

# STIMULY PRE VÝSKUM A VÝVOJ

## Názov projektu:

Návrh systému on-line sledovania, riadenia a analýzy logistických procesov

## Druh projektu:

- projekt aplikovaného výskumu,
- štúdia technickej realizovateľnosti projektu aplikovaného výskumu,
- projekt ochrany priemyselného vlastníctva projektu aplikovaného výskumu.

Evidenčné číslo projektu: CD-2009-37165/39872-1:11

## Logo riešiteľa:



Riešiteľ: CEIT SK, s.r.o., Univerzitná 8413/6, 010 08 Žilina, [peter.macus@ceit.eu.sk](mailto:peter.macus@ceit.eu.sk)

## Spoluriešiteľ:

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav konkurencieschopnosti a inovácií, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, [stefan.medvecky@fstroj.utc.sk](mailto:stefan.medvecky@fstroj.utc.sk)

Doba riešenia projektu: 12/2009 – 11/2012

Vytvorenie/udržanie pracovných miest vo výskume a vývoji: 5

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Peter Mačuš, PhD.

## Etapy:

Názov projektu	Začiatok etapy	Koniec etapy
Projekt aplikovaného výskumu	12/2009	11/2012
Štúdia technickej realizovateľnosti projektu aplikovaného výskumu	12/2009	12/2010
Projekt ochrany priemyselného vlastníctva projektu aplikovaného výskumu	06/2010	11/2012

## PROJEKT APLIKOVANÉHO VÝSKUMU

### Hlavný cieľ projektu:

Cieľom projektu je vyvinúť systém, prostredníctvom ktorého by bolo možné na základe on-line sledovania logistických prostriedkov vo výrobných procesoch firiem, tieto procesy spätne riadiť, analyzovať, optimalizovať, porovnávať s teoretickými predpokladmi na základe predtým realizovaných simulácií a to reálne v čase pre zvýšenie efektívnosti všetkých uvedených procesov k zvýšeniu celkovej produktivity a konkurencieschopnosti firiem.

### Popis čiastkových cieľov projektu:

- Vytvoríť metodiky systému pre sledovanie, riadenie, analýzu a podporu plánovania logistických systémov v priemyselných podnikoch s dôrazom na zefektívnenie výrobných procesov – výstupom bude systém a súbor prepojení medzi virtuálnymi a fyzickými nástrojmi logistiky od aplikácie 3D skenovania výrobných dispozícií, ich plánovania, optimalizácie a implementácie, kde všetky tieto procesy budú zastrešené navrhnutou metodikou.
- Navrhnuť a otestovať kľúčové časti systému v prevedení umožňujúcom ich budúce overenie a optimalizáciu v praxi – na základe navrhnutej metodiky budú navrhnuté a otestované kľúčové časti systému v prevedení umožňujúcom ich overenie a optimalizáciu v praxi a to predovšetkým ich unikátne časti, ktoré budú chránené ako duševné vlastníctvo na základe projektu na jeho ochranu realizovanom v tomto stimule.
- Overiť a optimalizovať navrhnutú metodiku v praxi s cieľom jej otestovania a získania spätnej väzby vzhľadom na teoretické predpoklady získané pri vytváraní metodiky – overovanie bude realizované v praktických podmienkach s cieľom optimalizácie navrhnutej metodiky v nadväznosti na navrhnuté kľúčové časti systému. Predovšetkým pôjde o ich prepojenie a efektívne fungovanie, jednak vzhľadom na ciele projektu, tak aj na budúci celkový potenciál navrhovaného systému.

### Finančné prostriedky:

Rok	CEIT SK, s.r.o.		Žilinská univerzita		dotácia - spolu	vlastné prostriedky - spolu	Spolu
	dotácia	vlastné prostriedky	dotácia	vlastné prostriedky			
2009	15 369	3 950	11 985	2 900	27 354	6 850	34 204
2010	396 797	104 000	80 589	21 000	477 386	125 000	602 386
2011	342 547	87 000	95 589	23 000	438 136	110 000	548 136
2012	177 355	59 000	73 623	18 000	250 978	77 000	327 978
<b>Spolu</b>	<b>932 068</b>	<b>253 950</b>	<b>261 786</b>	<b>64 900</b>	<b>1 193 854</b>	<b>318 850</b>	<b>1 512 704</b>

### Časový harmonogram projektu aplikovaného výskumu: 12/2009 – 11/2012

Názov etapy	Začiatok etapy	Koniec etapy
Tvorba metodiky systému	12/2009	10/2010
Návrh a otestovanie kľúčových častí systému	11/2010	12/2011
Overenie a optimalizácia navrhnutej metodiky	1/2012	11/2012

### Plánované výstupy riešenia:

Výsledky projektu aplikovaného výskumu „Návrh systému on-line sledovania, riadenia a analýzy logistických procesov“ budú realizované na území SR podľa očakávaných výstupov nasledovne:

- Metodika on-line sledovania logistických procesov (12/2010),
- Realizácia kľúčových častí systému (12/2011),
- Overený a optimalizovaný systém (11/2012),
- Implementácia systému v priemyselnej praxi (12/2017).

## **ŠTÚDIA TECHNICKEJ REALIZOVATEĽNOSTI PROJEKTU APLIKOVANÉHO VÝSKUMU**

### Hlavný cieľ projektu:

Cieľom štúdie bude posúdenie technickej realizovateľnosti navrhnutej metodiky projektu aplikovaného výskumu pre sledovanie, riadenie, analýzu a podporu plánovania logistických systémov v priemyselných podnikoch s dôrazom na zefektívnenie ich výrobných procesov.

Štúdia sa bude zaoberať možnosťami aplikácie hardvérových prostriedkov pre primárne sledovacie procesy. V rámci nej bude realizovaný rozbor možností v súčasnom stave techniky

v tejto oblasti a bude definovať východiská pre návrh metodiky sledovania, riadenia, analýzu a podporu plánovania logistických systémov v priemyselných podnikoch.

**Finančné prostriedky:**

Rok	CEIT SK, s.r.o.		Spolu
	dotácia	vlastné prostriedky	
2009	1 586	450	2 036
2010	21 017	7 085	28 102
<b>Spolu</b>	<b>22 603</b>	<b>7 535</b>	<b>30 138</b>

**Časový harmonogram štúdie technickej realizovateľnosti projektu aplikovaného výskumu:**

12/2009 – 12/2010

Názov etapy	Začiatok etapy	Koniec etapy
Analýza súčasného stavu v predmetnej oblasti	12/2009	3/2010
Preverenie potrebných technológií, analýza komponentov, návrh plánu výroby, časová analýza, marketingový prieskum, ekonomické zhodnotenie	4/2010	10/2010
Súhrnné vyhodnotenie výsledkov a vypracovanie záverečnej správy	11/2010	12/2010

**Plánované výstupy riešenia:**

Výsledky štúdie technickej realizovateľnosti projektu aplikovaného výskumu „Návrh systému on-line sledovania, riadenia a analýzy logistických procesov“ budú realizované na území SR podľa očakávaných výstupov nasledovne:

- Technologický projekt (12/2010),
- Marketingový prieskum (12/2010).

**PROJEKT OCHRANY PRIEMYSELNÉHO VLASTNÍCTVA**

**Hlavný cieľ projektu:**

Cieľom projektu je zabezpečenie ochrany priemyselného vlastníctva v nadväznosti na výstupy realizované v štúdiu technickej realizovateľnosti a projekte aplikovaného výskumu.

**Finančné prostriedky:**

Rok	CEIT SK, s.r.o.		Spolu
	dotácia	vlastné prostriedky	
2010	10 700	3 000	13 700
2011	5 200	2 000	7 200
2012	5 200	2 000	7 200
<b>Spolu</b>	<b>21 100</b>	<b>7 000</b>	<b>28 100</b>

**Časový harmonogram projektu ochrany priemyselného vlastníctva: 06/2010 – 11/2012**

Názov etapy	Začiatok etapy	Koniec etapy
Analýza výsledkov aplikovaného výskumu a štúdie a technickej realizácie za účelom ochrany priemyselného vlastníctva a príprava podkladov na žiadosť o udelenie úžitkového vzoru	6/2010	11/2010
Registrácia úžitkového vzoru	11/2010	12/2010
Udržovanie ochrany priemyselného vlastníctva a jej ďalšie rozširovanie	1/2011	11/2012

**Plánované výstupy riešenia:**

Výsledky ochrany priemyselného vlastníctva projektu aplikovaného výskumu „Návrh systému on-line sledovania, riadenia a analýzy logistických procesov“ budú realizované na území SR podľa očakávaných výstupov nasledovne:

- Úžitkové vzory, príp. patentové práva (11/2012).

# HLAVNÉ REALIZOVANÉ VÝSTUPY

Tok materiálov, surovín, polotovarov a hotových výrobkov býva v moderných výrobných podnikoch veľmi komplikovaný. Pre zabezpečenie continuity a efektivity výroby, teda vysokej produktivity výrobného podniku, je nutné mať prehľad o všetkých prebiehajúcich výrobných procesoch. Okrem toho je žiadaná schopnosť operatívne zakročiť v prípade potreby do jednotlivých procesov. Aby zásahy do systému spĺňali svoj účel, musí existovať spätná väzba informujúca riadiaci systém o účinkoch jeho zásahov. Pre tieto účely sa využívajú princípy automatizácie, teda riadenie procesov.

Riadenie logistických procesov predstavuje súbor technických prostriedkov a činností, ktoré napomáhajú lepšiemu využívaniu zdrojov. Zvlášť vo veľkých výrobných podnikoch môžu akékoľvek omyly spôsobiť zastavenie linky, čo predstavuje výrazné straty nielen časové, ale v konečnom dôsledku aj finančné. Preto sa kladie dôraz na vývoj takých riadiacich systémov logistických procesov, ktoré zabraňujú takýmto stratám. Riadiaci systém musí sledovať dianie v závode a musí byť schopný pružne reagovať na požiadavky a zmeny.

## PROJEKT APLIKOVANÉHO VÝSKUMU

Dosiahnuté výstupy v rámci projektu aplikovaného výskumu sumarizuje nasledovná tabuľka.

Názov výstupu	Charakteristika výstupu	Termín dosiahnutia výstupu	Druh výstupu
Rádiový diaľkový ovládač	Testovacie zariadenie slúžiace na overenie základných funkcionalít rádiovkej komunikácie založenej na priemyselnom štandarde	28.05.2010	Testovacie zariadenie (prototyp)
Dokumentácia rádiovkej komunikácie	Dokumentácia pre orientáciu v hardvérových prostriedkoch rádiovkej komunikácie	09.04.2010	Dokumentácia
Metodika on-line sledovania logistických procesov	Návrh metodiky pre vytvorenie, overenie, optimalizáciu a implementáciu nového systému	31.12.2010	Metodika
Systém automatizovanej manipulácie	Návrh systému automatizovanej medzioperačnej manipulácie s materiálmi	31.12.2010	Štúdia
Systém monitorovania logistických prostriedkov	Systém monitorovania autonómnych logistických prostriedkov na báze rádiovkej komunikácie	31.12.2010	Softvér
Systém kontroly gravitačného	Systém kontroly a automatizácie gravitačného presýpania materiálu pri	31.12.2010	Prototyp

presýpania materiálu	automatizovanej medzioperačnej manipulácie		
Systém zamedzenia poškodenia gravitačných presýpačov	Testovacie zariadenie slúžiace na overenie funkcionality skúmaného technického riešenia zamedzenia poškodenia gravitačných presýpačov následkom zaseknutia materiálu počas prekladania	25.5.2011	Testovacie zariadenie
Spôsob presného zastavovania automaticky vedeného vozidla	Testovacie zariadenie slúžiace na overenie funkcionality skúmaného princípu určovania polohy automatického ťahača	20.6.2011	Testovacie zariadenie
Systém diaľkového monitorovania automaticky vedeného vozidla	Testovacie zariadenie slúžiace na overenie funkcionality skúmaného technického riešenia systému diaľkového monitorovania automatických logistických zariadení, pozostávajúce z prvkov rádiovkej siete, identifikačných značiek a softvéru nainštalovaného v počítači	15.9.2011	Testovacie zariadenie
Systém automatického diaľkového riadenia automaticky vedeného vozidla	Testovacie zariadenie slúžiace na overenie funkcionality skúmaného technického riešenia systému diaľkového riadenia automatických logistických zariadení, pozostávajúce z prvkov rádiovkej siete, identifikačných značiek a softvéru nainštalovaného v počítači	25.11.2011	Testovacie zariadenie
Virtuálne prostredie pre simulácie riadiacich systémov	Virtuálne prostredie na simulácie riadiacich systémov umožňujúce bezpečné overovanie princípov riadenia obsiahnutých v riadiacom softvéri bez rizika materiálnych škôd	18.03.2012	Softvér
Plánovací systém CEIT LPS	Ergonomický plánovací stôl so softvérom virtuálneho prostredia na simulácie riadiacich systémov umožňujúce bezpečné overovanie princípov riadenia obsiahnutých v riadiacom softvéri bez rizika materiálnych škôd	20.4.2012	Hardvér
Návrh unikátneho typu pojazďového kolesa podvozku	Bol navrhnutý unikátny typ pojazďového kolesa podvozku za účelom zvýšenia variability dráh AGV jednotiek a bezpečnosti ich pohybu, ktorý umožňuje lepšiu manévrovateľnosť AGV jednotiek	10.7.2012	Mechanický komponent
Chladienie s automatickým čistením filtrov	Bol vytvorený spôsob automatického čistenia filtrov systémov chladienia zariadení, ktorý umožňuje nepretržitú prevádzku bez potreby odstavenia zariadenia kvôli výmene filtra či jeho vyčistení.	10.7.2012	Sústava komponentov
Softvér diaľkového monitorovania automaticky vedeného vozidla AGV Monitor SW	Softvér, ktorý je možné nainštalovať do ľubovoľného počítača za účelom diaľkového monitorovania automatických logistických zariadení; aby plnil svoju úlohu, je potrebné k nemu doplniť rádiovú sieť a ťahače vybaviť príslušným modulom.	14.8.2012	Softvér
Softvér	Softvér, ktorý je možné nainštalovať	14.8.2012	Softvér

automatického diaľkového riadenia automaticky vedeného vozidla AGV Control SW	do ľubovoľného počítača za účelom diaľkového riadenia automatických logistických zariadení; aby plnil svoju úlohu, je potrebné k nemu doplniť rádiovú sieť a ťahače vybaviť príslušným modulom.		
Softvér automatického diaľkového monitorovania a riadenia manuálne vedeného vozidla MGV Monitor/Control SW	Softvér, ktorý je možné nainštalovať do ľubovoľného počítača za účelom diaľkového riadenia logistických zariadení ovládaných operátormi; aby plnil svoju úlohu, je potrebné k nemu doplniť rádiovú sieť, identifikačné značky, displeje na vozidlá, centrálny displej v supermarkete.	14.8.2012	Softvér
Inovovaná technológia centrálného riadenia AGV Control nazvaná Safety System	Rozširujúci modul pôvodného systému AGV Control, zabraňuje vzniku kolíznych situácií v križovatkách AGV jednotiek a optimalizuje vyťaženosť hlavných trás AGV jednotiek.	31.8.2012	Technológia
Vylepšená technológia Presný stop	Vylepšená technológia Presný stop	31.8.2012	Technológia
Rádiový diaľkový ovládač	Prototyp diaľkového ovládača rádiovkej komunikácie založenej na priemyselnom štandarde	15.09.2012	Prototyp
Optická kontrola gravitačného presýpania materiálu s chráničmi snímačov a odraziek	Testovacie zariadenie systému optickej kontroly gravitačného presýpania materiálu pri automatizovanej medzioperačnej manipulácii s cieľom odstrániť riziko vzniku škodových udalostí z dôvodu zaseknutia sa prepraviek pri gravitačnom presýpaní, s chráničmi snímačov a odraziek, ktorých konštrukcia bola postupne vylepšená za účelom zvýšenia efektivity výroby a zníženia ceny chráničov	31.10.2012	Testovacie zariadenie
Inovovaná konštrukcia regálu gravitačného presýpania	Konštrukcia regálu gravitačného presýpania bola inovovaná za účelom zvýšenia odolnosti voči nárazu	31.10.2012	Sústava komponentov

### Výstupy projektu aplikovaného výskumu dosiahnuté v rokoch 2009 a 2010:

#### **Rádiový diaľkový ovládač:**

Testovacie zariadenie slúžiace na overenie základných funkcionalít rádiovkej komunikácie založenej na priemyselnom štandarde.





### Dokumentácia k rádiovkej komunikácii:

Dokumentácia pre orientáciu v hardvérových prostriedkoch rádiovkej komunikácie:

- kompletne rozdelenie frekvencií
- frekvencie XBee
- porovnanie technológie 2,4 GHz a 433MHz
- test rýchlosti čítania kariet systému RFID Ositrack - určenie hraničnej rýchlosti spoľahlivého načítania dát z RFID karty

### **Čo je Xbee?**

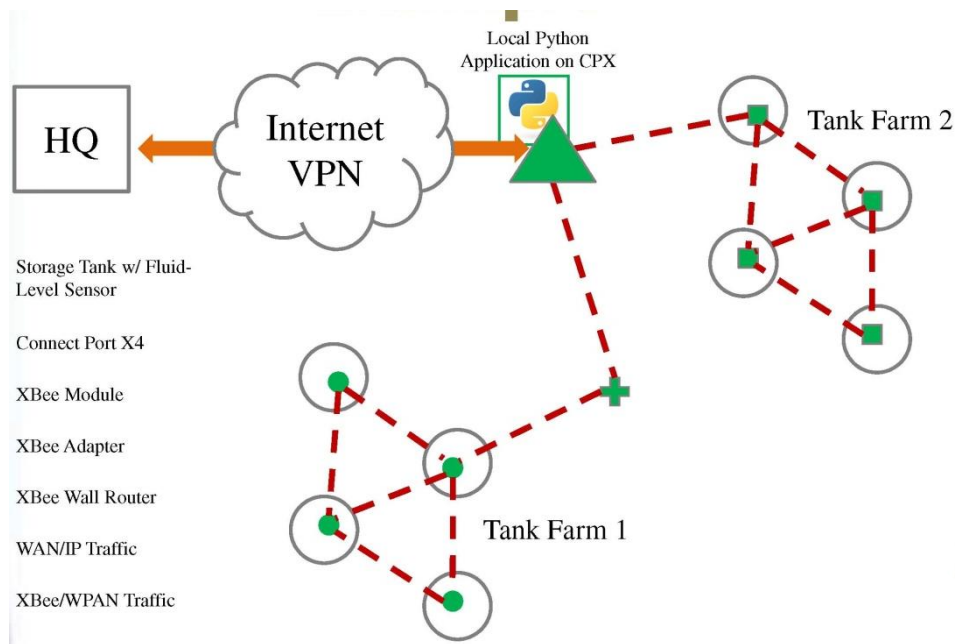
Rádiofrekvenčná komunikácia

- nízka energetická náročnosť
- nízka dátová priepustnosť
- nodová sieť
- priemyselný štandard spoľahlivého načítania dát z RFID karty

### **Základné parametre XBee:**

- sériové rozhranie: 3V CMOS UART
- prenosová rýchlosť RF rozhrania: 24 kbps
- podpora režimov: Peer-to-peer, point-to-point a point-to-multipoint
- konfigurácia: prostredníctvom AT, API príkazov
- frekvencia: ISM SRD g3 pásmo (869.525 MHz)
- EIRP: 500mW
- dosah Outdoor: do 40 km
- dosah Indoor: 550m
- citlivosť RF: -112 dBm
- U.FL alebo RPSMA RF konektor, anténa "whip"
- priemyselný teplotný rozsah: -40° C až 85° C
- napájanie: 3.0 - 3.6 V
- rozmery: 24,38 x 32,94 mm

## Príklad aplikácie XBee:

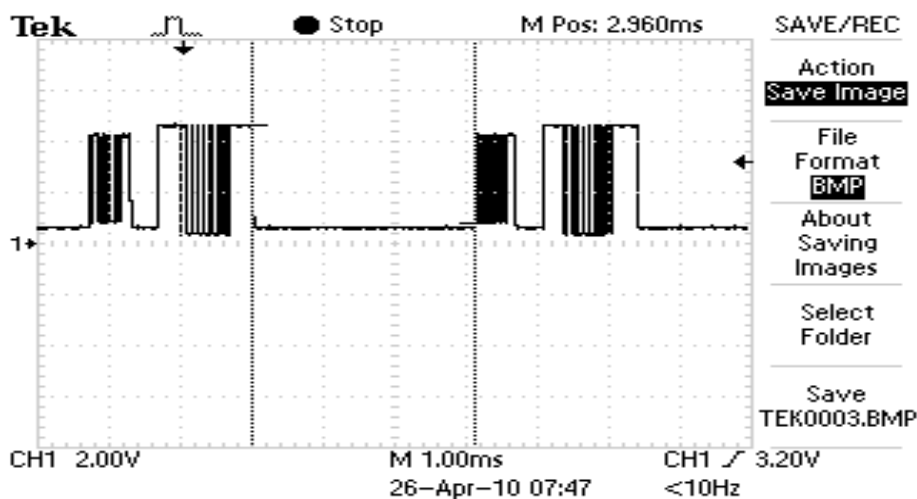


## Test rýchlosti čítania kariet systému RFID Ositrack

Testovacie prostredie:

- servomotor Spinea
- rameno na motore
- prevodovka – prevodový pomer 1:57
- SW na riadenie rýchlosti motora (otáčky/min)
- terminál zobrazujúci načítané hodnoty
- RFID stanica XGSC4 s rozširovačom poľa XGF EC 540
- RFID tagy XGH 90E340

## Ukážka výstupu z testov (karta mimo poľa čítačky RFID Tagov)



## Vyhodnotenie testovania:

Zistená hraničná rýchlosť čítania karty: **135 meter/min.** (8,1 km/hod = 3267 ot/min).

Po prekročení medznej rýchlosti sa spoľahlivosť skokovo zníži.

## Softvérové riešenia

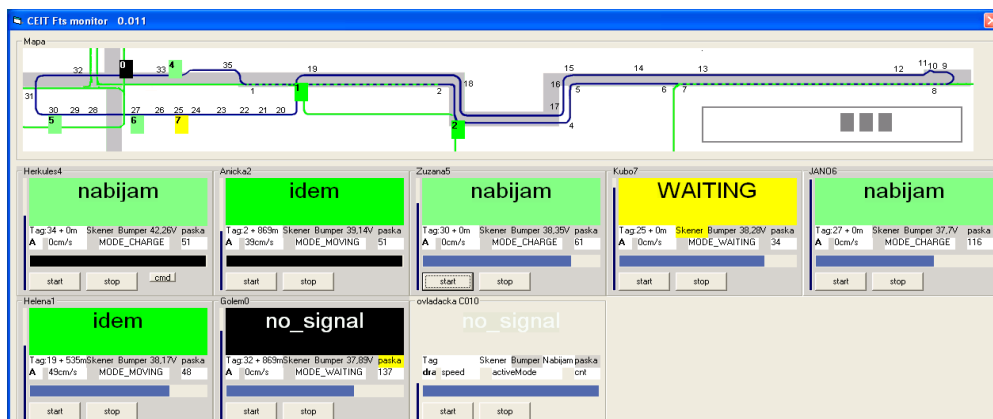
### Systém na sledovanie a vizuálne riadenie logistických prostriedkov

Systém bol vyvinutý na monitorovanie a vizuálne riadenie logistických prostriedkov na jednotlivé zásobovacie trasy za účelom minimalizovania rezervných zásob na montážnej linke. Na základe informácie o rýchlosti montážnej linky a počiatkových zásobách na mieste montáže je vyrátaný čas vypravenia logistického prostriedku dopravujúci diely na miesto montáže (zohľadnený je aj čas dojazdu).

12:41:52	Route / Voziky	Odjazd zo SM	Časové okná(hod:min)	
Trasa A	1 2 3	00:02	12:52	13:02
Trasa B	4 5 6 8 9	00:13	12:54	13:07
Route 34	7 10	17:42	13:07	13:14
Route 56	11	35:17	13:31	13:45

## Monitorovanie AGV – zariadení

Systém slúži na sledovanie aktuálnej polohy AGV (Automated guided vehicle) a zobrazenie ich aktuálneho stavu. Komunikácia systému s AGV je realizovaná bezdrôtovo. Prostredníctvom systému je možné odhaliť kolízne stavy, prípadne poruchy na AGV, je možné vykonať riadiace príkazy.



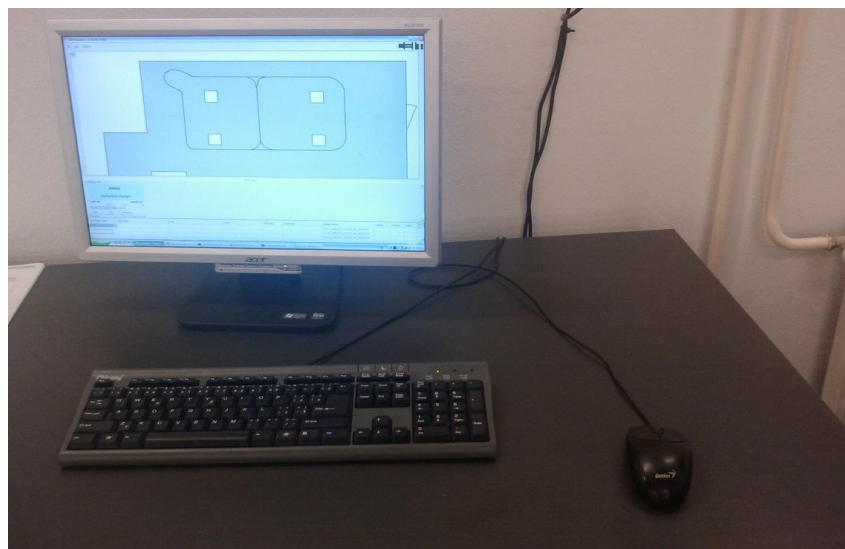
## Výstupy projektu aplikovaného výskumu dosiahnuté v roku 2011:

### Kľúčové konštrukčné a hardvérové časti systému

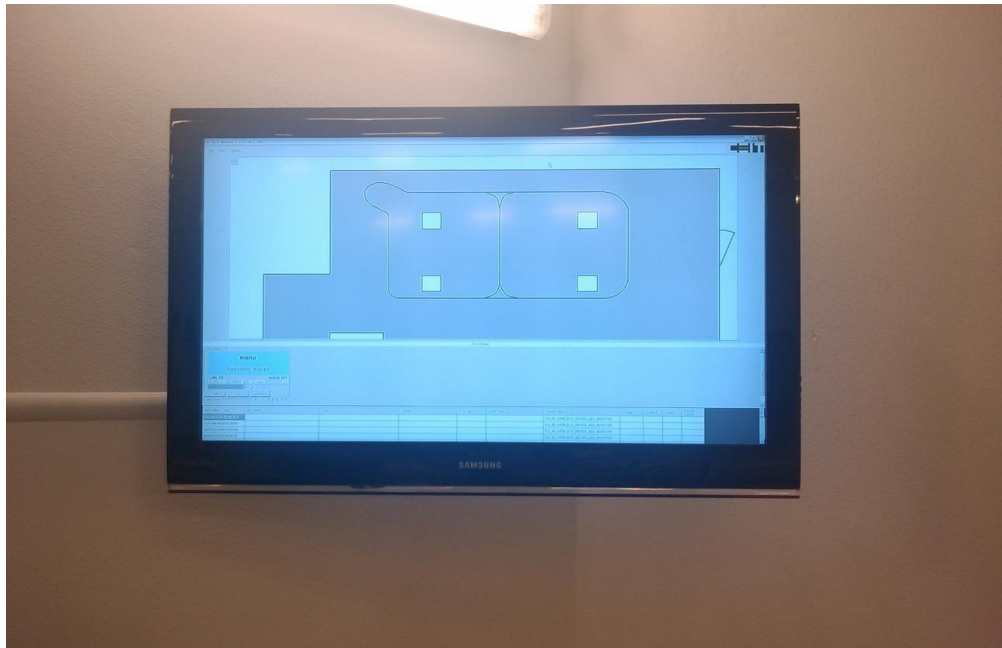


Každý ťahač je vybavený LCD displejom, ktorý je pre lepšiu čitateľnosť podsvietený. Displej má 4 riadky, pričom v každom riadku dokáže zobrazíť až 20 znakov. Informuje obsluhu o rôznych stavoch a práve prebiehajúcej činnosti ťahača ako aj o pripojených zariadeniach – vagónov i stacionárnych prekladačov materiálu. Informuje aj o prípadnej chybe, čím napomáha k jej rýchlejšiemu odstráneniu. Ťahač s obsluhou komunikuje cez displej v slovenčine.

Pod panelom s displejom (úplne vľavo) je červené tlačidlo EMERGENCY STOP – NÚDZOVÉ ZASTAVENIE slúžiace na okamžité prerušenie akejkoľvek činnosti ako ťahača tak aj k nemu pripojených zariadení v prípade ohrozenia života, zdravia alebo majetku. Ide o „tvrdý stop“, pretože stlačením sa preruší napájanie celej sústavy. Sú tu tiež ostatné ovládacie tlačidlá ťahača.



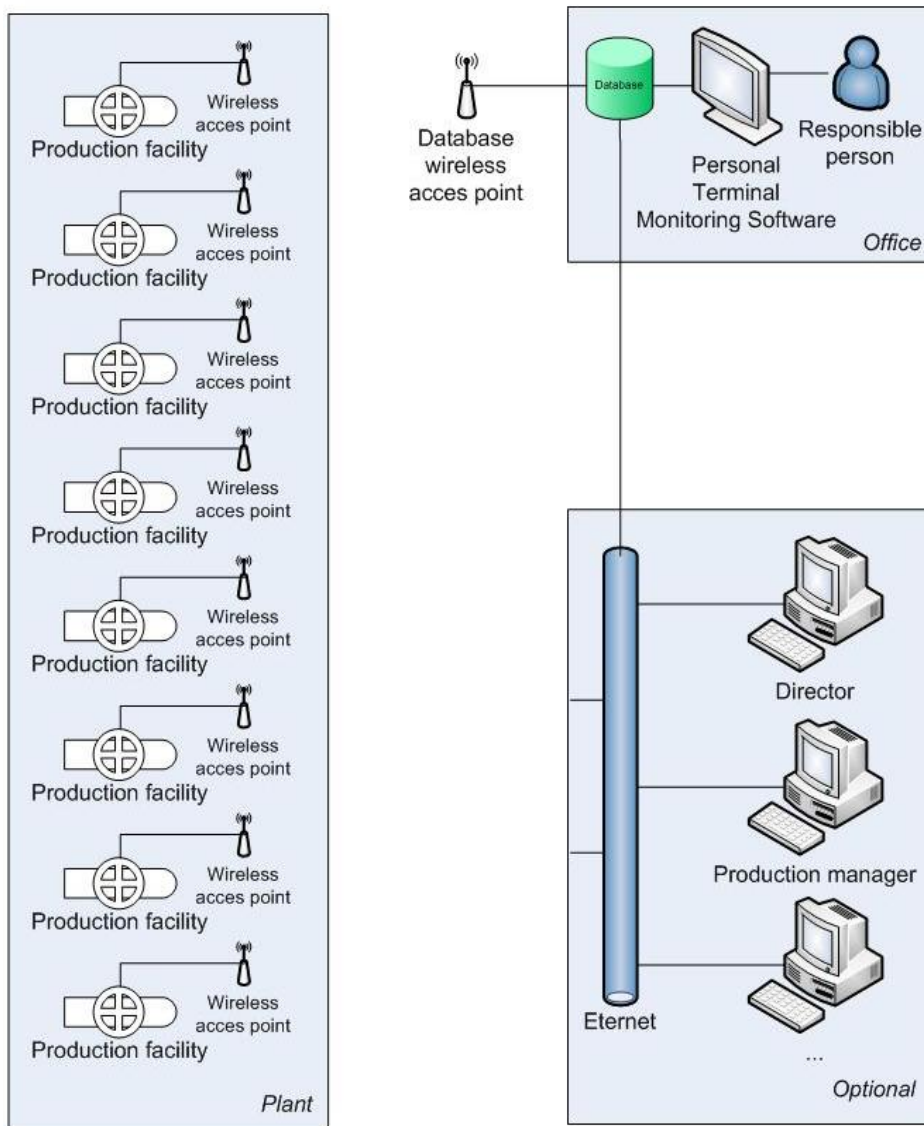
Prostredníctvom monitorovacieho a riadiaceho systému operátor na monitore vidí prehľadné zobrazenie layoutu – dráhy ťahačov v závode, aktuálnu polohu jednotlivých ťahačov na dráhe, stav nabitia ich akumulátorov, ich práve prebiehajúcu činnosť, rýchlosť a iné parametre, ktorých zobrazovanie si môže meniť podľa potreby. Operátor má taktiež možnosť manuálne zasiahnuť do činnosti ťahača prostredníctvom bežných ovládacích prvkov počítača – klávesnice a myši. V prípade nutnosti môže jednotlivým ťahačom vydať priame príkazy STOP alebo START.



K monitorovaciemu a riadiacemu systému bežiacemu na počítači môže byť pripojených viacero zobrazovacích jednotiek, informujúcich napríklad pracovníkov vo výrobnéj hale o aktuálnej polohe súpravy ťahača. Pre tieto účely slúži veľká plochá obrazovka.

### **Kľúčové softvérové riešenie systému**

Na obr. 1 je zobrazená schéma nasadenia logistického monitorovacieho systému: výrobné linky (vľavo) s bezdrôtovým komunikačným rozhraním (Wireless Access Point) pre komunikáciu s riadiacim systémom, riadiaci systém s bezdrôtovým komunikačným rozhraním (na strane riadenia/databázy sa označuje Database Wireless Access Point) pripojeným do databázy a jednotlivé prvky vlastného riadenia.



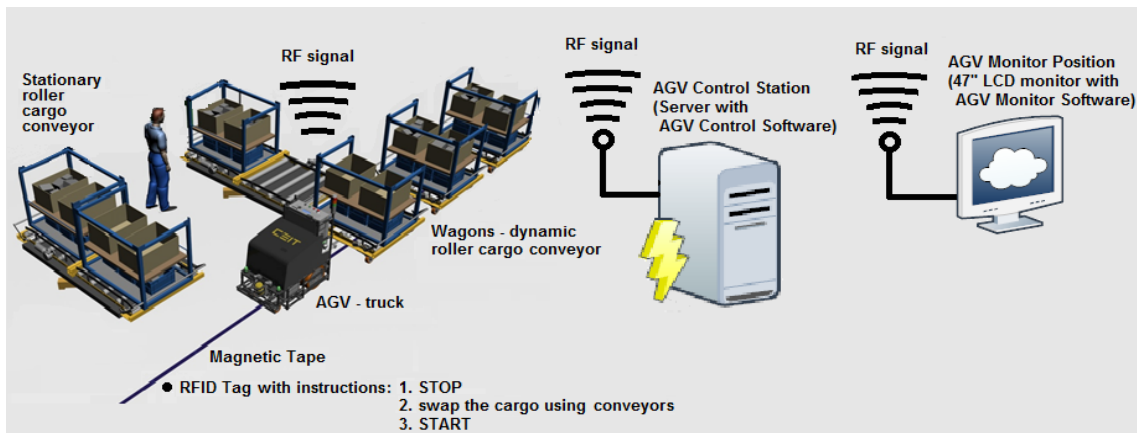
Obr.1: Monitorovací systém

Prvky samotného riadenia predstavuje Osobný terminál (Personal Terminal) s monitorovacím a riadiacim softvérom umožňujúci zodpovednej osobe (Responsible person), čiže operátorovi (napr. vedúci pracovnej zmeny), zadávať pokyny na úpravy do systému.

K databáze môžu byť pripojení ďalší riadiaci pracovníci - riaditeľ (Director), manažér produkcie (Production manager), prípadne iní. Kvôli dosiahnutiu čo najnižších nákladov je celý riadiaci systém modulárny a na prepojenie jednotlivých pracovísk využíva káblovú alebo bezdrôtovú sieť. Všetci kompetentní pracovníci tak majú možnosť sledovať, kontrolovať príp. ovplyvniť logistické procesy závodu. Databáza môže spolupracovať napríklad so mzdovým systémom, ktorý automaticky vyhodnotí produktivitu výrobného pracovníka pri linke na základe logistických tokov medzi jeho linkou a zvyškom závodu, čo ešte viac zefektívni fungovanie podniku.



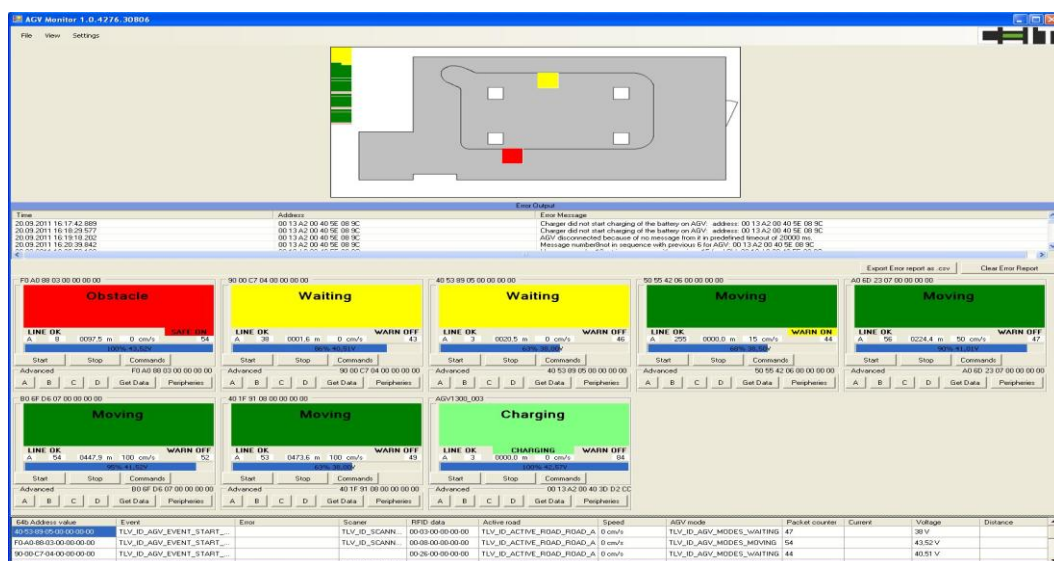
Na obr. 2 je príklad použitia jednotlivých prvkov logistického systému AGV. Vľavo je logistický ťahač s 3 vagónmi s valčekovými prekladačmi. Tie po zastavení a zaistení umožňujú, v spolupráci so stacionárnymi valčekovými prekladačmi, automaticky naložiť alebo vyložiť náklad.



Obr.2: Systém pre sledovanie a riadenie logistického procesu

Súprava bezdrôtovo komunikuje s monitorovacím a riadiacim systémom. Ten zabezpečuje automatické sledovanie a riadenie činnosti všetkých súprav ťahačov v závode. Prostredníctvom grafického používateľského rozhrania umožňuje operátorovi sledovať procesy v závode prostredníctvom vzdialeného LCD monitora, pričom so serverom komunikuje cez káblovú alebo bezdrôtovú sieť. Ak operátor potrebuje manuálne vstupovať do riadenia, môže núteno zastaviť či rozbehnúť súpravu alebo dať iný príkaz.

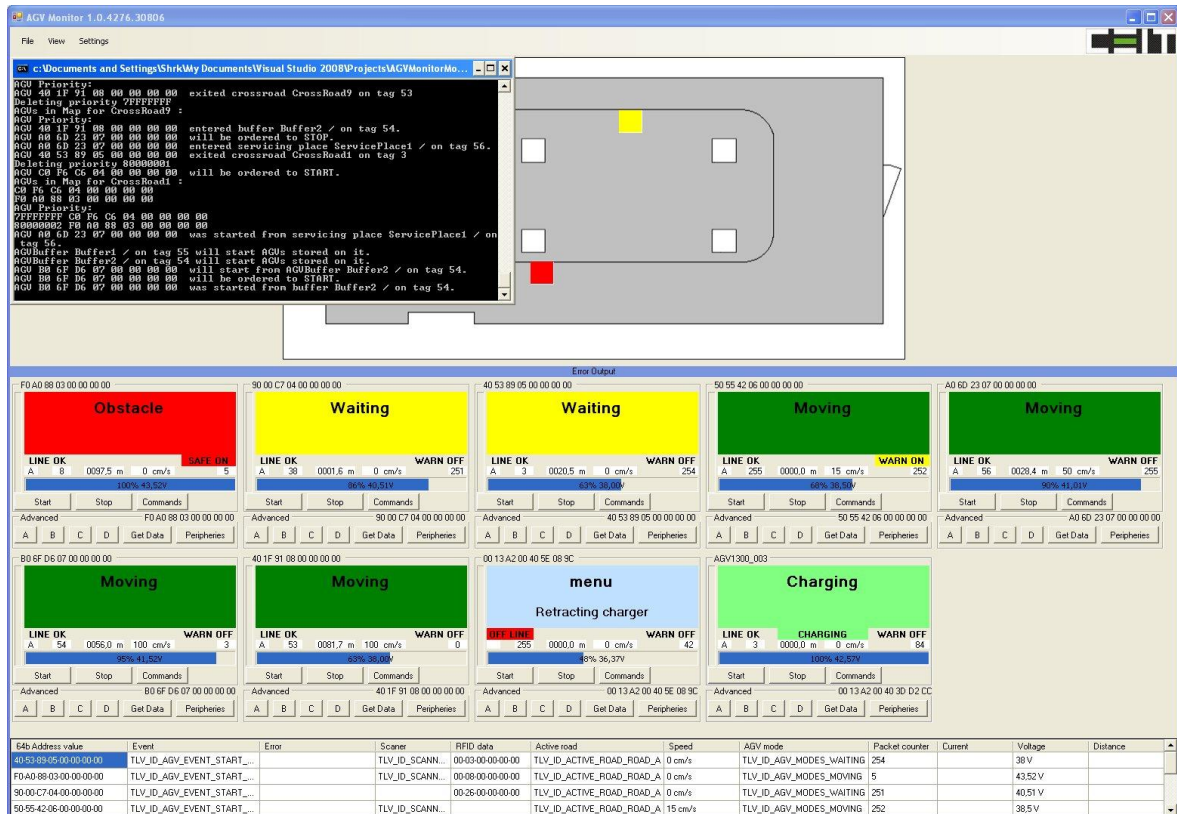
Obrázok 3 ukazuje grafické používateľské rozhranie (GUI – Graphical User Interface) monitorovacieho a riadiaceho systému. Vo vrchnej časti je zobrazený tvar dráh a poloha jednotlivých logistických ťahačov.



Obr. 3: Monitorovací a riadiaci systém – GUI

Každý ťahač má nižšie vyčlenené zobrazovacie / ovládacie okienko, v ktorom najväčšie (farebné) pole predstavuje stav (činnosť), pod ním je zobrazená zvolená dráha a ďalšie údaje, ako je napr. rýchlosť, pod nimi je modrý ukazovateľ stavu nabitia akumulátorov. Nasledujú ovládacie tlačidlá *Start* (štart), *Stop* (zastavenie), *Commands* (ďalšie príkazy), tlačidlá A, B, C, D a tlačidlo *Peripherals* (periférie) umožňujúce ovládať prídavné zariadenia.

Na obrázku 4 je okrem obrazovky programu okno výpisu do príkazového riadku - ak sa nevyžaduje grafické používateľské rozhranie.



Obr. 4: Monitorovací a radiaci systém – GUI a príkazový riadok

### Výstupy projektu aplikovaného výskumu dosiahnuté v roku 2012:

V roku 2012 boli identifikované a riešené nasledujúce kľúčové časti systému za účelom ich zefektívnenia a vylepšenia:

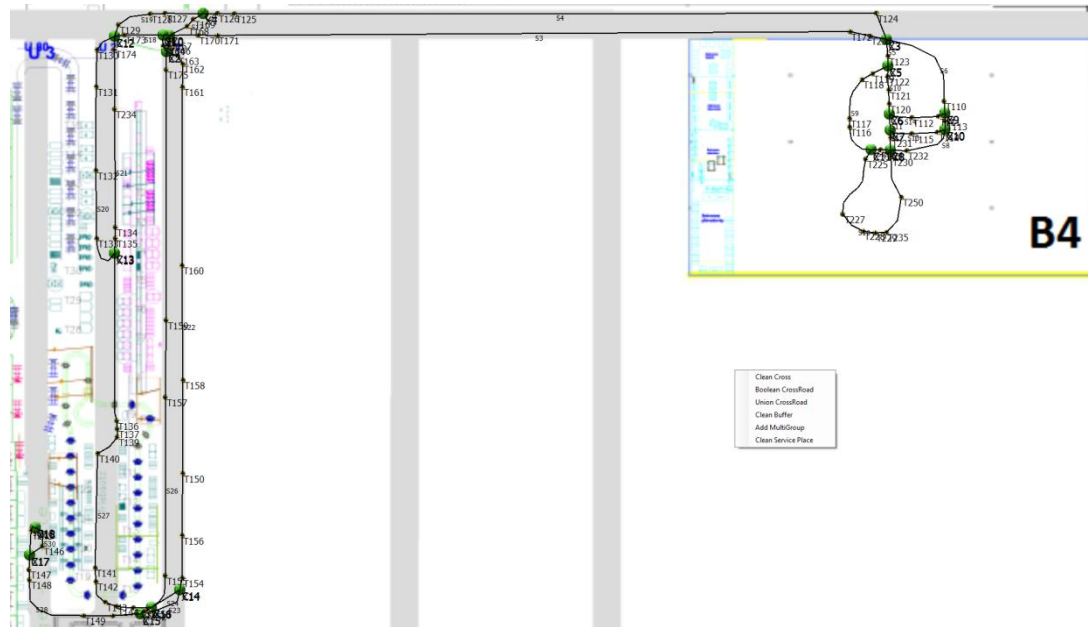
- AGV Monitor
- AGV Control
- Safety System
- Systém gravitačného presýpania
- Technológia Presný stop
- Optická kontrola a návrh konštrukcie ochranných krytov pre snímače



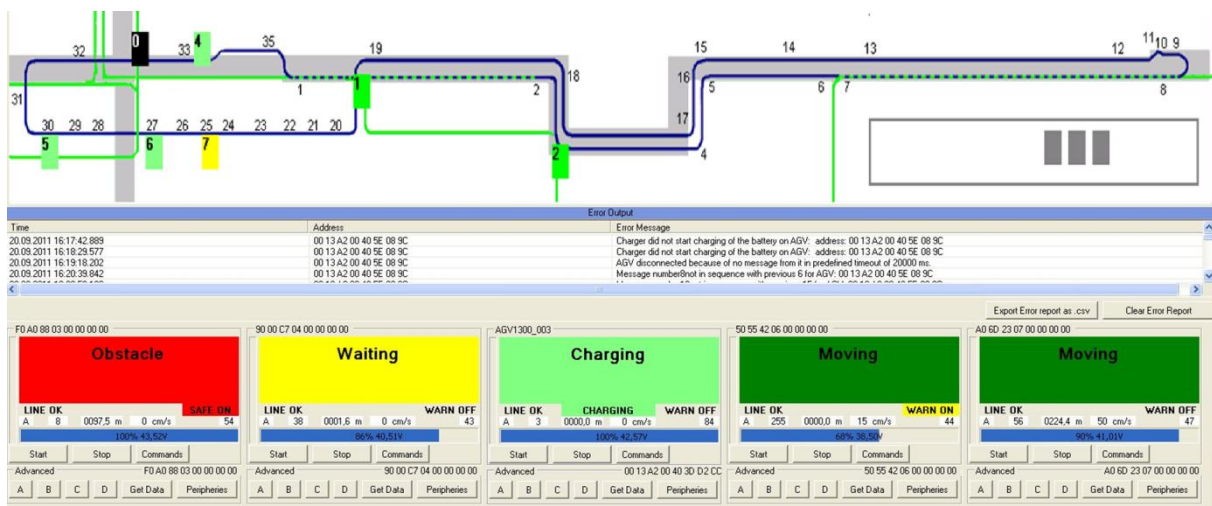
## AGV Monitor – proces optimalizácie systému

AGV Monitor je software, ktorý pasívne prijíma informácie od AGV jednotiek (ťaháčov) a zobrazuje ich. V novej verzii AGV Monitora bolo možné priamo zadávať základné príkazy pre AGV jednotky ako napr. štart, stop, definovanie trasy a pod.

Na obrázku 5 je zobrazená mapa trás AGV jednotiek, na obrázku 2 novšia verzia programu AGV Monitor umožňujúca manuálne ovládať AGV.



Obr. 5: Mapa trás AGV jednotiek



Obr. 6: Novšie prostredie programu AGV Monitor umožňujúce manuálne ovládať AGV

## AGV Control – proces optimalizácie systému

Vzhľadom k tomu, že v prevádzke sa nachádza množstvo AGV jednotiek, vznikla požiadavka na ich centrálné riadenie. AGV Control pozostáva z AGV Monitora a centrálného

riadenia z jedného miesta. Každá AGV jednotka komunikuje s centrálnym riadiacim systémom a od neho dostáva aj príkazy. Hlavná výhoda tohto systému je v riadení pohybu AGV jednotiek v križovatkách a na frekventovaných trasách.

V prevádzke s väčším množstvom ťahačov obsluhovaných jednou sieťou a jedným riadiacim systémom sa však objavil aj ďalší problém, a to nízka rýchlosť prenosu dát pri tomto type siete. Výskumom sa ukázalo, že najvhodnejšou je sieť typu WiFi, ktorá je bežne používaná aj medzi zariadeniami spotrebnej elektroniky. Vývojom a testovaním vznikol nový systém – Safety System.

### **Safety System**

Safety System je výstupom optimalizácie AGV Control. Princíp fungovania je prevzatý z AGV Control. Tento systém pred vstupom do križovatky nastaví AGV jednotke akú vzdialenosť môže prejsť pokiaľ očakáva potvrdenie na prechod križovatkou od centrálného systému. Pokiaľ túto informáciu nedostane, opakovane posiela požiadavku a po prejdení zadanej vzdialenosti zastaví, nezávisle na tom, či je križovatka voľná, alebo obsadená. Bude čakať pred križovatkou až kým nedostane príkaz na ďalšie pokračovanie v ceste. Veľká výhoda je zabránenie prípadnej škodovej udalosti.

### **Systém gravitačného presýpania – proces optimalizácie**

Z hľadiska funkčnosti bolo kritické presné zastavenie pohyblivého regálu voči stacionárnemu, resp. dodržanie vzájomnej polohy naklonených dráh oboch regálov, aby nedochádzalo k zablokovaniu prepraviek počas presýpania po naklonených rovinách. Počas testovacej prevádzky sa zistilo, že pôvodne navrhnutý systém zastavovania bol schopný zabezpečiť presnosť vzájomnej polohy naklonených rovín regálov v tolerancii +/-2 cm. Aj keď sa pri laboratórnych testoch predpokladalo, že takáto presnosť je dostačujúca, prax ukázala, že tomu tak nie je. Preto sa pristúpilo k optimalizácii presnosti vzájomnej polohy naklonených dráh regálov a bola vyvinutá technológia nazvaná Presný stop.

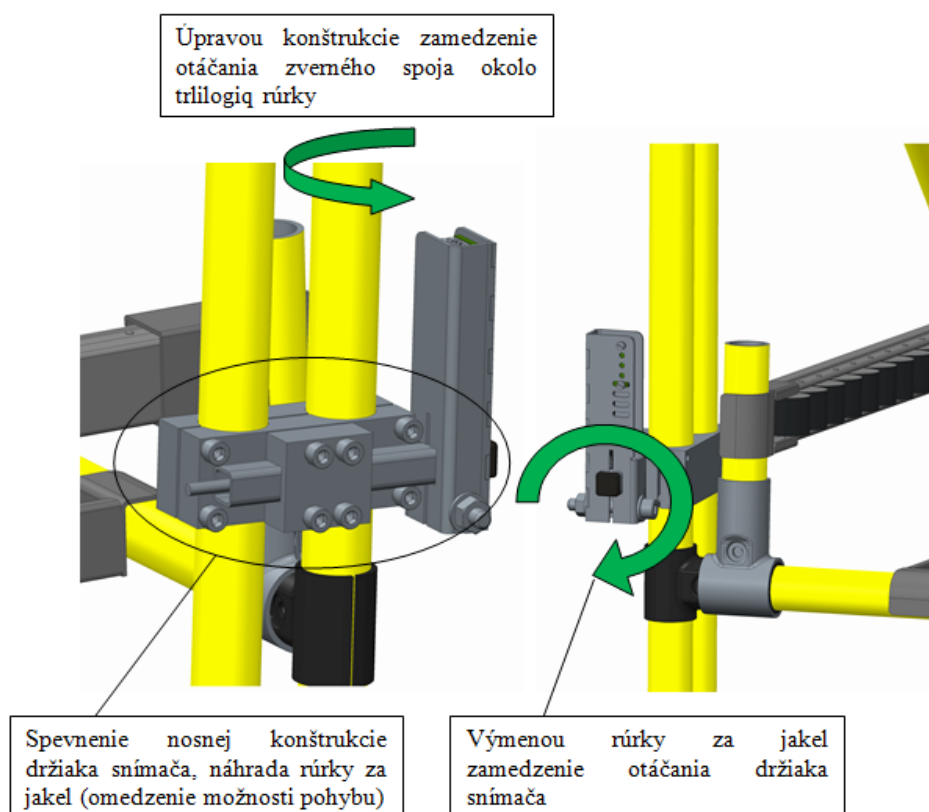
### **Presný stop – proces optimalizácie**

Oproti pôvodnému návrhu bolo finálne riešenie doplnené o zastavenie po určitej vzdialenosti od načítania RFID tagu aby v prípade posunutia alebo zničenia kovového predmetu nedošlo k neželaným škodám. Taktiež bola upravená rýchlosť pri ktorej AGV

vyhľadáva kovový predmet na 10 cm/s. V pôvodnom riešení bola jednotka AGV schopná dodržať vzájomnú polohu naklonených dráh regálov v tolerancii +/- 2 cm. Variant s technológiou Presný stop dokázal znížiť túto toleranciu najskôr na +/- 0,5 cm a ďalšou úpravou a optimalizáciou až na +/- 2 mm, čo predstavuje rádový posun z hľadiska presnosti.

### Optimalizácia optickej kontroly

V pôvodnej konštrukcii regálu a optickej kontroly boli optický snímač a odrazka umiestnené oproti sebe na koncoch regálu a upevnené pomocou valcového profilu. V testovacej prevádzke nastal prípad, že bol snímač vystavený vonkajšiemu nárazu, ktorý ho pootočil na valcovom profile a tým znefunkčnil optickú kontrolu. Z tohto dôvodu vznikla požiadavka na spevnenie konštrukcie regálu a aplikovanie ochranného krytu na optické snímače a odrazky. Bola upravená konštrukcia celého regálu. Na ďalšom obrázku je zobrazená upravená konštrukcia regálu.

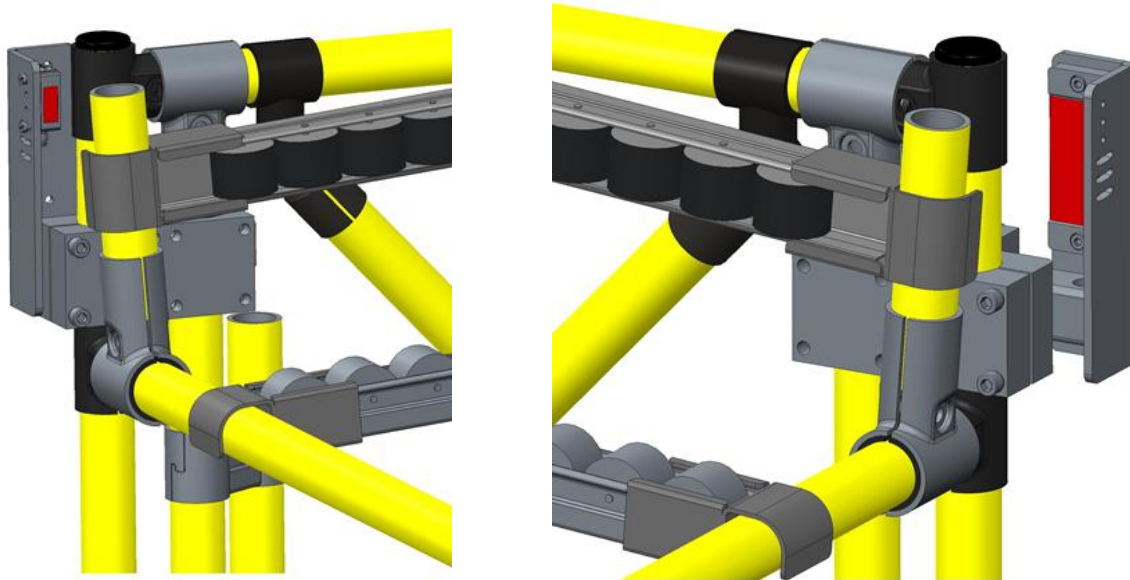


Obr. 7: Upravená konštrukcia regálu a ochranného krytu snímača

Upravená verzia regálu bola testovaná v prevádzke a pri náraze nedochádzalo k otáčaniu držiaka snímača. Ochranný kryt snímačov však bol z hľadiska ceny a vyrobiteľnosti

neefektívny a preto sa pristúpilo k jeho zjednodušeniu pri zachovaní požadovaných ochranných vlastností.

Optimálny návrh ochranného krytu snímača a odrazky je na nasledujúcom obrázku. Oproti predošlým návrhom je jeho konštrukcia menej zložitá, čo sa priaznivo prejavilo na jeho výrobnéj cene.



Obr. 8: Optimálny variant ochranného krytu snímača a odrazky

## ŠTÚDIA TECHNICKEJ REALIZOVATEĽNOSTI PROJEKTU APLIKOVANÉHO VÝSKUMU

Dosiahnuté výstupy v rámci štúdie technickej realizovateľnosti sumarizuje nasledovná tabuľka.

Názov výstupu	Charakteristika výstupu	Termín dosiahnutia výstupu	Druh výstupu
Technologický projekt	Spracovanie technologického projektu v rámci projektu štúdie realizovateľnosti projektu aplikovaného výskumu	31.12.2010	Správa
Marketingový prieskum	Realizácia marketingového prieskumu ako súčasť štúdie technickej realizovateľnosti	31.12.2010	Správa

V rámci projektu štúdie technickej realizovateľnosti bola, na základe marketingového prieskumu, spracovaná analýza logistických prvkov, ako aj ich porovnanie a určenie potenciálu pre automatizovanú manipuláciu s materiálom.

Výsledky poukázali na potrebu vytvorenia komplexného systému, zastrešujúceho samotné logistické manipulátory, hardvérovo-softvérové riešenia pre ich sledovanie, riadenie, monitorovanie a analyzovanie, ako aj nutnosť dopracovania potrebných periférií.

Analýza výsledkov aplikovaného výskumu a štúdie technickej realizovateľnosti bola realizovaná formou čiastkových štúdií, ktoré slúžia ako podklad pre prihlášky jednotlivých priemyselných vzorov.

Riešenie projektu štúdie technickej realizovateľnosti bolo ukončené v roku 2010 v súlade s plánovaným harmonogramom.

## PROJEKT OCHRANY PRIEMYSELNÉHO VLASTNÍCTVA

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva boli v roku 2011 zaregistrované na Úrade priemyselného vlastníctva tri nasledovné úžitkové vzory:

- Spôsob presného zastavovania automaticky vedeného vozidla a systémové zariadenie,
- Spôsob automatického diaľkového riadenia automaticky vedeného vozidla a systémové zariadenie,
- Spôsob diaľkového monitorovania automaticky vedeného vozidla a systémové zariadenie.



V roku 2012 boli v rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva zaregistrované ďalšie úžitkové vzory:

- Kompaktné riadené pojazďové koleso podvozku,
- Spôsob automatického čistenia filtrov v chladiacom zariadení a chladiace zariadenie s automatickým čistením filtrov,
- Rozšírenie územnej platnosti úžitkového vzoru – Kompakte gesteuerte Schwerlastrolle eines Maschinenuntergestells.

## SUMÁRNE ZHODNOTENIE

V rámci celej doby realizácie projektu prebiehali výskumné aktivity za účelom dosiahnutia výstupov definovaných v cieľoch projektu. Boli vykonané štúdie, vypracované metodiky a navrhnuté kľúčové časti systému on-line sledovania, vyhodnocovania a analýzy logistických procesov za účelom ich ďalšieho využitia v podobe optimalizácie návrhu logistického systému, rozmiestnenia jednotlivých prvkov po závode – tvorba layoutov, s cieľom optimalizovať celý výrobný proces. Využité boli simulácie prevádzky namodelované vo virtuálnom prostredí vytvorenom v rámci projektu. Bolo uskutočnené laboratórne a prevádzkové testovanie navrhnutých prvkov jednotného systému monitorovania, riadenia a analýzy logistických zariadení.

Druhou oblasťou činností bol výskum a návrh monitorovacieho a riadiaceho systému automatických logistických zariadení. Monitorovací systém umožňuje sledovať stav všetkých takýchto zariadení s možnosťou manuálneho zásahu dozerajúceho operátora. Riadiaci systém poskytuje plne automatické riadenie na základe vopred definovaných pravidiel tak, aby bola zabezpečená kontinuita logistického procesu bez nutnosti zásahu človeka. V praxi získané cenné poznatky poslúžili k zásadným vylepšeniam navrhnutých systémov.

V rámci projektu štúdie technickej realizovateľnosti bola, na základe marketingového prieskumu, spracovaná analýza logistických prvkov, ako aj ich porovnanie a určenie potenciálu pre automatizovanú manipuláciu s materiálom.

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva bolo v sledovanom období cieľom zaregistrovať prihlášky úžitkových vzorov na technické riešenia vytvorené v rámci projektu aplikovaného výskumu. Ochrana priemyselného vlastníctva nových technických riešení vytvorených počas výskumných činností prebehla nad rámec plánu. Na Úrad priemyselného vlastníctva SR boli doručené prihlášky na registráciu celkovo 5 úžitkových vzorov, z ktorých pri jednom bola územná platnosť rozšírená na Spolkovú republiku Nemecko. Existencia týchto priemyselno-právnych ochrán dokazuje inovatívny počin projektu.

Ciele projektu, naplánované na celé obdobie riešenia, boli naplnené.