IMPLEMENTÁCIA RFID SYSTÉMOV V PROSTREDÍ SCM

Ivan Michálek¹, Juraj Vaculík²

„Slová bez činov sú vrahmi idealizmu“

- Herbert Hoover, 31. prezident USA

ÚVOD

Horeuvedený citát poukazuje na to, čo väčšina ľudí robí v súvislosti s RFID technológiou : teoretizujú o úžitkoch a benefitoch. Prijímanie adekvátnych opatrení a implementácia rádio frekvenčného systému sa považuje za riskantnú a častokrát veľmi zložitú. V tejto kapitole sa predstavujú niektoré druhy stratégií, ktoré spolupôsobia pri procese implementácie RFID technológie do existujúcej infraštruktúry organizácie. Predmetom diskusie tejto sekcie bude :

- spôsoby testovania RFID v prostredí prototypu,
- predstavenie Návrhu pre Six Sigma výskum (Design for Six Sigma Research - DFSSR) pre oblasť testovania RFID technológie,
- spôsob uskutočnenia DFSSR pre oblasť testovania a vyhodnotenia prototypov,
- ostatné metódy testovania RFID prostredia.

Odporúčané kroky pre proaktívnu implementáciu RFID systémov sú :

- tvorba štúdie ROI (Return on Investments : návratnosť investícií) pre RFID,
- výber správnej RFID technológie,
- predpokladané technické problémy spojené s implementáciou RFID,
- riadenie a správa informačných technológií (IT) a prvkov ich infraštruktúry,
- správa dát,
- integrácia a prepojenie s koncovými (back-end) aplikáciami,
- skúšobný projekt pre získavanie skúseností.

1. Tvorba štúdie ROI pre RFID

Tento krok sa javí ako logicky opodstatnený pre implementáciu akejkoľvek technológie, RFID nevynímajúc. Analýza ROI (návratnosť investícií, miera rentability) je

¹ Ing. Ivan Michálek, Žilinská univerzita, fakulta PEDaS, externý doktorand, mail: imichalek@centrum.sk

² Doc. Ing. Juraj Vaculík, Žilinská univerzita, fakulta PEDaS, mail: juvac@fpedas.uniza.sk, vedúci oddelenia EKaS, katedra spojov. Tf: +421 41 513 3132

bežne používaná pre odôvodnenie výšky investícií, resp. vynaložených nákladov v takto nákladných systémoch. V dôsledku mandátov, ktoré v Spojených štátoch direktívne predurčujú top-dodávateľom v logistickom reťazci (Wal-Mart, DoD) používať pasívne prvky RFID, opodstatnenosť nákladov / investícií, resp. miera rentability nie je realizovaná pred samotnou implementáciou. Z titulu týchto mandátov spadá proces implementácie RFID technológie do kategórie nákladov z podnikateľskej činnosti a nie ako bežný obchodný výdavok. Miera rentability by sa ale minimálne mala vykonať s ohľadom na ocenenie prípadnej straty pri riešení implementácie RFID, resp. určení horizontu, kedy sa investícia splatí.

2. Výber správnej RFID technológie

Rádio frekvenčná identifikácia sa vkladá do priemyselných procesov už niekoľko rokov. Pre efektívnejšie ohodnotenie potenciálneho využitia a implementácie tejto technológie sa vytvoril prístup nazývaný DFSS, tj. návrh pre Six Sigma. DFSS má mnoho aplikácií, napr. meranie a analýza procesu implementácie RFID technológie, koncepcia testovacieho prostredia v oblasti skladového hospodárstva, resp. rozvoj a optimalizácia podmienok pre najefektívnejší proces snímania.

RFID sa nazýva aj čiarovým kódom ďalšieho desaťročia. Najväčšou výhodou RFID technológie je, že nevyžaduje priamu viditeľnosť medzi snímačom a štítkami. S RFID systémom je možné okamžite a exaktne identifikovať obsah zásielky pozostávajúcej z niekoľkých položiek s pripevneným štítkom bez toho, aby sa predmetná zásielka musela otvárať.

Stručná charakteristika RFID systému

RFID systém pozostáva z rádio frekvenčného snímača a štítku. Inými slovami, štítok môže byť vložený, resp. zapustený do snímaného objektu. Anténa snímača v RFID systéme vysiela rádiové signály. Tieto signály prijíma anténa štítku, ktorá môže byť nabíjaná batériou alebo rádio frekvenčnou energiou vychádzajúcou zo snímača. Štítky reagujú osobitým kódom, ktorý je naprogramovaný v mikročipe štítku. Po prijatí a dekódovaní signálu zo štítku posiela anténa snímača dáta to centrálnemu počítaču cez štandardné rozhranie. Táto informácia je potom sprístupnená v databáze. Výhodou tejto technológie je možnosť snímania bez podmienky priamej viditeľnosti medzi snímačom a štítkom a zároveň možnosť snímania viacerých štítkov jedným snímačom naraz (antikolízia). V tejto sekcii použijeme simulovaný sklad ako prostredie pre vykonanie DFSSR techník.

Six Sigma metodológia

Metodológia charakterizovaná v tejto kapitole je definovaná ako Integrovaný návrh pre Six Sigma. **DMADO** je akronym pre **návrh** (design), **meranie** (measure), **analýzu** (analyse), **rozvoj** (develop) a **optimalizáciu** (optimize). *Plánovacia funkcia* je kategorizovaná ako definovanie cieľov a stanovenie správnych meracích parametrov. *Predvídacie funkcie* sú analýza realizovateľných volieb, návrhy experimentov vedúcich k rozvoju, identifikácia nezhôd, opätovná analýza volieb vychádzajúca zo skutočného výkonu a záverečná tvorba finálneho návrhu, ktorý spĺňa stanovené ciele. *Vystupovacie funkcie* sú optimalizácia výkonu návrhu a overenie, či je prototyp funkčný. Tento nový prístup k výskumu pomáha premostiť medzeru medzi akademickým prostredím a priemyslom. Experimenty a analýzy budú vykonávané na základe explicitných vedeckých metodológií.

3P teoretický model

V tejto časti je definovaný výskumný rámec. Návrh pre Six Sigma výskum (DFSSR), ktorý je založený na myšlienke bežného funkčného prototypu, vyžaduje vývojárske tímy pre potreby fáz plánovania, predvídania a realizácie. Idea využitia 3P (planning, predict, perform) je chytľavá a je využívaná pre vedecké vzdelávanie a projektové riadenia. Tento 3P model inovuje tento konkrétny výskum tým, že predstavuje efektívny komunikačný nástroj pre uzavretie, resp. obalenie DFSSR rámca. Z pohľadu efektívnejšej aplikácie RFID technológie v prostredí priemyslu je potrebné uskutočniť sériu experimentov za účelom uvedenia teoretickej schémy RFID systému do reálneho prostredia. Six Sigma metodológia pomáha vytvoriť vedeckú procedúru a uistiť sa, že sa jedná o optimálnu schému pre vymedzené skladové prostredie. Využívame tento rámec tak, aby operácie mohli identifikovať stav projektu a preskúmať detailné procesy vo vnútri rámca. DFSSR procesné kroky sú usporiadané a organizované v 3P rámci, ako je to znázornené na obr. 1. Zistené výsledky môžu byť použité za účelom efektívnej implementácie technológie vo vymedzenom prostredí. Táto metodológia sa zároveň zaoberá definovaním správneho prototypového prostredia, testovaním RFID podsystemu a testovaním integrovaného systému pre účely prototypového prostredia.

Obrázok 1. DFSSR 3P metodologický rámec

AD 1./ Plánovanie

V tejto fáze je potrebné identifikovať kritickú cestu pre informáciu aj pre materiálový tok. Prvá vec, ktorú treba v rámci plánovacej fázy vykonať je zdefinovať problém v reálnom prostredí; napríklad : aký druh výrobku sa zaskladňuje, aká je frekvencia dodávania na sklad, atď. Tieto veci úzko súvisia s test-návrhom pre skladové hospodárstvo.

AD 2./ Definovanie

Vo fáze definovania je nevyhnutné spracovať reálne požiadavky prostredia do prostredia testovacích parametrov. Teoretický model vo fáze návrhu a analýzy by mal

poukazovať na svoju nevyhnutnosť a opodstatnenie pre potreby budúcich experimentov. V tomto kroku charakterizujeme schému procesov založenú na vstupných dátach, pochopenie úloh a vzťahov medzi jednotlivými činnosťami a analýzu materiálového toku. Krok zadefinovania je spomenutý už v prvej fáze – plánovaní. Dôležité v tejto fáze je identifikovať jasný materiálový tok ako základ pre predvídaciu a realizačnú fázu. Obrázok 2 poukazuje na tento 3P myšlienkový proces.

AD 3./ Meranie

Viacúčelová skladová RF architektúra predstavuje celkový RFID implementačný systém pozostávajúci z troch hlavných častí : **RFID hraničnú vrstvu, RFID fyzickú vrstvu a podnikovú integračnú sieť**. RFID fyzická vrstva spája ostatné dve časti. RFID systém je navrhnutý pre spracovávanie toku štítkov, resp. snímaných dát prichádzajúcich z jedného alebo viacerých RFID snímačov. Hraničná vrstva má schopnosť filtrovať a zhromažďovať dáta pred ich odoslaním k požadovanej aplikácii. Napríklad, činnosť (snímanie štítku) je spustená v okamžiku pohybu snímanej položky alebo v prípade zaznamenania novej položky v dosahu čítacej zóny snímača. RFID hraničné servery filtrujú a zbierajú dáta zo štítkov na jednotlivých miestach a zasielajú ich cez internet ďalej do tretej vrstvy : podnikovej integračnej vrstvy (siete).

Obrázok 2 3P myšlienkový proces

Sústredené dáta sú identifikované separátne podľa druhu činnosti, tj. či sa jedná o pohyb alebo stacionárnu činnosť. Tento rozdiel delí použitie RFID antény do dvoch typov zariadení : snímač pripevnený na skladovej vstupnej bráne a mobilný snímač pre účely sledovania pohybu zásob. Základá zásada pre skladový portálový distribučný systém je neustále sa prispôsobovať možným zmenám v sieti. Portálové zariadenia poskytujú spoločenstvu užívateľov možnosť prístupu k dátam o rozmiestnení zásob v reálnom čase, tak ako aj možnosť doručiť a vyhľadávať osobné údaje. Poskytuje to externým zákazníkom a partnerom bezpečný prístup k dátam.

RFID skladový systém delíme na tri vrstvy : fyzická vrstva, logická vrstva a integračná systémová vrstva. Každá vrstva sa skladá z rôznych komponentov. Závisí to od funkcií, ktoré RFID systém vyžaduje. Pochopením toku v sklade je možné presne definovať druhy RFID štítkov a antén.

V skratke, RFID implementácia do akéhokoľvek procesu vyžaduje dve alebo tri vrstvy. Fyzická vrstva predstavuje výkonnú časť procesov a logická vrstva zaznamenáva a filtruje dáta a má navyše integrujúcu funkciu.

AD 4./ Predvídanie

Hlavnou otázkou v tejto fáze je analýza výsledku a procesu skúšanej RFID činnosti. Je zrejmé, že výsledky experimentov alebo testov sú pre spoločnosti, ktoré sa usilujú implementovať RFID technológiu do svojej infraštruktúry, veľmi dôležité. Situácia môže byť dosť odlišná u jednotlivých spoločností. V súčinnosti s reálnym prostredím a požiadavkami na umiestnenie by testy mali prebiehať vhodným a efektívnym spôsobom.

AD 5./ Analýza

Tok dát v rámci distribučného procesu predstavuje jeden z komponentov návrhu schémy RFID skladu. Je zahrnutý vo fáze experimentálneho návrhu. Cieľom tejto aktivity je definovať vstupné a výstupné dáta za účelom potvrdenia toku dát a ich fyzického toku. Dátové štandardy sa môžu v rámci logistického reťazca jemne zmeniť, keďže môže dôjsť k sformátovaniu, resp. usporiadaniu dát. Pracovný tok spolu s dátovým tokom je generovaný výrobným tokom smerom od fyzickej k logickej vrstve. Všetky dáta vybrané distribučným procesom sú generované RFID nástrojmi vrátane RFID štítkov na každej palete, resp. anténou na každom portále. Preto umiestnenie RFID nástrojov vplýva na presnosť distribučného procesu, ktorý formuje individuálny dátový tok podľa postupu práce. Umiestnenie RFID antény, resp. senzora bude prejednané neskôr.

AD 6./ Návrh

Vzhľadom na nízke náklady a vysoký objem informačného toku sa pre vytýčenie skladovej simulácie zvolili pasívne štítky. Anténa, resp. senzor poukazuje na nástroj, ktorý je pripojený cez sieť alebo RF komunikačné médium ku iným senzorom v sieti. Umiestnenie týchto senzorov v sklade súvisí buď s ich prostredím alebo s tokom dát, ktorý sa zistí pevne pripevnenou anténou na vstupnej bráne. Pre zmeranie presnosti a efektívnosti RFID výkonu v simulovanom skladovom prostredí sa využíva pomer vyhodnocujúci vzťah medzi výkonom a efektívnosťou RFID. Tento pomer je definovaný ako σ_r , ktorý vyjadruje jednoduchý vzťah medzi vstupnými a výstupnými dátami :

$\sigma_r = \alpha_1 / \beta_0$, kde σ_r = pomer; α_1 = vstup; β_0 = výstup.

Tento pomer nám však vyjadruje len priemerný výkon RFID snímateľnosti. Vstupné komponenty vyžadujú pre vyhodnotenie prostredia a výkonu presné dáta. V rámci simulácie sa môže pre účel komparácie vstupných dát a dátového toku použiť výkon skúšobného testu (benchmark). Rozličné množstvo pracovného toku reflektuje rozličné dátové toky v sklade, ale benchmark nám poskytuje spoľahlivé dáta pre potreby merania rozličných skladových prostredí a pracovných tokov. V optimalizačnom kroku využijeme prípadovú štúdiu k ilustrácii tejto teórie.

AD 7./ Realizácia

Po predchádzajúcich fázach experimentov a aplikačných návrhov bude vykonaná záverečná štúdia. V tejto fáze je potrebné dokázať opodstatnenosť zvoleného návrhu pomocou plánovania experimentov DOE (Design of experiments) a optimalizácie výkonnosti systému podľa zadaných nastavení.

AD 8./ Optimalizácia

Vychádzajúc z nášho teoretického modelu, budú v tejto časti vykonané experimenty s ohľadom na optimálnu schému a efektívnosť zariadení. Ako nosná časť štatistickej analýzy Six Sigma metodológie sa použije ukazovateľ DOE. Ten umožňuje súčasne zohľadňovať niekoľko nezávislých premenných veličín (faktorov) v rámci jedného experimentu bez nutnosti neustáleho vyhodnocovania všetkých možných kombinácií. Pre experiment 1 sa použili dve nezávislé premenné a jedna závislá premenná veličina. Dve nezávislé veličiny predstavujú umiestnenie štítka a počet antén. Závislá premenná je snímateľnosť štítka. Pozorované výsledky experimentu majú dopad na nezávislú premennú.

Snímateľnosť = $f(\text{TP}, \text{AN})$, kde TP : umiestnenie štítka,

AN : počet antén.

Pre experiment 2 potrebujeme regulovať jednu premennú veličinu dovtedy, kým dosiahnuté výsledky nebudú vyjadrovať plnú, 100 % snímateľnosť z titulu požiadavky zákazníka dosahovať predmetnú hodnotu. Model experimentu je vyjadrený nasledovne :

Snímateľnosť = $f(\text{AP}, \text{PP})$, kde AP : umiestnenie antény,

PP : umiestnenie brány.

Ak vykonávame plne faktoriálny experiment, reakcia zohľadňuje všetky možné kombinácie experimentu. Z dôvodu veľkého množstva možných kombinácií v plne faktoriálnom experimente sa vyžaduje dvojúrovňový faktoriálny experiment. Experiment 1 je dvoj faktorový, dvojúrovňový experiment. Špecifické situácie, pre ktoré sa aplikuje DOE majú vplyv na počet zvolených faktorov a úrovní. Experiment 1 by mal počítat so systematickým pozorovaním danej vlastnosti pri regulovaných podmienkach. Tým pádom bol experiment vykonaný nasledovne :

- umiestnenie štítka : hore, po stranách,
- počet antén : jedna anténa a dve antény (na každej strane portálu; dve antény sa použili pri jednom pokuse v rámci jedného experimentu).

Experiment 2, pri ktorom sa testovala snímateľnosť štítkov a výkon, bol vykonaný tak ako experiment 1, s nasledovnými premennými :

- umiestnenie antény : dve antény v rovnakej výške po každej strane, resp. v dvoch rôznych výškach,
- vzdialenosť medzi portálmi.

AD 9./ Verifikácia

Existuje niekoľko spôsobov, ako optimalizovať súčasnú návrhovú schému za účelom zlepšenia presnosti snímania. Pri vykonanom experimente 1 klasifikujeme umiestnenie štítka na palete, resp. polože tromi spôsobmi : na vrchu, vpredu a na bočnej stene objektu. Výkon je pre každú kategóriu ale odlišný. Pri spätnej rekapitulácii, s ohľadom na podmienky polarizácie a magnetického poľa sa javí ako najlepšie umiestnenie štítka na bočnej stene objektu, resp. palety.

Obrázok 3 Stupeň snímania v závislosti od počtu antén

V porovnaní s výsledkami u ostatných kategórií je snímateľnosť štítka umiestneného na bočnej stene objektu na úrovni 60 % spokojnosti zákazníka. Tento výkon samozrejme nie je veľmi uspokojivý. Výraznú zmenu do procesu prináša zmena počtu antén. Experiment 1 prebiehal s 1 anténou pri snímaní 10 položiek. Snímateľnosť štítkov bola na úrovni asi 80 % v porovnaní s takmer 100 % pri použití 2 antén. Stupeň snímania v závislosti od počtu antén je uvedený na Obrázku 3.

Čo sa týka experimentu 2, vplyv umiestnenia štítka na model je podobný ako u experimentu 1. Rozličné efekty spôsobuje v tomto prípade umiestnenie antény. Experiment predpokladá, že anténa umiestnená v rozličných horizontálnych rovinách má pozitívny vplyv na snímateľnosť. Nehorizontálne umiestnená anténa má pozitívny vplyv pri rastúcej vzdialenosti medzi anténami. Celkovo môžeme teda povedať, že dôležitými faktormi ovplyvňujúcimi efektívnosť snímania sú vzdialenosť štítkov a nehorizontálnych antén.

Záver

Reakčný čas antény a štítkov bol takmer identický pri oboch prípadových štúdiách, resp. experimentoch. Môžeme predpokladať, že miera snímateľnosti dosiahne plné očakávania za určitých vytýčených špecifikácií :

- plná snímateľnosť je v rozmedzí 1 – 1,5 m v prípade pevného uloženia antén v rovnakej horizontálnej výške na oboch stranách brány,
- plná snímateľnosť je v rozmedzí 2 – 2,5 m v prípade pevného uloženia antén v rôznej výške po stranách brány,
- štítky pripevnené k snímaným objektom musia byť postranne umiestnené alebo priamo smerom k anténam, pokiaľ chceme splniť horeuvedené požiadavky na plnú snímateľnosť.

Frekvencia, vzdialenosť, uhly, druhy štítkov, umiestnenie, uloženie, vplyvy vlhkosti, druhy materiálov (kovy,...) – všetky tieto elementy podstatnou mierou ovplyvňujú snímateľnosť štítkov. Efektívna snímacia zóna bola predmetom analýzy, ktorej vizuálny výstup je zobrazený na obr. 4, resp. 5. Dátové body na grafe poukazujú na náhodné

odchýlky ale z grafu zároveň vyplýva, že najefektívnejší rozsah pre anténu leží 0,5 – 1 m od stredovej čiary. Stĺpec na pravej strane poukazuje na snímateľnosť. Experiment vychádzal z 10 štítkov na palete. Dosiahnutá snímateľnosť bola 90 % a viac.

Súhrnne môžeme konštatovať, že pre dosiahnutie hodnoty snímateľnosti na úrovni 90 % a viac boli zahrnuté aj ďalšie dôležité faktory :

- umiestnenie štítku,
- vzdialenosť medzi anténami (v prípade, že máme viac ako jednu anténu),
- primeraný čas zastavenia pri prechode vstupnou bránou skladu (najmenej tri sekundy),
- zmena pozície antény.

Využitím SixSigma metodológie sa zvyšuje efektívnosť testovacích procedúr a schém pri implemtácii RFID technológie do zabehnutej infraštruktúry organizácie.

Obrázok 4 2D graf znázorňujúci efektívnu snímáciu škálu

Obrázok 5 3D graf znázorňujúci efektívnu rýchlosť snímania

Literatúra

- [1] JONES, ERIC, CHUNG, CHRISTOPHER : RFID in Logistics: A Practical Introduction, ISBN 978-0849385261, 2007,
- [2] BREYFOGLE, F. : Implementing Six Sigma : Smarter solutions using statistical methods, 2nd ed., New York : John Wiley & Sons, 2003
- [3] MYERSON, JUDITH : RFID in the Supply Chain: A Guide to Selection and Implementation, ISBN 978-08493301086, 2007

Grantová podpora

Projekt aplikačného výskumu - 4/2045/08 - Aplikácie technológie RFID pre vybrané poštové procesy na podmienky HSS