

Evropský polytechnický institut, s.r.o.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

JAN DŮJKA

Evropský polytechnický institut, s.r.o. v Kunovicích

Studijní obor: Elektronické počítače

**INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO
TECHNOLOGICKÝ PROCES VE VÝROBĚ**

(Bakalářská práce)

Autor: JAN DŮJKA

Vedoucí práce: Ing. PAVEL KAPUSTA

Hodonín, 2012

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Pavla Kapusty a uvedl v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

Hodonín, 2012

Děkuji panu Ing. Pavlu Kapustovi za velmi užitečnou metodickou pomoc,
kterou mi poskytl při zpracování mé bakalářské práce.

Hodonín, 2012

JAN DŮJKA

Obsah:

ÚVOD.....	6
1 TEORETICKÝ ZÁKLAD	8
1.1 Vymezení pojmu informace v podnikovém informačním systému	8
1.1.1 Pragmatický pohled na informaci	8
1.1.2 Rozdělení podnikových dat	9
1.2 Klasifikace informačních systémů.....	9
1.2.1 Provozní úroveň.....	9
1.2.2 Znalostní úroveň	9
1.2.3 Řídící úroveň	10
1.2.4 Strategická úroveň	10
1.2.5 Technologický a procesní pohled na klasifikaci informačních systémů	10
1.3 Etapy životního cyklu podnikového informačního systému	11
1.3.1 Analýza a volba rozhodnutí	11
1.3.2 Výběr systému	12
1.3.3 Uzavření smluvního vztahu	12
1.3.4 Implementace	12
1.3.5 Užívání a údržba	12
1.3.6 Rozvoj, inovace a vyřazení.....	13
1.4 Informační systémy typu MES	13
1.4.1 Přidělování a stav zdrojů	13
1.4.2 Operativní plánování	14
1.4.3 Správa dokumentace.....	14
1.4.4 Sběr a archivace dat.....	14
1.4.5 Řízení pracovních sil	14
1.4.6 Řízení kvality.....	14
1.4.7 Řízení procesu	15
1.4.8 Řízení údržby.....	15
1.4.9 Trasování a genealogie výrobků.....	15
1.4.10 Analýza výkonnosti	15
2 POPIS TECHNOLOGICKÉ ČÁSTI VÝROBY	16
2.1.1 Výrobní technologie	16
2.1.2 Způsob a možnosti sběru dat ve výrobě	16
2.1.3 Vyhodnocování výrobních dat	19
2.1.4 Vyhodnocování způsobilosti procesu.....	19
2.1.5 Vyhodnocování četnosti měření	21
3 ANALÝZA POŽADAVKŮ UŽIVATELE	23

3.1	KUP – katalog uživatelských požadavků.....	23
3.2	Využití metodiky KUP při definování požadavků.....	24
4	REALIZACE INFORMAČNÍHO SYSTÉMU ZA POUŽITÍ NÁSTROJŮ VBA A SQL. 26	
4.1	Požadavky na systém.....	26
4.1.1	Pracovní stanice určené pro sběr dat	26
4.1.2	Pracovní stanice určené pro analýzu a prezentaci dat	26
4.1.3	Pracovní stanice určené pro správu systému	26
4.2	Nastavení SQL serveru.....	27
4.3	Nastavení MS Excel	27
4.4	Návrh databáze	27
4.5	Propojení VBA a MS SQL Serveru.....	28
4.6	Instalace	28
4.7	Popis jednotlivých modulů systému	29
4.7.1	Úvodní nabídka	29
4.7.2	MaxGap a kontrola tloušťky barvy	30
4.7.3	Interface High Check – kontrola výšky dosedacích ploch antény a rádia.....	33
4.7.4	Tlakový test	36
4.7.5	Sledování efektivity výrobních linek.....	39
4.7.6	Sledování prostojů výrobních linek a strojů	44
4.8	Prezentace dat	45
4.8.1	Prezentace dat na intranetu společnosti	45
4.8.2	Prezentace dat systémem Hour By Hour	45
5	TESTOVÁNÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ VE VÝROBĚ.....	49
5.1	Nedostatky zjištěné při testování a jejich odstranění.....	49
6	MOŽNOSTI DALŠÍHO ROZŠÍŘOVÁNÍ A ZDOKONALOVÁNÍ SYSTÉMU	51
	ZÁVĚR.....	52
	HODNOCENÍ PODNIKU.....	54
	ABSTRAKT	55
	ABSTRACT	56

LITERATURA	57
SEZNAM ZKRATEK.....	59
SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ, TABULEK.....	60
SEZNAM PŘÍLOH	61

ÚVOD

Tato bakalářská práce řeší požadavek společnosti Andrew Telecommunications s.r.o. na informační systém pro technologické procesy. Andrew Telecommunications je součástí celosvětové korporace Commscope jenž zaujímá vedoucí postavení ve světě v dodávkách bezdrátových řešení pro telekomunikace. Jejími zákazníky jsou například významné telekomunikační společnosti jako Ericsson, Nokia, NEC. Zvyšující se poptávka po širokém pásmu, jako například přenos videa do mobilních zařízení, dává firmě jasnou perspektivu. Avšak rostoucí konkurence hlavně v asijských zemích nutí společnost průběžně vylepšovat výrobní procesy a hledat finanční úspory. Závod v České republice je držitelem ocenění distributora, který vyváží své produkty do nejvíce destinací na různých kontinentech. Jedná se o vysokofrekvenční parabolické antény v rozměrech od dvaceti centimetrů po téměř tři metry v průměru, vysokofrekvenční kabely a vlnovody. Tyto komponenty pracují v rozsahu frekvencí od 7 do 42 GHz. Nejbližší nadřízené vedení má sídlo ve Skotském Lochgelly. Odtud také většinou přichází požadavky na zlepšování systému řízení kvality a zlepšování technologických procesů. Pro zdokonalování řídicích procesů a zefektivnění většinou manuálních operací ve výrobě, využívá společnost metody štíhlé výroby (Lean Manufacturing), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) nebo 5S.

S ohledem na interní pravidla vývoje a používání softwarových nástrojů ve společnosti, jsem zvolil programové prostředí VBA (Visual Basic for Applications) s připojením na databázový SQL (Structured Query Language) server. Jednotlivé moduly tohoto systému jsou nasazeny na různých výrobních linkách, většinou na kontrolních pracovištích kde probíhá měření a kontrola technologických parametrů. Vzhledem k velkému podílu manuálních operací při výrobě a montáži, jsou některá data zapisována ručně do VBA formulářů, odesílána na SQL server a analyzována. Na výrobních operacích kde je zavedena automatizace jsou data zapisována na server automaticky při jejich pořízení. Data jsou poté analyzována nástroji Cpk (messure of process capability), nebo podle interních specifikací pro řízení kvality. Výsledky analýzy jsou dostupné na podnikové síti a pravidelně zveřejňovány na intranetu společnosti Commscope. Výstupem analýzy je také požadavek na četnost měření, který zpětně vstupuje do informačního systému a procesu kontroly kvality. Tento parametr potom nastavuje frekvenci měření na úroveň, která neplýtvá výrobními prostředky a přitom zajišťuje požadovanou kvalitu.

Další požadavek na funkcionalitu tohoto informačního systému byl založen na potřebě zobrazovat aktuální výstup výrobní linky. Produkce na výrobních linkách je plánována denně z důvodů zkracování dodacích termínů zákazníkům. Jakýkoli prostoj ve výrobě tak ohrozí dodávky na další dny. Pravidelné a intenzivní vyhodnocování výstupu z výrobních linek je proto nezbytné pro to, aby byli zodpovědní pracovníci informováni o případném výpadku nebo zpomalení výroby vzhledem k nastavenému plánu. Požadavkem společnosti bylo stanovovat plán výroby na každou směnu a výstupy vyhodnocovat každou hodinu (Hour By Hour system). V tomto směru systém překračuje zadání a nastavený plán výroby je kontrolován s každým vyrobeným kusem. Kontrola probíhá na základě výpočtu cyklu (takt time) výrobní linky. Výstupem je trend splnění cíle do konce směny ve vyrobených kusech.

Systém sběru dat funguje na základě jednotlivých modulů instalovaných na pracovní stanice na daném pracovišti. Tyto stanice využívají podnikovou síť s připojením na databázový server, kam odesílají pořízená data. Moduly pro analýzu a následnou prezentaci výsledků jsou uloženy na sdílených discích v síti. Veškerá správa LAN sítě spadá pod IT oddělení, které se musí striktně řídit globálními pravidly pro správu sítě, instalování nových programů a pro vývoj nových aplikací. Z tohoto důvodu bylo při výběru programového prostředí jedinou možností využití aplikace MS Office konkrétně Microsoft Excel a programovacího jazyka VBA. Tento softwarový produkt je standardně instalovaný na všechny pracovní stanice ve firmě. Dobrá dostupnost tohoto programového vybavení je tak zaručena i na jednotlivých stanicích umístěných přímo ve výrobě.

1 Teoretický základ

Informační systémy v podnikovém prostředí jsou velice rozsáhlou a komplikovanou oblastí. V této kapitole se zaměříme na poznatky a zdroje, které byly identifikovány jako využitelné pro zadaný úkol.

1.1 Vymezení pojmu informace v podnikovém informačním systému

Ve 40. letech minulého století popsal Claude Shannon informaci jako statistickou pravděpodobnost výskytu signálu či znaku, který odstraňuje neznalost příjemce. Z hlediska moderní podnikové informatiky je však tato definice nedostačující. Pro správné definování informace je rozhodující důraz na různé úrovně pohledu.

Syntaktický pohled – Orientuje se na vnitřní strukturu informace bez ohledu na vztah k jejímu příjemci.

Sémantický pohled – Bez ohledu na vztah k jejímu příjemci zdůrazňuje obsahový význam informace.

Pragmatický pohled – Je směřován k praktickému využití informace a významu pro příjemce. Tento pohled je určující pro využívání informace jako nedílné součásti rozhodovacího procesu v managementu, podnikání ale i ve společenském a osobním životě. [4, s. 20]

1.1.1 Pragmatický pohled na informaci

Z pragmatického pohledu může být informace označena za prvořadý zdroj pro podnikání. Ostatní výrobní faktory jako práce, půda, kapitál se tak stávají druhořadými. Informace je také prezentována jako smysluplná interpretace dat a vztahů mezi nimi. Podniková data jsou neodmyslitelným prvkem podnikového informačního systému. Jsou nositeli zaznamenaných skutečností souvisejících s aktivitami podniku a zároveň jsou schopna přenosu, interpretace a zpracování. [4, s. 21]

1.1.2 Rozdělení podnikových dat

Podniková data lze rozdělit na tři skupiny.

- Data o společenských podmínkách podnikání – zahrnují údaje o demografických, sociálních, ekonomických trendech ve společnosti, pracovní síle, dostupnosti materiálu, kapitálu a dalších faktorech ovlivňující hodnotový řetězec firmy.
- Data o trhu – tvoří zaznamenané skutečnosti o nabídce, poptávce, konkurenci a celkovém dění na trhu.
- Interní data – jsou nositeli faktů umožňujících managementu správně reagovat na své okolí. Patří sem obchodní a finanční plány, predikce vývoje, data o podnikových zdrojích, jejich alokaci a omezeních, vnitřních pravidlech a procedurách podniku. [4, s. 20]

Pro řešení zadaného úkolu je zřejmé, že se budeme pohybovat v oblasti interních podnikových dat.

1.2 Klasifikace informačních systémů

Základní klasifikace rozlišuje čtyři úrovně informačních systémů. Žádná z těchto úrovní neposkytuje komplexní informace potřebné pro řízení sama o sobě. Rozdělení tak nabízí čistě teoretický pohled na fungování podniku. [4, s. 73]

1.2.1 Provozní úroveň

Provozní úroveň zpracovává informace týkající se podnikové agendy. Realizace zakázek, nákup, prodej, platby. Tyto informační systémy reagují na rutinní činnosti napříč celou organizací. Uživatelé těchto systémů jsou například účetní nebo provozní pracovníci.

1.2.2 Znalostní úroveň

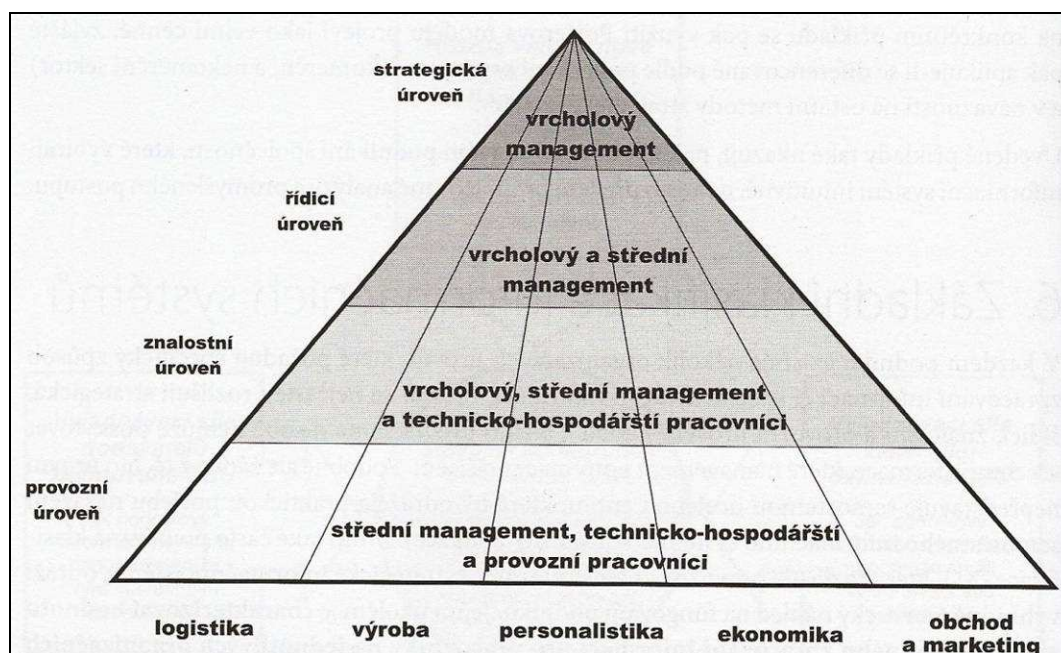
Tyto aplikace podporují růst znalostní báze organizace a řídí tok dokumentů, pracují například s informacemi o korespondenci se zákazníky, s výsledky schůzek s dodavateli nebo s údaji o hospodaření podniku. Patří k nim klientské aplikace systému ERP, CRM a prostředky osobní informatiky jako kancelářské aplikace nebo groupware (software určený pro týmovou spolupráci).

1.2.3 Řídící úroveň

Řídící úroveň poskytuje informace k podpoře rozhodování u středního a vrcholového managementu. Výstupem jsou například reporty ekonomických výsledků. Na řídicí úrovni poskytuje informační systém také podporu pro nerutinní rozhodování. Pro tuto oblast jsou typické analýzy.

1.2.4 Strategická úroveň

Informační systémy na strategické úrovni napomáhají vrcholovému managementu k identifikaci dlouhodobých trendů uvnitř i vně organizace. Informace pro strategické analýzy většinou pocházejí nejen z vnitřního systému, ale také z vnějších zdrojů.

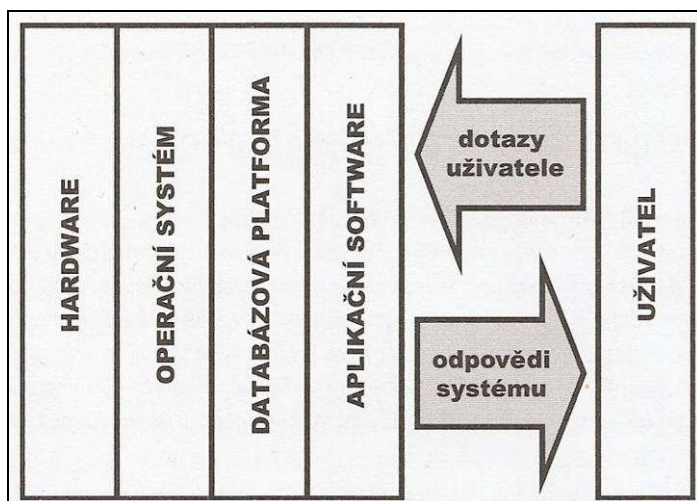


Obr. č. 1: Informační pyramida podle organizačních úrovní podniku.

Zdroj: [4, s. 74]

1.2.5 Technologický a procesní pohled na klasifikaci informačních systémů

Nedílnou součástí podnikových informačních systémů je hardwarová a softwarová infrastruktura. Tato umožňuje automatizované zpracování dat do srozumitelné a integrované podoby. Technologický pohled klasifikuje informační systémy na základě vrstev, které data transformují na informace srozumitelné uživateli.



Obr. č. 2: Technologické pojetí informačního systému.

Zdroj: [4, s. 75]

Procesní klasifikace určuje tyto části podnikových informačních systémů.

- ERP – zaměřený na řízení interních procesů.
- CRM – obsluhuje procesy směřované k zákazníkům.
- SCM – řídí dodavatelský řetězec a jeho součástí bývá APS systém pro pokročilé plánování výroby.
- MIS – manažerský informační systém sbírá data z ERP, CRM, SCM, APS a externích zdrojů a poskytuje informace pro podporu rozhodování. [4, s. 77]

1.3 Etapy životního cyklu podnikového informačního systému

1.3.1 Analýza a volba rozhodnutí

V této fázi by měli manažeři vycházet z podnikové informační strategie firmy. Měli by zvážit inovaci stávajícího systému, nebo pořízení nového. Tato fáze by měla zahrnovat definici požadavků na systém, popis jeho cílů a přínosů, rozbor dopadů těchto rozhodnutí na úroveň organizace. Informační systémy se vyvíjí velmi rychle společně s měnícím se podnikatelským prostředím. Je důležité, aby při rozhodování manažeři rozpoznali všechny možnosti a přínosy těchto systémů.

1.3.2 Výběr systému

Tato etapa zahrnuje výběr hardwaru, softwaru, infrastruktury a služeb. Měla by se minimalizovat potřeba zákaznických úprav. Posuzuje se úroveň funkcionality, cena a kvalita servisních služeb. Je vhodné vypracovat zadávací dokument, který popisuje požadavky organizace na systém, zadat výběrové řízení a vybrané kandidáty požádat o prezentaci jejich produktů dle definovaného zadání. Doporučuje se i návštěva vybraných podniků používajících uvažované systémy. [4, s. 93]

1.3.3 Uzavření smluvního vztahu

Jedná se o kritickou a podceňovanou fázi. Dodavatel předkládá smlouvy o licencích, implementaci a servisu, které nemusí být upraveny zákonem (inominátní), obsahují specifickou terminologii a mohou tak být z obsahového i právního hlediska složité k posouzení.

1.3.4 Implementace

Implementace zahrnuje přizpůsobení informačního systému, tak aby co nejvíce odpovídal požadavkům organizace a školení. Zavedení systému může obsahovat transfer a úpravu dat z předchozích systémů. Tato etapa je náročná na dodržování časového harmonogramu a organizaci pracovních týmů. Klíčovou roli hraje sestavení implementačního týmu a způsob organizace prací.

1.3.5 Užívání a údržba

Užívání a údržba zahrnuje provoz informačního systému, který umožňuje realizaci očekávaných přínosů. Zde je velice důležitá údržba a správa systému. Každý výpadek v ostrém provozu nese negativní dopad na chod podniku. Servisní smlouva obsahuje podmínky poskytování služeb ze strany dodavatele. Například reakční doby servisního zásahu jsou předmětem smlouvy SLA (Service Level Agreement). Tato smlouva definuje měřitelnou úroveň poskytovaných služeb (doba výpadku, objem transakcí apod.). V případě poklesu následují sankce vůči dodavateli.

1.3.6 Rozvoj, inovace a vyřazení

V této fázi mohou být do informačního systému integrovány další aplikace, nebo může být systém rozvíjen buďto horizontálně nebo vertikálně. Vertikální rozvoj znamená výkonnější analytickou funkcionalitu. Horizontální rozvoj se zaměřuje na spolupráci a řízení vztahů se zákazníky a dodavateli.

1.4 Informační systémy typu MES

MES (manufacturing execution systems) zahrnují kategorii informačních systémů určených pro výrobní podniky.

Systémy kategorie MES jsou článkem mezi ERP (ekonomickými) podnikovými informačními systémy a systémy pro automatizaci technologických procesů. Na rozdíl od ERP systémů pracují s výrobními daty v reálném čase, což umožňuje pružně reagovat na výjimečné události ve výrobě, na okamžité požadavky obchodu a přizpůsobovat výrobní proces tak, aby byl co nejefektivnější. Funkcionalita MES systémů je definována organizací MESA (Manufacturing Enterprise Solutions Association). Tato definice zahrnuje jedenáct funkčních okruhů. Při realizaci systému v konkrétních podmínkách se může řada funkcí navzájem překrývat, a některé funkce nemusí být zahrnuty vůbec. [4, s. 252]

1.4.1 Přidělování a stav zdrojů

ERP systémy většinou obsahují možnost plánování zdrojů do omezených kapacit. Tyto kapacity se pohybují v teoretické rovině. Jejich skutečná dostupnost a kapacita se od teoretické liší. MES systémy pracují se skutečnou kapacitou zdrojů s přihlédnutím k dalším skutečnostem ve výrobě. Zejména pro operativní plánování výroby je nutné mít aktuální informace o využití zdrojů.

1.4.2 Operativní plánování

Díky vstupu aktuálních dat z výroby o dostupnosti zdrojů do systému bývá operativní plánování základem MES systému. Do operativního plánování vstupují data z nadřazeného ERP systému na úrovni výrobních zakázek. Plánování, jako součást MES systémů potom dovoluje podrobné rozplánování na jednotlivé operace a operativně reagovat na situace ve výrobě.

1.4.3 Správa dokumentace

Součástí MES systému by měla být funkcionalita, která umožňuje správu dokumentace. Především jde o dostupnost dokumentace v průběhu výrobního procesu tam a tehdy, kde je to třeba. Například v elektronickém průmyslu a v dalších oborech je běžné použití terminálů pro zobrazování výrobní dokumentace pro každý právě vyráběný komponent. V kusových a malosériových výrobach se bez dostupnosti dokumentace pro jednotlivé výrobky nelze obejít.

1.4.4 Sběr a archivace dat

Některé části MES systému značně závisí na sběru dat. Sběr dat může být různě komplikovaný a tím i nákladný. U automatizovaných částí výroby je řešením napojení na výstupy zařízení. U manuálních operací je sběr dat nákladnější a může být zkreslený lidským faktorem. Data je nutné nejen sbírat, ale hlavně smysluplně analyzovat a používat.

1.4.5 Řízení pracovních sil

Elektronická identifikace pracovníků je běžná pro sledování docházky. Pro operativní plánování je ale vhodné sledovat přímo účast zaměstnanců na jednotlivých operacích. Takto lze dosáhnout lepšího využití pracovních sil.

1.4.6 Řízení kvality

MES systémy zajišťují například odběry vzorků nebo evidenci výsledků testů a měření. Tyto systémy by měly vyhodnocovat procento zmetků, sledovat trend v kontrolovaných

hodnotách, případně sledovat dodržování správného postupu, kontrolovat procesní parametry, správné použití surovin ve správné operaci a jejich množství.

1.4.7 Řízení procesu

MES informuje o činnostech tak, jak se ve výrobě odehrály. Z toho vyplývá možnost reagovat na situace, jež ovlivňují průběh výroby a redukce činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu. MES systém by měl vést k efektivnímu výrobnímu procesu. Vznik a důvod prostoje mohou být automaticky rozpoznány. Systém zareaguje a automaticky uvědomí zodpovědné osoby. S rostoucím množstvím informací ve výrobním procesu stoupají nároky na jejich vyhodnocování a bez specializovaných systému se v tomto případě nedá obejít.

1.4.8 Řízení údržby

Velice důležitým, a často zanedbávaným, podpůrným prostředkem ve výrobě je údržba. Pokud je dodavatelská firma nebo interní oddělení napojeno přímo na výstupy z MES systému, a údržbáři odvádí svou práci přímo do MES systému, zvyšuje se průchodnost výroby a lépe se využívá kapacity údržby. Pravidelné servisní prohlídky a údržba zařízení je také řízena a kontrolována systémově.

1.4.9 Trasování a genealogie výrobků

Trasování výrobků, nebo také traceabilita, bývá součástí MES systémů hlavně tam, kde to vyžaduje zákon, nebo zákazník. Jedná se o přesnou dokladovatelnost jednotlivých výrobních kroků a uchovávání historie výrobků, technologických parametrů, sérií nebo šarží.

1.4.10 Analýza výkonnosti

Analýza výkonnosti by mělo probíhat na úrovni MES systému. Tyto systémy totiž pracují s aktuálními daty v reálném čase. Analýza tak může poskytnout výstupy cenné pro operativní řízení výroby.

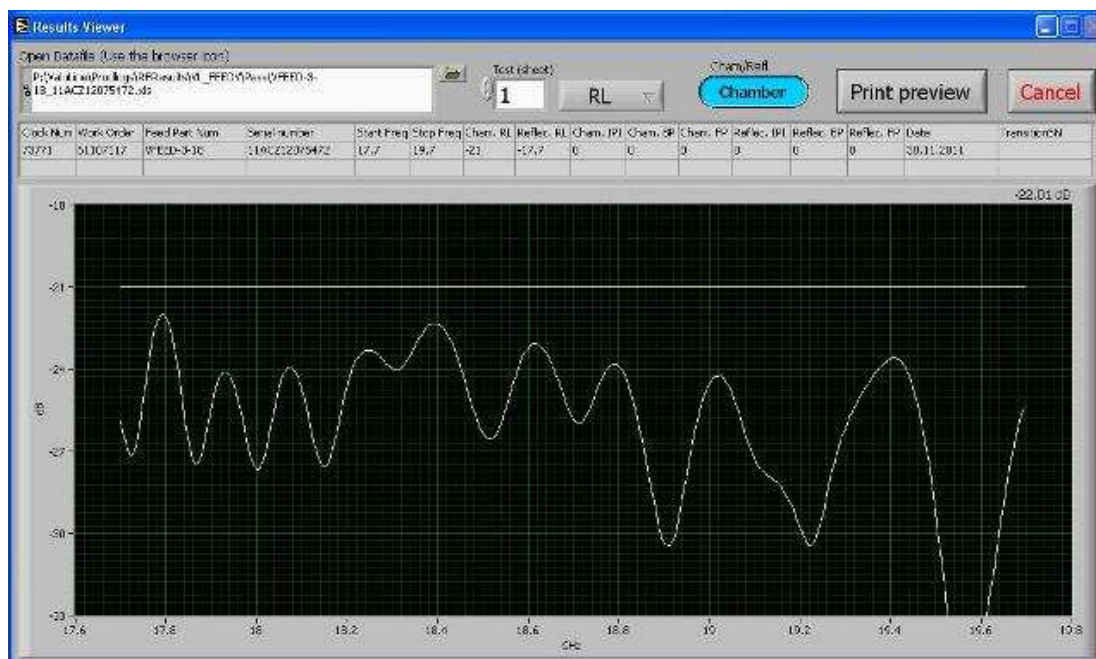
2 Popis technologické části výroby

2.1.1 Výrobní technologie

Závod Andrew Telecommunications vyžívá značnou škálu různých technologií. Je to dáno charakterem produktů, kde se prolíná strojírenství s vysokofrekvenční technikou. Stěžejní část výroby tvoří vysokofrekvenční parabolické antény pro pozemní vysílání. Tyto antény se dělí do skupin podle vysílané frekvence, rozměru a konstrukce. Výrobní proces potom zahrnuje tváření plechu, chemickou předúpravu, lakování, obrábění, pájení, svařování, lepení, montáž a balení. V různých krocích se provádí předepsané kontroly rozměrů, elektrických vlastností a dalších parametrů. Výsledky těchto kontrol a měření jsou vyhodnocovány jednak přímo ve výrobním procesu v reálném čase, ale také analyzovány a prezentovány oddělením kvality jednou týdně. Cílem analýz je získat přehled o způsobilosti procesů, a předcházet vzniku možných odchylek.

2.1.2 Způsob a možnosti sběru dat ve výrobě

Výrobní proces se do značné míry skládá z manuálních operací. Tato skutečnost znesnadňuje a omezuje automatický způsob sběru výrobních a technologických dat. Nic méně operace jako testování úrovně zpětného záření u každé vyrobené antény nabízí možnost sběru dat umožňující sledování plynulosti výroby a celkového výkonu linky. Při testování úrovně zpětného záření se výsledky zapisují do souboru xls a ukládají na disk pro případnou reklamaci. Do souboru se zapisují souřadnice křivky určující frekvenci a úroveň signálu. Pro zobrazení výsledků se používá software vyvinutý pro firmu Andrew dodavatelem elektronického vybavení pro měření vysokofrekvenčního signálu. Příslušný modul informačního systému prochází adresáře s uloženými soubory. Vyhodnocuje čas vytvoření souboru, kontroluje duplicitu a provádí zápis na SQL server. Data jsou použita pro zobrazování aktuálního výstupu z výrobních linek v reálném čase a pro pozdější analýzy.



Obr. č. 3: Příklad zobrazení uloženého souboru s výsledky testované antény.

Zdroj: [interní – Andrew Telecommunications]

Data z dalších kontrolních operací jako je měření profilu antény, měření tloušťky barvy, nebo měření kontaktních ploch pro připojení rádia, jsou zapisovány ručně, nebo přenášeny pomocí USB připojení přímo z měřících zařízení do počítače. Pro přenos dat na pracovišti kontroly rozměrů je používán systém firmy Mitutoyo.

Tento systém nabízí:

- Přímé připojení komunálních měřidel k USB rozhraní.
- Vícekanálový vstup pro měřené hodnoty.
- Sedm druhů konektorů pro výstup dat z různých typů zařízení.
- Kompatibilitu s MS Windows 2000/XP/Vista/Win7.



Obr. č. 4: Možnosti propojení měřících zařízení firmy Mitutoyo s PC pomocí USB kabelu.

Zdroj: [8, s. 20]

Další způsob sběru dat se zamezením vzniku chyby při ručním zapisování je bezdrátový přenos dat při měření tloušťky barvy. Řešení nabídla firma Gamin s tloušťkoměrem Elcometer 456. Tento tloušťkoměr může být propojen s PC přes USB nebo Bluetooth rozhraní.

Výhody zařízení Elcometer 456:

- Rychlost měření vyšší než 70 hodnot za minutu.
- Displej odolný vůči poškrábání a rozpouštědlům.
- Datový výstup USB a Bluetooth®.
- Přístroje s vestavěnou nebo oddělenou sondou.
- Vodě a prachu odolný design podle IP65.



Obr. č. 5: Tloušťkoměr Elcometer 456 s různými typy sond firmy Gamin.
Zdroj: [13]

2.1.3 Vyhodnocování výrobních dat

Vzhledem k dodržení předepsaných výrobních specifikací, jsou tato data vyhodnocována ihned při jejich pořízení. Operátor je tak upozorněn na neshodu v procesu a systém mu může nabídnout nápravné řešení, případně odeslat upozornění zodpovědným pracovníkům. Další vyhodnocování následuje v delších časových intervalech a je zaměřeno na celkovou způsobilost výrobního procesu a má nabídnout celkový pohled na vývoj a zlepšování kvality v souvislosti s inovacemi produktů a výrobních linek. K těmto účelům využívá firma nástroje Cp a Cpk.

2.1.4 Vyhodnocování způsobilosti procesu

Způsobilost procesu je vyhodnocována pro ověření zda jsou splněny všechny zákaznické požadavky a specifikace. Vyhodnocení způsobilosti dává odpověď na otázky, zda je proces způsobilý, zda nedošlo k nějaké změně v procesu a pomáhá určit procento výrobků nebo služeb, které nesplňují požadavky zákazníka. [6, s. 133]

Pro vyhodnocování způsobilosti procesů metodou Cp (simple process capability) se nejdříve určí horní (USL) a spodní (LSL) specifikovaný limit. Tyto limity vychází z požadavků zákazníka a nereflektují objem výroby.

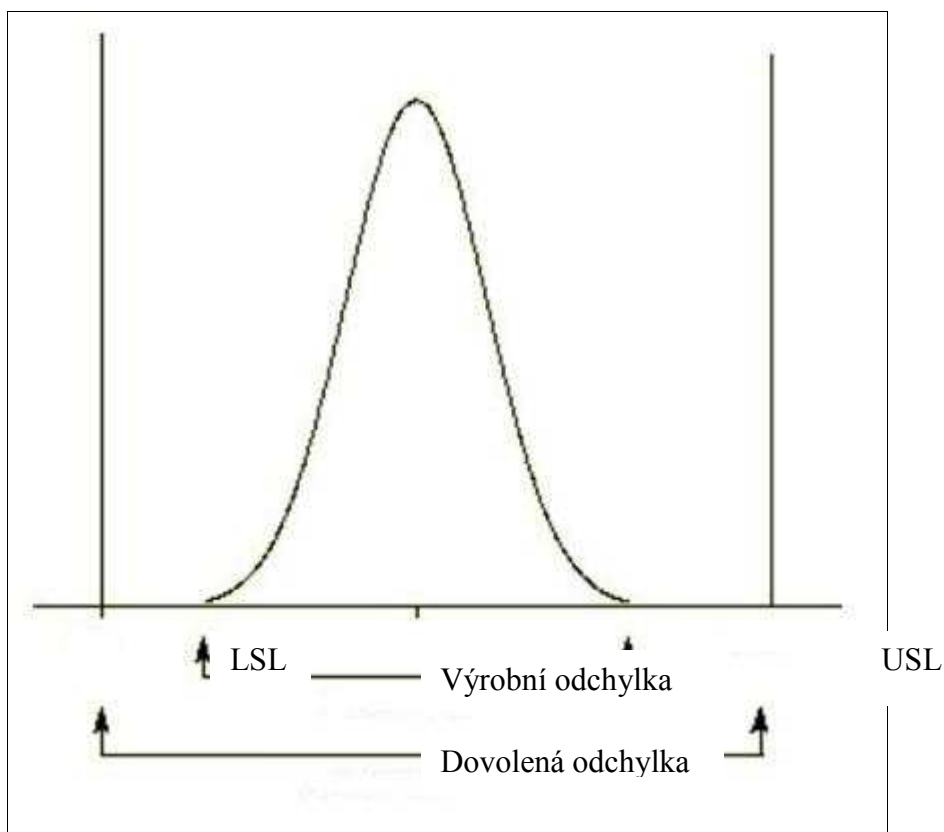
Cp se počítá ze vztahu: [14, s. 133]

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Směrodatná odchylka σ se odhaduje ze sledovaného procesu. Podaří-li se dosáhnout hodnoty $C_p \geq 1$, považuje se proces za vyhovující z hlediska předepsaných mezí. Pokud je hodnota $C_p < 1$, je nutné považovat proces za nezpůsobilý.

Nevýhodou indexu Cp je skutečnost, že hodnotí pouze variabilitu procesu a nebere v úvahu posunutí střední hodnoty. Tento nedostatek nepřímě řeší index Cpk.

Způsobilý proces je ten, kde všechna měření spadají do specifikovaných limitů.



Obr. č. 6: Grafické zobrazení Cpk.

Zdroj: [14, s. 132]

Přesný odhad intervalu způsobilosti indexu Cpk je z důvodu jeho nediferencovanosti značně složitý a proto se používají přibližné výpočetní postupy. [6, s. 136]

Heavlinův odhad z roku 1988.

$$C_{pk} \pm z(1 - \alpha) \sqrt{\frac{n-1}{9n(n-3)} + c_{pk}^2 \frac{1}{2(n-3)} \left(1 + \frac{6}{n-1}\right)}$$

Výpočet podle Kushlera a Hurleyho z roku 1991 je založen na aproximaci normálním rozdělením. [6, s. 137]

$$C_{pk} \left[1 \pm \frac{z(1 - \alpha/2)}{\sqrt{2n-2}} \right]$$

Franklinův a Wassermanův odhad z roku 1992 poskytuje velmi dobré výsledky pro spodní mez konfidenčního intervalu. [6, s. 137]

$$C_{pk} - z(1 - \alpha) \left(\frac{1}{9n} + \frac{c_{pk}^2}{2(n-1)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

2.1.5 Vyhodnocování četnosti měření

Pro vyhodnocení četnosti měření se ve firmě Andrew využívá interní specifikace založená na výsledcích předchozích měření. Vyhodnocuje se C_{pk} za určité období a množství kusů vyrobených za určité období. Četnost měření se tak může pohybovat od sta procent vyrobených kusů po první a poslední kus dané serie. Vyhodnocování probíhá jednou týdně kdy jsou výsledky prezentovány managementu kvality a výrobních procesů. Tabulka níže zobrazuje závislosti frekvence měření na výsledcích C_{pk} a množství vyrobených kusů.

	navýšení kontroly		snížení kontroly				
Vzorek	množství	čas	množství	čas	Cpk	PPM	Sigma σ
N = 2	Cpk < 1 1,67	1 týden			> 1,67	3,4	6
1 z 20	Cpk < 1 1,33	1 týden	10 000	12 týdnů	1,33 - 1,67	32	5,5
1 z 5	Cpk < 1 0,83	1 týden	10 000	12 týdnů	0,83 - 1,33	6210	4
100%					< 0,83	66,811	3

Tab. 1, Interní specifikace pro určení četnosti měření.

Zdroj: interní – Andrew Telecommunications

Řádky tabulky určují počet měřených kusů. N = 2 znamená měření prvního a posledního kusu z dávky. Dále se měří buďto jeden z dvaceti, jeden z padesáti kusů, nebo všechny kusy v dávce. Sloupce tabulky představují parametry, podle kterých se četnost měření nastavuje. Parametry mohou být čas uplynulý od poslední zjištěné chyby, množství vyrobených kusů bez závady, nebo hodnota Cpk.

3 Analýza požadavků uživatele

V průběhu vývojového cyklu softwaru může dojít k odklonu od zákaznických požadavků. Dodavatel může uměle vytvořit další funkcionality systému anebo může dojít i k implementaci systému, ve kterém chybí klíčová data a jejich zpracování. Pro zamezení tomuto odklonu od požadavků zákazníka je vhodné zpracovat katalog uživatelských požadavků. KUP je produktem společnosti Komiks s. r. o., která se touto problematikou dlouhodobě zabývá. [10]

3.1 KUP – katalog uživatelských požadavků

KUP se používá pro popis chování systému (dynamický model) a datové struktury (statický model). Katalog obsahuje následující kapitoly:

- Popis okolí systému (externí systémy, uživatelské role).
- Požadavky na chování systému (dynamický model).
- Požadavky na data systému (statický model).
- Ostatní požadavky (bezpečnost, výkon, spolehlivost, použité technologie kvalifikace obsluhy). [10]

Uvedené části jsou popsány strukturovaným textem ve formě tabulek. Mezi nejčastější atributy požadavku patří:

- Číslo požadavku (jednoznačný identifikátor).
- Název požadavku (stručný, ale výstižný).
- Popis požadavku (volným textem nebo s pomocí odrážek).
- Priorita požadavku (obvykle stačí tři stupně).
- Stav řešení požadavku (v rámci vývojového cyklu softwaru).
- Datum poslední změny stavu požadavku.
- Jméno autora požadavku. [10]

Sloupce tabulek tvoří atributy a řádky představují jednotlivé požadavky.



Obr. č. 7: Základní podoba KUP.

Zdroj: [10]

Požadavky na chování se sdružují do procesů, požadavky na data jsou sdružovány do jednotlivých skupin (třídy a relační tabulky budoucí implementace). V KUP není vhodné používat IT terminologii, ale výhradně terminologii zákazníka. Strukturu KUP je možné použít po celou dobu života aplikace. V prvotní fázi tvorby softwaru neslouží KUP k detailnímu popisu systému a nenahrazuje analytickou dokumentaci. Priorita požadavku odděluje zásadní požadavky od požadavků podružných a může rozdělit projekt na několik etap. Při zavádění a ladění softwaru jsou do KUP zapisovány detailní požadavky na opravu chyb doplnění a změny. Všechny další fáze vývoje systému jako analytická dokumentace a diagramy jsou postaveny na KUP.

3.2 Využití metodiky KUP při definování požadavků

Základními požadavky na software byly sběr dat, zápis dat, analýza dat, sledování výkonu výrobní linky a prezentace dat. Ke každému požadavku byl vyspecifikován požadavek na hardwarové a softwarové vybavení, byly specifikovány jednotlivé požadavky na funkcionalitu systému, požadavky na manipulaci a uložení dat, a další specifické požadavky.

Název požadavku	Okolí	Požadavek na chování systému	Požadavek na data	Požadavek - ostatní
Sběr dat	Testovací zařízení s výstupem do XLS	Ověření formátu, kompletnosti, duplicity	Ruční zápis / Přenos z měřícího zařízení / Scanneru čárového kódu	Připojení zařízení přes interface dodavatele
Zápis dat	VBA, SQL	Zápis po jednotlivých záznamech na SQL server, zobrazení posledních záznamů	Odesílání dat z XLS formuláře na SQL server	Aktuální datum a čas zápisu
Analýza dat	SQL databáze, VBA formulář	Výběrová kritéria, výpočet Cpk	Přístup na SQL server	Výstup v XLS souboru
Sledování výkonu linky	LCD display	Frekvence výpočtu výkonu, grafické zobrazení	Přístup na SQL server	Zobrazení výsledků ve výrobě a na vytypovaných PC
Prezentace dat	Určené PC v síti LAN, Ethernet	Výběrová kritéria, grafické zobrazení, realtime přístup	Přístup na SQL server a Ethernet	Možnost zobrazení historie
Archivace a záloha dat	SQL server	-	Interní předpis pro zálohování SQL databáze	-

Tab. 2, Specifikace uživatelských požadavků podle metodiky KUP.

Zdroj: [10]

4 Realizace informačního systému za použití nástrojů VBA a SQL

4.1 Požadavky na systém

4.1.1 Pracovní stanice určené pro sběr dat

- Operační systém: Windows 2000 SP4, XP SP2, Vista, Windows 7.
- MS Office 2003 a vyšší.
- Volné místo na disku pro aplikaci: 20 MB.
- Rozlišení obrazovky: 800*600 nebo vyšší (doporučováno 1024*768).
- Připojení na LAN.

4.1.2 Pracovní stanice určené pro analýzu a prezentaci dat

- Operační systém: Windows 2000 SP4, XP SP2, Vista, Windows 7.
- Microsoft Internet Explorer IE 6.0, IE7 & IE8.
- MS Office 2003 a vyšší.
- Volné místo na disku pro aplikaci: 20 MB.
- Rozlišení obrazovky: 800*600 nebo vyšší (doporučováno 1024*768).
- Připojení na internet.

4.1.3 Pracovní stanice určené pro správu systému

- Operační systém: Windows 2000 SP4, XP SP2, Vista, Windows 7.
- Microsoft Internet Explorer IE 6.0, IE7 & IE8.
- MS Office 2003 a vyšší.
- Volné místo na disku pro aplikaci: 20 MB.
- Rozlišení obrazovky: 800*600 nebo vyšší (doporučováno 1024*768).
- Připojení na internet.
- MS SQL Server Management Studio Express.
- VNC Viewer.

4.2 Nastavení SQL serveru

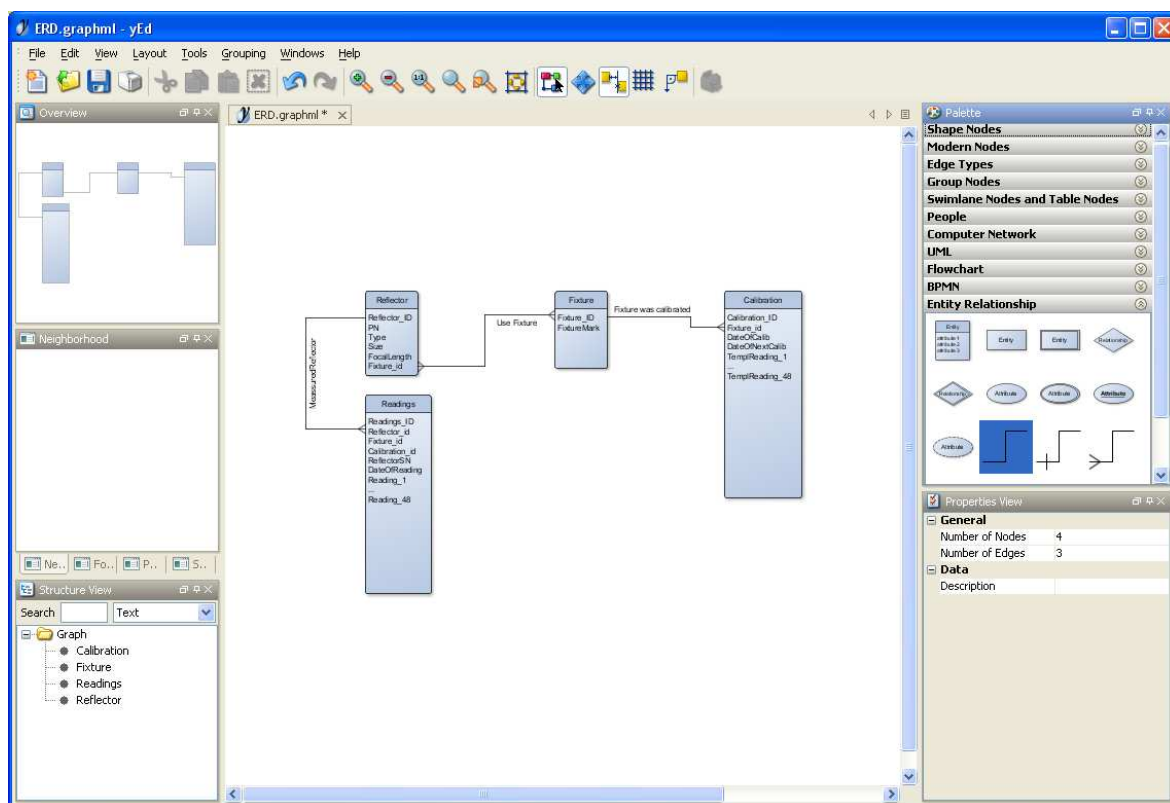
- Vytvoření databáze s uživatelskými přístupy pro čtení a zápis, a pouze pro čtení.
- Vytvoření datových tabulek podle ER diagramů návrhu databáze.

4.3 Nastavení MS Excel

- Registrace knihoven Web Components OWC11.DLL.
- Instalace prvku Active-X MSCAL.OCX.

4.4 Návrh databáze

Struktura tabulek databázi byla navržena v programu yED od společnosti yWorks. Tento program je využíván také pro tvorbu use case diagramů.



Obr. č. 8: Náhled programu yEd pro tvorbu diagramů.

Zdroj: [12]

4.5 Propojení VBA a MS SQL Serveru

Pro propojení kódu VBA s SQL serverem byl využit objektový model ADODB, který podporuje širokou kolekci databází. Tento objekt dovoluje nastavit připojení k databázi a pracuje s dalšími objekty Command a Recordset. Objekt Command se používá pro odesílání dotazů na databázi. Při obdržení informací z databáze se tyto musí uložit do objektu Recordset.

Ve VBA projektu je nutné vložit referenci na ADODB knihovnu. Může být použita knihovna Microsoft ActiveX Data Objects 2.8 Library.

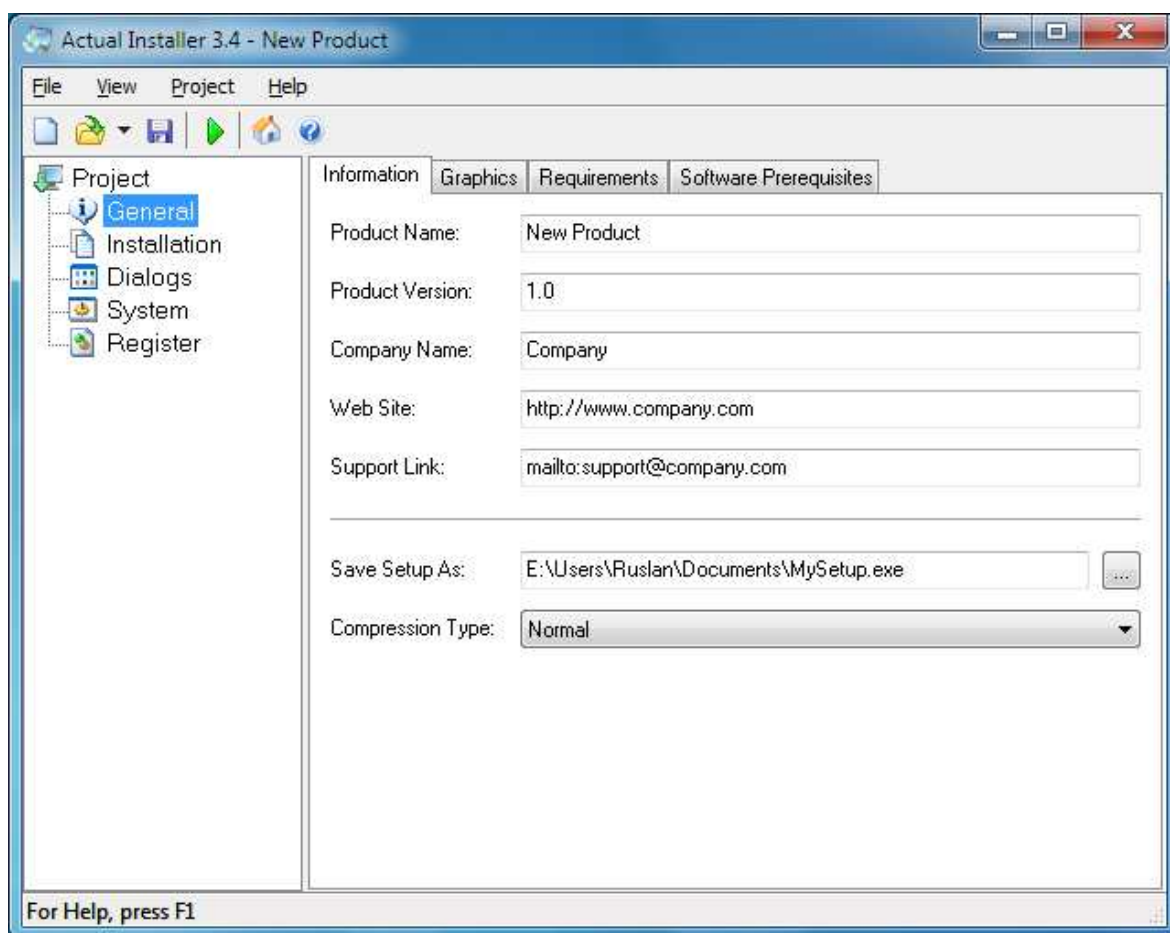
Kód pro připojení databáze ve VBA.

```
cs= "ADODB;Description=PressureTest;DRIVER=SQL
Server;SERVER=**;UID=**;PWD=**;DATABASE=VL;Trusted_Connection=No"
Set con = New ADODB.Connection
con.Open cs
Set cmdCommand = New ADODB.Command
Set cmdCommand.ActiveConnection = con
```

4.6 Instalace

Pro zjednodušení distribuce aplikace na jednotlivá PC byl vytvořen dávkový instalační soubor. Instalace obsahuje potřebné knihovny, jednotlivé moduly systému v podobě xls souborů a adresář s obrázky použitými v uživatelských formulářích.

Actual Installer 3.4 byl zvolen jako nástroj pro vytvoření instalačního souboru. Jeho výhodou je snadné ovládání při zachování dostačující úrovně uživatelských funkcí.



Obr. č. 9: Úvodní okno softwaru Actual Installer 3.4.

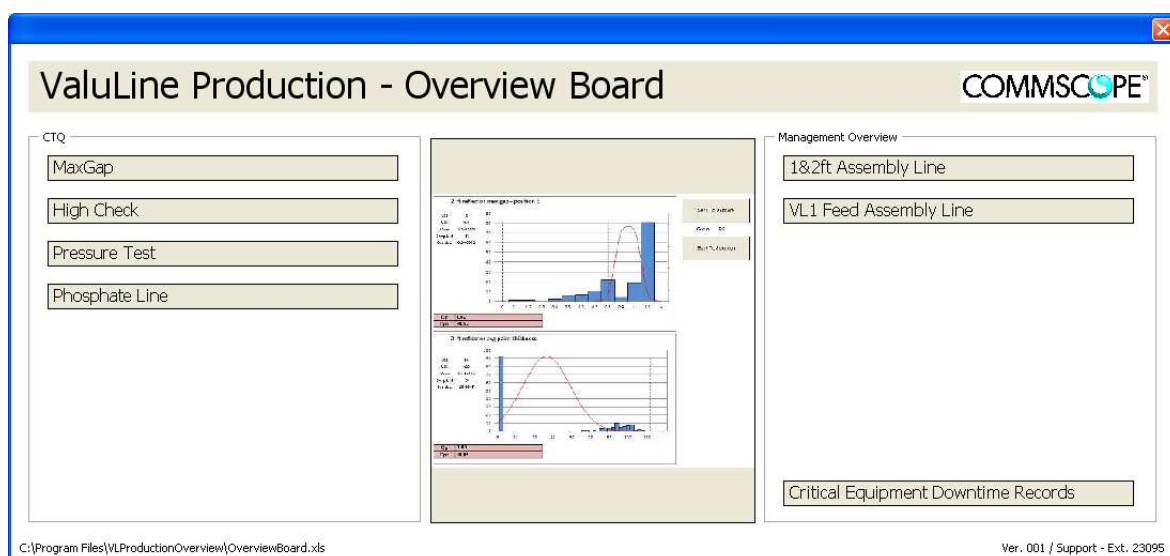
Zdroj: [11]

Po spuštění instalačního souboru VLOverviewBoard.exe se aplikace rozbíjí na pracovní stanici do adresáře C:/Program Files/VLProductionOverview. Instalační balíček obsahuje potřebné knihovny a soubory jednotlivých modulů.

4.7 Popis jednotlivých modulů systému

4.7.1 Úvodní nabídka

Úvodní okno aplikace je graficky rozděleno na tři části. První část nazvaná CTQ (Critical To Quality) obsahuje odkazy na moduly, které souvisí s vyhodnocováním a analýzou dat. Tyto moduly jsou využívány oddělením kvality pro snadný přístup k datům, jejich analýzu a následnou prezentaci.



Obr. č. 10: Úvodní okno aplikace.

Zdroj: [vlastní]

Druhá část, Management Overview, slouží pro on-line přístup k aktuálním informacím o výkonu linky, o prostojích na jednotlivých strojích a nabízí přehled výkonnosti jednotlivých linek za určité období.

Třetí část, prostřední, má za úkol pomáhat uživateli v navigaci mezi jednotlivými volbami. Jedná se pouze o grafickou část kde se zobrazují náhledy jednotlivých modulů při najetí ukazatelem myši na odkaz.

4.7.2 MaxGap a kontrola tloušťky barvy

Modul nazvaný MaxGap And Paint Check je určený pro zapisování, kontrolu a analýzu dat získávaných na pracovišti kde se kontrolují předepsané specifikace pro reflektory mikrovlnných antén.

Zápis dat se provádí do formuláře. Po ověření kompletnosti a formátu jsou data odesílána do databáze na SQL server. Hlavičku formuláře tvoří dva údaje. Clock number, osobní číslo pracovníka, který provádí měření a part number, označení výrobku. Na označení výrobku se váže funkce nastavení kontrolovaných parametrů. Po zvolení konkrétního výrobku se zpřístupní daná pole formuláře a nastaví se limity příslušných hodnot. Při zapisování hodnot se ověřuje formát dat. Před odesláním dat na server se kontroluje kompletnost všech údajů. Posledních deset záznamů se načítá do tabulky ve formuláři. Tato funkce slouží pouze pro přehled a kontrolu uživateli. Významnou funkcionalitou

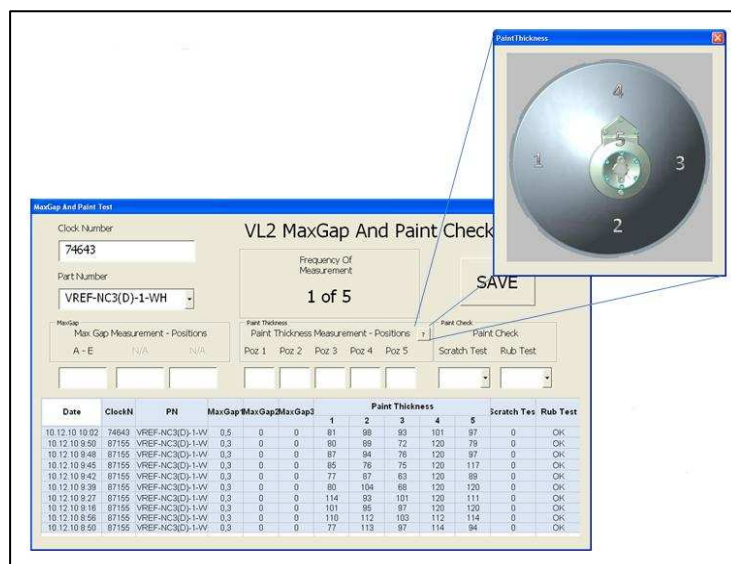
formuláře je určení četnosti měření. Ta se vypočítává s každým kontrolovaným kusem a zobrazuje se v horní části formuláře uprostřed.

Date	ClockN	PN	MaxGap1	MaxGap2	MaxGap3	1	2	3	4	5	Scratch Test	Rub Test
9/12/11 20:39	78025	VREF-2-WH	0.3	0.8	0	79	91	84	99	83	0	OK
9/12/11 20:39	78025	VREF-2-WH	0.3	0.7	0	85	96	68	78	95	0	OK
9/12/11 19:48	78025	VREF-2-GR	0.3	0.9	0	75	74	68	69	124	0	OK
9/12/11 19:43	78025	VREF-2-GR	0.3	0.7	0	68	74	63	77	144	0	OK
9/12/11 19:37	78025	VREF-2-GR	0.3	1	0	76	90	69	70	119	0	OK
9/12/11 19:30	78025	VREF-2-GR	0.3	0.8	0	75	76	67	84	102	0	OK
9/12/11 18:57	78025	VREF-2-7-GR	0.3	0.7	0	67	65	76	63	111	0	OK
9/12/11 18:50	78025	VREF-2-GR	0.3	0.8	0	93	83	66	70	98	0	OK
9/12/11 18:29	78025	VREF-2-GR	0.3	0.4	0	73	91	74	106	75	0	OK
9/12/11 18:23	78025	VREF-2-GR	0.3	0.3	0	146	132	136	156	116	0	OK

Obr. č. 11: Formulář aplikace pro zápis dat měření MaxGap a tloušťky barvy.

Zdroj: [vlastní]

Pro každou skupinu záznamů je ve formuláři dostupná nápověda doplňující pracovní postup. Zobrazují se výřezy výkresů technické dokumentace, grafické znázornění pozic měření na reflektoru a specifikace pro vyhodnocování zkoušky přilnavosti barvy. Tato funkce napomáhá při školení nových pracovníků. Analýza naměřených hodnot probíhá na základě



Obr. č. 12: Okno nápovědy označuje pozice na reflektoru, kde se měří tloušťka barvy.

Zdroj: [vlastní]

výběru kritérií. K tomu slouží uživatelský formulář dostupný pro pracovníky kvality a management. Nastavená výběrová kritéria jsou: označení výrobku, označení skupiny výrobků a časový interval určený počátečním a konečným datem. Tento formulář obsahuje i přístup pro nastavení parametrů požadovaných podle specifikace výrobku. Tyto parametry nastavují hranice hodnot pro výpočet Cp a Cpk pro jednotlivé výrobky

Select From MaxGap

MaxGap and Paint thickness Analysis

Setting Save Setting

Date From: 12/01/2011 Date To: 12/15/2011

Part Number: [dropdown] Erase

Group: [dropdown] Erase

Select / Add Selection

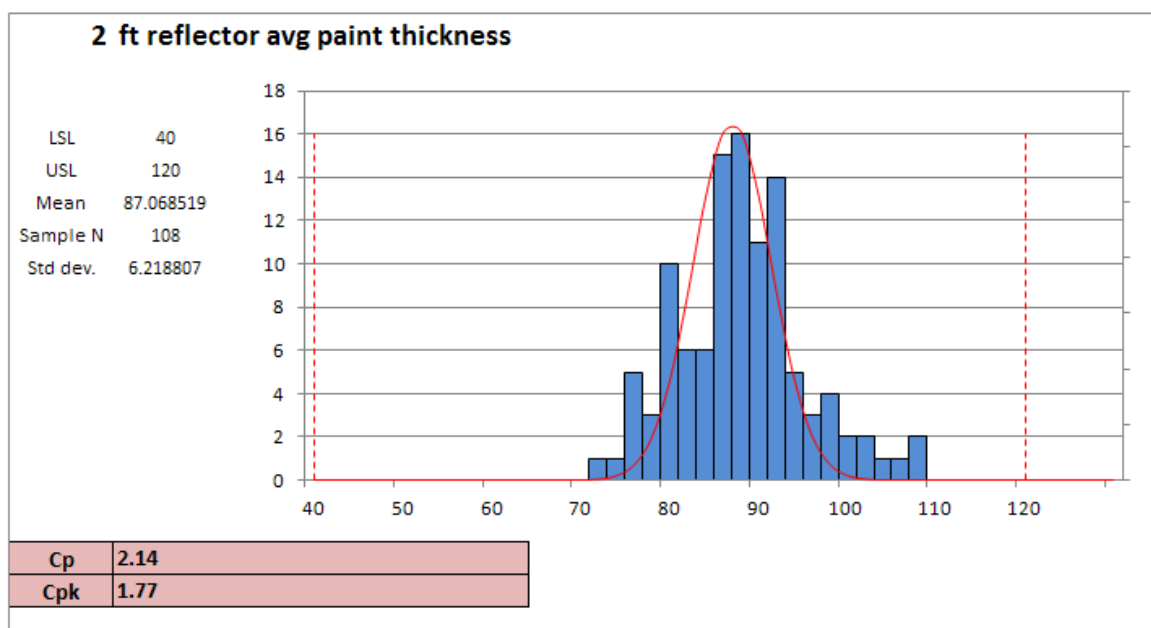
Clear Selection

Records: Selected 553 Total 27633

Obr. č. 13: Formulář výběru záznamů pro analýzu podle kritérií.

Zdroj: [vlastní]

Výstupem analýzy je grafické znázornění a hodnota Cp a Cpk. Na základě zadaných kritérií se spustí SQL dotaz na databázi. Příslušná data se načtou jako recordset do souboru xls. V tomto souboru se provede výpočet Cp a Cpk. Výsledný soubor s grafy se odesílá na intranetové stránky společnosti.



Obr. č. 14: Příklad výstupu analýzy měření tloušťky barvy.

Zdroj: [vlastní]

4.7.3 Interface High Check – kontrola výšky dosedacích ploch antény a rádia

Obdobou modulu pro záznam a analýzu hodnot MaxGap a tloušťky barvy je modul měření výšky přechodu mezi anténou a rádiem. Tato hodnota je důležitá pro bezproblémovou instalaci rádia která probíhá u zákazníka.

Tento modul využívá stejnou strukturu tabulek a formulářů a výstupem je také analýza Cp a Cpk.

Pro eliminaci chyby operátora při zadávání naměřených hodnot do systému se využívá USB připojení digitálního výškoměru na pracovní stanici.

Následující příklad kódu VBA je spuštěn událostí „Click“ při kliknutí na tlačítko formuláře pro načtení záznamů z databáze podle kritérií zadaných ve formuláři. V první části kódu definujeme typ proměnných. V další části kontrolujeme a načítáme hodnoty z formuláře, které budou použity v SQL příkazu jako výběrová kritéria. Dále se připojíme na databázi a odešleme SQL dotaz. Ten nám vrátí sadu záznamů, které si necháme načíst do listu pracovního sešitu. Doplňující dotaz nám vrátí hodnotu počtu všech záznamů v databázi.

```

Private Sub btSelect_Click()
Dim con As ADODB.Connection
Dim cs, query, MyClockNo, TheGrp, MyGrp, DateRange, DFrom, DTo, MyPN,
ThePN As String
Dim cmdCommand As ADODB.Command
Dim rs As Recordset
Dim LastRow As Single
'nastaveni parametru
    If Me.tbFrom = "" Or Me.tbTo = "" Then
        MsgBox "Date FROM and Date TO must not be empty."
        Exit Sub
    Else: DFrom = Me.tbFrom & " 00:00:00"
        DTo = Me.tbTo & " 23:59:59"
        If DTo < DFrom Then
            MsgBox "Date FROM must be before Date TO."
            Exit Sub
        Else: DateRange = " Date BETWEEN '" & DFrom & "' And '" & DTo &
""
            End If
        End If
    If Me.tbPN <> "" Then
        ThePN = Me.tbPN
        MyPN = "AND HighCheck.PN = '" & ThePN & "'"
    Else: MyPN = ""
    End If
    If Me.tbGroup <> "" Then
        TheGrp = Me.tbGroup
        MyGrp = " AND Grp = '" & TheGrp & "'"
    Else: MyGrp = ""
    End If
'connection
cs = "ADODB;Description=HighCheck;DRIVER=SQL
Server;SERVER=acysql2;UID=VLreader;PWD=M0dricee;DATABASE=VL;Trusted_Conne
ction=No"
Set con = New ADODB.Connection
    con.Open cs
Set cmdCommand = New ADODB.Command
Set cmdCommand.ActiveConnection = con
'SQL command
    query = "SELECT HighCheck.ID, HighCheck.Date, HighCheck.ClockN,
HighCheck.SN, HighCheck.PN, HighCheck.Dim1, HighCheck.Dim2,
HighCheckPar.Grp FROM HighCheck INNER JOIN HighCheckPar ON
HighCheckPar.PN = HighCheck.PN WHERE" & DateRange & MyPN & MyGrp & ""

```

```

With cmdCommand
    .CommandText = query
    .CommandType = adCmdText
    .Execute
End With

'open the recordset
Set rs = New ADODB.Recordset
Set rs.ActiveConnection = con
rs.Open cmdCommand

'display data
    ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Activate
    ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("A65536").Select
    Selection.End(xlUp).Select
    LastRow = ActiveCell.Row
    If LastRow = 1 And Range("A" & LastRow) = "" Then
        LastRow = LastRow
    Else: LastRow = LastRow + 1
    End If
    ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("A" &
LastRow).CopyFromRecordset rs
    Range("A1").Select
    rs.Close
    con.Close
    Run "CountSQL"
    SelectMG.lbRecs = CountSQL
'display # of selected records
    ThisWorkbook.Sheets("Sheet1").Range("A65536").Select
    Selection.End(xlUp).Select
    LastRow = ActiveCell.Row
    If LastRow = 1 And ActiveCell = "" Then
        SelectMG.lbSel = 0
    Else: SelectMG.lbSel = LastRow
    End If
ThisWorkbook.Sheets("plots").Select
Application.WindowState = xlMaximized
SelectMG.Hide
End Sub

```

4.7.4 Tlakový test

Na pracovišti výroby zářičů je nastavena kontrola těsnosti těchto dílů proti unikání vzduchu. Systém napojení rádia na anténu přes vlnovody je v provozu tlakován na 0,7 baru pro zamezení vniku vlhkosti do systému. Únik vzduchu by tak zvyšoval náklady na provoz celého mikrovlnného systému.

Testování těsnosti komponentů je zajištěno zařízením firmy Ateq. Jedná se o elektronické zařízení, které má dvě vzduchové větve, jednu testovací a jednu referenční. Zařízení při testování porovnává úbytek tlaku vzduchu na testovací větvi v porovnání s referenční větví.

Elektronická vyhodnocovací jednotka je napojena na pracovní stanici přes seriový port. Na pracovní stanici je spuštěná VBA aplikace. Tato aplikace obsahuje uživatelský formulář a propojení na SQL databázi. Další funkcionalitou je kontrola platnosti kalibrace zařízení, ověření funkčnosti zařízení a správnosti nastavených parametrů. Požadavek na funkční test je stanoven v pravidelném intervalu jednou týdně, a kontroluje se v databázi při zadání označení výrobku. V případě překročení časového intervalu se zobrazí okno s upozorněním a návodem na provedení testu. Aplikace se zablokuje pro další použití dokud není proveden test pověřenou osobou.

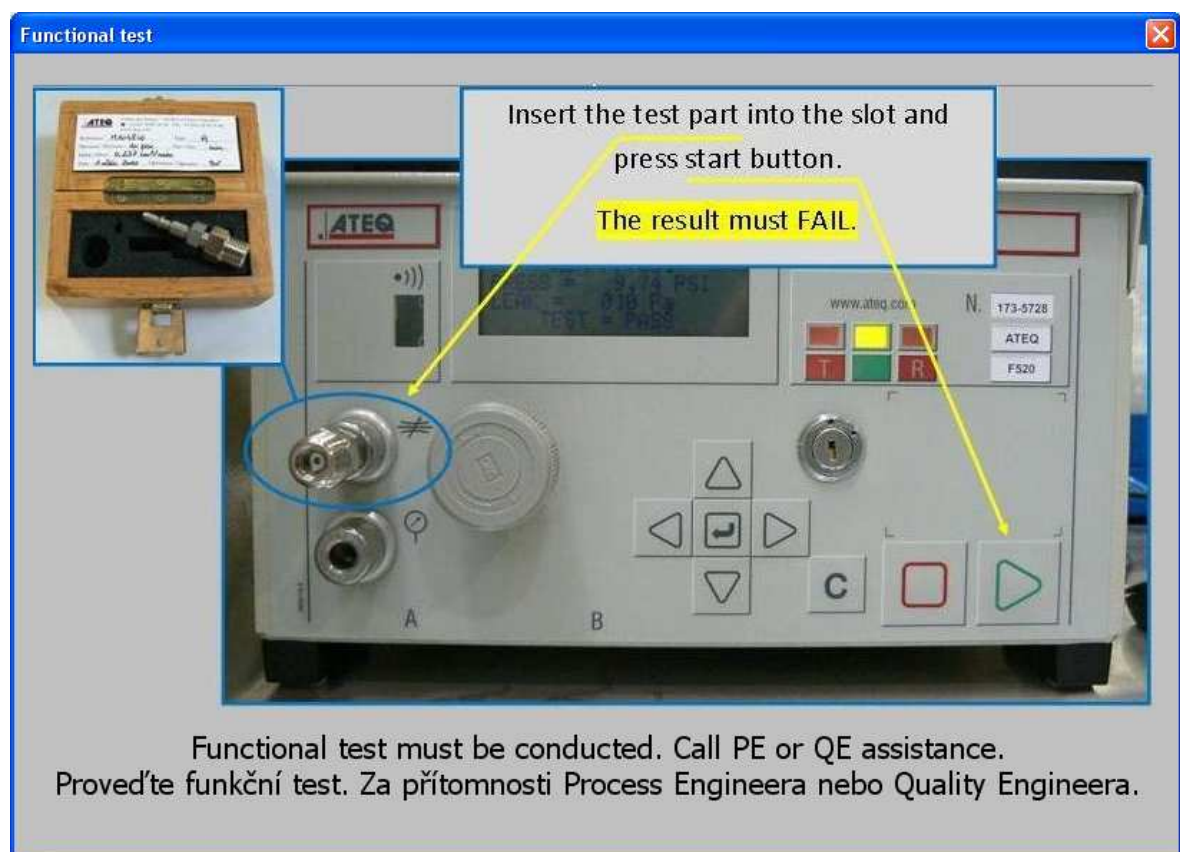
Ukázka kódu pro zjištění doby od posledního funkčního testu zařízení:

```
Public Function FTest()  
    'connection  
    cs = "ADODB;Description=PressureTest;DRIVER=SQL  
Server;SERVER=aczsqli2;UID=VLreader;PWD=M0dricee;DATABASE=VL;Trusted_Conne  
ction=No"  
    Set con = New ADODB.Connection  
        con.Open cs  
    Set cmdCommand = New ADODB.Command  
    Set cmdCommand.ActiveConnection = con  
        query = "SELECT TOP 1 Date FROM PressureTest WHERE FTest = 'OK' ORDER  
BY ID DESC"  
    With cmdCommand  
        .CommandText = query  
        .CommandType = adCmdText  
        .Execute
```

```

End With
'open the recordset
Set rs = New ADODB.Recordset
Set rs.ActiveConnection = con
rs.Open cmdCommand
'compare date
    LTDate = rs.GetString
    LTDate = CDate(LTDate)
    MyDate = Date - 7
    MyDate = CDate(MyDate)
    If LTDate < MyDate Then
        FTest = True
    Else: FTest = False
    End If
    rs.Close
    con.Close
End Function

```



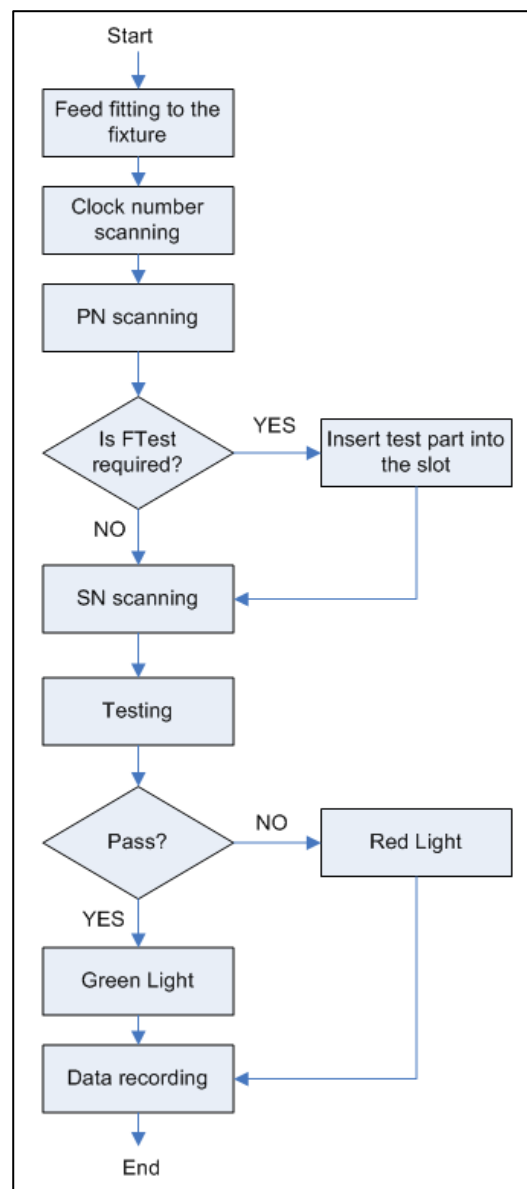
Obr. č. 15: Okno aplikace upozorní obsluhu na požadované ověření funkčnosti zařízení.

Zdroj: [vlastní]

Vyhodnocování výsledků se provádí prostřednictvím jiného formuláře kde se zadávají výběrová kritéria datum, označení dílu nebo označení skupiny dílů. Výstupem je tabulka, která třídí záznamy za určité období do skupin podle rozměru a frekvence testovaných zářičů, a vypočítává výnos linky. Tato tabulka se odesílá jednou týdně na intranetové firemní stránky.

Postup kroků při testování je následující:

- Díl se upevní do testovacího přípravku.
- Operátor zapíše nebo naskenuje své osobní číslo do formuláře. (Kontroluje se formát osobního čísla.)
- Operátor naskenuje číslo testovaného dílu. (Kontroluje se zda byl tento typ dílu již testován a zda má správně nastaveny testovací parametry.)
- Systém vyhodnotí zda je zařízení nutno kalibrovat.
- Operátor naskenuje seriové číslo testovaného dílu. (Kontroluje se formát sériového čísla.)
- Spustí se kontrolní operace na testovací jednotce. Díl je natlakován vzduchem, následuje stabilizace a kontrola rozdílu tlaků v referenční a testovací větvi zařízení.
- Informace z testovací jednotky jsou odeslány do aplikace.
- Aplikace vyhodnotí test podle nastavených parametrů.
- Přenos dat z VBA formuláře na SQL.



Schema č. 1: Vývojový diagram tlakového testování zářičů.

Zdroj: [vlastní, zpracováno v programu yEd Graph Editor]

Feed Pressure Test

Clock Number
77272

Part Number
VFEEDA-4-13

Serial Number
12ACZ10069741

Frequency Of Measurement
1 of 1

PASS

Result	Date	Time	Test Pressure	Test Pressure Unit	Measuring	Measuring Unit	Prog
(OK)	20/01/2012	7:57:02	10.33	PSI	9	Pa	1

☐ F Test ?

ClockN	PN	SN	Res	TDate	Time	TestPress	TPUnit	Meass	MUnit	Prog
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069741	(OK)	20/01/2012	7:57:02	10.33	PSI	9	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069741	(OK)	20/01/2012	7:54:29	10.33	PSI	17	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069740	(OK)	20/01/2012	7:53:21	10.32	PSI	15	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069739	(OK)	20/01/2012	7:52:19	10.32	PSI	16	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069738	(OK)	20/01/2012	7:51:18	10.33	PSI	20	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069737	(OK)	20/01/2012	7:50:15	10.33	PSI	18	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069736	(OK)	20/01/2012	7:49:06	10.33	PSI	17	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069735	(OK)	20/01/2012	7:48:01	10.33	PSI	18	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069734	(OK)	20/01/2012	7:46:59	10.32	PSI	17	Pa	1
77272	VFEEDA-4-13	12ACZ10069733	(OK)	20/01/2012	7:45:57	10.32	PSI	17	Pa	1

Obr. č. 16: Okno formuláře pro zadávání identifikačních znaků testovaného dílu a zobrazení výsledků.

Zdroj: [vlastní]

4.7.5 Sledování efektivity výrobních linek

Sledování efektivity výrobních linek byl jedním ze základních požadavků na funkcionalitu systému. Pro vyhodnocování efektivity je nutný přístup k těmto informacím:

- Počet operátorů na výrobní lince (celkový odpracovaný čas).
- Typ výrobků zpracovávaných za daný časový úsek.
- Počet zpracovaných výrobků za daný časový úsek.
- Hodnota normohodin potřebných na zpracování daných výrobků.

Informace o počtu operátorů na výrobní lince je dostupná ve výkazech o docházce. Vedoucí pracovníci na jednotlivých odděleních evidují samotnou docházku, ale také rozdělení pracovníků na jednotlivé linky během pracovní směny. Toto rozdělení a odpracovaný čas na různých linkách se může pohybovat v řádu minut. Informace jsou dostupné v SQL databázi.

Working Hours - Downtime - Attendance

Business Unit: 4265 Date: 02/23/2012 Shift: 2

Production Line / Equipment: VL1 Feed Assembly

SAVE Pre-Set

Time Scale: 14 15 16 17 18 19 20 21

Selection: 20:30 - 22:00

Runtime [h]: 7:15 Downtime [h]: 0:45

Date	Shift	TStart	Issue	Planned	RTMins	DTMins
02/22/2012	1	13:45	N/A		480	0
02/22/2012	2	21:45	N/A		480	0
02/21/2012	2	21:45	N/A		480	0
02/21/2012	1	13:45	N/A		480	0
02/20/2012	2	21:45	N/A		480	0
02/20/2012	1	13:45	N/A		480	0

Attendance:

Clock#	Name	Hod	Min
25609	Cepela Robert	8	0
76279	Katolícká Olga	8	0
74202	Machalová Vera	8	0
72801	Novotná Olga	8	0
76217	Rezacová Jitka	8	0
77272	Strmenová Monika	8	0

Unassign Operator Assign Operator To The Line

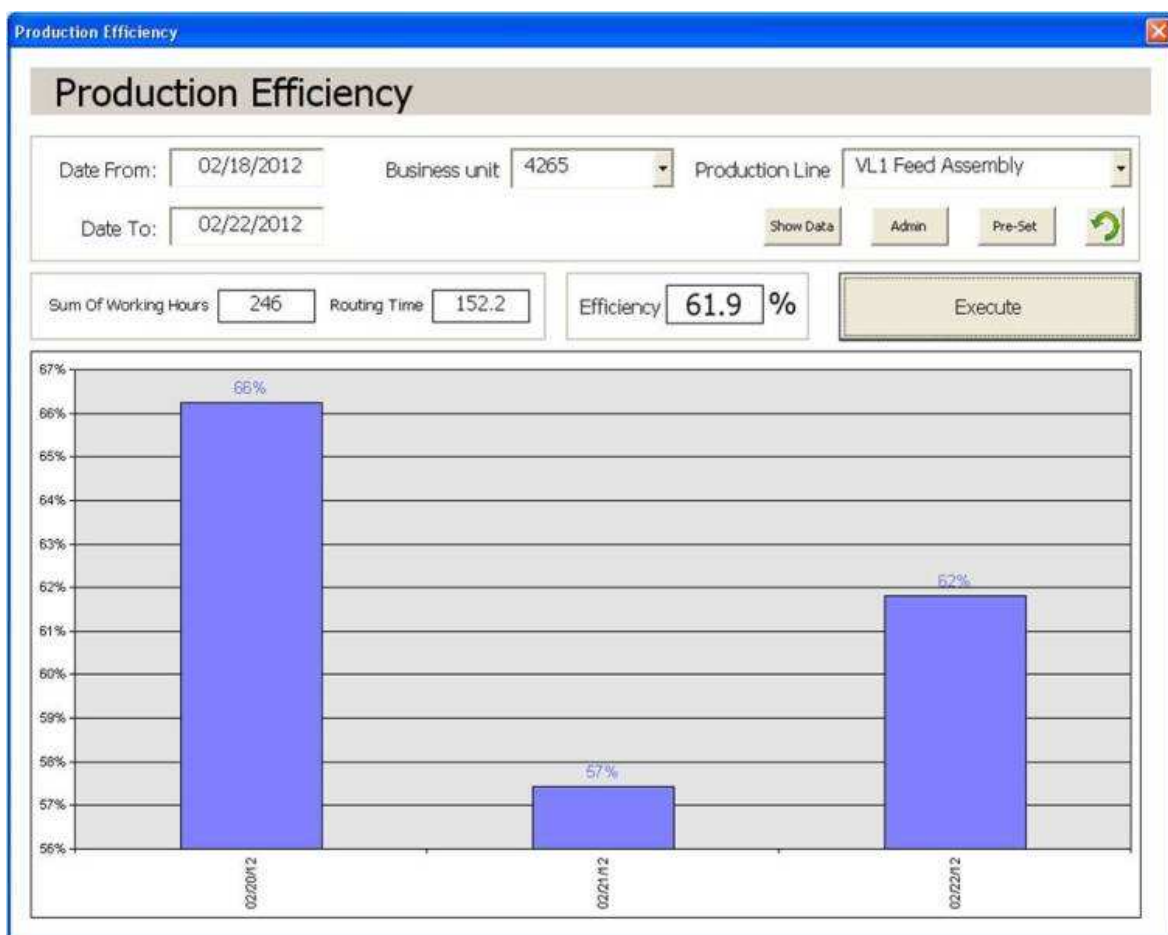
Obr. č. 17: Okno formuláře pro zadávání prostojů a odracovaného času na příslušných výrobních linkách.
Zdroj: [vlastní]

Okno formuláře pro zadávání prostojů a odpracovaných hodin na jednotlivých linkách obsahuje hlavičku, časovou stupnici pro výběr doby prostojů a seznam pracovníků a odpracovaných hodin. Hlavička obsahuje výběrová kritéria, kterými jsou výrobní středisko a výrobní linka. Tyto hodnoty si uživatel může přednastavit pro urychlení rutinního zadávání dat. Datum a označení aktuální směny se vyplňují automaticky.

Graficky znázorněná časová osa slouží pro přehledné a rychlé zadávání časů prostojů. Uživatel vybere pole na časové ose a zeleným tlačítkem označí dobu, kdy stroj nebo linka byly v provozu, nebo červeným tlačítkem prostoj. V případě zadání prostoje se systém následně, při ukládání záznamu, dotazuje na důvod prostoje. Souhrnný čas prostojů a výrobních časů se pro přehlednost a zpětnou kontrolu zobrazuje nad tabulkou záznamů. Do této tabulky se načítají naposled pořízené záznamy. Tabulka pro zápis odpracovaných hodin obsahuje identifikaci pracovníka a hodnotu odpracovaných hodin a minut na dané lince nebo stroji. Pracovníci jsou seřídění do skupin reprezentující rozdělení na jednotlivých směnách. Uživatel tak nezadáva každého pracovníka zvlášť, ale vybírá a případně edituje celou skupinu najednou.

Formulář zobrazení efektivity nabízí jako výběrová kritéria počáteční a koncové datum vyhodnocovaného období, výrobní středisko a stroj, případně výrobní linku. Tato kritéria mohou být přednastavena samostatně pro každého uživatele. Tlačítko „Execute“ provede načtení dat z databáze na základě zadaných kritérií a provede výpočet. V případě, že nejsou zadána všechna potřebná data, systém výpočet dokončí se zobrazením upozornění, že výsledek nemusí být přesný a specifikuje chybějící záznamy.

Sloupcový graf zobrazuje hodnoty efektivity seskupené podle dnů. Zobrazuje se výpočet celkové efektivity, celkově odpracovaných hodin a hodnota normohodin za vybrané období. Tlačítko „Admin“ slouží pro editaci a načítání číselníků. Tato funkce je dostupná při zadání administrátorského hesla. Tlačítko „Show Data“ zobrazí zdrojová data, která byla načtena a použita pro výpočet.



Obr. č. 18: Zobrazení efektivity příslušné výrobní linky za dané období.

Zdroj: [vlastní]

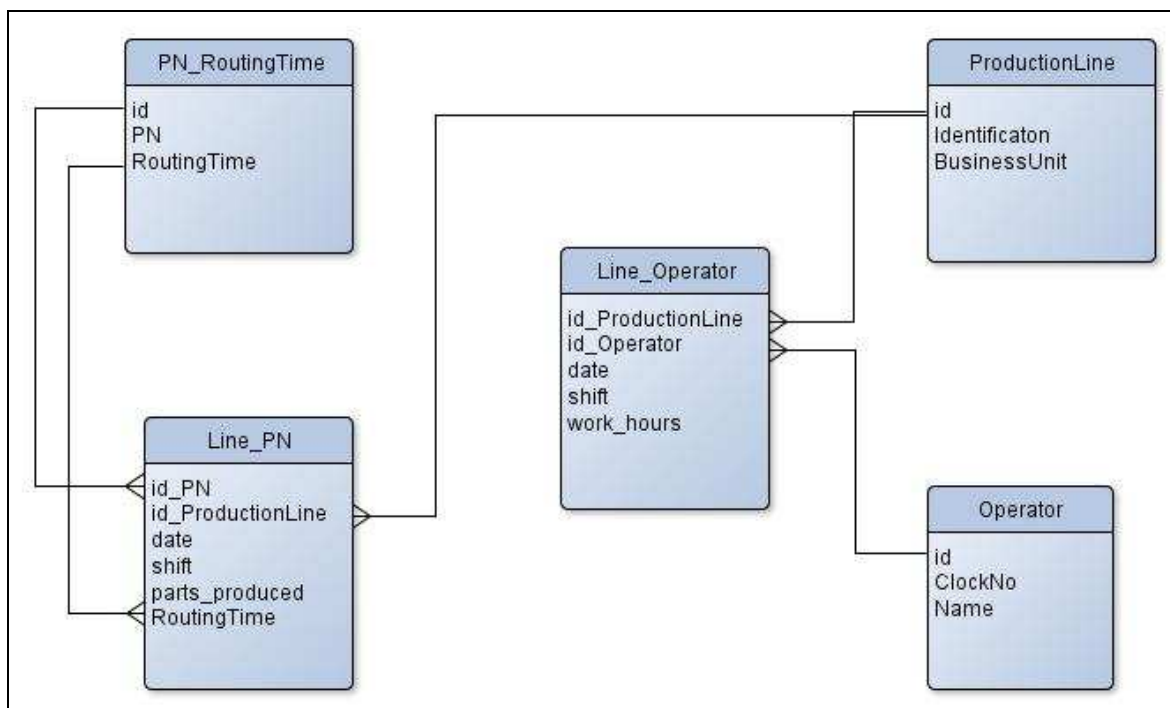
Typ výrobků zpracovávaných za daný časový úsek se ukládá do systému na různých pracovních stanicích v průběhu výrobního procesu. Většinou se jedná o kontrolní pracoviště. Společně s označením typu výrobku se ukládá i čas kdy byl díl otestován nebo zabalen. Tyto hodnoty jsou dostupné v SQL databázi.

Počet zpracovaných výrobků je také dostupný v SQL databázi v tabulkách s informacemi o provedených kontrolách a měřeních. Zde je třeba zohlednit množství testovaných dílů v dávce a určit tak celkové vyrobené množství.

Hodnoty normohodin k jednotlivým výrobkům jsou nastaveny v systému SAP, který je globálním nástrojem využívaným ve všech pobočkách společnosti. Tabulky exportované z tohoto systému, a po úpravě formátu uložené v SQL databázi, poskytují požadované informace potřebné pro výpočet efektivity výroby.

Výstupem výpočtu efektivity je grafické zobrazení hodnot za vybrané časové období na úrovni jednotlivých směn, dnů, týdnů nebo měsíců.

Informace z jednotlivých zdrojů se ukládají do tabulek databáze.



Schema. č. 2: ER diagram tabulek databáze pro vyhodnocování efektivity výrobních linek.

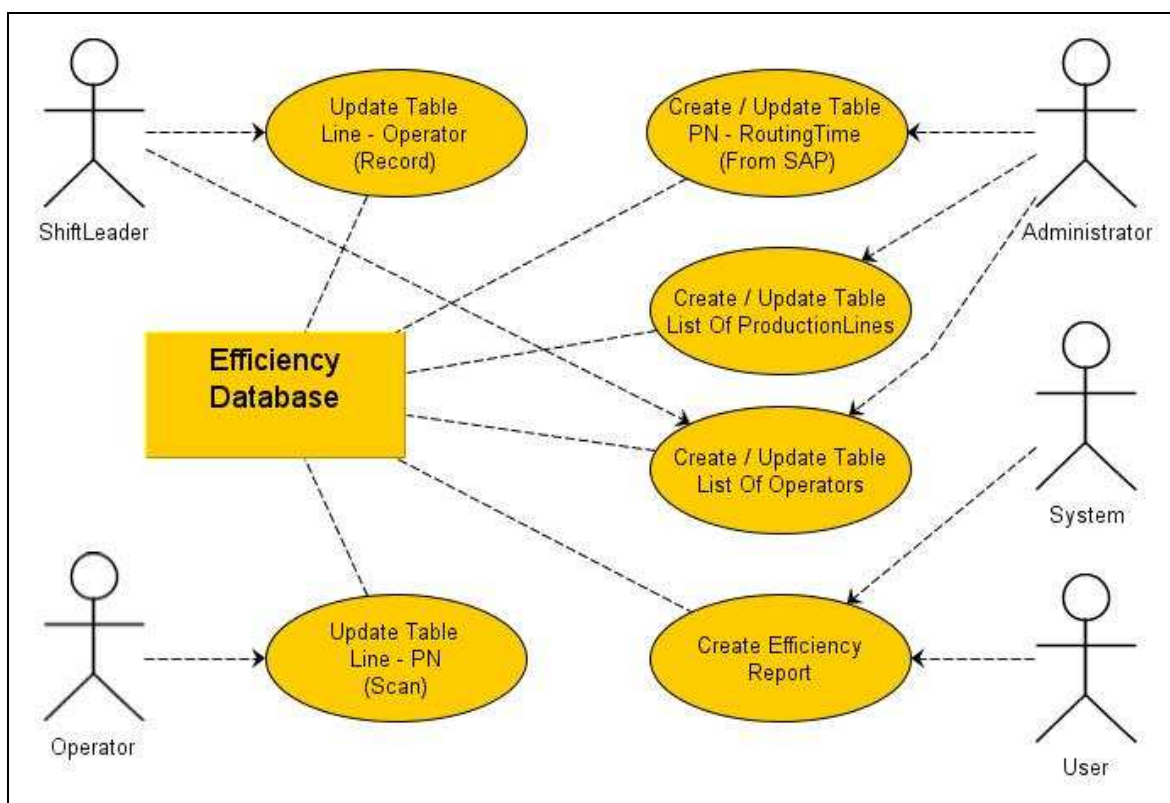
· Zdroj: [vlastní, zpracováno v programu yEd Graph Editor]

Jedná se o seznam, který bude průběžně doplňován. Tabulka Operator je seznam pracovníků, kteří jsou přiřazováni na výrobní linky v tabulce Line_Operator. Tyto záznamy pořizují výrobní mistři. Záznam obsahuje identifikaci výrobní linky a operátora, datum, označení směny a počet odpracovaných hodin.

Tabulka s názvem PN_RoutingTime je seznamem vyráběných dílů a k jednotlivým výrobkům přiřazuje normovaný čas potřebný na jejich zpracování. Zdrojem těchto záznamů je firemní systém SAP. Tyto záznamy jsou pravidelně obnovovány administrátorem.

Pro přiřazení vyráběných dílů k výrobním linkám slouží tabulka Line_PN. Zdrojem těchto záznamů jsou výstupy z testovacích operací. Ke každé lince je tak přiřazen počet a typ dokončených výrobků za určitý čas.

Funkcionalita aplikace byla specifikována pomocí Use Case diagramu.



Schema č. 3: Use Case diagram aplikace pro vyhodnocování efektivity výrobních linek.

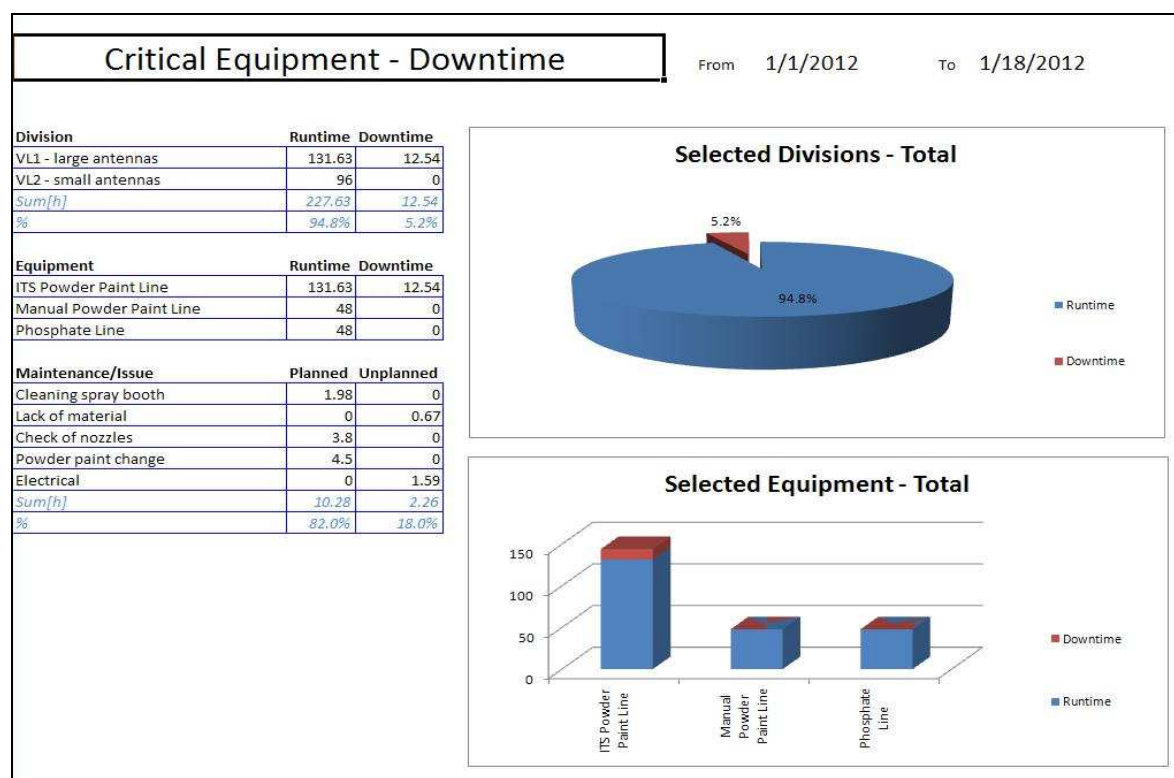
Zdroj: [vlastní, zpracováno v programu yEd Graph Editor]

Aktéry aplikace pro vyhodnocování efektivity výroby jsou: mistr, který zadává do systému informace o novém pracovníkovi a přiřazuje je na daná pracoviště. Pracovník, který provádí testování výrobků a pořizuje tak záznamy o množství a typu vyrobených dílů. Administrátor aktualizuje seznamy výrobních linek a operátorů, a generuje záznamy přiřazující výrobkům normohodiny. Uživatelem je pracovník, který třídí a seskupuje záznamy z databáze na základě zvolených, nebo požadovaných kritérií a vytváří reporty. Tato činnost může být zautomatizována tak, že report bude vytvářen systémem a odesílán elektronickou poštou na zodpovědné pracovníky.

4.7.6 Sledování prostojů výrobních linek a strojů

Pokud se chceme soustředit na maximální využití výrobních kapacit, není samotné měření efektivity výroby dostačující. Ať už plánované, nebo neplánované prostoje výrobních zařízení, mohou způsobovat závažné problémy při plnění dodávek zákazníkům.

Navazujícím modulem aplikace se tak stal modul evidence prostojů a vyhodnocování jejich příčin.



Obr. č. 19 Zobrazení reportu prostojů výrobních linek a strojů.

Zdroj: [vlastní]

Nejdříve byly vytypovány stroje a zařízení, která jsou kritická pro plynulý běh výroby. Jednotlivá výrobní střediska pořizují vždy na konci směny záznamy o odpracovaných hodinách a prostojích. Prostoje se dále dělí na plánované, údržba a technologické odstávky, a neplánované, poruchy nebo jiné důvody prostoje. Značná variabilita výběrových kritérií dovoluje různé pohledy na četnost a příčiny prostojů. V aplikaci je nastaven číselník důvodů odstávek. Tyto důvody se následně analyzují. Výsledek slouží k identifikaci nejzávažnějších příčin prostojů a k jejich odstranění.

4.8 Presentace dat

Data, která jsou sbírána v jednotlivých procesech výroby mohou nabídnout cenné informace o využití kapacit, úroveň kvality výrobků a mohou poskytnout nové pohledy na vyváženost celého procesu. K tomu je potřeba data vhodným způsobem analyzovat a nabídnout k posouzení řídicím pracovníkům. Vhodný formát prezentace dat usnadňuje jejich interpretaci.

4.8.1 Presentace dat na intranetu společnosti

Vzhledem k provázanosti řízení výroby a procesů ve firmě Andrew, kdy vývojové centrum a hlavní vedení jak kvality tak procesů je umístěno mimo Českou Republiku, byl pro prezentaci vytypovaných výrobních výsledků zvolen intranetový firemní systém. Výsledky se v průběhu týdne shromažďují v jednotlivých závodech a jednou týdně jsou odesílány na intranet a vyhodnocovány společně s vedením na videokonferenci. Vzhledem k značnému počtu vyhodnocovaných ukazatelů vznikl požadavek na zjednodušení jejich umístování na firemní webové stránky. Jednotlivé moduly aplikace tak zahrnují funkci, která po provedení analýzy tyto data odesílá na intranet v podobě tabulek a grafů.

4.8.2 Presentace dat systémem Hour By Hour

Jinými typy dat jsou informace o počtu vyrobených kusů na jednotlivých linkách. Pro tyto informace platí, že čím dříve se dovíme o odchylce vůči stanovenému plánu, tím rychleji můžeme reagovat a zvolit vhodné nápravné opatření. Proto jsme zvolili četnost vyhodnocování výstupů výroby jednou za hodinu.

Pro průběžné porovnávání výstupu výroby oproti plánu musíme mít tyto vstupní informace:

- Stanovený plán na směnu v počtech kusů.
- Celkový počet minut čistého času za směnu rozpočítaných na každou hodinu s ohledem na přestávky a jiný neproduktivní čas.
- Počet právě vyrobených kusů od začátku směny.
- Počet minut zbývajících do konce směny.

Plán výroby, počet vyrobených kusů, je dán kapacitou linky a je stanoven na několik dní dopředu. Tento údaj se tedy příliš často nemění a v aplikaci je uveden jako konstanta.

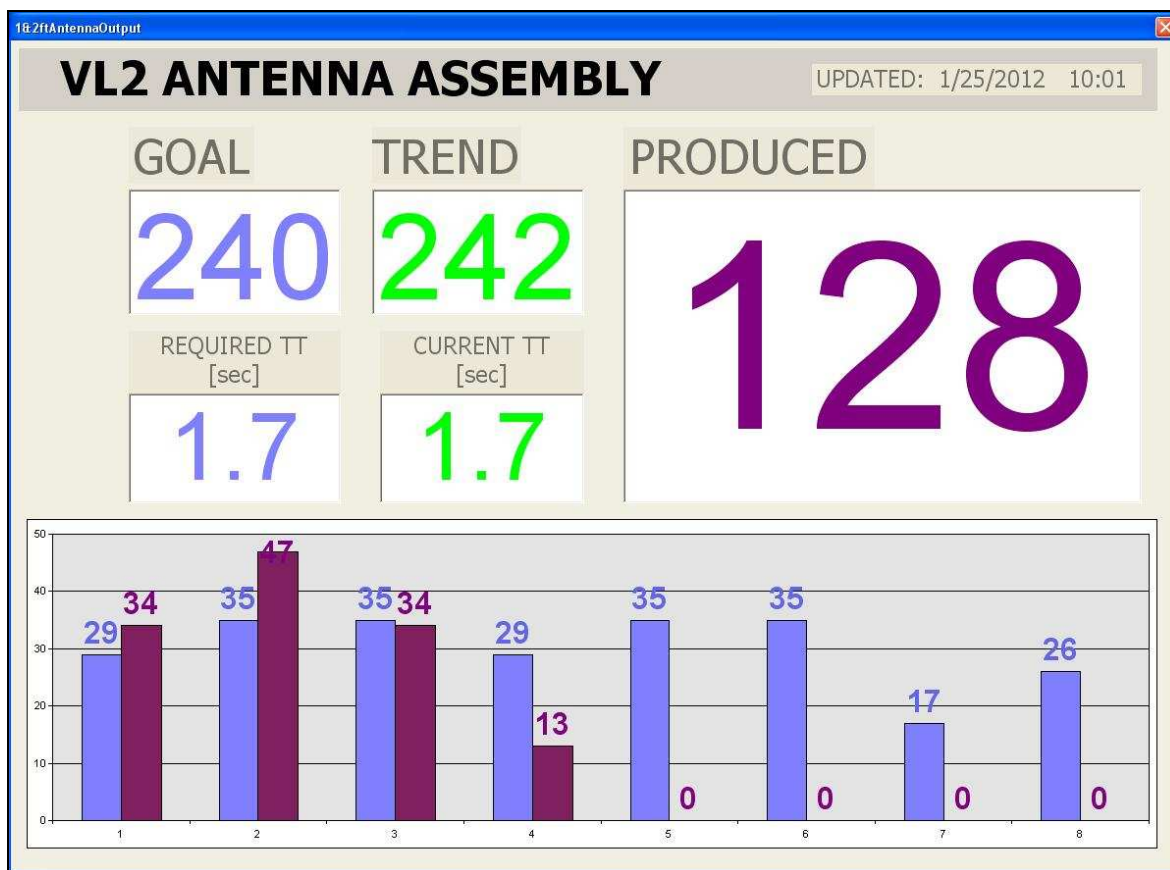
Počet minut čistého pracovního času je vždy stejný, liší se pouze jejich rozložení v průběhu pracovní směny s ohledem na různé časy přestávek na různých pracovištích. V rámci výrobní linky se však tyto údaje nemění a jsou také brány jako konstantní.

Pro informaci o počtu vyrobených kusů využívá tato aplikace výše zmíněný modul sloužící k záznamu výsledků testovacích a kontrolních operací. Záznamy o měření jsou ukládány do databáze společně s časem jejich pořízení. Z databáze jsou selektovány jedinečné záznamy, tyto záznamy reprezentují výrobky, které prošly testem a tvoří výstup z linky. Čas pořízení záznamu aplikace využívá pro rozložení výstupů do odpovídajících časových úseků pro porovnání vůči schématu plánu výroby.

Počet minut zbývajících do konce směny je vypočítáván ze systémového času a časového schématu určeného pro každou směnu a výrobní linku.

V každém okamžiku v průběhu pracovní směny tak můžeme na základě informace o počtu vyrobených kusů a doposud odpracovaných minut vypočítat průměr počtu vyrobených kusů na jednotku času. Tento průměr poté použijeme pro zjištění trendu celkově vyrobených kusů do konce směny.

Tyto hodnoty jsou zobrazovány přímo na výrobní lince a jsou přístupny z pracovních stanic, kde je tato aplikace nainstalována.



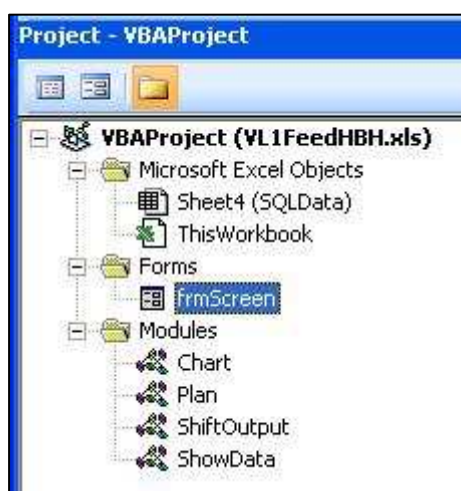
Obr. č. 20: Zobrazení výstupu výrobní linky v průběhu pracovní směny na displeji ve výrobních prostorech.

Zdroj: [vlastní]

Zobrazení výstupu výrobní linky v průběhu pracovní směny obsahuje informace o stanoveném cíli v počtu kusů za směnu. Pod ním se zobrazuje hodnota v sekundách. Jde o tak zvaný „Takt Time“, který určuje požadovaný časový interval mezi výstupy jednotlivých dílů z linky. Po stranách těchto hodnot se zobrazují trend a skutečný časový interval výstupů. Trend je hodnota teoretického počtu vyrobených kusů do konce směny. Počítá se z doposud vyrobených kusů, časového intervalu výstupů a čistého pracovního času zbývajících do konce směny. Skutečný časový interval je průměrná hodnota vypočítaná z doposud vyrobených kusů a spotřebovaného čistého pracovního času. Sloupcový graf ve spodní části je rozdělen na dvakrát osm částí. Každá osmina reprezentuje určitou hodinu pracovní směny, tedy její přepočtení na množství vyrobených kusů s ohledem na počet čistých pracovních minut v dané hodině a požadovaný časový interval výstupů. Jedna série sloupců znázorňuje plán výroby na každou hodinu, druhá série sloupců zobrazuje skutečný počet vyrobených kusů v dané hodině. Do pravého horního rohu se zapisuje datum a čas poslední aktualizace formuláře.

Pro zobrazování a načítání hodnot do grafu zobrazovaného přímo ve formuláři byl využit doplněk Microsoft Office Chart 11.0, který obsahuje knihovna Office Web Components. Obnova formuláře a interval načítání aktuálních dat je spouštěn VBA funkcí OnTime a je nastaven na pět minut. Aktuální data obsahující počty vyrobených kusů jsou vyselektovány z databáze a dočasně uloženy v listu pracovního sešitu. Odtud jsou načítány jako parametry zobrazovaného grafu.

VBA projekt obsahuje jeden formulář pro zobrazování údajů a grafu na displeji. Modul Chart obsahuje makro pro načítání aktuálních hodnot do grafu. Modul Plan vypočítává výrobní plán rozložený do jednotlivých hodin pracovní směny. Modul ShiftOutput načítá data z SQL databáze a propočítává trend vyrobených kusů. Modul ShowData odesílá do formuláře aktuální sledované hodnoty.



Obr. č. 21: Struktura formuláře a modulů VBA projektu.

Zdroj: [vlastní, Microsoft VBA editor]

5 Testování navrženého řešení ve výrobě

Při zavádění celého systému a testování jednotlivých aplikací a modulů bylo nezbytné ověřit správnou funkci a identifikovat závady, které by mohli zkreslovat výstupy, nebo znesnadnit další rozšiřování systému.

5.1 Nedostatky zjištěné při testování a jejich odstranění

Jedním z nedostaků bylo třídění záznamů podle data. V případě třísměného provozu neodpovídají záznamy pořízené mezi dvacátoučtvrtou hodinou a šestou hodinou ranní aktuálnímu datu. Výroba noční směny se počítá do dne kdy byla započata. Pro třídění záznamů podle data je v tomto případě nutné započítat i předchozí den od ranní směny.

K tomu byl VBA kód upraven takto:

```
If Hour(Now) < 6 And Me.tbFrom = Format(Date, "mm/dd/yyyy") Then
    DFrom = Me.tbFrom & " 06:00:00"
    DFrom = CDate(DFrom)
    DFrom = DFrom - 1
Else: DFrom = Me.tbFrom & " 06:00:00"
    DFrom = CDate(DFrom)
End If

If Hour(Now) < 6 And Me.tbTo = Format(Date, "mm/dd/yyyy") Then
    DTo = Me.tbTo & " 05:59:59"
    DTo = CDate(DTo)
Else: DTo = Me.tbTo & " 05:59:59"
    DTo = CDate(DTo)
    DTo = DTo + 1
End If

If DateDiff("h", DTo, DFrom) > 0 Then
    MsgBox "Date FROM must be before Date TO."
Exit Sub
Else: DateRange = " Date BETWEEN '" & DFrom & "' And '" & DTo & "'"
End If
```

V první podmínce se testuje zda uživatel zpustil výběr záznamů v době mezi dvacátoučtvrtou a šestou hodinou a zda je počáteční datum výběru shodné s aktuálním datem. V tom případě se výběrové kritérium datum nastaví na předchozí den od šesté hodiny. V případě že je výběrový dotaz spuštěn po šesté hodině a nebo od jiného dne než je aktuální datum, výběrovým kritériem je zadané datum od šesté hodiny.

Obdobně je tomu u nastavení konečného data výběru. V případě zadání aktuálního data před šestou hodinou se kritérium nastaví na zadané datum do šesti hodin. Pokud je zadán datum jiný než je aktuální den, započítává se do výběru i den následující do šesti hodin.

Dále v kódu následuje ověření zda nebylo datum pro konec výběru zadáno nižší než pro začátek. Ověřená a upravená kritéria výběru se potom zapíše do řetězce, který se vloží do dotazu SQL.

6 Možnosti dalšího rozšiřování a zdokonalování systému

Při testování, zavádění a používání systému se nabídly další možnosti jeho zhodnocení. Jednou z nich může být napojení na databázi vedenou personálním oddělením a mít tak aktuální informace o docházce a zařazení pracovníků, které by komplexněji řešilo aplikaci pro výpočet efektivity výroby. Dálším rozšířením by mohlo být zavedení snímačů čárových kódů pro přesnou evidenci odpracovaného času na jednotlivých pracovištích výrobních linek. Hodnocení efektivity by se tak dostalo do úrovně jednotlivých výrobních kroků a mohlo by poskytnout informace potřebné pro vyvážení celého procesu výroby.

Samozřejmostí by mělo být i horizontální rozšiřování systému na další výrobní střediska závodu. Toto rozšíření poskytne další pohledy na způsoby využití a přinese podmínky pro nové funkce a zhodnocení systému.

Z důvodu možného rozšíření do dalších výrobních závodů v zahraničí bude nutný překlad některých částí programu do angličtiny a španělštiny.

Uživatelský manuál by měla doplnit i nápověda dostupná z uživatelských formulářů.

ZÁVĚR

Informační systém pro technologický proces ve firmě Andrew Telecommunications vznikl aby svou funkcionalitou, možností snadného rozšiřování a jednoduchou údržbou vyplnil informační mezeru mezi globálně používaným systémem SAP a uživatelskými náhražkami aplikace v podobě tabulek vytvořených v programu MS Excel, které často kopírovaly a násobily již zaznamenaná data. Tento systém nabídne pohled na jednotlivé úseky výroby do úrovně samotných pracovišť. Flexibilita a dostupnost zvoleného programového prostředí zaručí možnost snadného rozšiřování systému. Funkcionalita jednotlivých aplikací je v první řadě zaměřena na hodnotný výstup popisující co nejpřesněji výrobní proces z pohledu kvality a využití výrobních kapacit. Důležitou zpětnou vazbou je reakce uživatelů na ovladatelnost a přehlednost aplikací. Sebedokonalejší způsob výpočtu hledaných veličin nespěje ke správnému výsledku pokud nepracujeme se správnými daty. V tomto případě je bohužel správnost zadaných dat často závislá pouze na uživateli. Proto je uživatelské pohodlí, intuitivní ovládání a přehlednost důležitou složkou funkcionality celého systému.

Tento modulový informační systém je pro svoji specifičnost a konkrétní zaměření na určitý výrobní proces předurčen pro mnoho modifikací a úprav, které budou muset následovat změny v samotném výrobním procesu. Proto byl rozdělen do samostatných modulů, které zaručí přehlednost a nezávislost jednotlivých aplikací.

Moduly pro sledování a vyhodnocování efektivity výroby jsou rozděleny do dvou skupin. Jedna část slouží pro záznam a sběr dat používaných pro výpočet efektivity, druhá část slouží k vyhodnocování a prezentaci dat. Efektivita výroby je sledována dvěma různými způsoby. V prvním případě je to sledování efektivity v reálném čase na výrobních linkách, v tomto případě se jedná spíše o sledování výkonu linky v porovnání s nastaveným plánem výroby. V druhém případě jde o vyhodnocování efektivity za delší časové období, zvolené uživatelem, kde do výpočtu vstupuje i hodnota normohodin, tedy času potřebného pro výrobu určitého produktu. V tomto výpočtu můžeme zohlednit i případné prostoje ve výrobě. Porovnáním výkonu linky, tedy počtem vyrobených kusů za určité období, s hodnotou normohodin, která by měla být co nejpřesnější, protože vstupuje do výpočtu nákladů ve výrobě, dostáváme důležitou informaci pro zjištění skutečných nákladů výroby.

Moduly, které se soustředí na kontrolu a vyhodnocování kvality mají obdobnou strukturu. Jejimi vstupy jsou vytypované hodnoty kritických parametrů ve výrobě na kontrolních pracovištích. Výstupem analýzy je souhrnná prezentace sledovaných parametrů. Pro různé typy sledovaných hodnot se využívá vhodných analytických nástrojů. V případě hodnot, které jsou měřeny v určitém rozsahu, se využívá metoda Cp a Cpk. V případě jednoznačně určených kritérií shody, nebo neshody ve výrobním procesu, je výstupem tabulkové, nebo grafické vyjádření výnosu dané výrobní linky.

Důležitou součástí systému je sledování a vyhodnocování prostojů ve výrobě. Tato část systému je napojená, a poskytuje data, pro modul výpočtu efektivity výroby, ale nabízí také samostatný výstup v podobě tabulkového a grafického přehledu, který slouží k identifikaci nejčastějších příčin prostojů a poskytuje informace o využití výrobního zařízení.

V průběhu vývoje tohoto informačního systému byl vznešen další požadavek na rozšíření. Jedná se o funkcionalitu pro vyhodnocování měření parabolity reflektorů antén, kde je předepsáno měření metodou, která dopočítává skutečnou ohniskovou vzdálenost reflektoru. K této funkcionalitě je navázána evidence kalibrací používaného zařízení a samozřejmě databáze a analýza výsledků měření.

Právě pro svoje specifické zaměření má tento softwarový nástroj ambice rozšířit se do dalších výrobních závodů firmy Andrew Telecommunications v Indii a Mexiku. Při soustředění se na sledovaný cíl, jímž je poskytnutí ucelených informací o výrobním procesu, a při zachování výhod jakými jsou snadná modifikace a ovladatelnost, by tento cíl neměl zůstat nedosažen.

Hodnocení podniku

Hodnocení bakalářské práce z pohledu reálného využití na výrobní divizi antén a jejího dalšího využití v rámci celého závodu

Bakalářská práce byla zaměřena na sběr klíčových dat v rámci výroby z pohledu kritických procesů, z pohledu kvality tj. CTQ a efektivity výroby linek. Tyto data jsou nezbytné pro následné využití k identifikaci možných zlepšení v rámci výrobních procesů a eliminaci chyb nebo nekvalit v rámci výroby a potencianálnímu vlivu na finálního zákazníka, což je základním předpokladem pro další rozšíření a získání zakázek na trhu s výrobou mikrovlnných antén.

Práce byla samostatně vypracována autorem, testována a aplikována v rámci našeho závodu. Byla prakticky využita nejprve na sběr dat CTQ v rámci jedné výrobní divize. Hlavním přínosem je okamžité zpracování dat za pomoci skenování a jejich následné vyžití k vyhodnocení nutnosti následné akce, kde před zavedením byla tato data aktualizována jednou týdně kvůli časové náročnosti manuálního zpracování a tím pádem vznikalo riziko pozdní reakce na možnou nekvalitu v rámci procesů.

Následně byla práce rozšířena o měření efektivity výroby a zaznamenání důvodů postojů na lince v rámci jednotlivých směn. Toto rozšíření pomáhá sledovat vytiženost linky a zavádění následných akcí k eliminaci postojů.

Momentálně probíhá další rozšíření v rámci celého našeho závodu a po úplné implementaci a testování i další globální rozšíření v rámci našich závodů v Mexiku, Indii a Brazílii, které mají stejně zaměřenou výrobu a toto řešení jim také pomůže ke zlepšení kontroly procesů.

Ing. Pavel Nechvátal
Operations manager




ANDREW
Telecommunications s. r. o.
CTPark Modřice
Evropská 862, 664 42 Modřice
Czech Republic (5)
IČO 267 51 771, DIČ CZ26751771

ABSTRAKT

Jan DŮJKA *INFORMAČNÍ SYSTÉM PRO TECHNOLOGICKÝ PROCES VE VÝROBĚ*
Hodonín, 2012. Bakalářská práce. Evropský polytechnický institut, s.r.o.

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kapusta

Klíčová slova: informační systém, MES, KUP, Cpk analýza, Cp analýza, VBA, SQL
databáze, technologické parametry, efektivita výroby, prezentace dat

Návrh a realizace informačního systému zaměřeného na sběr dat ve výrobním procesu a jejich analýzu, pro podporu efektivního řízení výroby. Systém byl realizován použitím nástrojů VBA a SQL databáze. Pro analýzu měřených hodnot využívá metodu Cpk a Cp. Výstupem hodnocení efektivity je grafické zobrazení v reálném čase, nebo vyhodnocení na základě zadaných výběrových kritérií. Přínosem informačního systému je úspora výrobních časů a předcházení prostojům výrobních linek.

ABSTRACT

Jan DŮJKA *INFORMATION SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL PROCESS IN PRODUCTION*

Hodonín, 2012. Bachelor Theses. European Polytechnic Institute Ltd.

Supervisor: Ing. Pavel Kapusta

Key words: information system, MES, KUP, Cpk analysis, Cp analysis, VBA, SQL database, technologic parameters, production efficiency, data presentation

Design and realisation of the information system for data capturing in production process and analysis to support production efficiency management. Information system use VBA and SQL database tools. System use Cpk and Cp method to analyze the measured values. The output of the evaluation is graphic expression in real time, or evaluation based on selection criteria. The benefit of the information system is production time saving and prevention of the production lines downtime.

Literatura

Knihy, monografie:

- [1] GROFF J. R.; WEINBERG P. N. *SQL Kompletní průvodce*. CP Books, a.s., 2005, ISBN 80-251-0369-2, 936 s.
- [2] WALKENBACH J. *Microsoft Excel 2000 a 2002 Programování ve VBA*. Computer Press, 2004, ISBN 80-7226-547-4, 707 s.
- [3] SCOTT D. F. *Velká kniha programování v Microsoft Office 2000*. Computer Press, 2000, ISBN 80-7226-240-8, 946 s.
- [4] SODOMKA P.; KLČOVÁ H. *Informační systémy v podnikové praxi*. Computer Press, 2010, ISBN: 978-80-251-2878-7, 501 s.
- [5] HALVORSON M. *Microsoft Visual Basic 2010*. Computer Press, 2010, ISBN: 978-80-251-3146-6, 480 s.
- [6] KUPKA K. *Statistické řízení jakosti*. TriloByte Ltd., 2001, ISBN: 80-238-1818-X, 191 s.
- [7] RUKOVANSKÝ I. *Principles of Company Information Systems*. Evropský polytechnický institut, s.r.o. Osvobození 699, 68604 Kunovice, 2010, ISBN 978-7314-198-1, 66 s.
- [8] *Katalog měřících přístrojů 2011*. Mitutoyo Česko s. r. o., Dubská 1626, 415 01, Teplice, Czech Republic, 43 s.

Časopisy:

- [9] *IT Systems*. CCB, spol. s r.o., Okružní 19, 638 00 Brno, roč. 2011, č. 12. MK ČR E 8163, ISSN 1802-002X, 61 s.

Internetové zdroje:

- [10] *Systém on Line* [online]. [cit. 2011-12-13]. Dostupný z WWW:
<<http://www.systemonline>>
- [11] *Actual installer* [online]. [cit. 2011-12-07]. Dostupný z WWW:
<<http://www.actualinstaller.com>>

- [12] yWorks the diagramming company [online]. [cit. 2011-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.yWorks.com>>
- [13] Gamin s.r.o, Heřmanická 45, 710 00 Ostrava. [online]. [cit. 2011-12-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.gamin.cz>>

Nepublikované zdroje, interní zdroje:

- [14] *Philips Quality Memory Jogger*. 1995 by GOAL/QPC Methuen, MA, U.S.A., code 4322 275 205, 164 s.

Seznam zkratek

FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
VBA	Visual Basic for Applications
SQL	Structured Query Language
Cpk	Measure Of Process Capability
Cp	Simple Process Capability
LAN	Local Area Network
ERP	Enterprise Resource Planning
CRM	Customer Relationship Management
SCM	Supply Chain Management
MIS	Management Information System
APS	Advance Planning System
MES	Manufacturing Execution System
SLA	Service Level Agreement
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association
USB	Universal Serial Bus
USL	Upper Specification Limit
LSL	Lower Specification Limit
PPM	Parts Per Million
KUP	Katalog uživatelských požadavků
ADODB	Active Data Objects Data Base
CTQ	Critical To Quality
ER	Entity Relationship

Seznam obrázků, grafů, tabulek

- Obr. č. 1: Informační pyramida podle organizačních úrovní odniku.
- Obr. č. 2: Technologické pojetí informačního systému.
- Obr. č. 3: Příklad uložení souboru s výsledky testované antény.
- Obr. č. 4: Možnosti propojení měřících zařízení firmy Mitutoyo s PC pomocí USB kabelu.
- Obr. č. 5: Tloušťkoměr Elcometer456 s různými typy sond firmy Garmin.
- Obr. č. 6: Grafické zobrazení Cpk.
- Obr. č. 7: Základní podoba KUP.
- Obr. č. 8: Náhled programu yED pro tvorbu diagramů.
- Obr. č. 9: Úvodní okno softwaru Actual Installer 3.4.
- Obr. č. 10: Úvodní okno aplikace.
- Obr. č. 11: Formulář aplikace pro zápis dat měření MaxGap a tloušťky barvy.
- Obr. č. 12: Okno nápovědy označuje pozice na reflektoru, kde se měří tloušťka barvy.
- Obr. č. 13: Formulář výběru záznamů pro analýzu podle kritérií.
- Obr. č. 14: Příklad výstupu analýzy měření tloušťky barvy.
- Obr. č. 15: Okno aplikace upozorní obsluhu na požadované ověření funkčnosti zařízení.
- Obr. č. 16: Okno formuláře pro zadávání identifikačních znaků testovaného dílu
a zobrazení výsledků.
- Obr. č. 17: Okno formuláře pro zadávání prostojů a odracovaného času na příslušných
výrobních linkách.
- Obr. č. 18: Zobrazení efektivity příslušné výrobní linky za dané období.
- Obr. č. 19: Zobrazení reportu prostojů výrobních linek a strojů.
- Obr. č. 20: Zobrazení výstupu výrobní linky v průběhu pracovní směny.
- Obr. č. 21: Struktura formuláře a modulů VBA projektu.

Tabulka č. 1: Interní specifikace pro určení četnosti měření.

Tabulka č. 2: Specifikace uživatelských požadavků podle metodiky KUP.

Schema č. 1: Vývojový diagram tlakového testování zářičů.

Schema č. 2: ER diagram tabulek databáze pro vyhodnocování efektivity výrobních linek.

Schema č. 3: Use Case diagram aplikace pro vyhodnocování efektivity výrobních linek.

Seznam příloh

Příloha č. 1: Uživatelský manuál informačního systému pro technologický proces ve výrobě.

Andrew Telecommunications s.r.o.

CTPark Modřice, Evropská 862

664 42 Modřice

COMMSCOPE[®]



Informační systém pro technologický proces

Uživatelský manuál

Zpracoval: Jan Důjka

3. 4. 2012 - Rev. 002

Obsah

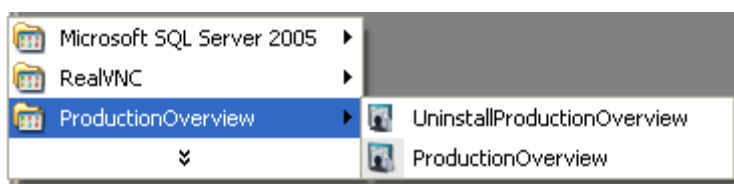
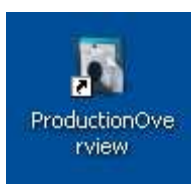
1	ÚČEL	3
2	INSTALACE	3
3	UŽIVATELSKÉ NASTAVENÍ.....	3
4	VKLÁDÁNÍ DAT	4
4.1	Zápis měření MaxGap a kontroly laku	4
4.2	Zápis měření výšky ploch pro připojení rádia	5
4.3	Zápis kontroly těsnosti zářičů	6
4.4	Zápis prostojů a odpracovaných hodin	7
5	GENEROVÁNÍ VÝSTUPU ANALÝZ	8
6	SLEDOVÁNÍ VÝKONU VÝROBNÍCH LINEK.....	10
7	SLEDOVÁNÍ EFEKTIVITY A PROSTOJŮ	14
8	SERVIS A ÚDRŽBA SYSTÉMU	17

1 Účel

Informační systém pro technologický proces ve výrobě slouží k pořizování, ukládání a analýze dat souvisejících s kvalitou, efektivitou a technologickými parametry výroby.

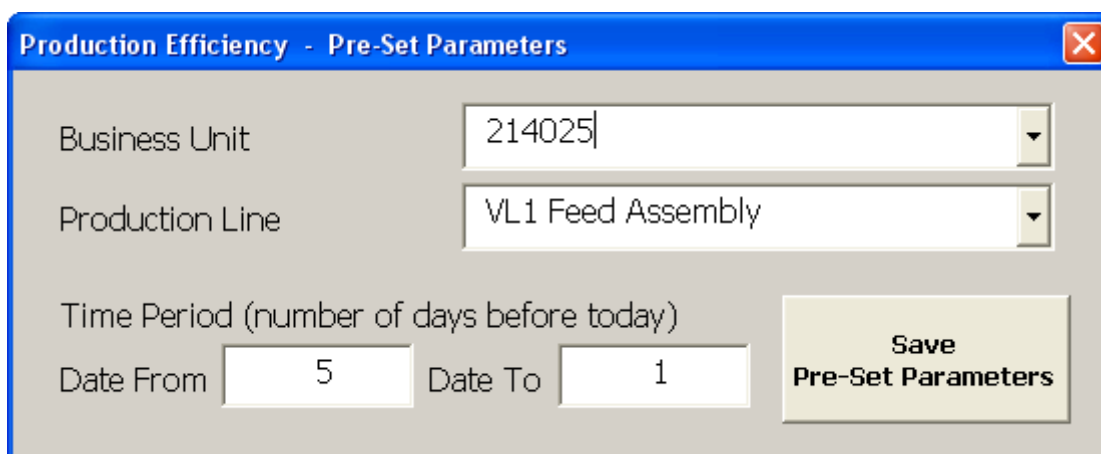
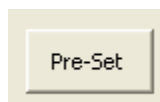
2 Instalace

Aktuální verze instalačního souboru je uložena na sdíleném disku (I:\COMMON\Data Exchange\JD\ProductionOverview_Setup.exe). Před instalací odinstalujte původní verzi. Aplikace se instaluje na lokální disk C:\ do skupiny Program Files. Po instalaci se na ploše vytvoří ikona pro spuštění aplikace.



3 Uživatelské nastavení

Vybrané uživatelské formuláře obsahují tlačítko „Pre-Set“, které slouží k uložení nejčastěji používaných výběrových kritérií.

A screenshot of a dialog box titled 'Production Efficiency - Pre-Set Parameters'. It contains several input fields: 'Business Unit' with a dropdown menu showing '214025', 'Production Line' with a dropdown menu showing 'VL1 Feed Assembly', 'Time Period (number of days before today)' with a text input field, 'Date From' with a text input field showing '5', and 'Date To' with a text input field showing '1'. A 'Save Pre-Set Parameters' button is located at the bottom right.

Jako přednastavené parametry lze zvolit výrobní středisko, výrobní linku a interval počátečního a konečného data výběru.

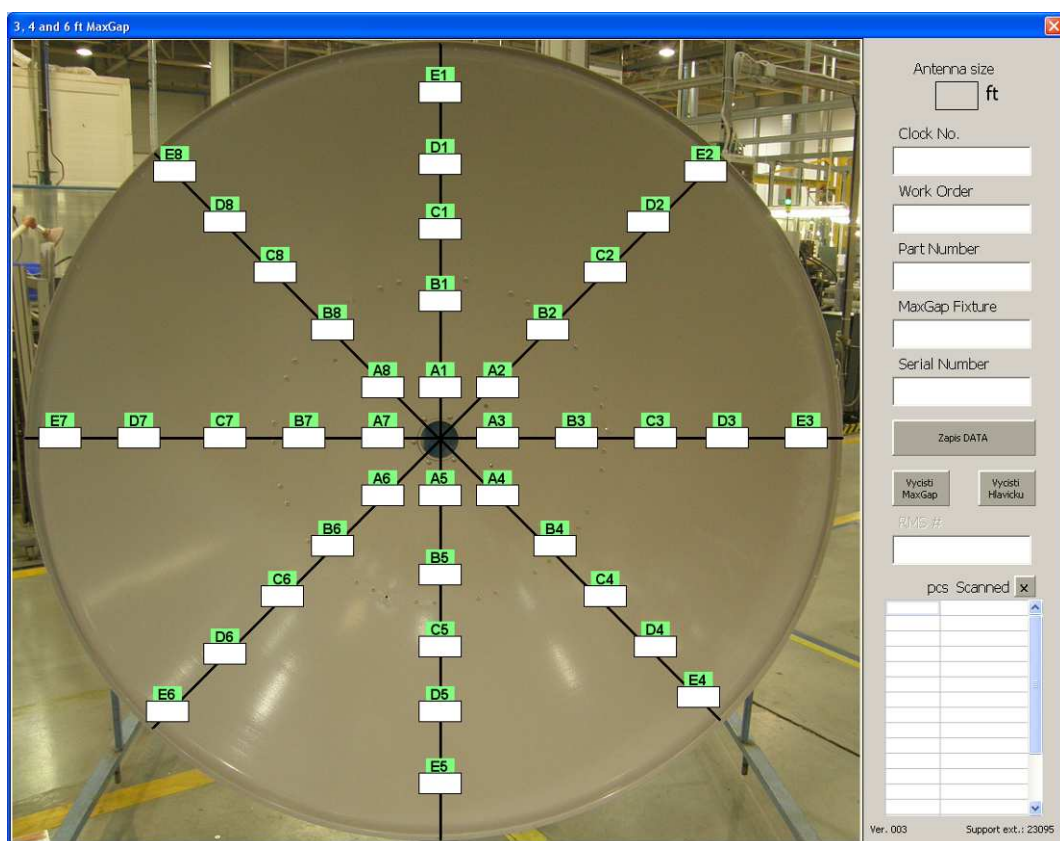
4 Vkládání dat

Zápis měření MaxGap a kontroly laku

Do formuláře pro zápis MaxGap a kontroly laku zapište své osobní číslo a označení výrobku. Dle vybraného výrobku se nastaví požadované limity a pole pro zápis hodnot. Tlačítkem „Save“ záznam uložte. Poslední zaznamenané hodnoty se zobrazují ve spodní části formuláře.

[illegible]

Pro 3, 4, a 6ft antény se používá formulář pro zápis všech naměřených hodnot MaxGap. Po vyplnění hlavičky zapište naměřené hodnoty v pořadí, které určí kurzor. Po stisknutí tlačítka „Zapiš data“ proběhne kontrola zadaných dat podle specifikace. V případě neshody se zobrazí upozornění a možnost překontrolovat záznam, nebo jej přímo uložit.



4.1 Zázpis měření výšky ploch pro připojení rádia

Obdobně probíhá zázpis měření výšky ploch pro připojení rádia.

MaxGap And Paint Test

Interface High Check

Clock Number
25637

Part Number
VHLP2-15-E2

Serial Number
-0.25 / 0.25 N/A ?

SAVE

10/3/11 15:39	73704	VHLP2-15-E2	BE60917253	-0.23	0
10/3/11 15:37	73704	VHLP2-15-E2	BE60917252	-0.12	0
10/3/11 15:36	73704	VHLP2-15-E2	BE60917251	-0.02	0
10/3/11 15:35	73704	VHLP2-15-E2	BE60917250	0.07	0
10/3/11 15:32	73704	VHLP2-15-E2	BE60917249	0.01	0
10/3/11 15:30	73704	VHLP2-15-E2	BE60917248	-0.04	0
10/3/11 15:29	73704	VHLP2-15-E2	BE60917247	0.02	0
10/3/11 15:27	73704	VHLP2-15-E2	BE60917246	-0.16	0
10/3/11 15:25	73704	VHLP2-15-E2	BE60917245	0	0
10/3/11 15:14	73704	VHLP2-15-E2	BE60917244	-0.03	0

4.2 Zápis kontroly těsnosti zářičů

V tomto formuláři vyplňte hlavičku, záznamy měření budou načteny automaticky po provedení testu ze zařízení ATEQ.

Feed Pressure Test

Clock Number
74202

Part Number
VFEED-4-13-E2

Serial Number
12CZ030611995

Feed Pressure Test

Frequency Of Measurement
1 of 1

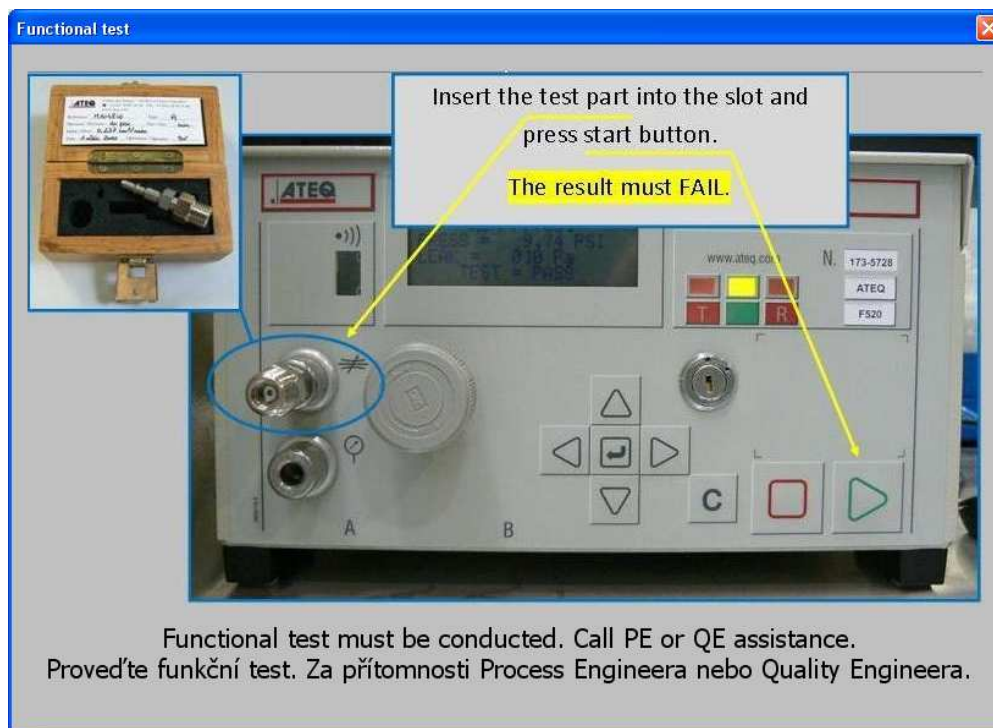
Press Button

Result Date Time Test Pressure Test Pressure Unit Measuring Measuring Unit Prog

☐ F Test ?

ClockN	PN	SN	Res	TDate	Time	TestPress	TPUnit	Meass	MUnit	Prog
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611994	(OK)	3/4/2012	15:37:51	10.09	PSI	19	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611993	(OK)	3/4/2012	15:35:58	10.1	PSI	15	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611992	(OK)	3/4/2012	15:33:00	10.1	PSI	20	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611991	(OK)	3/4/2012	15:28:56	10.12	PSI	18	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611990	(OK)	3/4/2012	15:25:28	10.11	PSI	-1	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611989	(OK)	3/4/2012	15:24:27	10.11	PSI	6	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611988	(OK)	3/4/2012	15:23:17	10.12	PSI	16	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611987	(OK)	3/4/2012	15:22:12	10.13	PSI	18	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611984	(OK)	3/4/2012	15:20:35	10.12	PSI	16	Pa	1
74202	VFEED-4-13-E2	12CZ030611986	(OK)	3/4/2012	15:19:32	10.13	PSI	15	Pa	1

V případě, že se vám zobrazí okno upozorňující na nutnost provedení funkčního testu, kontaktujte procesního, nebo kvality inženýra.



4.3 Zápis prostojů a odpracovaných hodin

Do formuláře zápisu prostojů a odpracovaných hodin vyplňte hlavičku obsahující číslo výrobního střediska, výrobní linku, datum a označení směny. Tažením myši po časové stupnici zobrazené pod hlavičkou označte časový úsek, který následně označte zeleným nebo červeným tlačítkem podle toho, zda jde o prostoj (červená), nebo odpracovaný (zelený) čas. Při ukládání se zobrazí okno pro zadání důvodu a typu prostoje. Do pravé části formuláře vyberte odpovídající skupinu (A, B, C) operátorů pro danou směnu a případně upravte počet odpracovaných hodin a minut na daném pracovišti.

Working Hours - Downtime - Attendance

Business Unit: 214025 Date: 04/03/2012 Shift: 2

Production Line / Equipment: VL1 Feed Assembly

SAVE Pre-Set

Time Scale: 14 15 16 17 18 19 20 21

Selection: [Green] [Red] [] - []

Runtime [h]: 00:00 Downtime [h]: 00:00

Date	Shift	TStart	Issue	Planned	RTMins	DTMins
04/02/2012	2	21:45	N/A		480	0
04/02/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/30/2012	2	21:45	N/A		480	0
03/30/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/29/2012	2	21:45	N/A		480	0
03/29/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/28/2012	2	21:45	Lack of material	Yes	0	60
03/28/2012	2	20:45	N/A		420	0
03/28/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/27/2012	2	21:45	N/A		300	0
03/27/2012	2	16:45	Lack of material	No	0	120
03/27/2012	2	14:45	N/A		60	0
03/27/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/26/2012	2	21:45	N/A		480	0
03/26/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/24/2012	1	13:45	N/A		480	0
03/23/2012	2	21:45	N/A		480	0
03/23/2012	1	13:45	N/A		480	0

Attendance:

Clock#	Name	Hod	Min
25609	Cepela Robert	8	0
76279	Katolická Olga	8	0
74202	Machalová Vera	8	0
77983	Novotná Zdena	8	0
76217	Rezacová Jitka	8	0
77272	Strmenová Monika	8	0

Unassign Operator [A] Assign Operator To The Line

Tlačítkem „Assign Operator To The Line“ zobrazíte formulář, kde přiřadíte pracovníky do odpovídajících skupin A,B nebo C. Tyto skupiny potom načítáte výběrem v rozbalovacím poli do seznamu formuláře. Položky s identifikací pracovníků zůstanou ve skupině dokud jej nepřidíte do jiné skupiny, nebo z původní nevymažete označením řádku a stiskem tlačítka „Unassign operator“.

V případě zápisu prostojů u zařízení, kde nevidujeme odpracované hodiny, nebude systém požadovat výběr pracovníků a zápis odpracovaných hodin.

Operator - Production Line Assignment

Clock No. Name

Shift

Operator Selected

Operator
Bednářová Vera

Clock No.
75884

Assigned To The Productin Line
VL1 Feed Assembly

Shift
B

Re/Assign

Výběr pracovníka pro přiřazení do skupiny probíhá buďto zadáním osobního čísla, nebo jména. Následně vyberte označení příslušné skupiny. Aktuální nastavení se zobrazí ve spodní části formuláře.

5 Generování výstupu analýz

Výchozí formulář určený pro výběr typů analýz a sledovaných oblastí se zobrazí po spuštění aplikace. V levé části se nachází odkazy určené pro generování analýz z pohledu kontroly kvality. V pravé části jsou odkazy na sledování výkonu a efektivity linek z procesního hlediska.

Production Overview Board

CTQ

1&2 ft MaxGap

3,4 & 6 ft MaxGap

High Check

Feed Pressure Test

Phosphate Line

Management Overview

1&2ft Assembly Line

VL1 Feed Assembly Line

Production efficiency - Working hours

C:\Program Files\ProductionOverview\OverviewBoard.xls

Ver. 002a / Support - Ext. 23095

Kliknutím na odkaz „1&2 ft MaxGap“ se zobrazí formulář zadání výběrových kritérií pro selekci dat požadovaných k analýze. Jedná se o časový interval a sledovaný produkt, nebo skupinu produktů.

Select From MaxGap

MaxGap and Paint thickness Analysis

Setting

Save Setting

Date From

01/02/2012

Date To

01/11/2012

January 2012

January

2012

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

January 2012

January

2012

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

Part Number

VREF-N23-2-GR

Erase

Group

Erase

Select / Add Selection

Clear Selection

Records

Selected

0

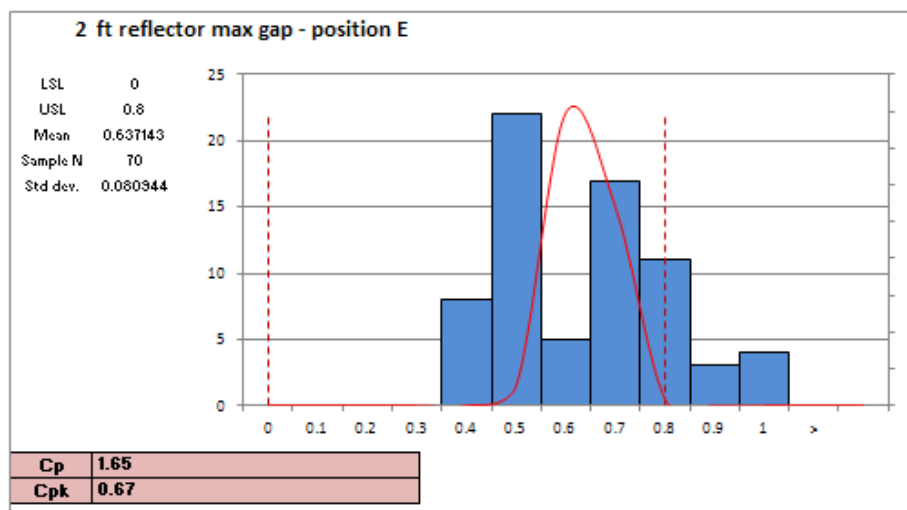
Total

31723

C:\Program Files\ProductionOverview\MaxGapAna.xls

Kliknutím na tlačítko „Select/Add Selection“ zobrazíte výsledek Cpk analýzy. Výsledky analýz, respektive různých výběrových kritérií, se dají načítat opětovným stiskem tlačítka výběru. Pro zrušení předchozích výběrů klikněte na tlačítko „Clear Selection“.

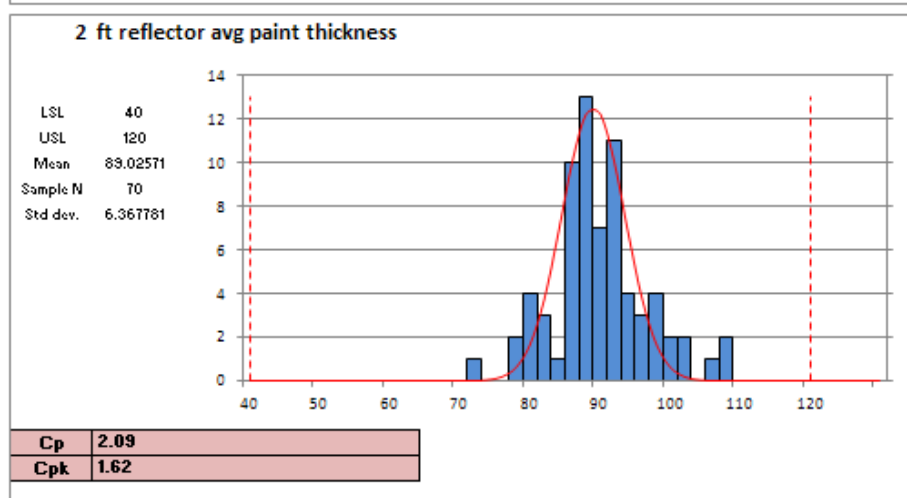
9



Send To Webcore

Group B

Back To Selection

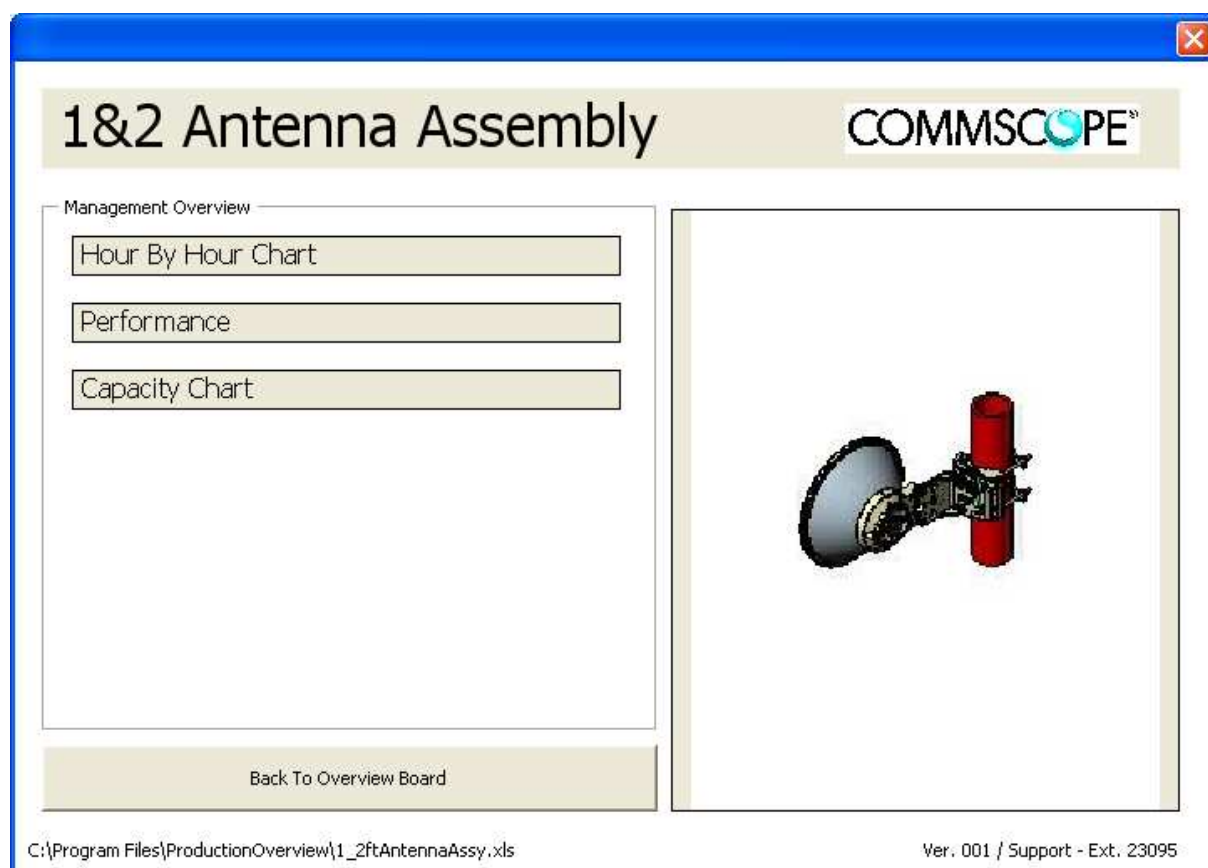


List zobrazení výsledků analýzy obsahuje tlačítka „Send To Webcore“ a „Back To Selection“. První tlačítko odesílá report na intranetové stránky. Druhé tlačítko přepíná zpět do výběrového formuláře.

Další analýzy „High Check“ a „Feed Pressure Test“ pracují na stejném principu a využívají obdobné formuláře.

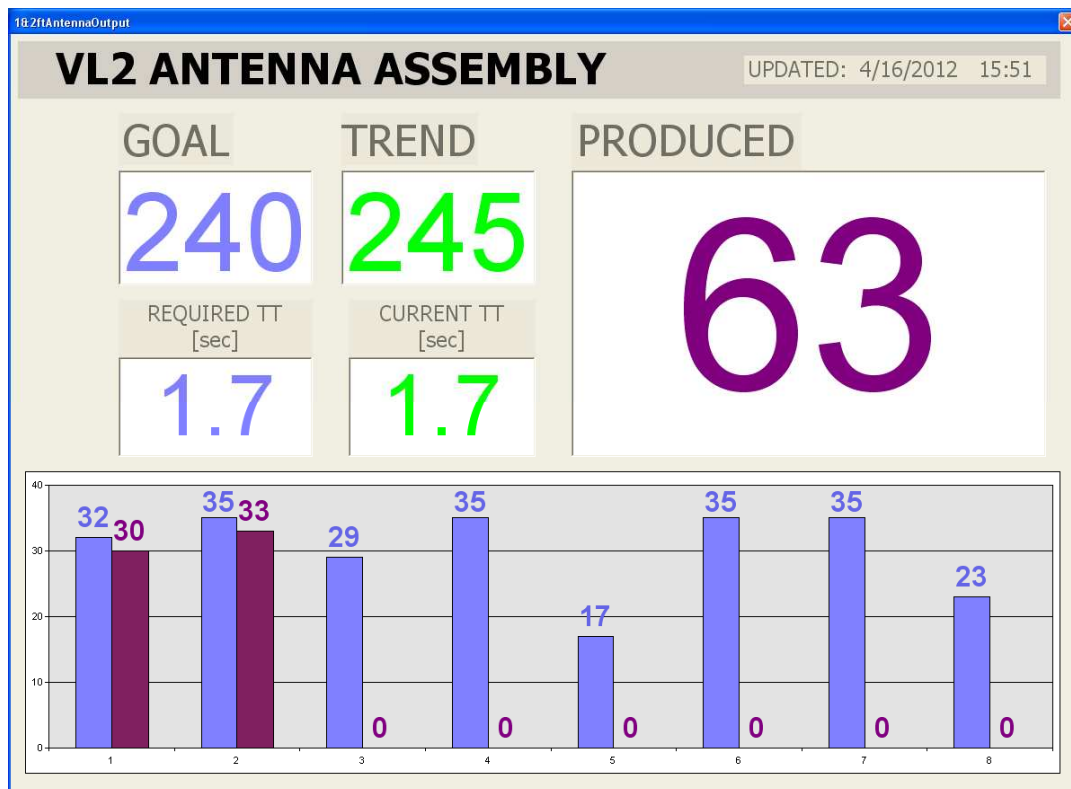
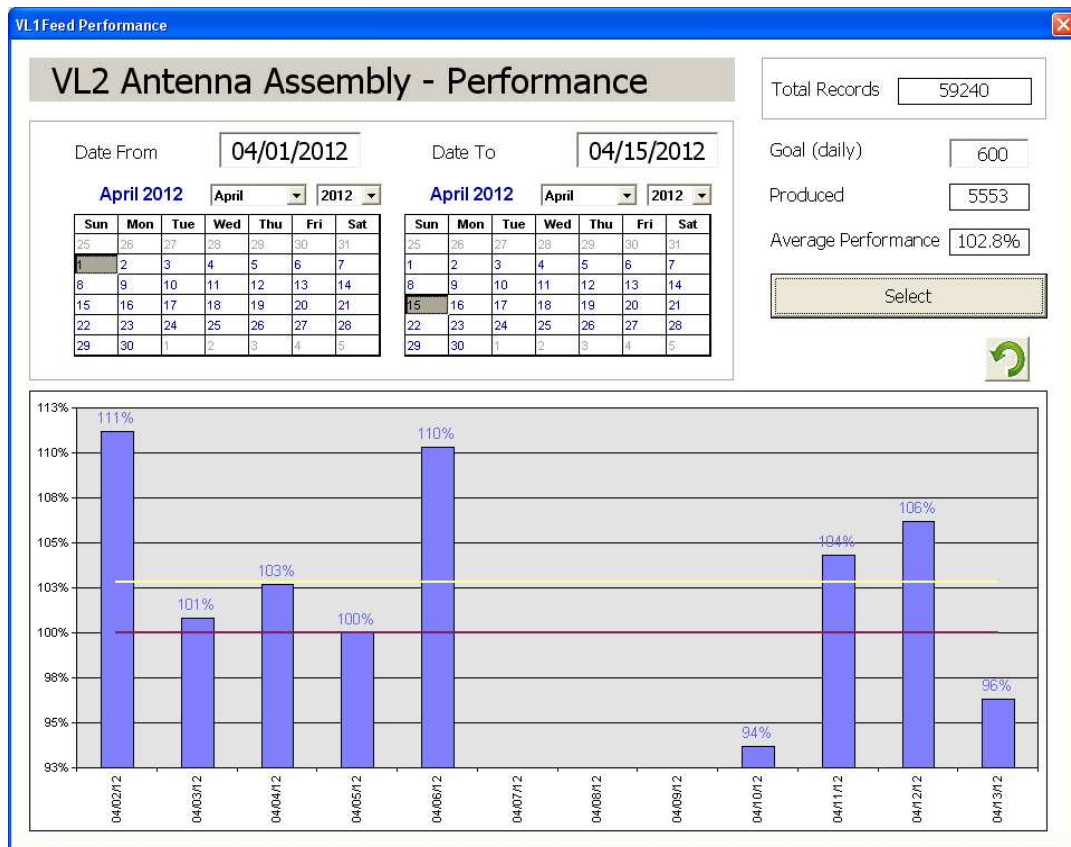
6 Sledování výkonu výrobních linek

Pravá strana výchozího formuláře obsahuje odkazy na sledování výkonu jednotlivých výrobních linek. Tyto odkazy zobrazí podformulář s konkrétními funkcemi.



Tlačítko „Hour By Hour Chart“ zobrazuje aktuální výstup linky v reálném čase. Okno obsahuje informace o stanoveném cíli, trendu počtu vyrobených kusů do konce směny, doposud vyrobených kusů od začátku směny, požadovanému a skutečnému časovému intervalu výstupů. Graf zobrazuje požadovaný a skutečný výstup za směnu rozdělený do osmi pracovních hodin s ohledem na přestávky a jiný neproduktivní čas.

Tlačítko „Performance“ zobrazí vyhodnocení stanovených cílů výroby za určité období na základě specifikace požadavku denního výstupu a časového intervalu.

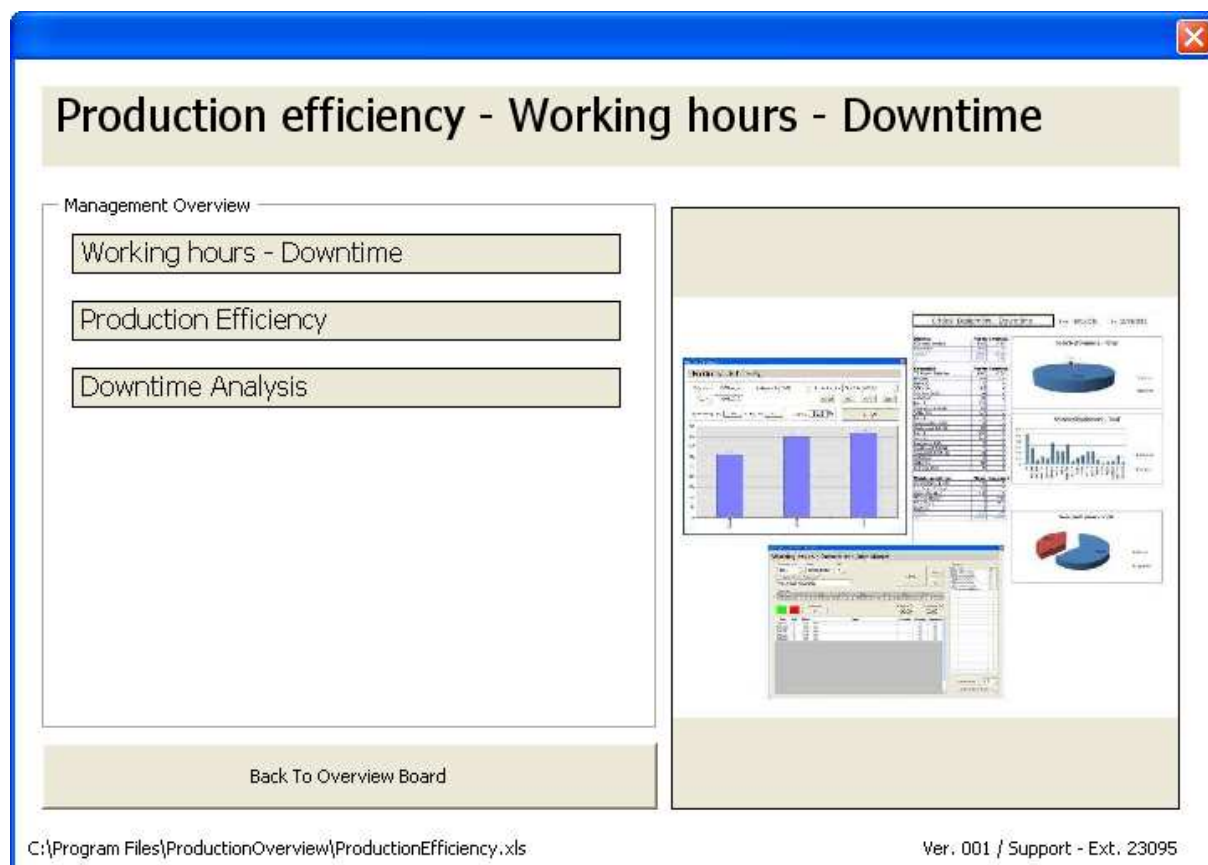


„Capacity Chart“ je grafické znázornění vyvážení časů jednotlivých výrobních operací, počtu operátorů a požadavku na výstup výrobní linky.

E2 Antenna Assembly																																		
OPERATORS	1				2			3		4				5		6		7																
OPERATION	Hubbing	Alu discs atth	MaxGap +Paint Check		Clamp Attach		Alu Foil Atta	Band Clamp Riveting		Feed Attach	Hight Check	Labeling		Dia. Check	Scaning	Box Assy	Packing	Paletization																
KOMPONENT	Hubbing	Reflector	Alu disc	Ref. Assy	Ref. Assy	Band clamp	Alu Foil	Ref. Assy	Rivets	Feed	Ref. Assy	Ref. Assy	Ref. Assy	Ref. Assy	Ref. Assy	Box	Box	Ref. Assy	Packed Antenna															
TT [sec]																																		
10	40			30	20		60	35			15	10		15	40	40	50	65																
20			20																															
30																																		
40																																		
50	40			30	20			60	35						55	40	50	65																
60																																		
70																																		
80																																		
90	40			30	20				60	35							40	50	65															
100																																		
110																																		
120																																		
130	40			30	20					60	35							40	50	65														
140																																		
150																																		
160																																		
170	40			30	20						60	35							40	50	65													
180																																		
190																																		
200																																		
210	40			30	20							60	35							40	50	65												
220																																		
230																																		
240																																		
250	40			30	20								60	35							40	50	65											
260																																		
270																																		
280																																		
290	40			30	20									60	35							40	50	65										
300																																		
310																																		
320																																		
330	40			30	20										60	35							40	50	65									
340																																		
350																																		
360																																		
370	40			30	20											60	35							40	50	65								
380																																		
390																																		
400																																		
410	40			30	20												60	35							40	50	65							
420																																		
430																																		
440																																		
450	40			30	20													60	35							40	50	65						
460																																		
470																																		
480																																		
490	40			30	20														60	35							40	50	65					
500																																		
510																																		
520																																		
530	40			30	20															60	35							40	50	65				
540																																		
550																																		
560																																		
570	40			30	20																60	35							40	50	65			
580																																		
590																																		
600																																		
610	40			30	20																	60	35							40	50	65		
620																																		
630																																		
640																																		
650	40			30	20																		60	35							40	50	65	
660																																		
670																																		
680																																		
690	40			30	20																			60	35							40	50	65
700																																		
710																																		
720																																		
730	40			30	20		60																		35							40	50	65
740																																		
750																																		
760																																		
770	40			30	20			60																	35							40	50	65
780																																		
790																																		
800																																		
810	40			30	20				60																35							40	50	65
820																																		
830																																		
840																																		
850	40			30	20					60															35							40	50	65
860																																		
870																																		
880																																		
890	40			30	20						60														35							40	50	65
900																																		
910																																		
920																																		
930	40			30	20							60													35							40	50	65
940																																		
950																																		
960																																		
970	40			30	20								60												35							40	50	65
980																																		
990																																		
1000																																		
1010	40			30	20									60											35							40	50	65
1020																																		
1030																																		
1040																																		
1050	40			30	20										60										35							40	50	65
1060																																		
1070																																		
1080																																		
1090	40			30	20											60									35							40	50	65
1100																																		
1110																																		
1120																																		
1130	40			30	20												60								35							40	50	65
1140																																		
1150																																		
1160																																		
1170	40			30	20													60							35							40	50	65
1180																																		
1190																																		
1200																																		
1210	40			30	20														60						35							40	50	65
1220																																		
1230																																		
1240																																		
1250	40			30	20															60					35							40	50	65
1260																																		
1270																																		
1280																																		
1290	40			30	20																60				35							40	50	65
1300																																		
1310																																		
1320																																		
1330	40			30	20																	60			35							40	50	65
1340																																		
1350																																		
1360																																		
1370	40			30	20																		60		35							40	50	65
1380																																		
1390																																		
1400																																		
1410	40			30	20																			60	35							40	50	65
1420																																		
1430																																		
1440																																		
1450	40			30	20		60																		35							40	50	65
1460																																		
1470																																		
1480																																		
1490	40			30	20			60																	35							40	50	65
1500																																		
1510																																		
1520																																		
1530	40			30	20				60																35							40	50	65
1540																																		
1550																																		
1560																																		
1570	40			30	20					60															35							40	50	65
1580																																		
1590																																		
1600																																		
1610	40			30	20						60														35							40	50	65
1620																																		
1630																																		
1640																																		
1650	40			30	20							60													35							40	50	65
1660																																		
1670																																		
1680																																		
1690	40			30	20								60												35							40	50	65
1700																																		
1710																																		
1720																																		
1730	40			30	20									60											35							40	50	65
1740																																		
1750																																		
1760																																		
1770	40			30	20										60										35							40	50	65
1780																																		
1790																																		
1800																																		
1810	40			30	20											60									35							40	50	65
1820																																		
1830																																		
1840																																		
1850	40			30	20												60								35							40	50	65
1860																																		
1870																																		
1880																																		
1890	40			30	20													60							35							40	50	65
1900																																		
1910																																		
1920																																		
1930	40			30	20														60						35							40	50	65
1940																																		
1950																																		
1960																																		
1970	40			30	20															60					35							40	50	65
1980																																		
1990																																		
2000																																		
2010	40			30	20																60				35							40	50	65
2020																																		
2030																																		
2040																																		
2050	40			30	20																	60			35							40	50	65
2060																																		
2070																																		
2080																																		
2090	40			30	20																		60		35							40	50	65
2																																		

7 Sledování efektivity a prostojů

Tlačítko v pravém spodním rohu výchozího formuláře zobrazí podformulář s funkcemi pro výpočet efektivity.



Odkaz „Working hours – Downtime“ odkazuje na funkci zadávání dat v kapitole 4.4.

Tlačítko „Production Efficiency“ zobrazí okno s výběrovými kritérii a vyhodnocením efektivity.



Po zadání časového intervalu a sledované výrobní linky klikněte na tlačítko „Execute“. Proběhne výpočet efektivity a výsledky se zobrazí v grafu rozděleny do jednotlivých pracovních dnů a souhrnně v poli „Efficiency“. Pro porovnání se zobrazí i celkové normované časy a skutečně odpracovaný čas. Pokud nejsou pro výpočet dostupné všechny informace, a výsledek tak není možné zkalkulovat přesně, zobrazí se oznámení s upozorněním a výsledná hodnota zůstane podbarvena žlutě.

Tlačítko „Downtime Analysis“ otevře formulář pro zadání výběrových kritérií. Do formuláře zadejte časový interval a sledované výrobní středisko nebo linku. Dalšími výběrovými kritérii mohou být konkrétní příčiny nebo typ prostoje.

Downtime Summary

Downtime Summary - Selection

Date From:

04/01/2012

Date To:

04/15/2012

Business Unit

214025

Erase

Production Line/Equipment

ITS Powder Paint Line

Erase

Maintenance/Issue


Erase

Planned

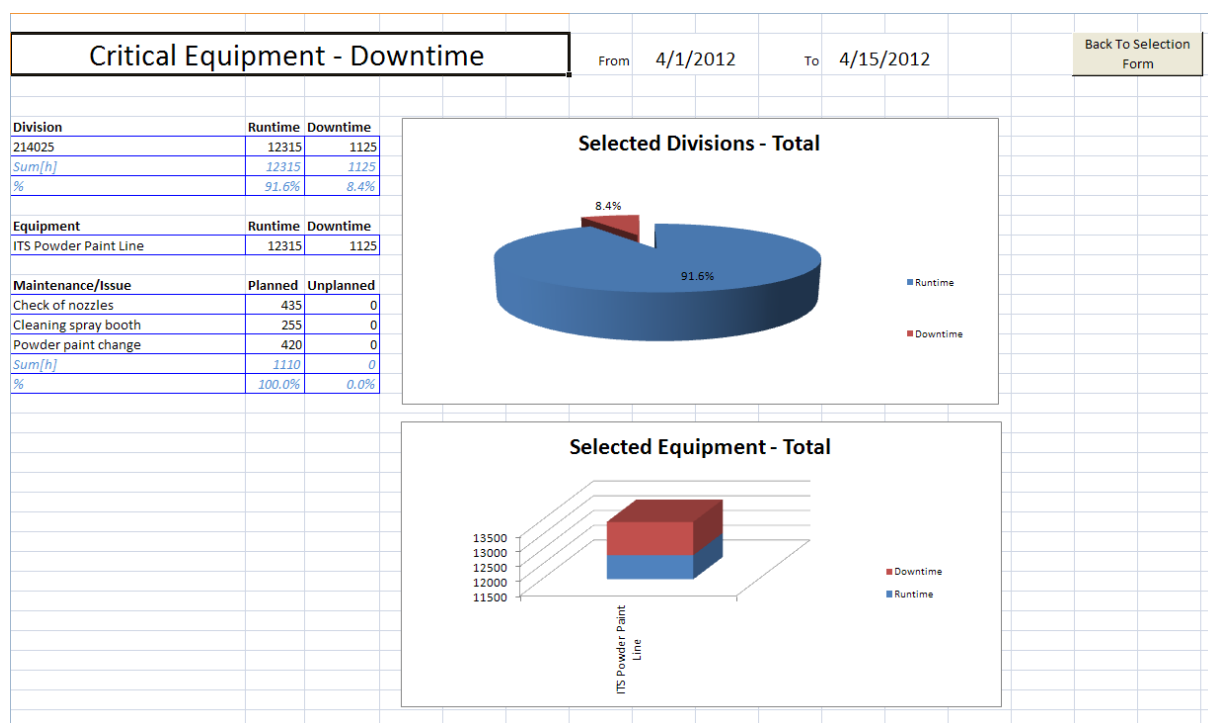
Erase

Clear Selection

Select / Add Selection



Analýza prostojů se zobrazí ve formě tabulky a grafu. Data jsou rozdělena a seskupena podle vybraných kritérií. Tlačítko pro návrat do výběrového formuláře je dostupné v pravém horním rohu. Data je možné také vybírat načítáním výběrových kritérií opětovným spuštěním výběru bez použití tlačítka „Clear Selection“.



8 Servis a údržba systému

Rutinní údržba systému spočívá v namátkové kontrole funkčnosti zdrojů dat jako jsou například testovací zařízení. Správa databázového serveru spadá pod IT oddělení. Zde jsou také dostupná hesla pro přístup do zdrojových kódů.

V případě požadavků na rozšíření systému, nebo jeho funkcionalitu, nebo v případě potíží se obraťte na podporu dostupnou na tel. 23095.