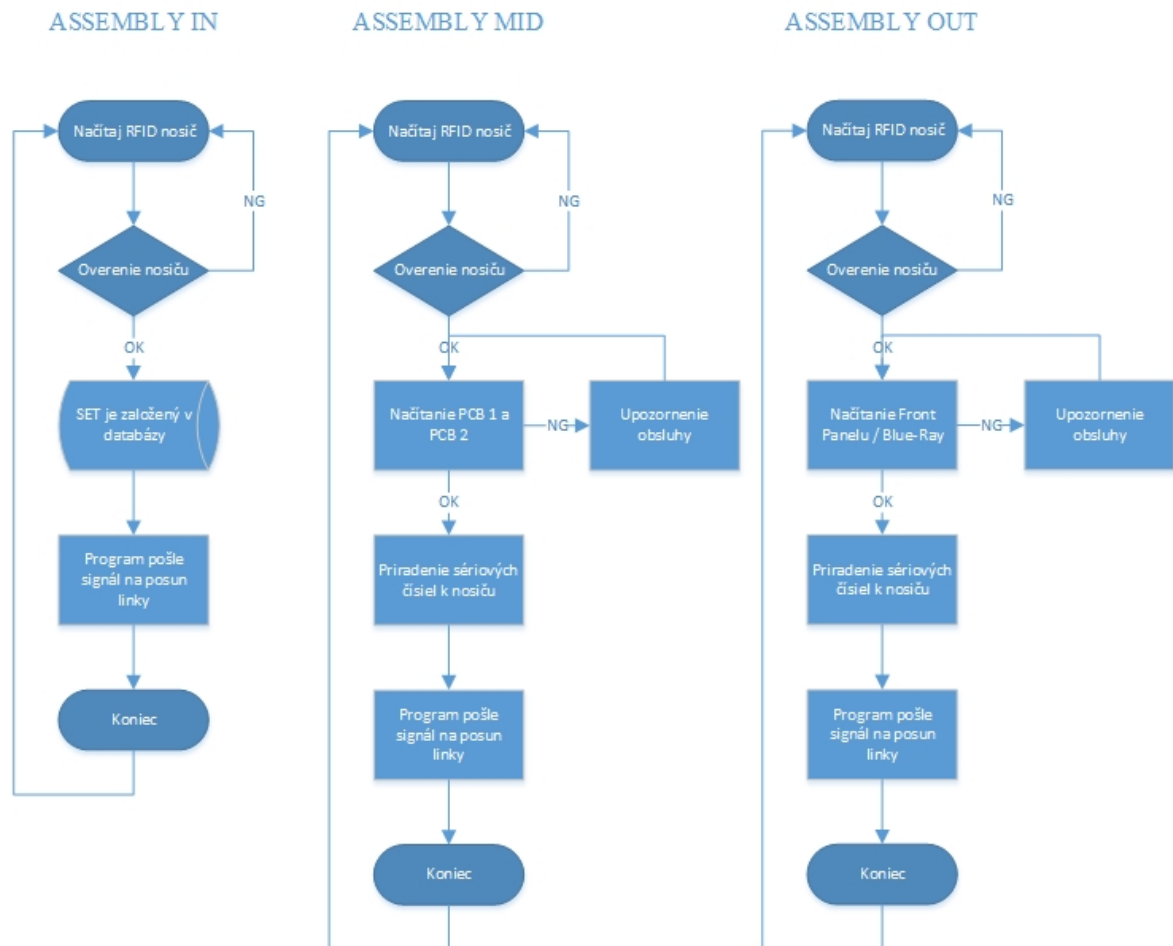
Príloha P I NÁVRH SOFTVÉROV PRE PRACOVISKA

Príloha P II ŠTATISTIKY Z REÁLNYCH DÁT

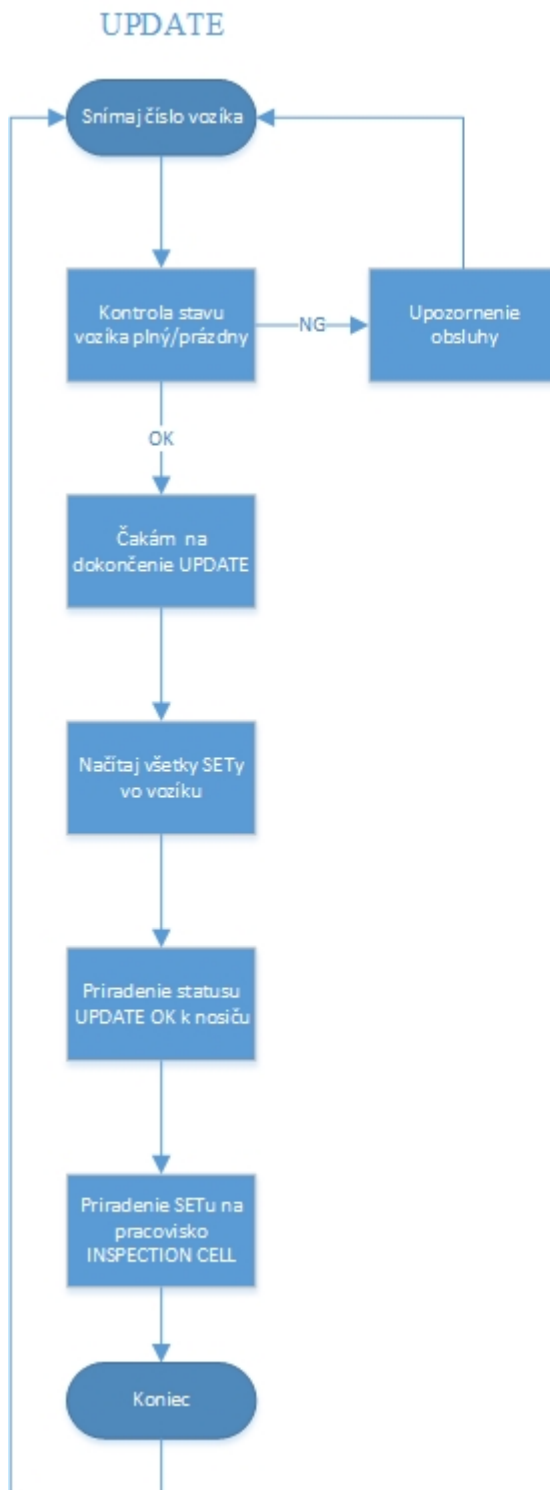
Príloha P III SCHÉMA ROZLOŽENIA REÁLNYCH LINIEK

PRÍLOHA P I: NÁVRH SOFTVÉROV PRE PRACOVISKA

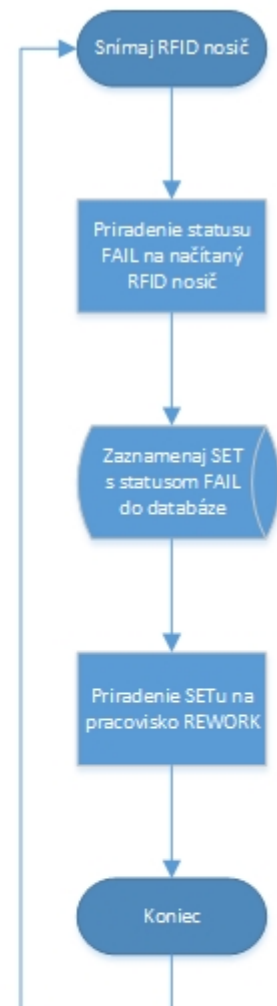
ASSEMBLY



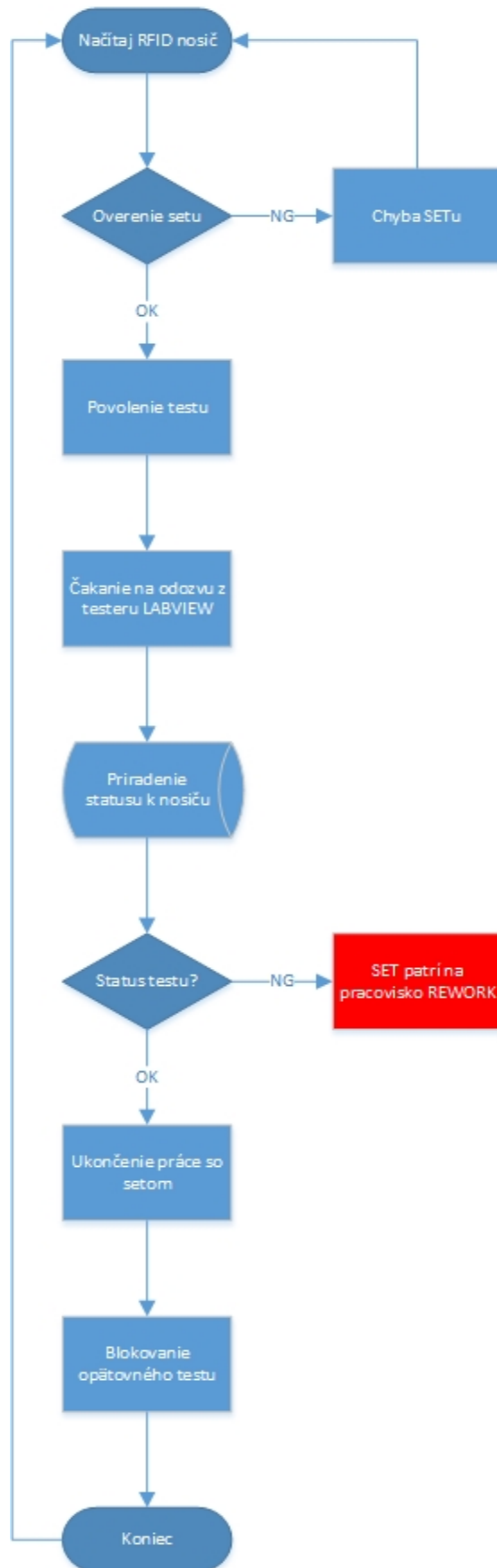
UPDATE



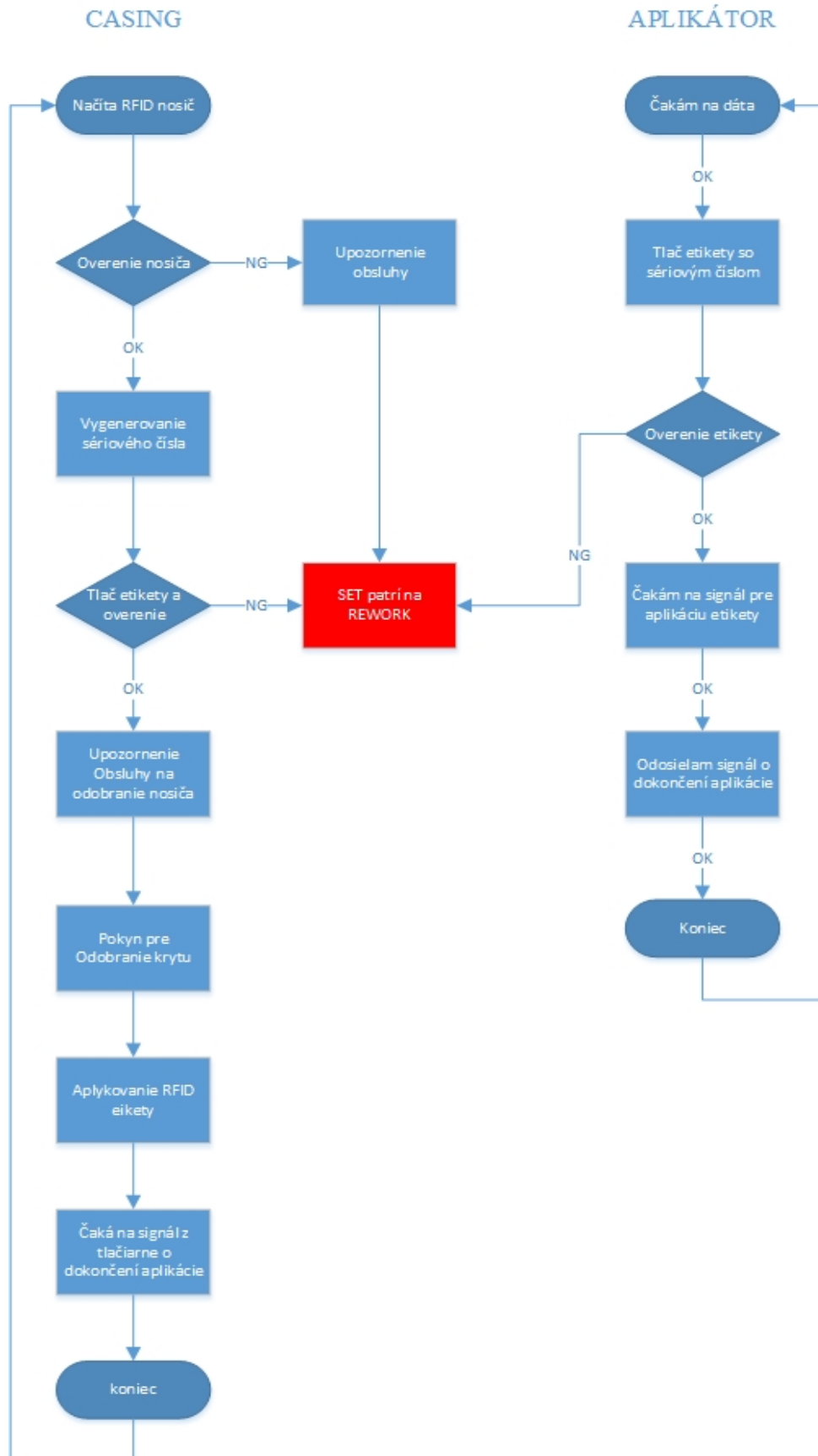
UPDATE FAIL



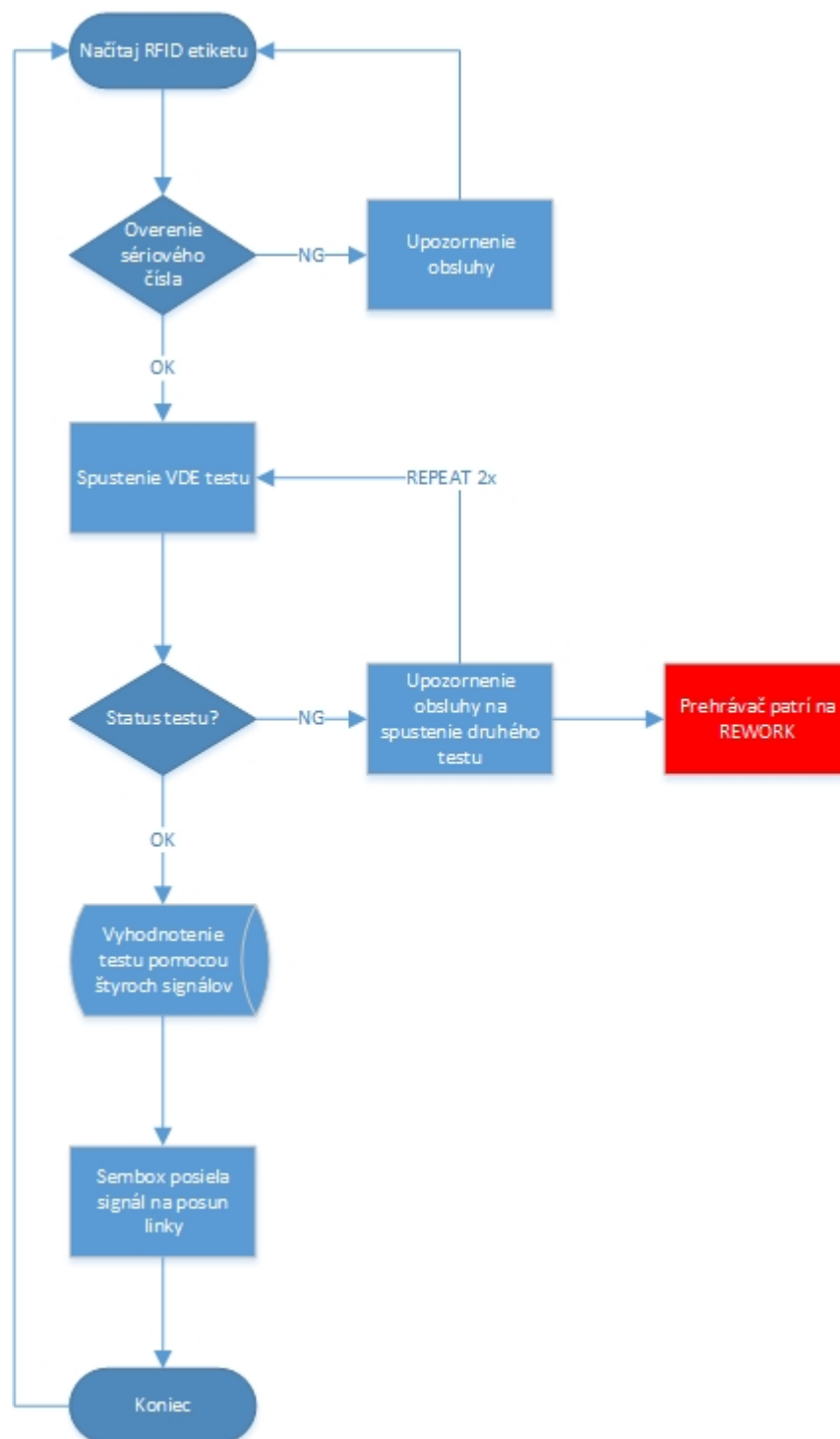
INSPECTION CELL



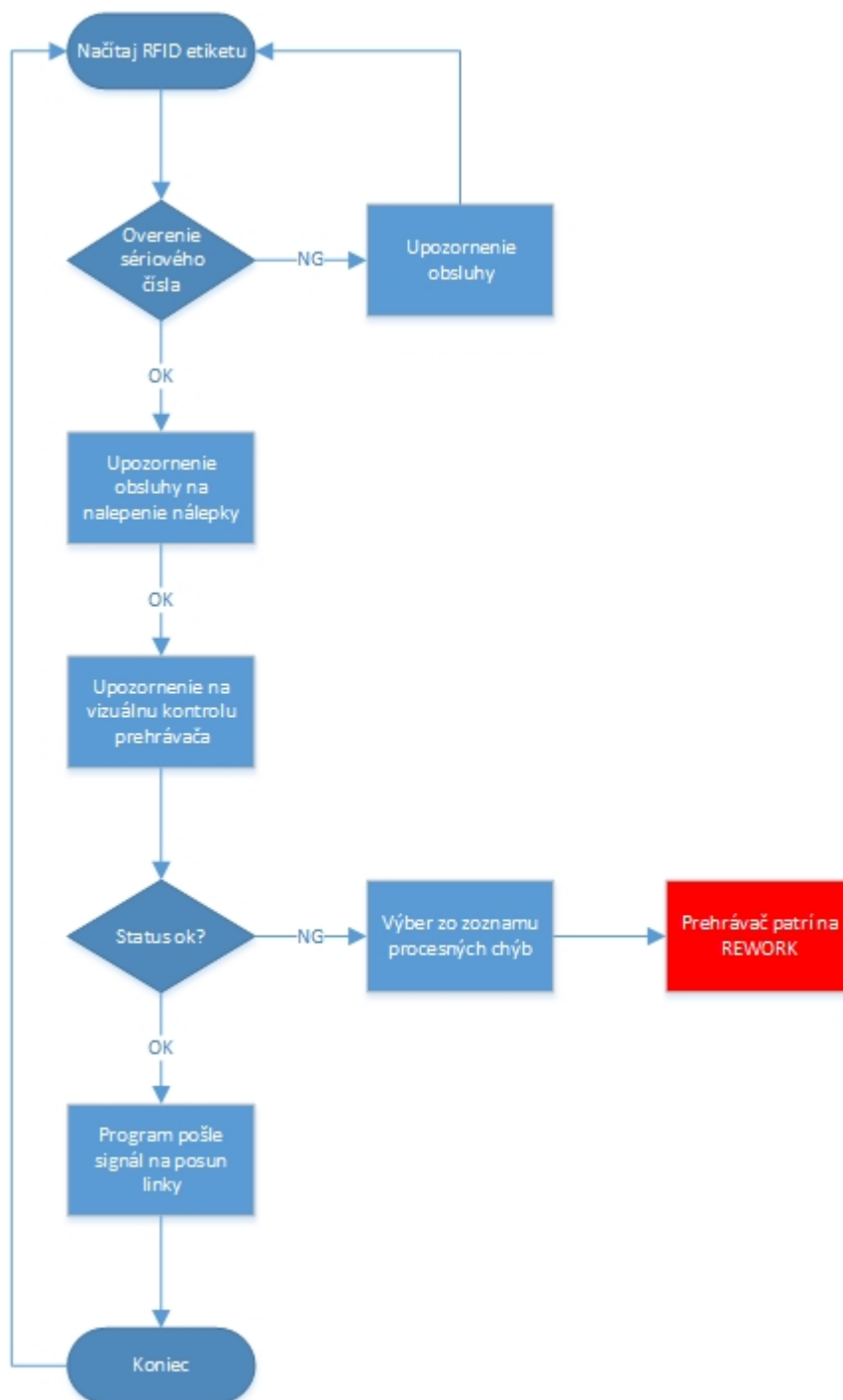
CASING



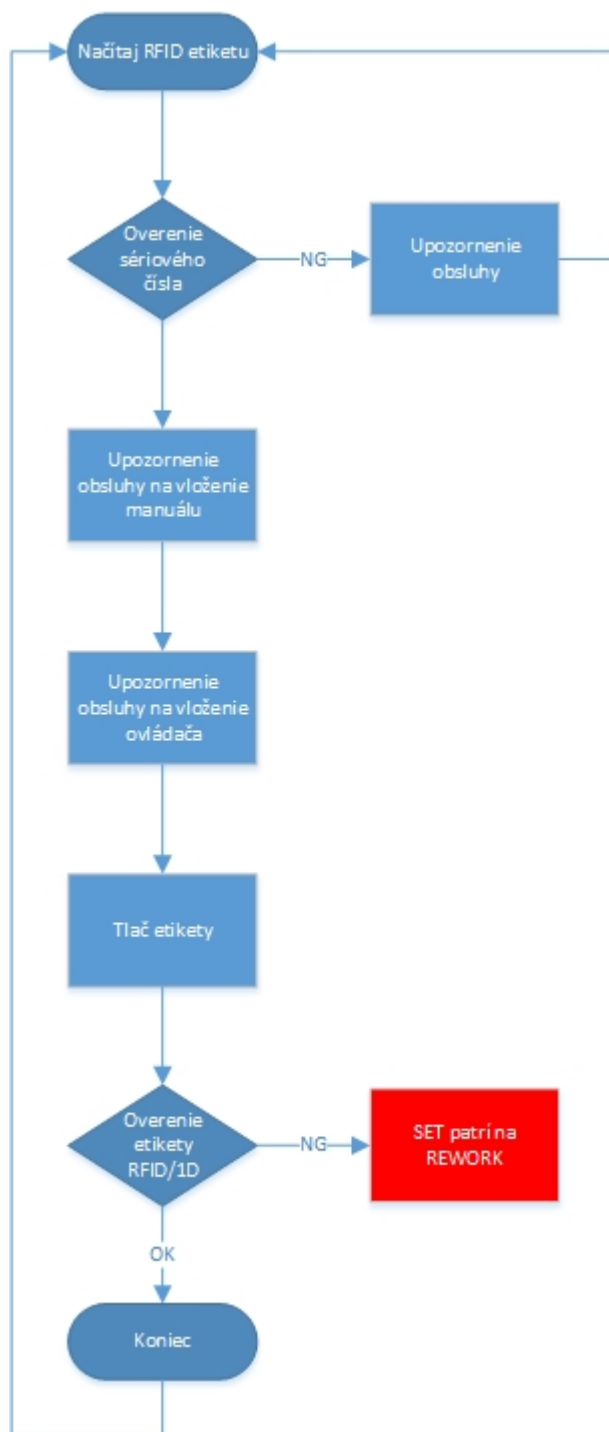
VDE



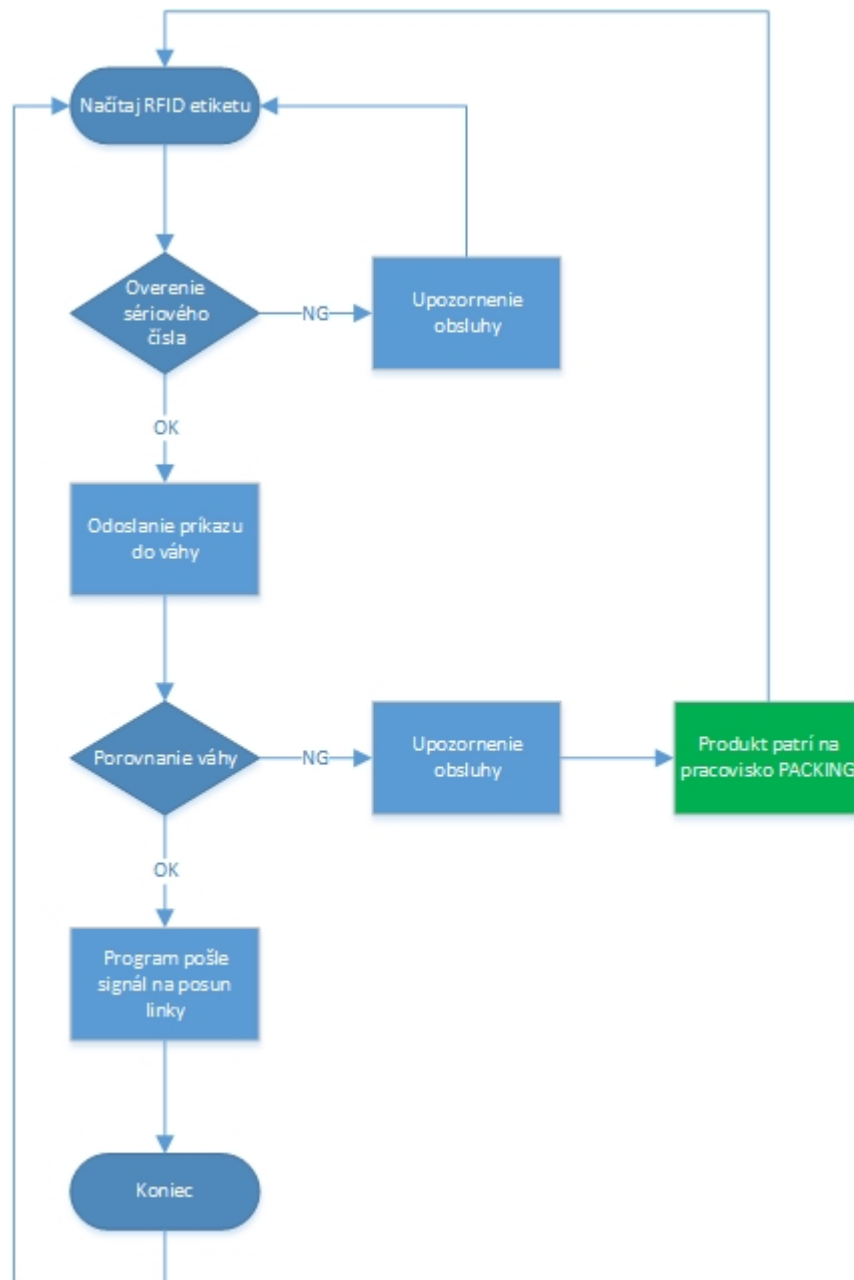
VISUAL CHECK



PACKING

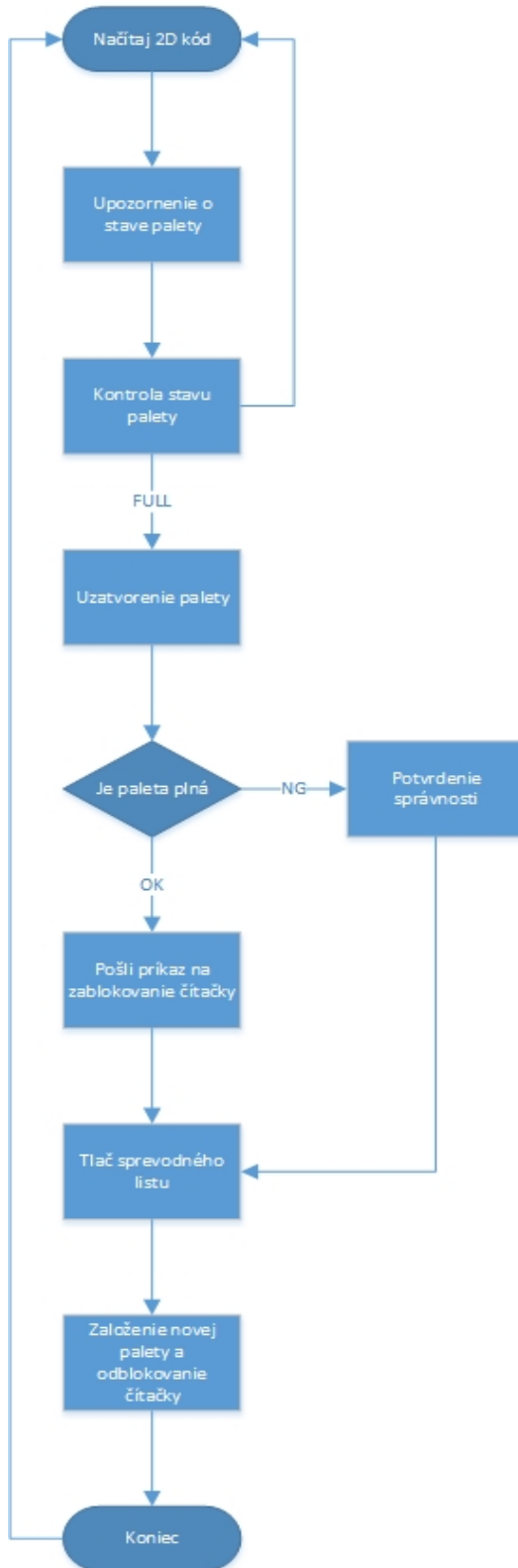


WEIGHT

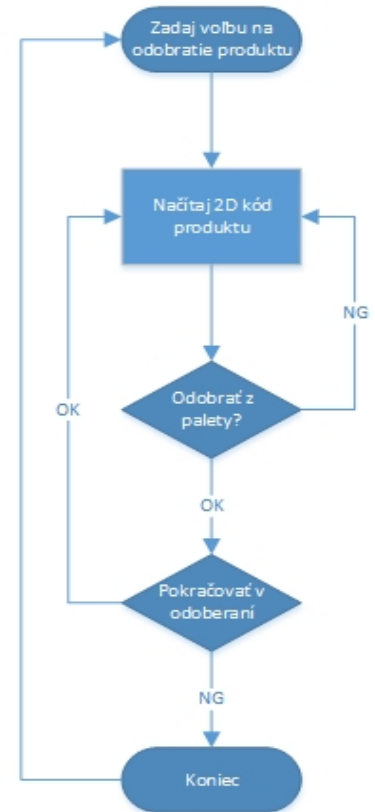


PALLETING

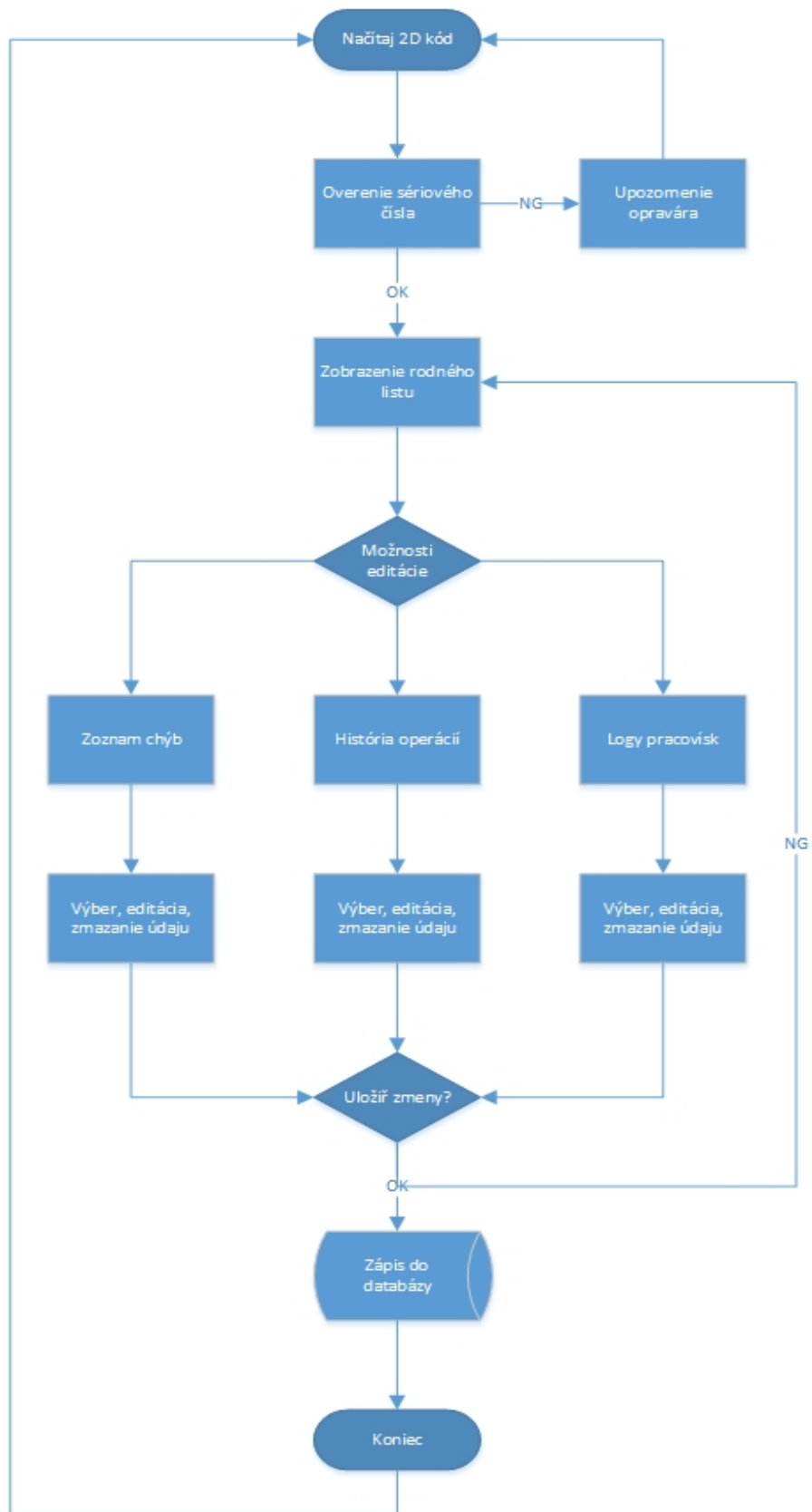
NOVÁ PALETA



ODOBRANIE PRODUKTU

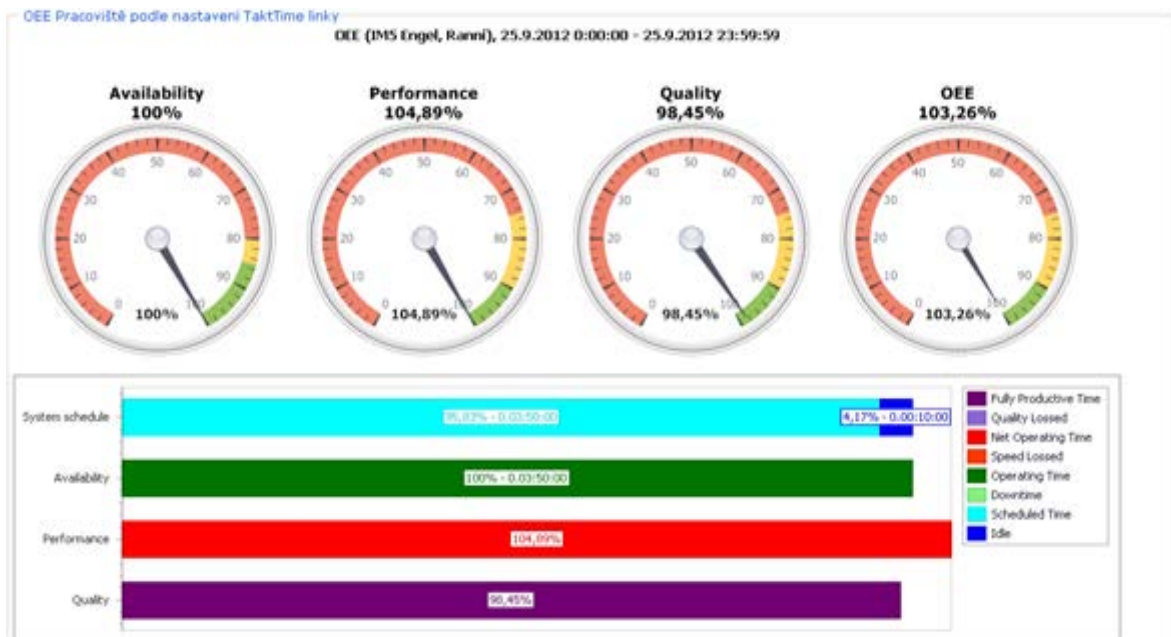


REWORK

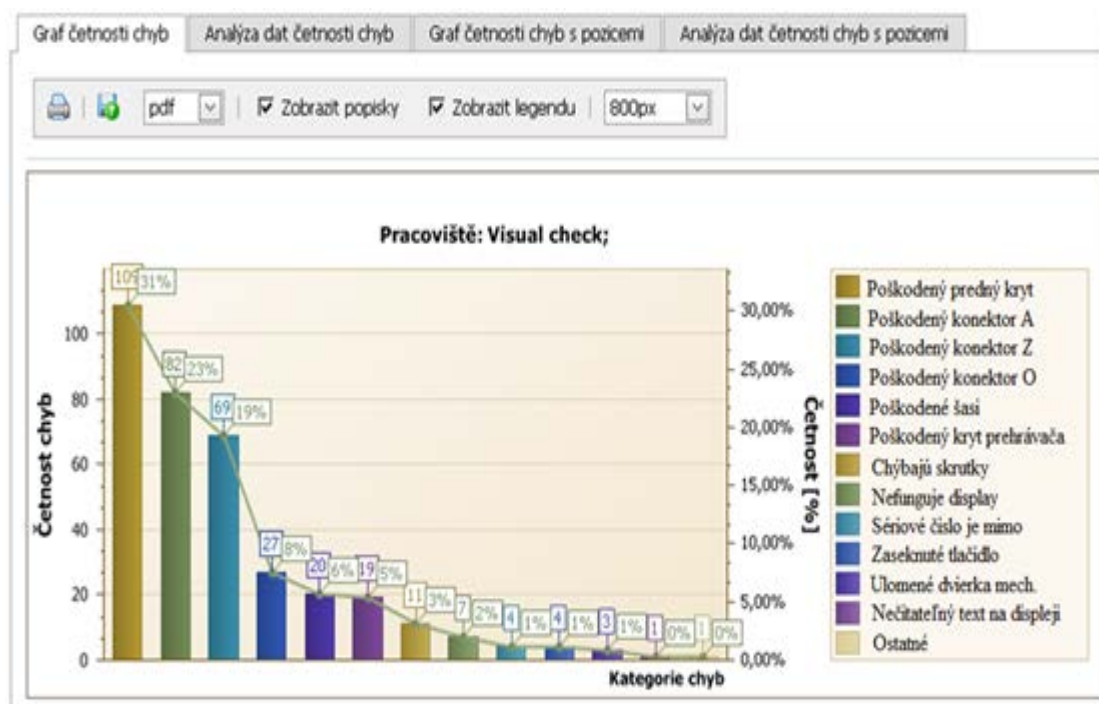


PRÍLOHA P II: ŠTATISTIKY Z REÁLNYCH DÁT

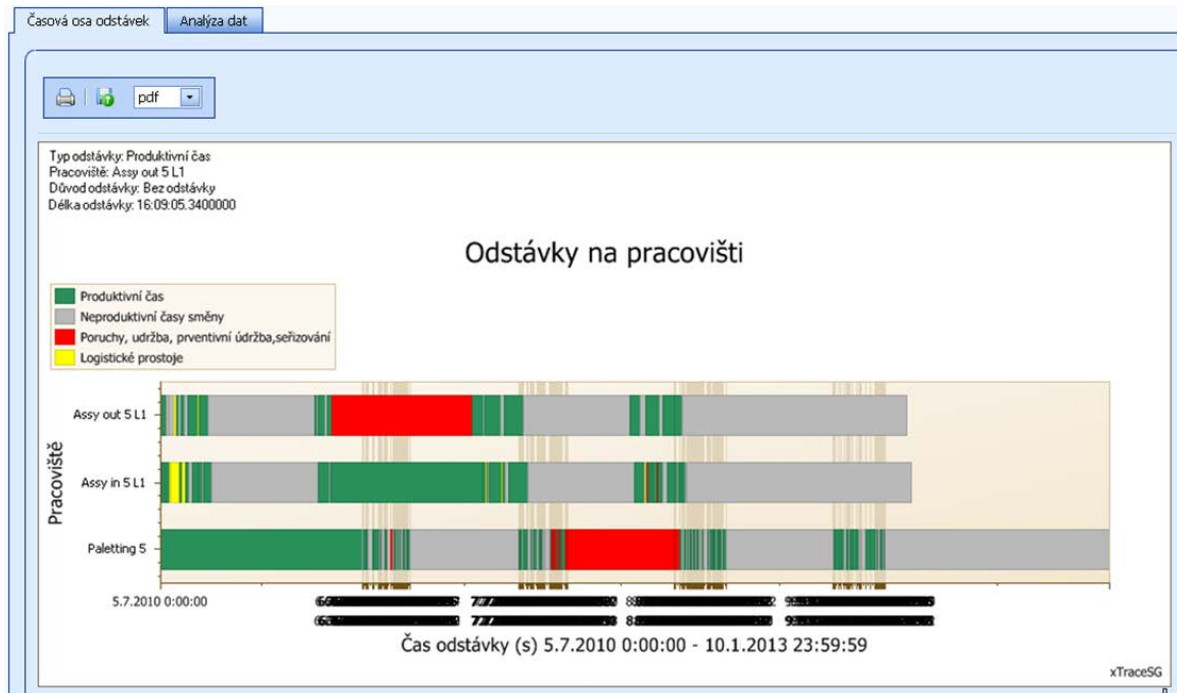
Vytváženosť konkrétneho pracoviska



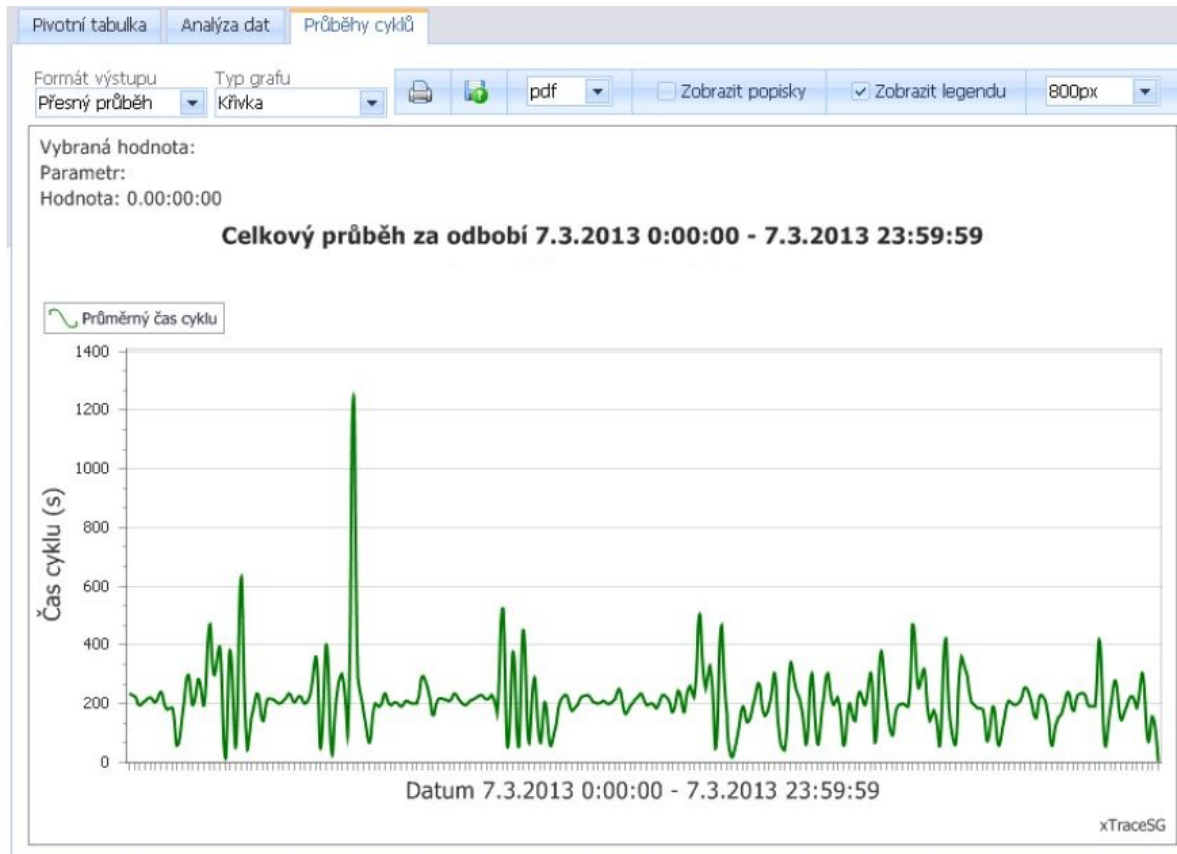
Analýza procesných chýb



Prestoje na pracoviškách



Celkový průběh výroby



PRÍLOHA P III: SCHÉMA ROZLOŽENIA VÝROBNÝCH LINIEK

