


Investor		Generálny projektant	
 <b>Stredná priemyselná škola dopravná</b> 960 01 Zvolen, Sokolská 911/94		<b>Valbek</b>  <b>Prodex</b> VALBEK&PRODEX, spol. s r.o., Rusovská cesta 16, 851 01 Bratislava	
Číslo stavby	-	Číslo zákazky	21BR14004
		Archívne číslo	-

Stavba			<b>Valbek</b>  <b>Prodex</b> VALBEK&PRODEX, spol. s r.o. Rusovská cesta 16, 851 01 Bratislava	
<b>"Multitechnologický vzdelávací polygón v doprave a priemysle"</b>				
Hlavný inžinier projektu Dr. Ing. Ján Bušovský	Navrhol, vypracoval kolektív autorov		Kontroloval Dr. Ing. Ján Bušovský	
Počet listov -	Mierka -	Stupeň PD štúdia	Dátum 02.2022	
Objekt / súbor  <b>Sprievodná správa</b>			Číslo zákazky 21BR14004	
			Arch. číslo -	
			Časť dokumentácie <b>A</b>	
			Číslo prílohy -	



## Obsah

<b>OBSAH</b>	<b>2</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK</b>	<b>4</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH PODKLADOV</b>	<b>5</b>
<b>ZOZNAM TABULIEK</b>	<b>6</b>
<b>ZOZNAM OBRÁZKOV</b>	<b>7</b>
<b>IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE</b>	<b>8</b>
<b>ZDÔVODNENIE ZÁMERU</b>	<b>9</b>
<b>1. P1 ZVÝŠENIE KVALITY A ATRAKTIVITY PRIESTOROV ODBORNÉHO VZDELÁVANIA</b>	<b>10</b>
1.1. OPIS SAMOSTATNÉHO PROJEKTU	10
1.2. OČAKÁVANÉ VÝSLEDKY SAMOSTATNÉHO PROJEKTU:	11
1.3. PREHLAD NAVRHOVANÝCH INVESTÍCIÍ	12
1.4. NÁVRH TECHNICKÉHO RIEŠENIA PRE JEDNOTLIVÉ AKTIVITY	12
1.4.1. Rekonštrukcia budovy školy	12
1.4.1.1. Zateplenie budovy školy	13
1.4.1.2. Vyregulovanie tepelnej sústavy	13
1.4.1.3. Výmena okien	14
1.4.1.4. Rekonštrukcia elektroinštalácie	16
1.4.1.5. Ochrana objektu pred bleskom	17
1.4.2. Vybudovanie Centra celoživotného vzdelávania v doprave a priemysle	18
1.4.2.1. Demolačné a stavebné práce	19
1.4.2.2. Funkcionalita a vybavenie navrhovaných priestorov	19
1.4.3. Vybudovanie interaktívnych výučbových, prezentačných a oddychových zón	23
1.4.3.1. Oddychová zóna 1	23
1.4.3.2. Oddychová zóna 2	24
1.4.3.3. Oddychová zóna 3	25
1.4.3.4. Interaktívne digitálne panely	26
1.4.4. Vybudovanie vzdelávacieho polygónu ako komplexu interaktívnych zón	28
1.4.4.1. Systém inteligentného osvetlenia	29
1.4.4.2. Systém inteligentného vykurovania	29
1.4.4.3. Inteligentné riadenie odberu elektrickej energie	30
<b>2. P2 INOVOVANÉ VZDELÁVANIE PRE OBLASŤ LOGISTIKY A ŠPEDÍCIE</b>	<b>32</b>
2.1. OPIS SAMOSTATNÉHO PROJEKTU	33
2.2. OČAKÁVANÉ VÝSLEDKY SAMOSTATNÉHO PROJEKTU	34
2.3. PREHLAD NAVRHOVANÝCH INVESTÍCIÍ	34
2.4. NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE PRE UVEDENÚ AKTIVITU	34
2.4.1. Softvér pre logistiku 1	35
2.4.2. Softvér pre logistiku 2	37
2.4.3. RFID cvičný sklad	39
2.4.4. PC učebňa	41

<b>3. P3 INOVOVANÉ VZDELÁVANIE PRE OBLASŤ ENERGETIKY .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1. OPIS SAMOSTATNÉHO PROJEKTU .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. OČAKÁVANÉ VÝSLEDKY SAMOSTATNÉHO PROJEKTU .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3. PREHLAD NAVRHOVANÝCH INVESTÍCIÍ .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4. NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE PRE DANÉ AKTIVITY .....</b>	<b>46</b>
3.4.1. <i>Obstaranie PC učebne, grafického softvéru, výučbových panelov.....</i>	<i>47</i>
3.4.1.1. PC učebňa .....	47
3.4.1.2. Grafický softvér .....	48
3.4.1.3. Zaškolenie/vzdelávanie pedagogických zamestnancov k príslušnému softvéru .....	49
3.4.1.4. Výučbový panel na výuku reálnych nízkonapäťových elektrických inštalácií .....	49
3.4.1.5. Simulačný systém pre energetiku, pre pasívne, aktívne súčiastky a číslicovú techniku .....	50
3.4.2. <i>Obstaranie trenažérov a príslušného zariadenia na experimenty s obnoviteľnou energiou .....</i>	<i>51</i>
3.4.2.1. FCAT – 30 SET H2Hybrid – Fuel Cell Automotive Trainer SET .....	51
3.4.2.2. RENEWABLE ENERGY TRAINER – trenažér experimentov .....	54
3.4.2.3. 30W Fuel Cell Development Kit – súprava na vývoj palivových článkov – 12 ks .....	57
3.4.2.4. EDUSTAK PRO – technológia palivových STACKov – 3 kusy .....	59
3.4.2.5. FCH – 020 HYDROFILL PRO – stolová čerpacia stanica .....	59
3.4.2.6. HYDROSTIK PRO – kazety na skladovanie vodíka – 40 kusov .....	60
3.4.2.7. Trojfázový elektromerový rozvádzač zapustený .....	61
3.4.2.8. 3- fázový elektromotor .....	62
<b>4. P4 MULTIFUNKČNÉ ŠPIČKOVÉ LABORATÓRIUM PRE NOVÝ ŠTUDIJNÝ ODBOR .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1. OPIS SAMOSTATNÉHO PROJEKTU .....</b>	<b>67</b>
<b>4.2. OČAKÁVANÉ VÝSLEDKY SAMOSTATNÉHO PROJEKTU .....</b>	<b>68</b>
<b>4.3. PREHLAD NAVRHOVANÝCH INVESTÍCIÍ .....</b>	<b>68</b>
<b>4.4. NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE PRE UVEDENÉ AKTIVITY .....</b>	<b>68</b>
4.4.1. <i>Laboratórium inteligentných riadiacich systémov .....</i>	<i>72</i>
4.4.2. <i>Laboratórium inteligentných priemyselných systémov .....</i>	<i>75</i>
4.4.3. <i>Laboratórium bezpečných riadiacich systémov .....</i>	<i>77</i>
4.4.4. <i>Laboratórium IoT (Internet vecí) .....</i>	<i>80</i>
4.4.5. <i>Laboratórium mobilných robotických systémov .....</i>	<i>86</i>
4.4.6. <i>Laboratórium inteligentných dopravných systémov .....</i>	<i>88</i>
4.4.7. <i>Prezentačno-výučbová sála .....</i>	<i>94</i>
4.4.7.1. Cestný kontrolný bod .....	94
4.4.7.2. Železničný kontrolný bod .....	104
4.4.7.3. Užívateľské rozhranie a prezentačná jednotka dispečingového typu .....	108



## Zoznam použitých skratiek

AC	striedavý prúd
CCV	centrum celoživotného vzdelávania
CKB	cestný kontrolný bod
CO	civilná ochrana
DC	jednosmerný prúd
ERP	plánovanie podnikových zdrojov
HMI	humani machine interface
HW	hardvér
IKT	informačné a komunikačné technológie
IoT	internet vecí
ISDP I	laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle I.
ISDP II	laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle II.
PLC	programovateľný logický automat
PoE	napájanie cez ethernet
PTZ	otáčanie, nakláňanie, priblíženie vo funkcii kamery
SCADA	supervízny systém pre riadenie a zber údajov
SPŠ	stredná priemyselná škola
SW	softvér
VZT	vzduchotechnika
ŽKB	železničný kontrolný bod

## Zoznam použitých podkladov

„Zníženie energetickej náročnosti stavby“ vypracovala Ing. Emília Lenárová v 07/2019

„VYKUROVANIE – hydraulické vyregulovanie) vypracoval Ing. Róbertom Krakovikom (TEMPLUM, spol. s.r.o.)

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Prehľad jednotlivých navrhovaných aktivít a merateľných ukazovateľov samostatného projektu .....	11
Tabuľka 2: Zoznam miestností v služobnom byte .....	18
Tabuľka 3: Prehľad jednotlivých aktivít samostatného projektu .....	34
Tabuľka 4: Hardvérové a softvérové požiadavky systému .....	37
Tabuľka 5: Komponenty cvičného skladu .....	40
Tabuľka 6: Prehľad jednotlivých aktivít samostatného projektu .....	46
Tabuľka 7 Prehľad navrhovaných investícií v nadväznosti na aktivity samostatného projektu .....	46
Tabuľka 8 SÚHRN činností a technológií v rámci aktivít projektového zámeru P3 .....	62
Tabuľka 9 Prehľad jednotlivých aktivít samostatného projektu .....	68
Tabuľka 10 Prehľad navrhovaných investícií v nadväznosti na aktivity samostatného projektu .....	68
Tabuľka 11: Výučbový set na doske Aduino .....	82
Tabuľka 12: Set senzorov .....	84
Tabuľka 13 Odporúčané komponenty .....	84
Tabuľka 14: Komponenty robotického ramena .....	87
Tabuľka 15 Súpis zariadení navrhnutý v rámci cestného kontrolného bodu: .....	100
Tabuľka 16: Rýchlosť skutočnosť vs model .....	106

## Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Osadenie stavby.....	12
Obrázok 2: Koordinačná situácia .....	13
Obrázok 3: Vonkajšie pohľady na presklené plochy, ktoré sa budú meniť .....	15
Obrázok 4: Vonkajšie pohľady na návrh výmeny presklených otvorov .....	15
Obrázok 5: Pôdorys služobného bytu .....	18
Obrázok 6: 2D schéma navrhovanej dispozície centra celoživotného vzdelávania .....	21
Obrázok 7: schéma navrhovanej dispozície centra celoživotného vzdelávania.....	21
Obrázok 8: 3D náhľady na návrh interiérového vybavenia CCV .....	23
Obrázok 9: Priestor pre Oddychovú zónu 1 .....	24
Obrázok 10: Priestor pre oddychovú zónu 2.....	24
Obrázok 11: Ilustračný 3D návrh oddychovej zóny.....	25
Obrázok 12: Súčasný stav chodba pred kanceláriami .....	26
Obrázok 13: Jednostranný interaktívny digitálny panel.....	26
Obrázok 14: Informačný kiosk a mini PC panel .....	27
Obrázok 15: Interaktívna tabuľa.....	27
Obrázok 16: Ovládanie kúrenia .....	30
Obrázok 17: Inteligentná elektrická zásuvka .....	30
Obrázok 18: RFID a porovnanie RFID a čiarového kódu.....	32
Obrázok 19: Umiestnenie učebne logistiky v rámci školy .....	35
Obrázok 20: Typický tok produktu .....	36
Obrázok 21: Schéma softvérového riešenia na evidenciu a inventarizáciu majetku.....	38
Obrázok 22: Ilustrácia manažmentu skladu .....	40
Obrázok 23: Náhľad do online modulu a interaktívnej mapy .....	42
Obrázok 24: Náhľad do modulu „kniha jász“ .....	43
Obrázok 25: Náhľad do modulu „offline“ .....	43
Obrázok 26: Náhľad do modulu „PHM“.....	44
Obrázok 27: Náhľad do modulu „jazdný štýl“ .....	44
Obrázok 28: Miestnosti č. 107 a 111 na 1NP a miestnosť č. 302 na 3NP .....	47
Obrázok 29: Ilustračný obrázok vybavenia jednej študentskej pracovnej stanice.....	48
Obrázok 30: Výučbový panel Metrel MA 2067.....	49
Obrázok 31: Systém rc2000 - mLAB .....	50
Obrázok 32: Meracia jednotka ADDU a softvér rc2000 .....	51
Obrázok 33: H2Hybrid Fuel Cell Automotive Trainer .....	52
Obrázok 34: Vozidlo na palivové články .....	52
Obrázok 35: Rozhranie HTML WEB servera pripojené cez WIFI .....	53
Obrázok 36: Hybrid renewable energy trainer .....	54
Obrázok 37: 30W Fuel Cell Development Kit .....	57
Obrázok 38: EDUSTAK PRO.....	59
Obrázok 39: Hydrofill Pro.....	60
Obrázok 40: HYDROSTIK PRO kazeta na skladovanie vodíka.....	60
Obrázok 41: Trojfázový elektromerový rozvádzač.....	61
Obrázok 42: 3-fázový elektromotor.....	62
Obrázok 43: Vybavenie miestností č. 107 a č. 111 .....	63
Obrázok 44: Aktuálny stav miestnosti č. 111 .....	63
Obrázok 45: Aktuálny stav miestnosti/učebne č. 107 .....	64
Obrázok 46: Aktuálny stav miestnosti/učebne č. 302 .....	65
Obrázok 47: Vytipované učebne, kde budú zriadené laboratória .....	69
Obrázok 48: Štandardný školský PC stôl.....	69
Obrázok 49: Navrhované rozloženie pracoviska v rámci laboratória ISDP I. a ISDP II. ....	70
Obrázok 50: Celkový náhľad na laboratórium ISDP I. ....	70
Obrázok 51: Ilustračný obrázok vybavenia jedného pracoviska .....	73
Obrázok 52: Ilustračný obrázok pracoviska v rámci laboratória inteligentných priemyselných systémov .....	76

Obrázok 53: Ilustračný obrázok pracoviska v rámci laboratória bezpečných radiacích systémov .....	78
Obrázok 54 Prvky Waspmote a Meshlium .....	81
Obrázok 55: Vývojový kit s príslušenstvom .....	83
Obrázok 56: Senzory .....	84
Obrázok 57 Miniaturný mobilný robot E-puck .....	85
Obrázok 58 robotické ramená .....	87
Obrázok 59: Model auta a robotická ruka .....	88
Obrázok 60 Príklad okna s mapou .....	90
Obrázok 61: Príklad panelu „Požiar“ .....	91
Obrázok 62 Príklad panelu „Doprava“ .....	92
Obrázok 63. Príklad panelu vetranie .....	92
Obrázok 64 Náhľad na dopravné simulácie .....	94
Obrázok 65: Vozidlový detektor .....	95
Obrázok 66 Multi objektový radar .....	95
Obrázok 67: Laserový senzor .....	96
Obrázok 68: Váhový senzor .....	96
Obrázok 69: Laserový senzor .....	96
Obrázok 70: Vnútna kamera P-série .....	97
Obrázok 71: Vnútna kamera M-série .....	97
Obrázok 72 Vonkajšia kamera s PTZ .....	97
Obrázok 73: Príklad meteostanice RWS .....	98
Obrázok 74 Príklad LED PDZ .....	98
Obrázok 75 IP Reprodukter .....	99
Obrázok 76: Ilustračný obrázok technologického rozvádzača .....	99
Obrázok 77: Ilustračný obrázok elektrických autíček .....	101
Obrázok 78 Ilustračný obrázok evidenčných čísel pre elektrické vozidlá .....	101
Obrázok 79: Návrh umiestnenia modelového parkoviska .....	102
Obrázok 80 Vnútna AI kamera s funkciou analýzy objektov .....	102
Obrázok 81 SW rozhranie s náhľadom na situáciu a informáciami o rozpoznanej EČV .....	103
Obrázok 82 Ilustračný obrázok vstupnej/parkovacej závery .....	103
Obrázok 83 Vstup do školy s vyznačenými parkovacími miestami .....	104
Obrázok 84: Ukážka vhodného usporiadania koľajiska pre potreby projektu .....	105
Obrázok 85 Ukážka modelu dieselovej lokomotívy v mierke G (1:25) .....	105
Obrázok 86 Ukážka modelu cisternového nákladného vozňa v mierke G (1:25) .....	105
Obrázok 87 Ukážka formy a tvaru čísla UIC z traťovej normy železníc .....	106
Obrázok 88 Ukážka magnetického a optického senzora detekcie prítomnosti ŽKV na modelovej železnici .....	106
Obrázok 89: Ukážka infračerveného senzora detekcie osí na modelovej železnici .....	107
Obrázok 90 Ukážka kamery pre snímanie čísel UIC na modelovej železnici .....	107
Obrázok 91 Ukážka laserového detektora pre snímanie tvaru ŽKV na modelovej železnici .....	107
Obrázok 92: PROMOTIC pracovná plocha .....	109
Obrázok 93 Ukážka vizualizácie .....	109

## Identifikačné údaje

Názov štúdie:	Projektová štúdia pre projekt: <b>„Multitechnologický vzdelávací polygón v doprave a priemysle“</b>
Objednávateľ:	Stredná priemyselná škola dopravná Sokolská 911/94 960 01 Zvolen
Miesto stavby:	
Kraj:	Banskobystrický
Okres:	Zvolen
Katastrálne územie:	Zvolen
Zhotoviteľ:	VALBEK&PRODEX, spol. s r.o. Divízia PRODEX železnice Rusovská cesta 16 851 01 Bratislava 5
Stupeň	Architektonická štúdia

## Zdôvodnenie zámeru

Zámerom projektu je vybudovanie moderného vzdelávacieho centra v doprave a v priemysle so širokou ponukou odborných vzdelávacích aktivít v rámci celoživotného vzdelávania. Technológie v doprave a priemysle rýchlo napredujú, prichádza čoraz viac informatizácie, automatizácie a robotizácie. Zavedením nového študijného odboru *Inteligentné systémy v doprave a priemysle* bude škola trefne reflektovať na potreby trhu práce a ponúkne progresívny študijný odbor s veľkou perspektívou a možnosťami uplatnenia absolventov v praxi, ako aj pokračovaním v štúdiu na vysokých školách. Inováciami obsahu aj foriem vzdelávania v súčasných študijných odboroch bude škola reagovať na požiadavky zamestnávateľov v nadregionálnom meradle. Práca s novými technológiami a digitalizácia procesov sú cestou, ako zatriť odborné vzdelávanie a pripravovať absolventov s vysokou mierou uplatniteľnosti v pracovnom prostredí. V systéme stredoškolského odborného vzdelávania sa častokrát nachádza mnoho neperspektívnych odborov či predmetov, ktoré nekopírujú technologické trendy 21. storočia. Zamestnávateľi však od svojich uchádzačov tieto znalosti a zručnosti požadujú a uplatnenie na trhu práce môže byť tým pádom problematické.

Vybudovanie všetkých odborných pracovísk v rámci projektu bude slúžiť na účely celoživotného vzdelávania. Vytvorenie vzdelávacieho polygónu bude príležitosťou na popularizáciu vedy a aktivity kariérneho poradenstva. Žiaci budú mať k dispozícii vzdelávací/výučbový polygón, ktorý sa bude nachádzať priamo v priestoroch školy (chodby a učebne) a bude vybavený najmodernejšími technológiami, ktoré sa aktuálne využívajú v praxi hlavne v oblasti inteligentnej dopravy, ale aj priemyslu. Vzdelávací polygón bude umožňovať reálnu výučbu v simulovaných podmienkach praxe. Žiaci už počas svojho štúdia priamo v škole v rámci výučbového procesu budú pracovať s modernými dopravnými či priemyselnými technológiami a IKT vybavením zodpovedajúcim aktuálnym technologickým trendom. Škola bude viesť lepšie odprezentovať študijné odbory a ich uplatniteľnosť v praxi rodičom a žiakom, ale aj širokej verejnosti. Stane sa atraktívnym a moderným miestom pre štúdium a v neposlednom rade aj vzácnym zdrojom pracovných kapacít pre podniky nielen v regióne, ale aj v nadregionálnom meradle.

Cieľovými skupinami budú žiaci a zamestnanci školy, partnerské organizácie (aj formou externých školiteľov), klienti a školitelia Centra celoživotného vzdelávania, žiaci základných a iných stredných škôl, odborná verejnosť či široká verejnosť.

Očakávaným výsledkom je vznik špičkového vzdelávacieho centra nadregionálneho charakteru v doprave a priemysle, schopného poskytovať široký záber kvalitného odborného a inovatívneho vzdelávania v súlade s potrebami trhu práce v rámci celoživotného vzdelávania. Ďalším cieľom je zvýšenie atraktivity školy a najmä ponúkaných študijných odborov, z čoho vyplýva väčší počet uchádzačov o štúdium.

### **Projektový zámer je rozdelený do 4 samostatných projektov:**

- P1 Zvýšenie kvality a atraktivity priestorov odborného vzdelávania
- P2 Inovované vzdelávanie pre oblasť logistiky a špedície
- P3 Inovované vzdelávanie pre oblasť energetiky
- P4 Multifunkčné špičkové laboratórium pre nový študijný odbor inteligentné systémy v doprave a priemysle

# 1. P1 Zvýšenie kvality a atraktivity priestorov odborného vzdelávania

## **Zámer a ciele samostatného projektu**

Zámerom samostatného projektu je prostredníctvom navrhovaných rekonštrukcií vytvoriť moderné a atraktívne vzdelávacie centrum, znížiť energetickú náročnosť budovy školy v prepojení na inteligentné riešenia vykurovania školy a osvetlenia školy. Vytvoriť interaktívne výučbové a prezentačné zóny, vybudovať podmienky pre služby školy ako moderného Centra celoživotného vzdelávania v doprave (CCV), pre mimoškolské aktivity a aktivity školy s účasťou širšej verejnosti.

## **Špecifické ciele samostatného projektu**

- **P1.1** Vybudovanie priestorov Centra celoživotného vzdelávania v doprave a priemysle s vlastným zázemím a moderne vybavenými učebňami
- **P1.2** Vytvorenie funkčných interaktívnych prezentačných zón školy, ako vzdelávacieho polygónu
- **P1.3** Úspora energií po realizácii rekonštrukčných prác a vyregulovaní tepelnej sústavy s následným riešením inteligentného vykurovania a osvetlenia
- **P1.4** Zlepšenie ergonomie prostredia školy
- **P1.5** Zvýšenie možností realizácie aktivít kariérneho poradenstva a podpory odborného vzdelávania pre odbornú, ale aj širokú, laickú verejnosť
- **P1.6** Zvýšenie atraktivity školy pre záujemcov o štúdium vo všetkých ponúkaných formách vzdelávania

## 1.1. Opis samostatného projektu

### Východisková situácia a zdôvodnenie potreby realizácie samostatného projektu:

Budova školy je zastaralá a má značné tepelné úniky, čo nielen zvyšuje prevádzkové náklady, ale najmä znižuje komfort prostredia. Neatraktívne a v súčasnosti aj niektoré nefunkčné priestory je potrebné zrekonštruovať a vytvoriť moderný priestor pre vzdelávacie, prezentačné a mimoškolské aktivity s účasťou odbornej, ale aj širšej verejnosti.

Kapacita školy je 500 žiakov. Aktuálne školu navštevuje 313 žiakov, z toho 289 žiakov denného štúdia a 24 žiakov externého štúdia večernou formou. Vzhľadom na pripravovaný nový študijný odbor „Inteligentné systémy v doprave a priemysle“ a nový modul „Energetika“ v študijnom programe „Elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách“ sa predpokladá navýšenie počtu žiakov minimálne o 50.

Budova školy bola daná do užívania v roku 1991. Nie je zateplená. Je v nej pôvodná elektroinštalácia. Vykurovacie telesá ako aj tepelné rozvody v budove sú tiež pôvodné a nevyhovujú súčasným požiadavkám na efektívne vykurovanie. Minimálna možnosť regulácie a veľké tepelné úniky sú dôvodom pre plánované zateplenie budovy a riešenie efektívnejšieho vykurovania. V roku 2015 bola z dôvodu havarijného stavu rekonštruovaná a zateplená strecha budovy školy. V roku 2002 sa realizovala výmena okien za plastové v celej budove školy, okrem hlavného schodiska a šatní.

V súčasnosti v škole nie sú nefunkčné, prípadne nevyužívané priestory, okrem služobného bytu, ktorý je v pláne prebudovať na centrum celoživotného vzdelávania. Za týmto účelom je potrebné zrekonštruovať pôvodný služobný byt školníka so samostatným vchodom a vybudovať tu 2 plne vybavené učebne so zázemím.

Škola v súčasnosti disponuje: 4 jazykovými učebňami, 4 počítačovými učebňami, 1 matematickou učebňou, 3 odbornými (2 logistika a 1 cestné vozidlá) čo je spolu 25 učební. Ďalej sa tu nachádza 1 zborovňa, 11 kabinetov, 3 špeciálne laboratória (2 elektrotechnické a 1 diagnostické), 6 kancelárií, 1 žiacka klubovňa, 4 sklady, 5 miestností pre upratovačky, 2 miestnosti pre údržbu a dielne, 1 CO kryt, 1 služobný byt (3-izbový), 14 sociálnych zariadení,



1 miestnosť pre bufet, 6 miestností pre praktické vyučovanie (2 autodiely, 1 autoklapiareň, 1 dielňa ručného obrábania, 1 sústružňa, 1 motoráreň) a 1 telocvičňa.

Hlavnou výzvou a dôvodom pre realizáciu tohto projektu je aktuálne nastolená „horúca“ téma a to *akých absolventov potrebuje digitálne sa transformujúci podnik*. Dynamické zmeny v doprave a priemysle si vyžadujú aj systémovú transformáciu vzdelávania. Je potrebné zvýšiť kvalitu absolventov hlavne v oblasti rýchlo sa vyvíjajúcej automatizácie, robotizácie a digitalizácie. Už dnes vidíme nedostatok kvalifikovanej pracovnej sily. Podľa zamestnávateľov absolventom chýba dostatočná úroveň odborných vedomostí a tiež schopnosť použiť ich v praxi. Je nutné nastaviť vzdelávanie do študijných programov, ktoré budú dlhodobu a udržateľne reflektovať potreby a inovačné zmeny na trhu práce.

## 1.2. Očakávané výsledky samostatného projektu:

Zlepšenie ergonomie a kvality pracovného prostredia školy. Vytvorenie atraktívneho a moderného prostredia s priestorom na aktivity podporujúce kariérne poradenstvo, zvýšenie atraktivity odborného vzdelávania, mimoškolskú činnosť, celoživotné vzdelávanie a aktivity pre širšiu verejnosť mesta a regiónu, čím sa zvýši povedomie školy a jej postavenie nadregionálneho charakteru. Očakávaným výsledkom projektu je zároveň úspora energií a tým aj prevádzkových nákladov budovy školy.

Tabuľka 1: Prehľad jednotlivých navrhovaných aktivít a merateľných ukazovateľov samostatného projektu

Názov aktivity projektu	Opis aktivity projektu	Očakávané výsledky/merateľné ukazovatele
1. Rekonštrukcia budovy školy	Zateplenie celej budovy školy	Na základe projektového energetického hodnotenia podľa zákona 555/2005, v platnom znení zo 7/2019, by mal byť potenciál z úspor po vykonaní navrhovaných zmien 29,63%
	Vyregulovanie tepelnej sústavy	
	Výmena okien schodiska	
	Rekonštrukcia elektroinštalácie, výmena svetelných zdrojov	
2. Vybudovanie Centra celoživotného vzdelávania v doprave a priemysle rekonštrukciou ostatných priestorov školy	Demolačné a stavebné práce v potrebnom rozsahu na vybudovanie dvoch nových učební so zázemím (príslušenstvo + interiérové vybavenie). Rekonštrukcia elektroinštalácie, vybudovanie potrebnej kabeláže, rekonštrukcia sociálnych zariadení, opravy podláh a stien.	IKT učebňa s kapacitou 15 miest s príslušným vybavením
		Štandardná učebňa s kapacitou 20 miest s príslušným vybavením
		Oddychová zóna so zázemím
		Zrekonštruované sociálne zariadenia
3. Vybudovanie interaktívnych výučbových, prezentačných a oddychových zón	Demolačné a stavebné práce v potrebnom rozsahu, inštalácia prezentačných a výučbových panelov, oddychových zón vrátane príslušného interiérového a technologického vybavenia	Moderné prostredie školy, ktoré zatraktívni odborné vzdelávanie
4. Vybudovanie vzdelávacieho polygónu ako komplexu interaktívnych zón inteligentného riadenia procesov	Inštalácia prvkov inteligentného riadenia napojených na laboratórium Inteligentných systémov v doprave a priemysle (senzory, rozvody,...)	Zefektívnenie vzdelávacieho procesu v novom študijnom odbore prostredníctvom interaktívnych zón neformálnym spôsobom. Podpora popularizácie vedy a kariérneho poradenstva nadregionálneho charakteru.

### 1.3. Prehľad navrhovaných investícií

1. Rekonštrukcia budovy školy – 450 000 Eur s DPH
2. Stavebné práce spojené s vybudovaním CCV a interaktívnych výučbových a prezentačných priestorov – 135 000 Eur vrátane DPH
3. Interiérové vybavenie CCV a interaktívnych výučbových a prezentačných priestorov – 145 000 Eur vrátane DPH
4. HW a SW vybavenie IKT učebne v CCV - 50 000 Eur vrátane DPH
5. Vybudovanie vzdelávacieho polygónu – 200 000 Eur vrátane DPH

### 1.4. Návrh technického riešenia pre jednotlivé aktivity

#### 1.4.1. Rekonštrukcia budovy školy

Objekt predstavuje jedna štvorpodlažná budova, obdĺžnikového nepravidelného pôdorysu, zastrešená plochou strechou. Strecha bola zrekonštruovaná/zateplená kontaktným zateplením polystyrénom EPS 100, hrúbky 100mm + novou živичnou hydroizoláciou v roku 2015.

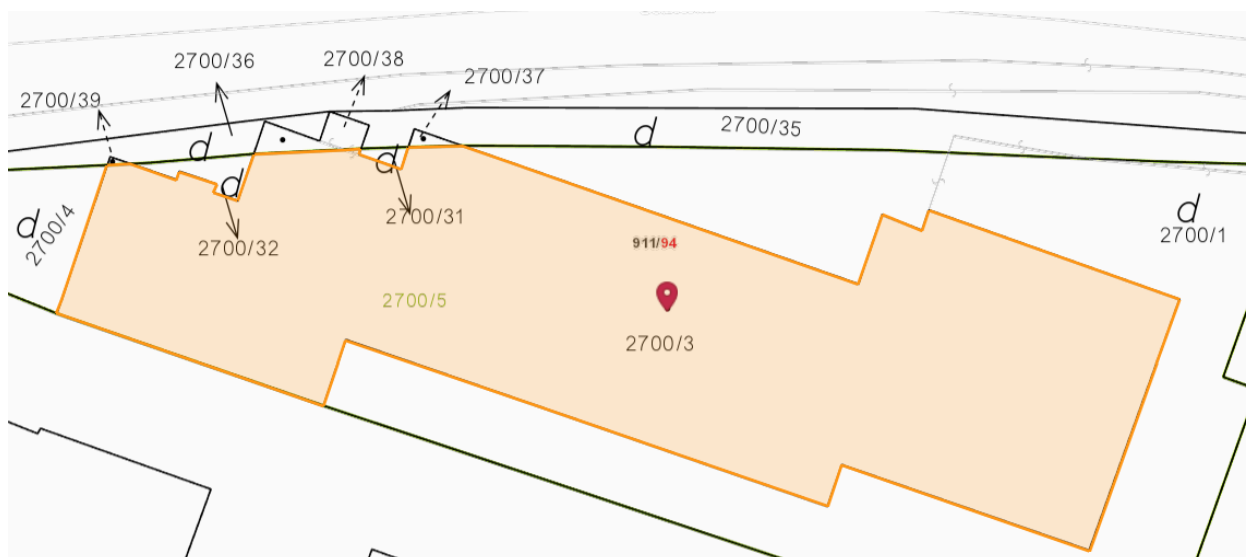
Vstup do objektu je zo Sokolskej ulice a zo strany nádvorja z ul. J. Švermu. Stavebný pozemok, na ktorom sa stavba nachádza je na parcelách č. 2700/3, 2700/31, 2700/32, 2700/39, 2700/38, 2700/37 v katastrálnom území mesta Zvolen.

Budova bola odovzdaná do prevádzky v roku 1991. Objekt školy predstavuje jedna budova so štyrmi nadzemnými podlažiami, zastrešená plochou strechou.

Z tepelno-technického hľadiska stavba nevyhovuje požiadavkám tepelno-technickej normy. Nedostatočný tepelný odpor jednotlivých častí objektu, výskyt tepelných mostov, kondenzácia tepelných pár v konštrukcii obvodového plášťa a iné stavebné nedostatky znižujú kvalitu stavebného diela, spôsobujú koróziu obvodových konštrukcií, zvyšujú náklady na vykurovanie a znižujú životnosť stavby.



Obrázok 1: Osadenie stavby



Obrázok 2: Koordinačná situácia

#### 1.4.1.1. Zateplenie budovy školy

Projekt pre stavebné povolenie na „Zníženie energetickej náročnosti stavby“ vypracovala Ing. Emília Lenárová v 07/2019. Statický posudok vypracoval Ing. Martin Haas v 07/2019. Predmetom statického posudku bolo posúdiť účinky priťaženia nosných konštrukcií v objekte školy zatepľovacím systémom a výmenou okenných otvorov na schodisku. Posudzovalo sa zaťaženie steny, zaťaženie vetrom (kolmo na budovu aj pozdĺžne s budovou), navrhlo sa mechanické upevnenie a konštrukčné zásady pre realizáciu zatepľovacieho systému. Posúdenie protipožiarnej bezpečnosti stavby vypracoval Ing. Rastislav Skrovný, PhD. v 06/2019 ako špecialista na protipožiarnu ochranu.

Predpokladaná doba výstavby je určená na 6 mesiacov. V čase realizácie stavebných prác bude objekt SPŠ dopravnej v plnej prevádzke, preto je vhodné využiť dva mesiace letných prázdnin (júl, august) kedy objekt prázdný. Ideálny scenár je začať práce na jar (marec) a ukončiť ich pred začiatkom nového školského roka (august).

Projektant čestne prehlásil, že technický stav obvodového muriva je v dobrom stave a po statickej stránke zateplenie neohrozí statiku obvodových stien.

Pred zateplením bude potrebné zrealizovať odstránenie nesúdržných, zvetraných, odutých a rozpraskaných pôvodných povrchových úprav obvodového plášťa a ostatných železobetónových prvkov v rozsahu 20%. Vybúrajú sa pôvodné výplne otvorov, existujúce sklobetónové schodišťové okná, existujúce vnútorné parapety na pôvodných oknách, odstrániť všetky vonkajšie parapety na oknách a hliníkové zateplenie všetkých stien, vybúrať vchodové brány do garáží.

Pred akýmkoľvek zásahom sa bude povrch omietky fotodokumentačne archívovať a tiež sa zamerajú grafické prvky.

#### 1.4.1.2. Vyregulovanie tepelnej sústavy

Objekt SPŠ dopravnej vo Zvolene je napájaný z centrálnej kotolne nachádzajúcej sa v suteréne SPŠ strojníckej vo Zvolene. Z centrálnej kotolne sú zásobované vykurovacou vodou z rozdeľovača a zberača jednotlivé vetvy:

- vetva školy SPŠ strojníckej
- vetva SPŠ dopravná (tu bude riešená hydraulické vyregulovanie)
- dielne ľavé
- dielne pravé
- VZT

Vykurovacia sústava ústredného vykurovania je vodná s núteným obehom vody. Zdrojom tepla sú existujúce stacionárne kotly na zemný plyn. Teplota vykurovacej vody pre vetvy je ekvitermicky regulovaná na každej vetve v priestore kotolne. Kotle sú kaskádovo spínané na základe vonkajšej teploty. Existujúce rozvody vykurovania sú vyhotovené z oceľových trubiek závitových bezošvých.

V miestnostiach objektu sú väčšinou existujúce liatinové článkové radiátory typu Kalor3 500/160 s rôznym počtom článkov.

V projektovej dokumentácii „*VYKUROVANIE – hydraulické vyregulovanie*) vypracovanej projektantom *Ing. Róbertom Krakovikom (TEMPLUM, spol. s r.o.)* je navrhnutá kompletná demontáž pôvodného systému vykurovania, ktorý by mal byť nahradený nasledovne:

Pôvodné vykurovacie telesá v miestnostiach budú nahradené novými panelovými radiátormi s mriežkou navrchu, ktoré sa dopoja na novovybudovaný rozvod z uhlíkovej ocele. Celkový počet radiátorov vo vykurovaných alebo temperovaných miestnostiach je 140.

Na vykurovacích telesách na prívode bude inštalovaný závitový termostatický ventil, priamy s prednastavením. Použitie termostatických ventilov v kombinácii s termostatickou hlavice umožňuje individuálne nastavenie teploty v rôznych miestnostiach a vďaka tomu je možné úsporne vyhriať jednotlivé miestnosti počas zimnej sezóny.

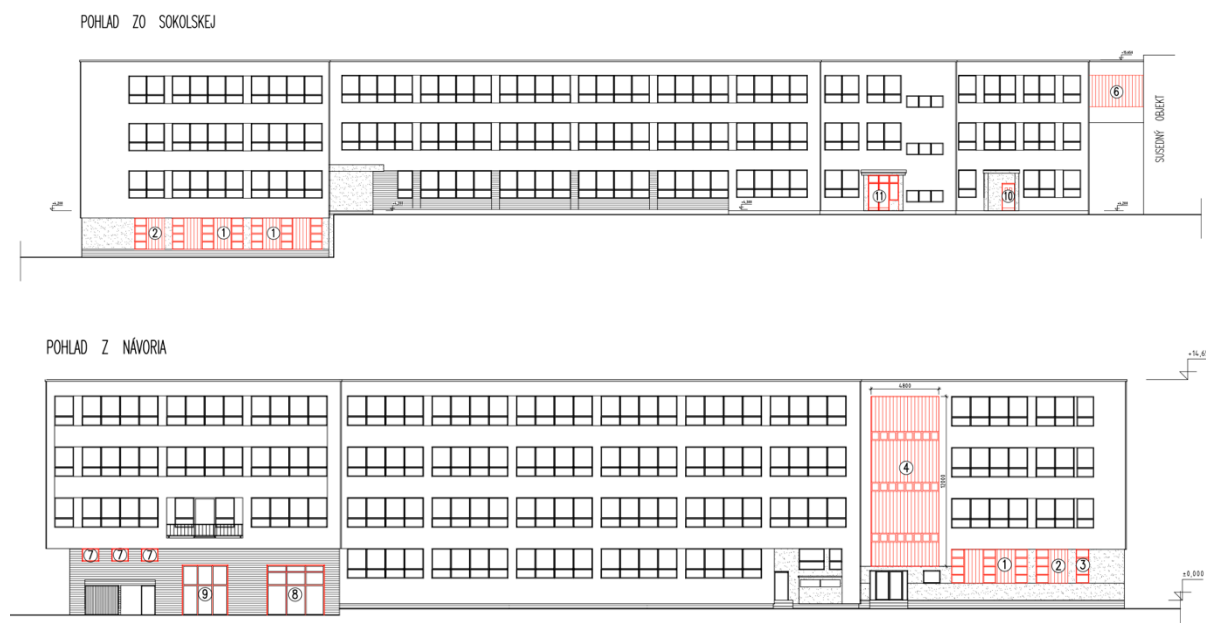
Hlavný vykurovací rozvod pre SPŠ dopravnú z centrálnej kotolne zostáva (oceľ 89x3,5). Pri vyústení z podlahy v rekonštruovanom objekte sa napojí cez priechodku na novo navrhované potrubie z uhlíkovej ocele.

Súčasťou tohto projektu hydraulického vyregulovania však nebolo podrobné skúmanie tepelno-technických vlastností konštrukcií ani správnosť návrhu vykurovacích telies, tento projekt preto neručí za dosiahnutie tepelnej pohody v miestnostiach kde dochádza z dôvodu poruchy konštrukcií k neúmernému nárastu tepelných strát ako aj v miestnostiach kde bol poddimenzovaný radiátor. Pre zabezpečenie komfortu užívateľov objektu pri voľbe vnútornej teploty v jednotlivých miestnostiach budú na termostatické ventily inštalované termostatické hlavice, ktorých úlohou je regulácia teploty v miestnosti na nastavenú hodnotu. Toto riešenie predstavuje pre užívateľov ovplyvnenie spotreby tepla pre vykurovanie. Termostatická hlavica pracuje ako proporcionálny regulátor, ktorý plynule ovplyvňuje teplotu v miestnosti prostredníctvom meniaceho sa hydraulického odporu ventilu.

Termostatická teplota umožňuje redukovať teplotu v miestnosti na nastavenú hodnotu no z princípu svojej funkcie nie je schopná zabezpečiť požiadavku na vnútornú teplotu v miestnosti, ktorá presahuje možnosti inštalovaného výkonu dané veľkosťou vykurovacieho telesa a teplotou vykurovacej vody na vstupe do objektu. Pre správnu funkciu termostatickej hlavice je nevyhnutné, aby mohla táto snímať referenčnú teplotu v miestnosti. Taktiež je potrebné dodržať podmienky osadenia a prevádzkovania. V prípade ak je termostatická hlavica zakrytá alebo obstavaná, resp. iným spôsobom je znemožnené správne snímanie teploty v miestnosti, regulácia nebude správne fungovať.

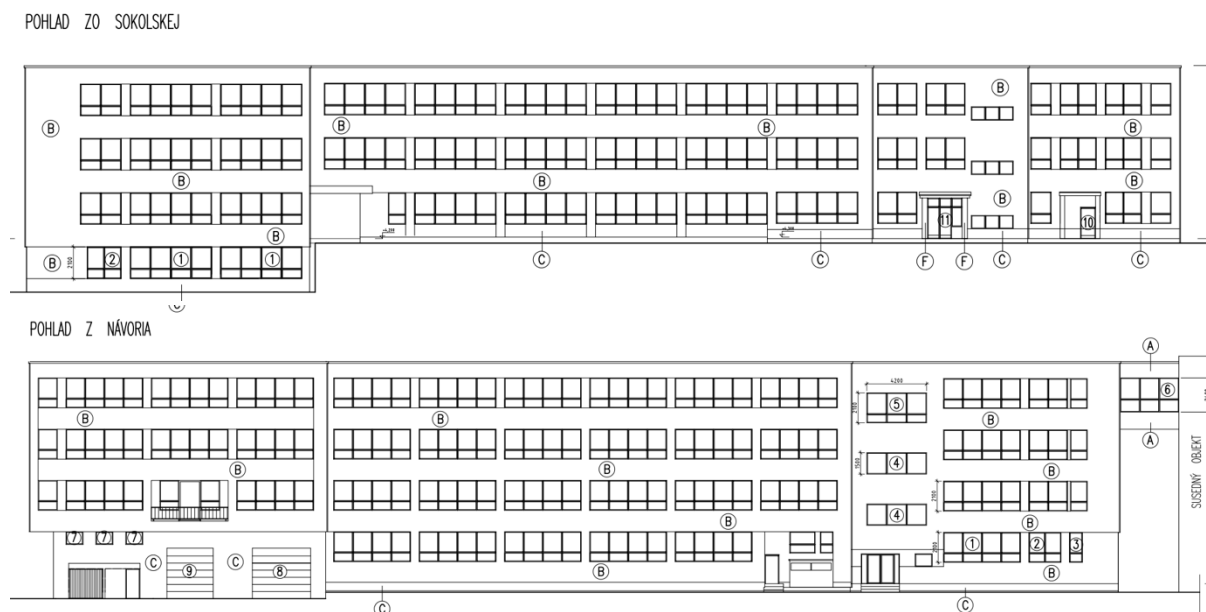
#### 1.4.1.3. Výmena okien

Nakoľko v roku 2002 boli vymenené všetky pôvodné okná za plastové okrem okien nachádzajúcich sa na schodiskách a v šatniach, je nevyhnutné pre zefektívnenie a vyregulovanie tepelnej sústavy vymeniť aj tieto, ktoré ostali v pôvodnom stave a z hľadiska únikov tepla sú úplne nevyhovujúce. Výmena okien je projektovaná v rámci vyššie uvedeného projektu na zníženie energetickej náročnosti stavby vypracovaný *Ing. Emíliou Lenárovou* v 07/2019.



Obrázok 3: Vonkajšie pohľady na presklené plochy, ktoré sa budú meniť

Presklené plochy na schodiskách a šatniach (1,2,3,4,6) budú vymenené za biele plastové okná rôznych rozmerov (viď obrázok). Návrh obsahuje okrem tohto aj výmenu dvoch kovových brán (8,9) pri pohľade z nádvorja za sekcionálne zateplené brány (jedna aj s dverami) a prislúchajúcich troch malých kovových okien (7) za plastové okná. Ďalej je navrhnutá výmena drevených vchodových dverí (10) za jednokrídlové plastové vchodové dvere, ktoré budú po rekonštrukcii slúžiť ako vchod do novovybudovaného Centra celoživotného vzdelávania a výmena presklených dvojkrídlových dverí (11) za plastovú zasklenú stenu s dvojkrídlovými dverami ako vedľajší chod do školy.



Obrázok 4: Vonkajšie pohľady na návrh výmeny presklených otvorov

Uvedený projekt obsahuje výpis navrhovaných plastových výrobkov vrátane parametrov a príslušných počtov. Pred zadáním do výroby sa však odporúča stavebný otvor zamerať priamo na objekte stavby.

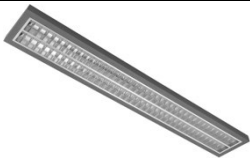
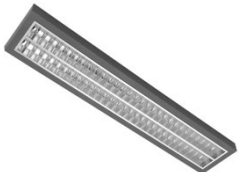



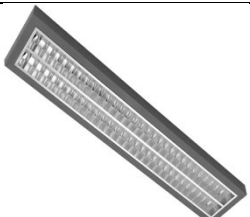




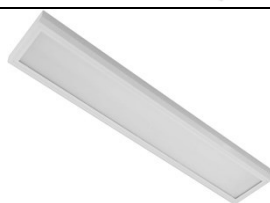

#### 1.4.1.4. Rekonštrukcia elektroinštalácie

V rámci existujúceho projektu na zníženie energetickej náročnosti stavby bola naprojektovaná aj výmena svietidiel na 1. – 4. nadzemnom podlaží. Predmetom projektu však neboli napájacie rozvody, či zásuvková elektroinštalácia. Projekt rieši len demontáž jestvujúcich svietidiel, náhradu jestvujúcich žiarovkových a žiarivkových svietidiel svietidlami s LED zdrojmi, pričom napájacia sústava a ovládanie svietidiel má zostať jestvujúce.

Vo väčšine miestností bol počet svietidiel postačujúci k dosiahnutiu osvetlenia podľa súčasne platných noriem, nie je teda potrebné zriaďovať nové svetelné obvody. Tam kde sa počty svietidiel nemenia sa po demontáži starých svietidiel na jestvujúce vývody napoja nové svietidlá podľa projektu. Tam kde sa počty svietidiel zvyšujú sa po demontáži starých svietidiel na jestvujúci vývod napojí lištová krabica so svorkovnicou a z nej sa vo vkladacích lištách káblami ponapájajú ostatné svietidlá.

Navrhnutých bolo niekoľko rôznych typov svietidiel:

	<b>Typ A</b> – závesné/prisadené LED svietidlo s leštenou hliníkovou mriežkou (1x 41W, 4900lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 747cd/klm). Tieto svietidlá sú primárne navrhnuté v učebniach, v zborovni a napr. tiež na sekretariáte.
	<b>Typ B</b> – závesné/ prisadené LED svietidlo s leštenou hliníkovou mriežkou (1x 37W, 4100lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 749cd/klm). Tieto svietidlá sú primárne navrhnuté v kabinetoch, kanceláriách či zasadačkách.
	<b>Typ C</b> – prisadené LED svietidlo s opálovým PMMA krytom a priemerom 375 mm (1x 27W, 2900lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 244 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do priestorov chodieb v rámci celej školy a tiež v priestoroch sociálnych zariadení.
	<b>Typ D</b> – prisadené LED svietidlo s opálovým skleneným krytom a priemerom 340 mm (1x 26W, 2150lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 244 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do priestorov sociálnych zariadení, či skladových priestorov.
	<b>Typ E</b> – prisadené LED svietidlo s opálovým PMMA krytom a priemerom 480 mm (1x 34W, 3900lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 255 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do priestorov sociálnych zariadení.
	<b>Typ F</b> – závesné/prisadené LED svietidlo s leštenou hliníkovou mriežkou (1x 26W, 3050lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 747 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do priestoru vrátnice.

	<b>Typ G</b> – závesné/prisadené LED asymetrické svietidlo (1x 35W, 4500lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 513 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do učební na osvetlenie katedry a plochy s tabuľou.
	<b>Typ H</b> – prisadené/závesné, štvorcové LED svietidlo s opálovým krytom (1x 23W, 3000lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 349 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do priestoru kancelárie riaditeľky školy.
	<b>Typ I</b> – prisadené/závesné LED svietidlo s opálovým krytom (1x 26W, 3300lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 350 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do špecializovanej učebne na diagnostiku.
	<b>Typ J</b> – prisadené/závesné LED svietidlo s mikroprizmatickým krytom (1x 44W, 5300lm, Ra 80, 4000k s elektronickým predradníkom a max. svietivosťou 586 cd/klm). Tieto svietidlá sú navrhnuté primárne do priestorov dielne.

V rámci tohto pôvodného návrhu nebolo uvažované s výmenou svietidiel v služobnom byte. Nakoľko je predmetom projektového zámeru P1 aj rekonštrukcia služobného bytu s cieľom zriadiť tu Centrum celoživotného vzdelávania je potrebné pôvodný návrh doplniť aj o tieto priestory. Vypočítať potrebnú svetelnosť v zmysle normy a navrhnuť počty a parametre LED svietidiel ideálne z typov svietidiel uvedených v tabuľke, aby v rámci školy bola zachovaná dizajnová uniformita.

Aj keď škola v súčasnosti nedisponuje projektovou dokumentáciou na kompletnú rekonštrukciu elektroinštalácie, ale len na výmenu existujúcich svietidiel, za účelom realizácie projektového zámeru „*Inovatívne technológie a systémy v doprave a priemysle*“, ju odporúčame naprojektovať a následne realizovať v rámci celého objektu školy.

Čiastkovo sa s rekonštrukciou elektroinštalácie v rozpočte projektového zámeru počíta v projektovom zámere P1 v rámci rekonštrukcie služobného bytu za účelom vybudovania Centra celoživotného vzdelávania. No tiež je nevyhnutnou súčasťou realizácie špecializovaných laboratórií a prezentačnej sály v projektoch P2, P3 a P4, kde budú podstatne odlišné a hlavne vyššie nároky na napájaciu sústavu ako bolo realizované pôvodne za účelom štandardných učební a chodieb.

Logická nadväznosť na ďalšie aktivity projektového zámeru (vybudovanie vzdelávacieho polygónu ako komplexu interaktívnych zón inteligentného riadenia procesov) bude popísané nižšie v rámci príslušnej aktivity.

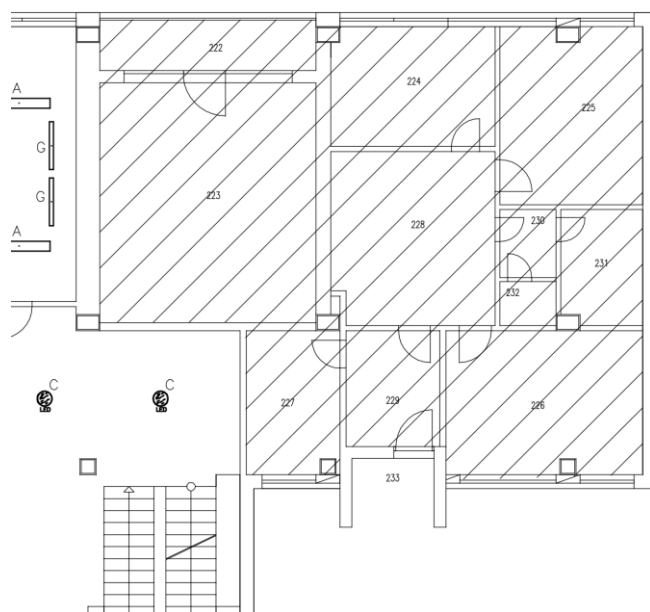
#### 1.4.1.5. Ochrana objektu pred bleskom

V rámci rekonštrukcie budovy je navrhnutá aj rekonštrukcia systému ochrany objektu pred bleskom. Objekt je vybavený bleskozvodom, ktorý nevyhovuje súčasne platným STN z hľadiska geometrie zberacej sústavy a počtu zvodov. Keď sa bude objekt zatepľovať tak sa v súvislosti s tým zdemontujú jestvujúce zvody až po skúšobné svorky. Strecha bola zateplená už v predchádzajúcom období. Tam demontáže nebudú realizované,

doplní sa len mrežová zberacia sústava. Na uzemnenie rekonštruovaného bleskozvodu sa využije existujúca uzemňovacia sústava doplnená podľa projektu na „Zníženie energetickej náročnosti stavby“ od Ing. Emílie Lenárovej z 07/2019.

#### 1.4.2. Vybudovanie Centra celoživotného vzdelávania v doprave a priemysle rekonštrukciou ostatných priestorov školy

Budova školy disponuje aj 3-izbovým služobným bytom, ktorý v súčasnosti už nie je využívaný. Nakoľko má samostatný vchod z ulice, je vhodným priestorom pre vybudovanie Centra celoživotného vzdelávania, ktoré bude využívané aj vo večerných hodinách bez prístupu do zvyšnej časti školy. Počas dennej prevádzky školy bude pravdaže pre účely celoživotného vzdelávania slúžiť celá škola ako vzdelávací polygón.



Obrázok 5: Pôdorys služobného bytu

Služobný byt disponuje nasledovnými priestormi:

Tabuľka 2: Zoznam miestností v služobnom byte

Kat. priestoru	Číslo priestoru	Výmera priestoru
Lodžia	222	6,48 m <sup>2</sup>
Izba	223	34,71 m <sup>2</sup>
Kuchyňa	224	12,05 m <sup>2</sup>
Izba	225	16,1 m <sup>2</sup>
Izba	226	17,71 m <sup>2</sup>
Sklad	227	8,05 m <sup>2</sup>
Hala	228	18,02 m <sup>2</sup>
Predsieň	229	6,86 m <sup>2</sup>
Predsieň	230	2,38 m <sup>2</sup>
Kúpeľňa	231	5,95 m <sup>2</sup>
WC	232	1,54 m <sup>2</sup>
		<b>129,85 m<sup>2</sup></b>

Údaje boli prevzaté z projektovej dokumentácie „SPŠ dopravná Zvolen – rekonštrukcia objektov – zníženie energetickej náročnosti“ z 07/2019.



#### 1.4.2.1. Demolačné a stavebné práce

Cieľom je vybudovať 2 učebne a oddychové zázemie. Za týmto účelom navrhujeme nasledovné stavebné úpravy:

- zrušiť „nenosnú“ priečku medzi izbou (225) a kuchyňou (224) a medzi izbou (225) a halou (228)
- posunúť „nenosnú“ priečku medzi kuchyňou (224) a halou (228) na úroveň priečky medzi izbou (225) a sociálnym zariadením, čím sa vytvorí jeden súvislý otvorený priestor s odhadovanou výmerou 34,15 m<sup>2</sup>. Výmera haly sa zmenší približne o 1/3 (po novom by mohla mať cca 12 m<sup>2</sup>). Týmto zmenami získame dve približne rovnaké miestnosti (izba 223 a nová miestnosť 224+225), ktoré budú slúžiť ako učebne.
- na novej posunutej priečke bude potrebné vytvoriť stavebný otvor pre dvere štandardného rozmeru 80cm. Zároveň bude treba posunúť dvere na nosnej priečke medzi izbou (223) a halou (228) tak, aby sa v novej dispozícii priestoru vchádzalo do učebne (izby 223) z haly (228) a nie z druhej učebne, čím by sa znížil komfort vyučovania z dôvodu jej priechodnosti.
- priestor určený pre sociálne zariadenia je v súčasnosti rozdelený na 3 priestory (predsieň, kúpeľňa a WC). V rámci Centra celoživotného vzdelávania nebude potrebné mať vybudovanú kúpeľňu so sprchou, namiesto toho je potrebné vytvoriť tam samostatné WC pre pánov a dámy. Navrhujeme preto zbúrať vnútorné „nenosné“ priečky a celý priestor o výmere približne 9,87 m<sup>2</sup> rozdeliť na 2 samostatné miestnosti, do ktorých sa bude vchádzať z haly. Zároveň bude potrebné urobiť stavebný otvor pre ďalšie dvere v priečke medzi halou 228 a sociálnym zariadením. Dvere by boli široké 60 cm tak ako pôvodné. Novovybudované miestnosti „WC dámy“ a WC páni“ by mali výmeru približne 4,9 m<sup>2</sup> (úzky dlhý priestor), čo by malo postačovať na 2 kabínky WC a jedno umývadlo v predsieni.
- Izba (226) ostane stavebne nezmenená, no zmení sa jej účel. Tu bude vytvorená kuchynka so zázemím na oddych a občerstvenie.
- rovnako ostane stavebne nezmenená aj miestnosť sklad (227) a bude slúžiť ako kabinet, sklad a zázemie pre vyučujúcich.

#### 1.4.2.2. Funkcionalita a vybavenie navrhovaných priestorov

Prestavbou zvoleného priestoru (služobný byt) škola získa dve učebne s podobne veľkou výmerou. Jedna učebňa (pôvodná s číslom 223 a lodžiou) bude počítačovo vybavená s kapacitou 15 miest + 1 miesto pre učiteľa. Vzhľadom na priestor je ideálne rozloženie pracovísk po obvode miestnosti aj v strede (viď obrázok). Katedra bude umiestnená v časti vstupu do miestnosti (učiteľ vstupuje do miestnosti z boku a postupuje priamo ku katedre). Jedno pracovisko bude vybavené pracovným stolom o rozmeroch cca 90 x 65 cm, kancelárskou stoličkou na kolieskach, PC s monitorom a myšou. Rovnaké vybavenie bude mať aj pracovisko učiteľa. Na stene za chrbtom učiteľa by bola 1 alebo 2 veľkoplošné obrazovky/interaktívna tabuľa pripojené do siete s možnosťou vizualizácie z rôznych zdrojov, riadené z pracoviska učiteľa.

Vstup do učebne bude riadený prostredníctvom osobnej prístupovej karty a aktivita vnútri učebne bude monitorovaná kamerovým systémom. Vstupné dvere do učebne navrhujeme realizovať z priehľadného skla, aby bolo jednoduchšie identifikovať prebiehajúce vyučovanie a rovnako aby mohol učiteľ od katedry sledovať a reagovať na aktivitu v hale.

Druhá učebňa, ktorá vznikla spojením priestoru 224, 225 a časťou haly 228 bude slúžiť ako štandardná učebňa s kapacitou 20 miest + 1 miesto pre učiteľa. Stoly budú usporiadané štandardne v dvojiciach a stredovou uličkou natočené smerom ku katedre (viď obrázok č.6). Katedra je umiestnená v časti vstupu do miestnosti (učiteľ vchádza z boku do miestnosti a priamo prechádza ku katedre). Katedra bude tvorená interaktívnou tabuľou, ktorú by obsluhoval učiteľ pomocou prenosného počítača (notebooku).

Vstup do učebne bude riadený prostredníctvom osobnej prístupovej karty a aktivita vnútri učebne bude monitorovaná kamerovým systémom. Vstupné dvere do učebne navrhujeme realizovať z priehľadného skla, aby bolo jednoduchšie identifikovať prebiehajúce vyučovanie a rovnako aby mohol učiteľ od katedry sledovať a reagovať na aktivitu v hale.

Ďalším funkčným priestorom bude novovybudovaná kuchynka a oddychová zóna v miestnosti 226. Zriadenie kuchynky v tejto miestnosti umožňuje dostupný rozvod vody. Vybavená bude kuchynskou linkou s drezom a pitnou vodou, spotrebičmi ako mikrovlnka, kávovar, rýchlovarná kanvica a chladnička. Ideálne je zriadiť tu aspoň 12 miest na sedenie napr. pri 3 samostatných kruhových stoloch. Vstup do priestoru kuchynky je tiež ideálne vybaviť presklenými dverami rovnako ako vstup do predsieni, ktorá bude vybavená úložným systémom na topánky a kabáty.

Prestavbou pôvodného priestoru sociálnych zariadení sa získajú aj dve samostatné WC miestnosti rozdelené podľa pohlaví a vybavené vstupom s plnými dverami.

Z haly sa teda bude vstupovať presklenými dverami do dvoch učební, do kuchynky, do predsieni a dvomi plnými dverami do toaliet. Z predsieni sa bude vstupovať do kabinetu – zázemie pre vyučujúcich a zároveň miesto pre skladovanie učebných a iných pomôcok.

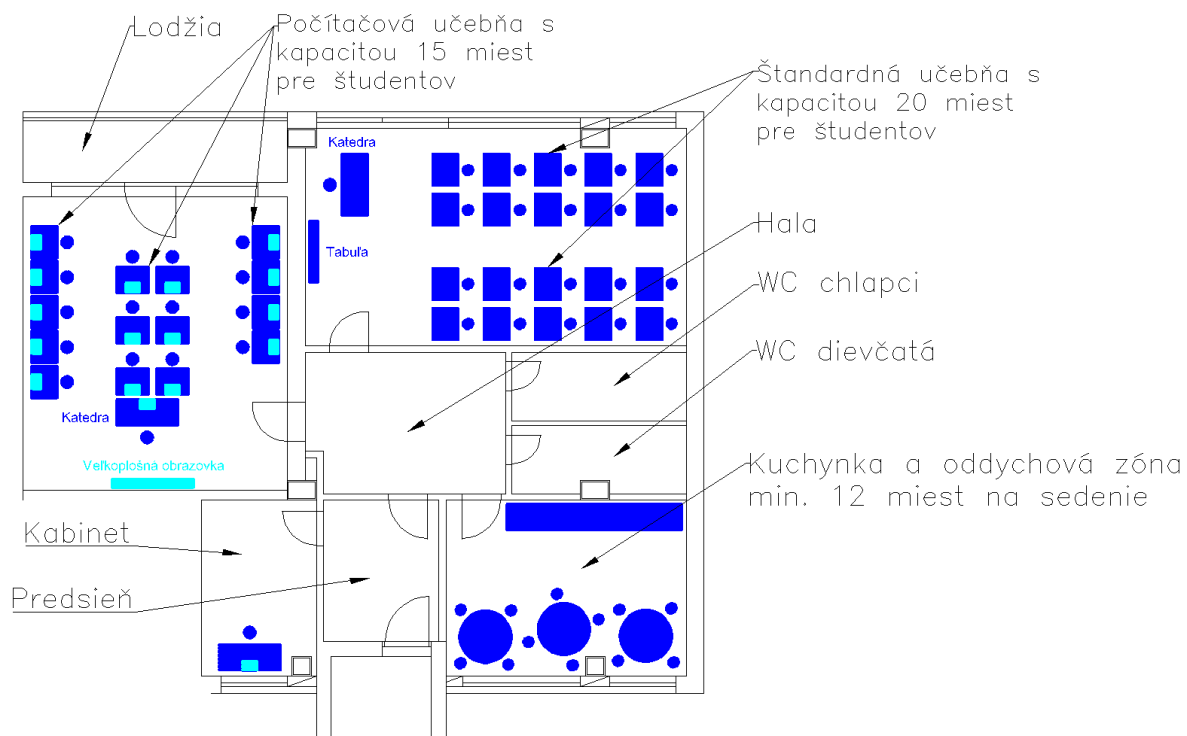
Hala by mohla byť vhodne doplnená o malé odpočinkové sedenie s príručným stolíkom. Na stene oproti vchodu by mohla byť umiestnená veľkoplošná obrazovka zobrazujúca aktuálny rozvrh s menami vyučujúcich, s aktuálnym stavom (prebieha a končí za 15 minút, alebo prestávka a začne o 2 minúty), alebo samostojacou interaktívnou tabuľou. Tieto informácie by boli rotované s vizualizáciou školy, informáciami o celoživotnom vzdelávaní, o výučbovom polygóne zriadenom v rámci tohto projektu.

Dochádzkový systém by bol plne elektronický. Každý študent bude disponovať čipovou kartou a zároveň prihlasovacími údajmi do webového informačného systému (napr. Edupage). Svoju neúčast' bude vedieť ospravedlniť/nahlásiť dopredu cez web, účasť sa priamo do systému zaeviduje „pípnutím“ pri vstupe do budovy/haly/príp. priamo do učebne. Ideálne je aj samotný vstup od ulice vybaviť prístupovým kartovým systémom, čím sa zabezpečí bezpečná prevádzka centra celoživotného vzdelávania bez potreby prítomnosti vrátnika.

Priestor navrhujeme ďalej vybaviť bezpečnostným systémom napojeným na centrálny pult ochrany. Jednotlivé miestnosti budú vybavené pohybovými senzormi a okennými senzormi. Miestnosti bude možné zakódovať (uzamknúť) separátne. Napr. v prípade, že vyučovanie v jednej učebni skončí, učiteľ ju môže uzamknúť/zakódovať alarmom. Odporúčame na vstupné kartové terminály umiestniť aj kontrolné svetielka, ktoré by signalizovali zapnutý alarm v danej miestnosti (červené svetlo by signalizovalo, že priestor je zakódovaný, zelené, že priestor je odkódovaný). Zapínanie a vypínanie alarmu by mohli vykonávať len oprávnené osoby (učitelia so svojimi prístupovými čipovými kartami, ktoré budú oprávnené na tento úkon).

***Poznámka: Exaktný návrh/projekt pre realizáciu stavebných úprav bude potrebné urobiť v zmysle skutočného zamerania, nakoľko poskytnutá dokumentácia [1] nereprezentuje skutočnosť. Boli zistené odchýlky v rozmeroch jednotlivých priestorov, nie však dramatické.***

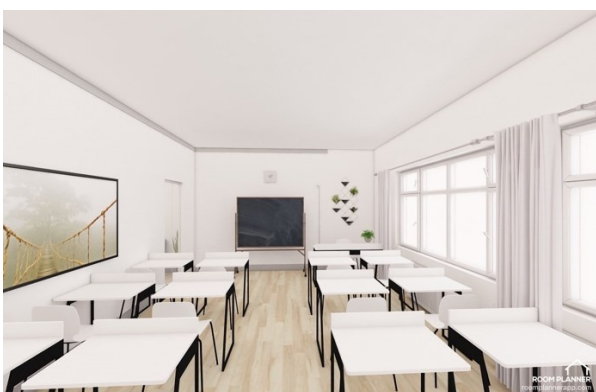
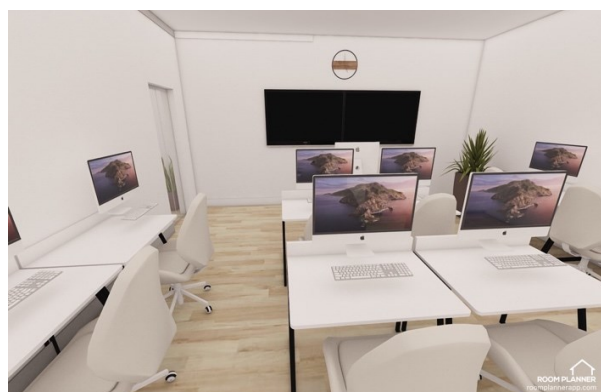
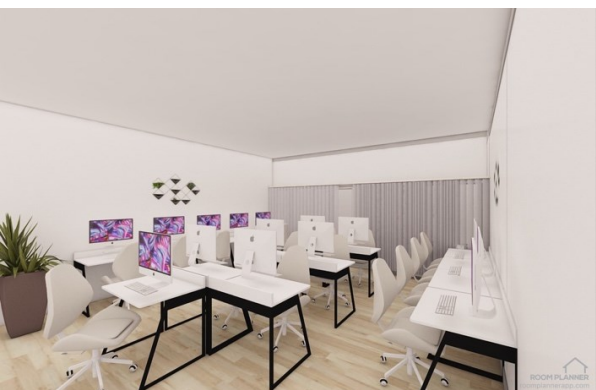
V čase vyhotovenia architektonickej štúdie zhotoviteľ nedisponoval projektovou dokumentáciou k elektroinštalácii priestoru služobného bytu. Vzhľadom na rozsah stavebných úprav a kompletnú zmenu účelu týchto priestorov bude potrebné existujúcu elektroinštaláciu kompletne vymeniť (kabeláž napájacej sústavy, riadiace prvky, svetelné zdroje, elektrické zástrčky). Zároveň navrhujeme aj v tomto priestore implementovať inteligentné prvky pre riadenie osvetlenia, vykurovania, či odberu elektrickej energie. Sensory na monitorovanie kvality vzduchu, pohybové senzory a iné, rovnako ako je to plánované a popísané v aktivite 4 pre ostatné výučbové priestory školy.



Obrázok 6: 2D schéma navrhovanej dispozície centra celoživotného vzdelávania



Obrázok 7: schéma navrhovanej dispozície centra celoživotného vzdelávania







Obrázok 8: 3D náhľady na návrh interiérového vybavenia CCV

### 1.4.3. Vybudovanie interaktívnych výučbových, prezentačných a oddychových zón

V rámci aktivity na vybudovanie vzdelávacieho polygónu, ale aj ďalších aktivít v rámci projektových zámerov P2, P3 a P4 bude v budove školy osadených množstvo senzorických a riadiacich systémov, ktorých funkcionalita a účel bude prezentovaný interaktívnou digitálnou formou a to prostredníctvom dotykových panelov rôznych veľkostí vhodne umiestnených v rámci celej školy.

Interaktívnymi panelmi budú vybavené priestory a plochy, ktoré budú zároveň slúžiť ako oddychové/čakacie zóny. Takýchto zón bude v rámci budovy školy vytvorených viac.

#### 1.4.3.1. Oddychová zóna 1

S interaktívnymi prvkami sa bude nachádzať priamo na hlavnom vstupe do školy (zo Sokolskej ulice) vo vstupnom vestibule pri vrátnici. Vybavená by mohla byť ideálne 2 polkruhovými pohovkami a príručnými stolíkmi. Pohovky budú chrbtom k stene s dizajnovým obkladom. Podlaha pod pohovkami by mohla byť pokrytá priemyselným kobercom pre lepšie optické vyčlenenie oddychovej zóny. Predpokladaná plocha by bola 4 x 2m. Existujúce nástenky na jednej aj druhej strane vestibulu na úrovni bočných stĺpov, by boli nahradené stojacimi interaktívnymi tabuľami. Oddychová zóna bude zároveň disponovať nabíjačkami vyvedenými priamo do konferenčného stolíka. Nabíjačka bude obsahovať USB porty vrátane USB káblov a zároveň štandardnú prípojku do elektrickej siete.

Vhodnou stavebnou úpravou v tomto priestore by bola rekonštrukcia/výmena dverí na ľavej aj pravej strane z pohľadu vstupu. Práve v týchto chodbách totižto budú umiestnené technologické systémy slúžiace na výučbu a prezentačné účely. Vhodné by boli presklené dvere, pričom dvere napravo od vstupného vestibulu musia byť protipožiarne s požadovanými vlastnosťami. Ďalšou stavebnou úpravou budú podlahy v priestore vestibulu a chodieb, ktoré by bolo ideálne pokryť liatou polyuretánovou, epoxidovou alebo mikrocementovou podlahou (záležať bude aj na požadovanom dizajne). Dôvodom použitia práve liatej podlahy je fakt, že v priestoroch kde budú osadené technologické systémy sa predpokladá, že niektoré senzory budú zaliate v podlahe. Aplikáciou tejto podlahy do celého priestoru vestibulu a chodieb docielime, že priestor bude pekne dizajnový na seba nadväzovať a bude pôsobiť kompaktné.



Obrázok 9: Priestor pre Oddychovú zónu 1

#### 1.4.3.2. Oddychová zóna 2

S interaktívnymi prvkami sa bude nachádzať v chodbe napravo (z pohľadu od vrátnice) v rámci novovybudovanej prezentačnej sály. Vybavená by mohla byť ideálne 3 polkruhovými pohovkami vrátane konferenčných stolíkov. Ako doplnujúce sedenie ku každému stolíku navrhujeme malé kruhové taburetky (3ks k jednému stolíku). Pohovky budú chrbtom k oknám a pred sebou budú mať grafitovú stenu, ktorá bude v rámci rekonštrukcie priestorov ponechaná ako dizajnový prvok. Podlaha pod pohovkami by mohla byť pokrytá priemyselným kobercom pre lepšie optické vyčlenenie oddychovej zóny. Predpokladaná plocha by bola 5 x 2 – 2,5m. Oddychová zóna bude zároveň disponovať nabíjačkami vyvedenými priamo do konferenčného stolíka. Nabíjačka bude obsahovať USB porty vrátane USB káblov a zároveň štandardnú prípojku do elektrickej siete. Vo vyčlenenom priestore oddychovej zóny budú umiestnené aj dve veľké na výšku stojace interaktívne tabule, ktoré by mohli nahradiť v súčasnosti existujúce drevené nástenky na protiľahlej stene na konci chodby (viď. Obr. 10).



Obrázok 10: Priestor pre oddychovú zónu 2



Obrázok 11: Ilustračný 3D návrh oddychovej zóny

#### 1.4.3.3. Oddychová zóna 3

S interaktívnymi prvkami sa bude nachádzať o poschodie vyššie na chodbe pred kancelárkami. Vybavená bude ideálne tromi sedačkami vrátane konferenčných stolíkov a doplňujúceho sedenia v podobe malých taburetov. Podlaha pod pohovkami by mohla byť pokrytá priemyselným kobercom pre lepšie optické vyčlenenie oddychovej zóny. Predpokladaná plocha by bola 5 x 2 – 2,5m. Oddychová zóna bude zároveň disponovať nabíjačkami vyvedenými priamo do konferenčného stolíka. Nabíjačka bude obsahovať USB porty vrátane USB káblov a zároveň štandardnú prípojku do elektrickej siete. Vo vyčlenenom priestore oddychovej zóny budú umiestnené aj dve veľké na výšku stojace interaktívne tabule.

Vhodnou stavebnou úpravou v tomto priestore by bola rekonštrukcia/výmena dverí z chodby od schodiska. Práve v týchto chodbách totižto budú umiestnené technologické systémy slúžiace na výučbu a prezentačné účely. Vhodné by preto boli presklené dvere. Ďalšou stavebnou úpravou bude podlaha v priestore tejto chodby, ktorej obnova by priestoru pridala na atraktivitu nakoľko má slúžiť na prezentačné účely. Výber podlahy je voliteľný vzhľadom na požadovaný dizajn nadväzujúcich priestorov. Môže to byť liata podlaha podobne ako je to navrhnuté na 1 nadzemnom podlaží (kde je však tento typ podlahy zvolený aj z dôvodu osadenia senzorov).



Obrázok 12: Súčasný stav chodba pred kancelárkami

#### 1.4.3.4. Interaktívne digitálne panely

Digitálne interaktívne panely budú aktívne komunikačné prvky ako počítače alebo tablety, ktoré dokážu to čo iné bežné mobilné zariadenia, či smartfóny alebo laptopy. Panely majú množstvo doplnkov a periférií. Panel je schopný zobrazovať akékoľvek externé dáta, ktoré sú posielané na obrazovku a interakciou ovládané na základe vstupov od užívateľa.

V rámci priestoru školy navrhujeme osadiť niekoľko typov interaktívnych panelov:

- **Typ 1** – jednostranný samostatne stojaci digitálny panel s FHD alebo UHD LCD displejom s LED podsvietením a vysokým rozlíšením. Panel napájaný 230V AC, pripojenie do internetu možné cez Wifi, LAN alebo 4G/5G sieť. Možnosť offline režimu (prezentácie a videá sú prehrávané podľa zadáných parametrov napr. z USB kľúča). Displej je ďalej vybavený kamerou pre rozšírené možnosti interakcie. Displej je dotykový (viacbodový). Predpokladaný rozmer 55 – 65“. Okrem toho budú niektoré jednostranné panely disponovať aj čítačkou RFID čipov.
- **Typ 2** – informačný kiosk alebo digitálna mapa, interaktívna tabuľa ako voľne stojaci informačný prvok, displej (predpokladaný rozmer 32“)
- **Typ 3** – mini PC panel s dotykovou obrazovkou (predpokladaný rozmer 15 – 19“)
- **Typ 4** – 85“ interaktívna tabuľa vybavená kamerou a digitálnym perom



Obrázok 13 Jednostranný interaktívny digitálny panel





Obrázok 14 Informačný kiosk a mini PC panel



Obrázok 15 Interaktívna tabuľa

#### **Umiestnenie, funkcionálnosť a obsah jednotlivých navrhovaných interaktívnych panelov**

V vstupnej časti školy, vo vestibule pri oddychovej zóne 1 predpokladáme umiestniť dva jednostranné interaktívne panely (typ 1). Nahradiť existujúce drevené nástenky. Interaktívne tabule budú slúžiť na:

- oznamy
- aktuálne informácie/novinky
- informácie o počasi, dátum, aktuálny čas
- webový prehliadač
- rozvrh hodín podľa tried (s možnosťou výpisu obsadenosti učiteľa)
- virtuálna mapa školských priestorov s navigáciou
- fotogaléria školy a školských eventov
- propagácia vzdelávacieho polygónu, náhľad a opísaná funkcionálnosť. Prostredníctvom interakcie cez dotykový displej sa môže človek preklikať až po požadovaný detail jednotlivých prvkov v rámci vzdelávacieho polygónu
- študenti a zamestnanci sa zároveň môžu prostredníctvom svojej čipovej karty prihlásiť do rôznych aplikácií, prieskumov, eventov (na obed) a pod.

V oddychovej zóne 1 sa bude zároveň nachádzať aj mini PC panel (Typ 3) pevne spojený so zemou alebo konferenčným stolíkom. Jeho funkcionálnosť bude obdobná ako veľkého interaktívneho panela.

V prezentačnej sále (chodba vpravo z pohľadu od vrátnice) kde sa bude nachádzať aj oddychová zóna 2, budú osadené dva jednostranné interaktívne panely (Typ 1) ideálne v mieste, kde sú v súčasnosti drevené nástenky (na protiľahlej stene na konci chodby). Ďalej tu bude osadený aj jeden informačný kiosk (typ 2). Infokiosk bude v prezentačnej sále plniť aj funkciu vizualizácie dopravného systému nasadeného v prezentačnej sále (je tu plánovaný cestný kontrolný bod).

Pred vstupom do dvoch špecializovaných laboratórií ISDP I a ISDP II budú na stene vedľa dverí mini PC panely. Panely budú slúžiť na zobrazovanie aktuálnych informácií ako: rozvrh hodín pre danú miestnosť (koľko ostáva do konca hodiny, alebo do začiatku novej), koľko ľudí je aktuálne v miestnosti, aká teplota a kvalita ovzdušia je v miestnosti a iné podľa potreby. Mini PC panel bude disponovať aj čítačkou RFID a plniť bude funkciu

vstupného terminálu. Žiaci sa budú prostredníctvom RFID tagov (v podobe kariet, priveskov, ...) identifikovať. Učiteľ tak bude mať k dispozícii automatickú elektronickú prezenčnú listinu. Ak by bol tento systém spojený aj s nejakým elektronickým systémom pre ospravedlnenie neúčasti (niečo na spôsob rezervačných systémov), tak by učiteľ mal automaticky aj informáciu, kto chýba a prečo (či je jeho neúčast' ospravedlnená), alebo si tam študent zaklikne (všetci študenti majú smartfóny a predplatené dáta), že mu mešká spoj a príp. môže zapnúť lokalizačné služby a učiteľ bude vedieť, kde sa nachádza a koľko mu to ešte bude trvať.

Gravovaná prezentačná forma môže byť urobená ako autobus alebo vlak s cestujúcimi (kde podľa schémy ako študenti sedia v laviciach) bude vyobrazená obsadenosť a čas ostávajúci do odchodu spoja. Obsadenosť sa bude snímať prostredníctvom kamier na podobnom princípe ako fungujú inteligentné parkoviská.

Tretia oddychová zóna sa nachádza na poschodí pred kancelárskimi. V rámci nej bude osadená jednostranná interaktívna tabuľa (typ 1) a zároveň informačný kiosk (typ 2), ktorý bude plniť aj funkciu vizualizácie dopravného systému nasadeného v rámci tohto priestoru (je tu plánovaný železničný kontrolný bod zrealizovaný na modelovej železnici). Pred vstupom do tejto chodby bude osadený jednostranný interaktívny panel (typ 1) ako náhrada existujúcej drevenej nástenky.

Mini PC panel (typ 3) s RFID čítačkou bude osadený aj pred učebňou logistiky (na prízemí) a bude mať rovnakú funkcionálnosť ako panely pred učebňami ISDP I a ISDP II.

Interaktívnymi prvkami bude vybavené aj Centrum celoživotného vzdelávania. Tu navrhujeme osadiť vo vstupnej hale jeden jednostranný interaktívny panel (Typ 1) a dva mini PC panely (Typ 3), ktoré okrem informačného charakteru budú plniť aj účel vstupného terminálu nakoľko budú vybavené RFID čítačkou.

V učebniach ISDP I a ISDP II navrhujeme namiesto štandardnej školskej tabule osadiť 85" interaktívnu tabuľu (Typ 4) od Microsoftu so zabudovaným mikrofónom, reproduktorom a 4K Ultra HD rozlíšením, ktorá súčasne umožní využívať zariadenie aj ako skutočnú bielu tabuľu na písanie s podporou pre elektronický atrament, či možnosť vyhľadávania. Nechýba zdieľanie obrazovky s ostatnými Android, Windows a iOS zariadeniami. Tabuľa zároveň umožní, aby ste ju otáčali či nakláňali do strán a s ňou sa bude automaticky otáčať aj displej. Tabule majú stojan s kolieskami a preto sú mobilné. V prípade potreby ich je možné premiestniť a použiť na prezentáciu s pripojenými vzdialenými účastníkmi. V rámci vysokošpecializovanej odbornej výuky sa predpokladá aj účasť externých lektorov priamo z praxe, či vysokoškolského prostredia. Interaktívna tabuľa bude preto skvelou pomôckou na prácu aj so vzdialenými užívateľmi/lektormi.

Súhrnné je navrhnutých:

- 7 jednostranných interaktívnych digitálnych panelov (Typ 1)
- 2 informačné kiosky (Typ 2)
- 6 miniPC panelov (Typ 3)
- 2 85" interaktívne tabule (Typ 4)

V rámci tejto aktivity budú laboratória ISDP I a ISDP II vybavené AI kamerou s funkciou objektovej analýzy, ktorá bude prebiehať priamo v kamere. Pôjde o rovnaký typ kamery aký bude použitý aj v rámci modelového parkoviska. V triedach sa však kamery budú využívať na detekciu osôb a obsadenosti triedy. V softvérovom rozhraní kamery sa nastaví virtuálne slučky zodpovedajúce jednotlivým stoličkám/miestam v triede a bude sa vyhodnocovať obsadenie daných miest človekom. Analyzované informácie môžu byť prezentované na vstupnom miniPC paneli v zaujímavom grafickom prevedení. Získané informácie môžu slúžiť aj ako dohľad nad činnosťou v rámci jednotlivých pracovísk.

#### 1.4.4. Vybudovanie vzdelávacieho polygónu ako komplexu interaktívnych zón inteligentného riadenia procesov

V rámci tejto aktivity pôjde o inštaláciu prvkov inteligentného riadenia napojených na laboratórium Inteligentných systémov v doprave a priemysle (senzory, rozvody,...).

Nakoľko sa v rámci rekonštrukcie budovy školy plánuje rekonštrukcia vykurovacieho systému (hydraulické vyregulovanie) a zároveň rekonštrukcia elektroinštalácie v rozsahu: výmena svietidiel v celej budove, výmena/rekonštrukcia napájacej sústavy a radiacích prvkov vo vybraných priestoroch (tam kde budú zriadené špecializované laboratória, prezentačná sála a centrum celoživotného vzdelávania) je vhodné využiť samotnú školu ako výučbový polygón v oblasti inteligentného riadenia procesov a regulácie.

#### 1.4.4.1. Systém inteligentného osvetlenia

Systém bude priamou aplikáciou smart/inteligentného riadenia, na ktorom bude zároveň pod odborným dohľadom prebiehať výučbový proces. Osvetlenie školy sa tak stane ešte efektívnejšie (ak nepočítame výmenu pôvodných žiaroviek a žiariviek za LED zdroje svetla ako je uvažované už vo vypracovanej projektovej dokumentácii) a prinesie škole z dlhodobého hľadiska ešte vyššiu finančnú úsporu.

Technické riešenie bude síce aplikované v rámci budovy a bude to tak zväzdať do oblasti smart budov, no treba si uvedomiť, že inteligentné riadenie procesov je založené na tých istých princípoch aj v rámci extravilánu (napr. smart city) či iné dopravné a priemyselné aplikácie a cieľom bude študentov naučiť porozumieť základným princípom inteligentného riadenia a regulácie.

Treba si tiež uvedomiť, že medzi smart a inteligentnými zariadeniami je rozdiel. Smart zariadenia sú také, ktoré nám uľahčia jednoduchým spôsobom niektoré činnosti (napr. ovládanie na diaľku cez smartphone, alebo kombinovať nejaké podmienky typu, že keď zachytiš pohyb, zapni svetlo alebo zapínaj svetlo v prednastavenom čase). Základom takýchto zariadení je radiaca jednotka pripojená do internetu, prostredníctvom ktorého sa naše pokyny odosielajú daným zariadeniam.

Inteligentné systémy sú však také, ktoré dokážu prispôbovať svoju činnosť podľa rôznych podnetov a tie môžu byť rôzne kombinované (napr. vonkajšie osvetlenie spárované s vonkajším pohybovým senzorom, pričom chcete, aby reagoval a zapol svetlo len vtedy keď je šero, hmla, tma alebo prší). Takéto zariadenia umožňujú aj sledovanie spotreby jednotlivých svietidiel v reálnom čase. Zariadenia vytvárajú sieť (pavučinu) a posielajú si signály medzi sebou, tým je možné umiestniť jednotlivé moduly aj ďalej od radiacej jednotky a nie je problém s odosielaním pokynov na väčšie vzdialenosti.

Na zavedenom systéme budú môcť študenti zároveň tvoriť aj nové inovatívne radiace algoritmy napr. v spojitosti s nejakými inými zozbieranými dátami zo senzorov alebo iných zdrojov dát, kde objavia nejakú koreláciu, či dokonca kauzalitu. Študenti budú môcť priamo v procese výučby odsledovať tie najkomfortnejšie scenáre riadenia osvetlenia a následne ich testovať v živej prevádzke (pod odborným dohľadom vyučujúceho, tak aby to nemalo negatívny dopad na bežný chod školy).

Odporúčaná senzorická a radiaca výbava: merač jasu v miestnosti alebo vonku (keď klesnú namerané LUX pod určitú úroveň, tak sa svetlo zapne s definovanou intenzitou), ovládanie osvetlenia automaticky, špeciálnym vypínačom príp. aplikáciou v mobile, stmievač osvetlenia, modul vstupov, senzor prítomnosti (keď vstúpite do miestnosti a na základe hladiny LUX je vyhodnotená potreba svietenia, svetlo sa zapne na definovanú intenzitu).

#### 1.4.4.2. Systém inteligentného vykurovania

Na rovnakom princípe je vhodné v rámci inteligentného riadenia procesov priamo v budove školy zaviesť aj systém *inteligentného vykurovania*. Inteligentná regulácia vykurovania prinesie zníženie nákladov na energiu pretože aj malé zmeny môžu mať veľký vplyv. V projekte na zníženie energetickej náročnosti stavby je plánovaná kompletná výmena radiátorov. Tieto radiátory navrhujeme vybaviť inteligentnými termostatickými radiátorovými hlaviciami, ktoré je možné ovládať na diaľku. Obrovskou výhodou je možnosť skopírovania rozvrhu hodín do harmonogramu vykurovania, čo zabezpečí ekonomické úspory, nakoľko sa bude priestor vykurovať len v čase výučby. V prípade, že bola nastavená hodnota vykurovania podľa rozvrhu hodín, ale trieda by aj tak ostala obsadená, zaznamenaná to senzor pohybu/prítomnosti v danej miestnosti a ten prepíše harmonogram vykurovania tak, aby sa vypol 30 minút po poslednej zaznamenatej zmene, čiže vykurovanie sa nevypne ak trieda ostane obsadená z dôvodu napr. doučovania, ktoré nebýva pravidelné. Rovnako sa systém zachová v prípade, že vyučovanie nepôjde štandardne podľa rozvrhu. Ak napriek rozvrhu v triede nebude od začiatku vyučovacej hodiny zaznamenaný pohyb napr. do 15 minút, tak prejde kúrenie do úsporného režimu.



Obrázok 16: Ovládanie kúrenia

Teplota v miestnosti sa ďalej môže nastavovať aj podľa aktuálneho počtu ľudí v miestnosti. Vieme, že ľudia vyžarujú teplo a preto je rozdiel keď je trieda plná a keď je poloprázdna. Počet ľudí v triede sa bude získavať automaticky (čítačka kariet plus kamerový systém). K týmto nastaveniam sa však treba dopracovať experimentálnou cestou alebo študovaním dostupných dát.

Okná by mali byť vybavené magnetickým senzorom na detekciu otvoreného okna, alebo priamo senzor na hlavici radiátora. Po otvorení okna systém vypne vykurovanie v miestnosti a zníži sa tak plytvanie teplom a šetria sa náklady. Rovnako je tu veľký priestor na tvorbu inovatívnych algoritmov (napr. učiaci sa systém – naučí sa nejaké rutiny fungovania, na základe toho ako bude človek vstupovať do nastavení počas nejakého referenčného obdobia). Údaje o aktuálnej teplote v miestnosti sa môžu zobrazovať na digitálnej tabuli na dverách učebne. Rovnako teplota chodby a vonkajšia teplota.

#### 1.4.4.3. Inteligentné riadenie odberu elektrickej energie

Nemenej dôležitým systémom je *inteligentné riadenie odberu elektrickej energie* prostredníctvom elektrických zásuviek. V súčasnosti je viacero možností a to vložení špeciálneho inteligentného modulu do vnútornej krabičky a tak nie je navonok viditeľný alebo špeciálna inteligentná zástrčka, ktorá sa vkladá do tej bežnej. Jej výhoda spočíva hlavne v prenositeľnosti. Je malá kompaktná a po zastrčení do štandardnej zástrčky ostane navonok len 2 cm, ktoré sú podsvietené LED. Zásuvka nám okrem štandardnej funkcie „zapínania/vypínania“ ponúka aj možnosť nastavenia ako sa má správať po výpadku prúdu. Medzi ďalšími parametrami je napr. aj to pri akých zmenách má zásuvka reportovať. Na diaľku vieme zásuvku manuálne alebo automaticky vypínať a zapínať. Rovnako máme k dispozícii informácie o okamžitej spotrebe a celkovej spotrebe. Tieto merania sú relatívne presné a premietajú sa do grafov spotreby energie v systéme.



Obrázok 17 Inteligentná elektrická zásuvka

Okrem uvedených subsystémov (vykurovanie, osvetlenie, odber elektrickej energie) je vhodné systém doplniť aj o senzory:

- **dymový senzor**, ktorý odhalí požiar už v jeho začiatkoch, nakoľko to nie je len dymový senzor. Niektoré materiály sa pália bez toho, aby dymili, preto je dôležitou súčasťou aj meranie teploty. Aj keď v miestnosti nebude dostatok dymu, na to aby sa spustil alarm, senzor požiar odhalí aj cez rýchle zvýšenie teploty.

- **meteostanica** – ideálne napájaná solárne a s podporou Z-Wave protokolu, tak aby nebola nutná žiadna kabeláž. Multisenzor by mal vedieť snímať parametre ako: teplota vzduchu, vlhkosť, intenzitu svetla, rýchlosť vetra a tlak vzduchu, cez prídavné senzory je možné merať aj úhrn zrážok.
- **senzor kvality vzduchu** – na sledovanie kvality vzduchu v miestnosti. Aj malý nárast CO<sub>2</sub> je zaznamenaný a systém vyšle upozornenie. Zároveň monitoruje prachové častice PM<sub>2,5</sub> s vysokou presnosťou, VOC (prchavé organické zlúčeniny udávané v ppm), teplotu, vlhkosť, rosný bod. Aj keď škola v súčasnosti nemá systém rekuperácie vzduchu, alebo iný odvetrávací systém pre automatické udržiavanie požadovanej kvality vzduchu, senzor bude plniť dôležitú úlohu práve tým, že upozorní ľudí prítomných v danom priestore na potrebu vyvetrania priestoru.

Inteligentné riadenie procesov v budove školy (vykurovanie, osvetlenie, či odber elektrickej energie) navrhujeme realizovať prostredníctvom senzorov a radiacií jednotiek podporujúcich Z-Wave sieťový protokol, ktorý je v súčasnosti popredným sieťovým protokolom pre realizácie inteligentných budov a IoT zariadenia. Z-Wave pracuje vo frekvenčnom pásme 800 až 900 MHz. Výhoda používania frekvenčného pásma okolo 900 MHz je v tom, že nie je frekventovaná. Keďže všetky iné hlavné bezdrôtové technológie (Wifi, Bluetooth, ZigBee) používajú frekvenčné pásmo 2,4 GHz znamená, že Z-Wave má pomerne čisté ničím nerušené pásmo. Konečný dopad je teda v kvalite komunikácie bez interferencie. Novší upscalovaný Z-Wave Long Range podporuje až 4000 uzlov v jednej sieti, pracuje na hviezdicovej sieťovej topológii a teda namiesto odosielania signálov z uzla do uzla (mesh), kým sa nedostane do určeného cieľa, ako v tradičnej sieti Z-Wave, sa centrálny rozbočovač Z-Wave LR v centrálnom umiestnení pripája priamo ku všetkým zariadeniam v sieti.

Uvedené systémy budú sieťovo prepojené s vybudovanými laboratóriami, kde sa budú zbierať a vyhodnocovať dáta. Ideálnym spôsobom ako tieto systémy a ich inteligenciu navonok odprezentovať budú veľkoplošné obrazovky (videostena) – dispečingového typu, kde vo viacerých vrstvách HMI (human machine interface) budú zobrazované situačné schémy spolu s aktuálnymi hodnotami sledovaných parametrov. Jednotlivé vrstvy budú znamenať jednotlivé podsystémy (osvetlenie, vykurovanie, cestná doprava, železničná doprava, energetika,...).

Dispečing s HMI systémom je predmetom projektového zámeru P4, kde je aj príslušne popísaný. Prezentácia dát získaných z prvkov inteligentného riadiaceho systému v rámci interaktívnych digitálnych tabúl je detailnejšie popísaná v aktivite 3.



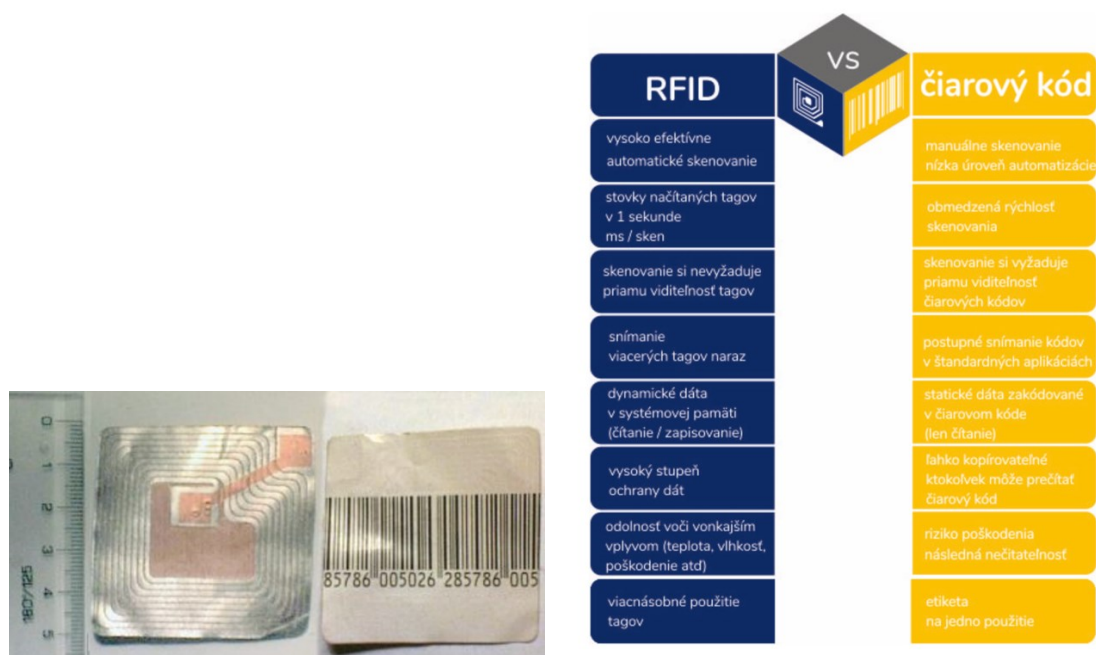
## 2. P2 Inovované vzdelávanie pre oblasť logistiky a špedície

### Zámer a ciele samostatného projektu

Zámerom samostatného projektu je inovácia obsahu ŠKVP v štúdijských odboroch prevádzka a ekonomika dopravy v module logistika a špedícia. Využívaním nových moderných technológií sa zvýši kvalita a atraktivita odborného vzdelávania. Dobudovaním odbornej učebne logistiky a cvičného RFID skladu s využitím digitálnych technológií sa vytvoria podmienky pre kvalitné vzdelávanie v súlade s požiadavkami zamestnávateľov v príslušných oblastiach. Nové technológie budú dostupné aj pre ďalšie cieľové skupiny v rámci celoživotného vzdelávania.

V súčasnej dynamickej dobe sú efektívna logistika a urýchlené a zefektívnené skladovacie procesy základným pilierom každého veľkoskladu. Moderné technológie v logistike, ako bezchybné zásobovanie a prehľadné sklady, totiž firme nielen šetria čas, ale aj náklady. Jednou z technológií, ktorá je úspešne vo veľkom využívaná v logistike je technológia RFID (Radio Frequency Identification). Ide o identifikáciu tovarov na základe bezkontaktného spôsobu snímania ich kódu. Využíva sa na sledovanie kontajnerov, paliet a inventarizáciu skladov v reálnom čase. Technológia RFID na základe automatickej identifikácie umožňuje bezdrôtovo identifikovať takmer akýkoľvek objekt pomocou dát prenášaných rádiovými vlnami uloženými v tzv. RFID tagoch (čipoch), z ktorých sa môže následne znovu načítať a prepisovať. RFID tag ako nositeľ informácie môže byť vo forme etikety (smart label) alebo v zapuzdrenej podobe rôznych tvarov, veľkostí a materiálov. K načítaniu a zapisovaniu dát do RFID tagov slúži RFID čítačka v stacionárnom alebo mobilnom prevedení.

Aj keď je technológia identifikácie pomocou čiarových kódov najrozšírenejšia a najdostupnejšia, v niektorých prípadoch nemusí byť dostačujúca. Čiarový kód možno nahradiť tagom (štítkom), čiže čipom prepojeným anténou, ktorý umožňuje bezdrôtový zápis a čítanie informácií. Cieľom technológie RFID však nie je nahradiť čiarové kódy, ale skôr ich doplniť o ďalšie možnosti. V celej rade aplikácií je najvýhodnejšie použiť kombináciu týchto technológií.



Obrázok 18: RFID a porovnanie RFID a čiarového kódu

### Prepojenie na vzdelávací polygón

Digitálna transformácia výrobných a logistických procesov neustále napreduje. Preto v súčasnej dobe každá moderná spoločnosť postupne modernizuje svoje logistické procesy. Investície do riešení na **báze internetu vecí (IoT)** neustále stúpajú. IoT zabezpečuje najmä prepojenie prostredníctvom rôznych senzorov a zber potrebných údajov.

Aj keď neexistuje štandardná definícia riešenia "internetu vecí", pri jeho implementácii sa používajú rôzne technológie (napr. tagy RFID, čiarové kódy a GPS technológie). Tieto technológie sa používajú na sledovanie a prenos stavu hmotného majetku, pre riešenie obchodných problémov a ich efektivity v dodávateľskom reťazci v odvetviach, ako je výroba, zdravotníctvo, doprava a maloobchod, rovnako aj na inšpiráciu inovácií v organizáciách. Napríklad informácie vložené do RFID čipov na kontajneroch sú zbierané v celom dodávateľskom reťazci na zásielateľskom oddelení dodávateľa, v celom dopravnom procese i počas skladovania, zberu a montáže pozdĺž montážnej linky. Dostupnosť presných a aktuálnych dát o udalostiach v dodávateľskom reťazci umožňuje firmám poskytovať vynikajúce služby zákazníkom, pri súčasnom znižovaní zásob.

Zásobovacie reťazce vidia svoju budúcnosť najmä v **kognitívnych technológiách**, ktoré budú poskytovať poznávacie funkcie približujúce ľudské schopnosti, ako napr. strojové učenie, rozpoznávanie reči, priestorovú orientáciu či počítačové videnie. Rozšírená realita bude totiž pomáhať v rámci skladových procesov a vizualizácii evidovaného stavu zásob v reálnom čase, pri príprave tovaru na základe odberateľských objednávok, ale aj jeho balení.

Rovnako sa v moderných skladoch využívajú aj **roboty**, vďaka ktorým je možné robiť inventarizáciu skladov v reálnom čase, čím ušetria niekoľkohodinovú prácu ručného presúvania zásob.

Okrem toho je logistika priamo naviazaná na dopravné systémy. Sú spolu úzko späté a previazané a asi nikto si nevie predstaviť kvalitné logistické projekty bez dostatočnej podpory dopravných služieb. Jednou z najdôležitejších je cestná doprava. Aj keď nemusí byť nosným druhom dopravy v rámci dopravného riešenia, takmer vždy stojí na začiatku a tiež na konci každého prepravného reťazca. Ďalej železničná doprava má nepochybne svoje miesto v logistike. Jej základnou výhodou je možnosť prepravy veľkých objemov jedným dopravným prostriedkom.

V rámci projektového zámeru P4 je plánované zriadiť špecializované učebne (laboratóriá) ako laboratórium inteligentných dopravných systémov (zvyšovanie efektívnosti a kvality prepravy vyjadrenú úsporou času na prepravu a tým zdokonaľovanie produktivity komerčných aktivít subjektov), laboratórium inteligentných priemyselných systémov (napr. súvisiaca automatizácia výrobného procesu, ktorého súčasťou je aj skladovanie a logistika tovaru), laboratórium IoT a laboratórium robotických systémov (zamerané na mobilnú a kolaboratívnu robotiku).

### Špecifické ciele samostatného projektu

- **P2.1** Inovácia obsahu ŠKVP v študijnom odbore prevádzka a ekonomika dopravy v module logistika s dôrazom na moderné technológie
- **P2.2** Zvýšenie zručností a kvality vedomostí žiakov požadovaných trhom práce v príslušnej oblasti
- **P2.3** Dobudovanie odbornej učebne pre logistiku a prepojenie so vzdelávacím polygónom
- **P2.4** Vytvorenie podmienok pre celoživotné vzdelávanie v príslušnom odbore
- **P2.5** Zlepšenie kvality odborného vzdelávania a zvýšenie jeho atraktivity
- **P2.6** Podpora profesijného rozvoja žiakov a odborných učiteľov školy

## 2.1. Opis samostatného projektu

### Východisková situácia a zdôvodnenie potreby realizácie samostatného projektu:

V súčasnej dobe dopyt po logistických službách na Slovensku neustále stúpa. Zvyšujú sa nároky na ponúkané služby a tak je potrebná neustála modernizácia a optimalizácia logistických procesov. Rozvojom infraštruktúry a informačných technológií narastajú odborné požiadavky na pracovníkov v tejto oblasti, po ktorých je veľký dopyt. To je aj dôvod, prečo je nevyhnutné v spolupráci so zamestnávateľmi inovovať obsah príslušného študijného odboru prevádzka a ekonomika dopravy s modulom logistika v doprave, s dôrazom na nové digitálne technológie. S tým súvisí aj vybavenie odbornej učebne novými technológiami a zaškolenie pedagógov.

Jedným z cieľov projektu je zvýšenie atraktivity študijných odborov a tým narastajúci záujem uchádzačov o štúdium. Inovovaná odborná učebňa logistiky spolu s nadväzujúcimi modernými prvkami bude využívaná aj v rámci celoživotného vzdelávania.

## 2.2. Očakávané výsledky samostatného projektu

Očakávaným výsledkom projektu bude skvalitnenie vzdelávacieho obsahu a modernizácia foriem a metód výučby s prepojením na prax, čo by zvýšilo konkurencieschopnosť absolventov uvedených študijných odborov na trhu práce. Zároveň sa očakáva, že zvýšením atraktivity inovovaných študijných odborov sa dosiahne aj zvýšenie počtu záujemcov o štúdium. Skvalitňovanie odborného vzdelávania v prepojení so zamestnávateľmi a reálnou praxou ako aj úzka spolupráca s odbornou verejnosťou zvýši kredit školy a jej postavenie v meste a regióne. Stredná priemyselná škola dopravná vo Zvolene je zároveň jediná v Banskobystrickom samosprávnom kraji, ktorá ponúka štúdium a celoživotné vzdelávanie v týchto žiadaných študijných odboroch.

Tabuľka 3: Prehľad jednotlivých aktivít samostatného projektu

Názov aktivity projektu	Opis aktivity projektu	Očakávané výsledky/merateľné ukazovatele
1. Obstaranie rôznych softvérov pre logistiku vrátane zaškolenia pedagogických zamestnancov, obstaranie a zriadenie učebne Sino Zero a cvičného RFID skladu.	Zmena ŠKVP v uvedenom študijnom odbore, zavedenie nových metód a foriem vzdelávania, obstaranie 3 rôznych logistických SW produktov využívaných v praxi a prepojenie na vzdelávací polygón. Školenie pedagogických zamestnancov.	Zvýšenie záujmu uchádzačov o študijný odbor prevádzka a ekonomika v doprave s modulom logistika. Následné zvýšenie zručností a kvality vedomostí požadovaných trhom práce v príslušnej oblasti. Nárast uplatniteľnosti absolventov v praxi v danom odbore.

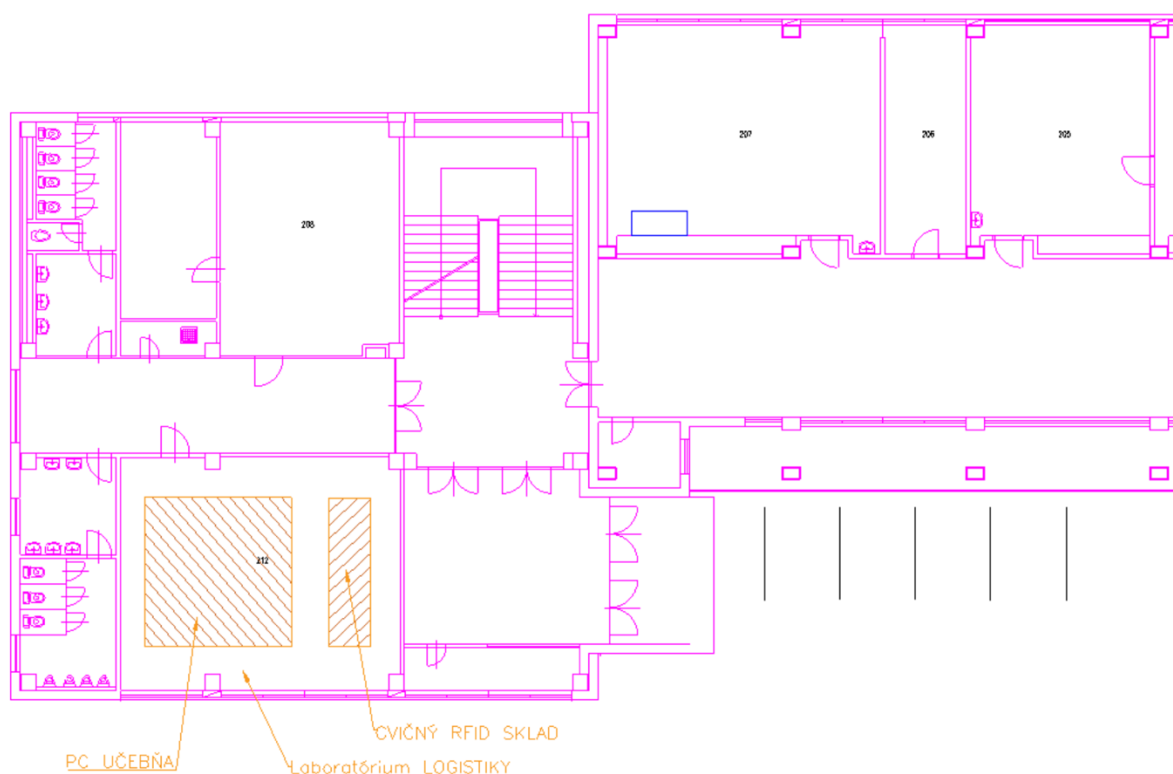
## 2.3. Prehľad navrhovaných investícií

1. Softvér pre logistiku (2 rôzne produkty) – 30 000 Eur s DPH
2. Zaškolenie pedagogických zamestnancov k príslušnému softvéru – 15 000 Eur s DPH
3. PC učebňa – 50 000 Eur s DPH
4. Kompletný systém Fleetware na plánovanie a vyhodnocovanie jazd komplexnými službami pre zákazníka vo flotile vozidiel vrátane zaškolenia pedagogických zamestnancov – 71 000 Eur s DPH
5. Vybavenie a zriadenie cvičného RFID skladu (PC, čítacie zariadenia, čipy RFID,...) – 100 000 Eur s DPH

## 2.4. NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE PRE UVEDENÚ AKTIVITU

Učebňa logistiky bude zriadená na prvom nadzemnom podlaží 1NP v miestnosti číslo 212 (v chodbe naľavo z pohľadu vstupného vestibulu). Učebňa bude priestorovo rozdelená na časť PC pracovísk – 15 + 1 učiteľské za katedrou a časť cvičného RFID skladu s príslušným regálovým a technologickým vybavením. PC pracoviská budú vybavené dvomi softvérmi pre logistiku a jedným softvérom/systémom pre správu vozidiel.



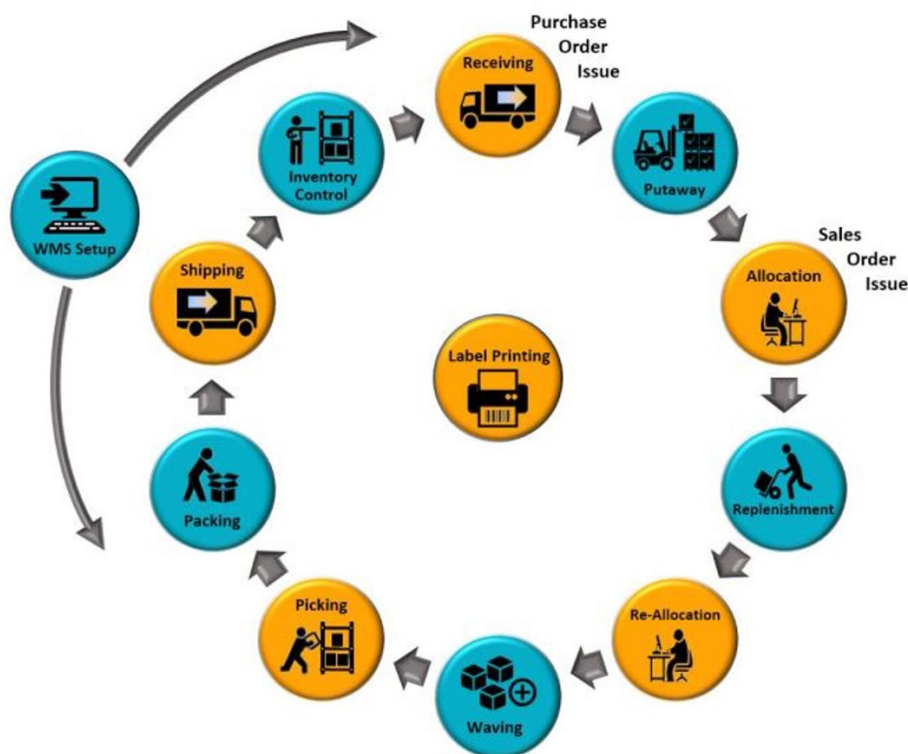


Obrázok 19: Umiestnenie učebne logistiky v rámci školy

### 2.4.1. Softvér pre logistiku 1

Komplexné riešenie pre automatizáciu evidencie procesov a zásob v sklade. Systém, ktorý by umožnil automatizovanú správu skladovej prevádzky naprieč všetkými skladovými procesmi, počínajúc príjmom tovaru od dodávateľa na sklad a končiac expedíciou dodávky zákazníkovi.

Sledovanie toku tovaru v reálnom čase zabezpečujú na pozadí pokročilé metódy a technológie navrhnuté expertami v oblasti distribučných systémov a logistiky. Implementovanie systému riadeného skladu nie je o kopírovaní súčasných metód systému práce ale o optimalizácii tejto práce v súlade s najnovšími poznatkami v tejto oblasti.



Obrázok 20: Typický tok produktu

Schéma veľmi zjednodušene popisuje základný tok produktu v sklade od príjmu na sklad až po kompletne vychystanie. Tlač etikiet je v strede tohto kolobehu, pretože rôzne typy štítkov/dokladov môžu byť zastúpené v každom kroku tohto kolobehu podľa potreby.

Softvér pre komplexné riešenie automatizácie evidencie procesov a zásob v sklade reprezentuje skutočné fyzické skladové zásoby a reálny pohyb v sklade. Z pohodlia kancelárie vedú získať pracovníci zákazníckeho servisu prehľad o stave objednávky, či pohybe tovaru. V reálnom čase majú informáciu o dostupnosti, informáciu či sa tovar práve prijíma, vyskladňuje alebo expeduje. Vedúci skladu alebo dispečer používa softvér na webovom prehliadači na správu objednávky, distribuuje prácu pre skladníkov, riadi, monitoruje a podáva správy o výkonnosti súčasnej alebo historickej. Reportuje efektívnosť, pristupuje k serveru z mobilných zariadení, má prehľad o aktuálnom dianí. Pri prijíme, výdaji, vyskladnení, preskladnení alebo inventúre pracovníci v sklade používajú priemyselné mobilné terminály a každý pohyb je zaznamenaný. Tlačia produktové štítky, výdajové zoznamy, prípadne iné etikety. V expedičnej zóne kontrolujú hmotnosť, veľkosť a iné atribúty (závisí od konfigurácie systému), zabezpečujú expedíciu.

Softvér pre komplexné riešenie automatizácie evidencie procesov a zásob v sklade zjednodušuje evidenciu a manipuláciu so skladovými zásobami, automatizuje skladové operácie, odstraňuje duplicitné procesy, optimalizuje skladové procesy, znižuje/odstraňuje chybovosť a nepresnosť dát, zvyšuje hospodárnosť a pružnosť skladu, zvyšuje bezpečnosť, prepája infraštruktúru (HW, SW, ERP, sklad), dáva lepší prehľad o dodávateľsko-odberateľskom reťazci a absolútny prehľad o hospodárnosti, produktivite a vyťažení skladu, umožňuje inventúru v reálnom čase.

Žiaci sa v rámci príslušného študijného odboru prevádzka a ekonomika dopravy s modulom logistika v doprave v odbornej učebni logistiky za pomoci popísaného softvéru a cvičného RFID skladu naučia základné operácie so skladovými zásobami – proces spracovania objednávky primárne: príjem, uskladnenie, preskladnenie, doplňovanie vychystaných pozícií, vychystávanie, inventarizácia, reportovanie, optimálne trasovanie, automatizované rozhranie s nastavbovým ERP, vytváranie dokladov v reálnom čase, sekundárne: údržba skladu, bezpečnosť skladu, online sklad, tlač etikiet s čiarovými kódmi, označenie skladu.

Implementácia systému riadeného skladu je komplexná úloha, ktorá nepozostáva len z integrácie aplikačnej a databázovej časti systému, ale tiež pozostáva z ďalších čiastkových úloh, produktov a činností, ktoré majú v konečnom dôsledku vplyv na celistvosť a funkčnosť riešenia ako celku. V rámci tohto riešenia bude potrebné vykonať nasledovné činnosti:

- Inštalácia a implementácia systému riadeného skladu
- Pokrytie „improvizovaných“ skladových priestorov WLAN
- Zabezpečenie káblovej LAN infraštruktúry a zabezpečenie fyzickej montáže prvkov WLAN
- Návrh a výroba odolných skladových etikiet
- Olepenie skladu vytipovaných skladových etikiet
- Zabezpečenie mobilných terminálov a termotransferových tlačiarní
- Zabezpečenie spotrebného materiálu pre tlačiarne
- Podporné technológie

Tabuľka 4 Hardvérové a softvérové požiadavky systému

Servery	1x databázový server 1x aplikačný server pre každých 30 používateľov
Operačný systém	Windows Server 2012 alebo 2012 R2 (Standard, Foundation) Windows Server 2008 R2 (Enterprise, Standard, Foundation)
Databáza	Microsoft SQL Server 2014 (Enterprise, Standard) s nainštalovaným SSRS (SQL Server Reporting Services) Microsoft SQL Server 2012 (Enterprise, Standard) s nainštalovaným SSRS (SQL Server Reporting Services)
Procesor	Minimálne Quad-core
Operačná pamäť	Minimálne 8 GB
Pevný disk (HDD)	2x500 GB, RAID1
Webový Prehliadač (Web Browser)	Internet Explorer (IE) 11, 10, 9
Frameworks	Microsoft .NET Version 4.5

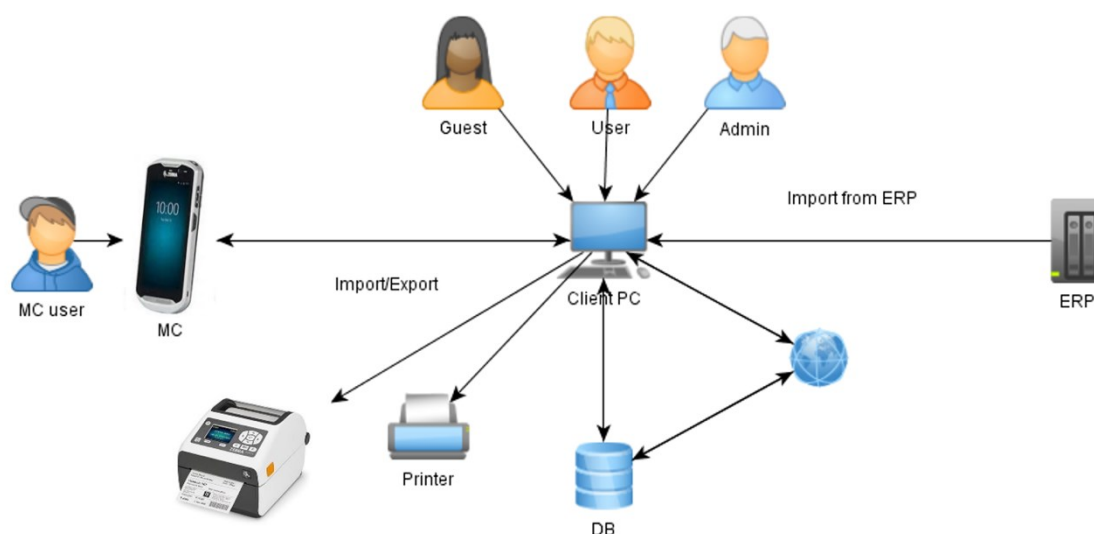
## 2.4.2. Softvér pre logistiku 2

Softvérové riešenie na evidenciu a inventarizáciu majetku. Jadrom systému bude aplikačný program prevádzkovaný na PC. Na vykonávanie inventúr sa budú využívať mobilné terminály, v ktorých beží príslušný program. Jednotlivé časti sú prepojené pomocou prenosu textových súborov. Súčasťou systému je aj tlačiareň etikiet na tlač čiarových kódov pre označovanie majetku.

PC aplikácia bude mať nasledovné funkcie:

- Prihlasovanie obsluhy – užívatelia sa prihlásia svojim prihlasovacím menom a heslom. Správca môže v aplikácii pridávať alebo odoberať užívateľov.
- Užívateľské role – 3 úrovne užívateľských rolí a to typ admin, user a guest s rôznymi právami vykonávania zmien v systéme.
- Práca s evidenčnými kartami majetku. Karta majetku štandardne obsahuje základné údaje o majetku, ako je jeho inventárne číslo, názov, nákupná cena, dátum zaradenia, výrobné číslo, druh, majetkový účet, atď.

- Členenie majetku až do troch fyzických a štyroch logických úrovní – názvy a počty úrovní sú konfigurovateľné, v rámci fyzického členenia to môže byť napr. budova, poschodie a miestnosť, v rámci logického členenia to môže byť napr. zodpovedná osoba, nákladové stredisko, druh majetku a pod.
- Práca s fotografiami majetku – aplikácia umožňuje ukladať k majetku aj fotografie. Fotografie je možné prenášať z a do mobilného zariadenia.
- Využíva databázu MS SQL – možnosť využitia viacerých databáz, čo umožňuje využívať systém pre viaceré spoločnosti alebo viaceré divízie v rámci jednej spoločnosti tým, že pred začatím práce je možný výber databázy.
- Podpora najnovších verzií operačného systému Windows
- Aplikácia optimalizovaná pre veľký počet majetkov (viac ako 100 000)
- Možnosť prispôbiť farebné prevedenie, pre intuitívnejšie možnosti na jej ovládanie
- Práca s majetkom – vytváranie karty majetku. Aplikácia umožní viaceré spôsoby zakladania nového majetku a to buď importom z nadradeného informačného systému, ručným založením jedného majetku, založením väčšieho počtu rovnakého majetku naraz (založenie viacerých kariet majetku s rovnakým názvom ale každá karta bude mať jedinečné ID majetku), duplikovaním majetku (vytvorenie novej karty z existujúcej karty).
- Zobrazenie majetku – zobrazenie detailu majetku, zobrazenie fotky majetku, presúvanie majetku, vyradenie majetku z evidencie, evidovanie zápožičiek majetku (aplikácia umožní evidovať od koho je majetok zapožičaný, od kedy a dokedy je zapožičaný, ďalej umožní evidovať komu je majetok prenajatý, od kedy a do kedy), filtrovanie majetku v prehľade, tlačenie reportov majetku z náhľadu alebo označeného výberu, zobrazenie dát, triedenie dát, filtrovanie dát, export do formátu PDF alebo XLS, pridávanie príloh.
- História majetku – aplikácia ukladá všetky zmeny na majetku a následne je možné prezerať všetky vykonané zmeny za celú históriu používania aplikácie. Túto tabuľku pritom nie je možné vymazať a tabuľka je určená len na prehliadanie, filtrovanie, triedenie a tlačenie reportov.
- Inventúra majetku – aplikácia vyhodnocuje inventúru vykonanú mobilným terminálom alebo viacerými terminálmi naraz, zobrazuje duplicitné záznamy, ak bola vykonaná inventúra jedného majetku viacerými terminálmi súčasne. Vo výslednej tabuľke je možné prezerať zmeny zaznamenané počas inventúry a robiť prípadné korekcie pred zapísaním do hlavnej tabuľky majetku.



Obrázok 21 Schéma softvérového riešenia na evidenciu a inventarizáciu majetku

Aplikácia v mobilnom zariadení bude mať nasledovnú funkcionality – informácie o majetku, samotnú inventúru, importovanie prenesených dát do internej databázy zariadenia, exportovanie spracovaných dát z internej databázy, správa aplikácie.

Funkcionalita majetok je informatívna funkcia pomocou, ktorej je možné zistiť informácie o zosnímanom alebo vybranom majetku zo zoznamu. Funkcia umožní rôzne spôsoby vyhľadávania a filtrov.

Potom ako sa dáta nahrajú do internej databázy v zariadení je možné vykonávať samotnú inventúru. (Samotné zariadenie pre obsluhu predstavuje to isté ako v klasickom prípade pero a papier. S tým rozdielom, že majetok sa stáva inventarizovaným po zosnímaní a potvrdení obsluhou). Operátor si zvolí umiestnenie, v ktorom sa nachádza (v ktorom chce vykonať inventúru) a môže začať inventarizovať. Aplikácia je nastavená tak, aby operátor nemohol pokračovať bez zadania potrebných informácií o umiestnení (stredisko, oddelenie, miestnosť). Umiestnenie je možné vybrať z rolovacích zoznamov nasnímaním čiarového kódu.

Po potvrdení vyplnených informácií o umiestnení sa operátorovi objaví obrazovka samotnej inventarizácie. Operátor chodí po miestnosti a skenuje označený majetok.

Ak sa majetok nachádza v pôvodnom umiestnení, operátor potvrdí tlačidlom Uložiť. Ak sa zmenila zodpovedná osoba za majetok vyberie skutočnú zodpovednú osobu (výberom v rolovacom zozname, prípadne si otvorí vyhľadávacie okno). Ak sa majetok predtým nachádzal v inom umiestnení, operátor o tom dostane vizuálnu a akustickú informáciu. Aplikácia v zariadení sa ho opýta, či chce potvrdiť umiestnenie alebo ho presunie na pôvodné umiestnenie.

Operátor môže mať k dispozícii zoznam neinventarizovaného majetku, ktorý sa mu pri inventarizácii aktualizuje.

V prípade, že operátor zosníma kód, ktorý sa nenachádza v internej databáze (môže to byť majetok, ktorý nebol importovaný z PC alebo majetok, ktorý v PC neexistuje) zariadenie na to upozorní, ale dovoľí uložiť takto zosnímaný majetok.

Aplikácia podporuje 1D/2D kódy a RFIDy a takisto fotenie majetku.

### 2.4.3. RFID cvičný sklad

Cvičný sklad bude postavený a umiestnený tak, aby sa pri vyučovacích procesoch simulovali jednotlivé základné logistické procesy v sklade (príjem, naskladnenie, preskladnenie, vychystávanie, expedícia, kontrola, reporting, etc.), a zároveň aj automatizačné prvky, ktoré zefektívňujú prácu v sklade.

Na vykonávanie jednotlivých procesov budú implementované podporné technológie a spolu s hardvérom tak zastrešia komplexne intralogistiku v sklade.

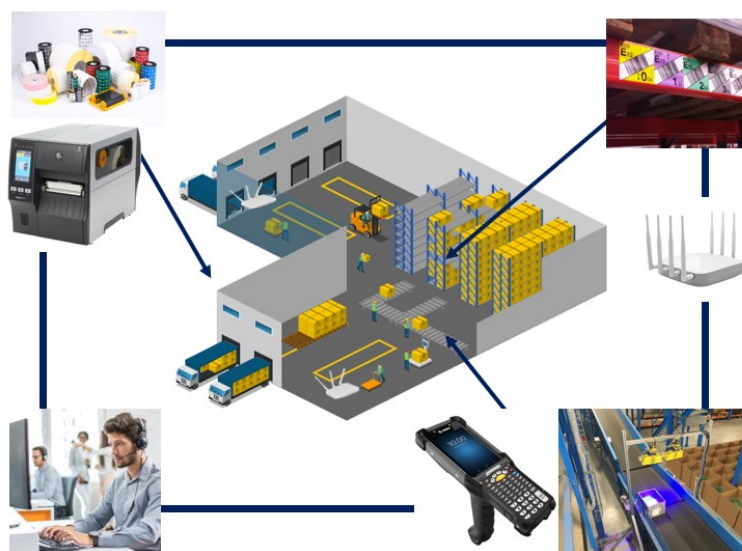
Cvičný sklad bude pozostávať z týchto komponentov:

- regálový systém
- označenie skladu
- mobilné terminály
- termotransférové tlačiarne
- RFID technológia (mobilné terminály, RFID brány)
- Inteligentné hodinky pre biznis ako podporná technológia
- Prepravky

Tabuľka 5: Komponenty cvičného skladu

Komponent	Množstvo
Regálový systém	2-3 Kusy (súbor regálov pre demonštračné účely)
Označenie skladu	Multietikety, RFID etikety, Odolné etikety - množstvo podľa potreby a veľkosti regálového systému
Mobilné terminály	3 Kusy (rôzne typy na porovnanie výkonu a ergonómie)
Termotransférové tlačiarne	2 Kusy (Priemyselné verzie a kombinované s RFID modulom)
RFID technológia (mobilné terminály, RFID brány)	1 kus RFID brány (sústava viacerých RFID antén + konštrukcia a infraštruktúra), RFID terminál
Inteligentné hodinky pre biznis	2 kusy
Prepravky	podľa potreby

Tovar uložený v prepravkách, ktoré budú uskladnené v regálovom systéme bude slúžiť pri demonštrácii jednotlivých procesov v sklade.



Obrázok 22 Ilustrácia manažmentu skladu

### Terminály

Mobilné terminály so zabudovaným snímačom čiarových kódov zabezpečujú spracovávanie dát a mobilné skenovanie čiarových kódov. Terminály sú nastavené ako jednoúčelové zariadenia určené iba pre prácu so systémom.

Mobilné terminály sú plánované ako súčasť dodávky systému, vrátane ich konfigurácie a vzdialenej správy

### Pripojenie terminálov do WiFi siete - Access Points

Mobilné terminály predstavujú tenkých klientov systému, to znamená, že čokoľvek sa deje počas práce s mobilným terminálom, prebieha v reálnom čase na serveri. Z tohto dôvodu je nevyhnutné, aby boli mobilné terminály pripojené do počítačovej siete cez bezdrôtovú sieť Wifi.

Wifi sieť pre pripojenie mobilných terminálov musí byť kvalitná priemyselná WLAN sieť. Táto využíva tzv. access pointy, alebo prístupové body, ktoré umožnia pripojenie terminálov do celej počítačovej siete. Stabilné Wifi pripojenie s rýchlou odozvou je nevyhnuté na bezproblémovú prevádzku celého systému.



### **Tlačiarne etikiet**

Na tlačenie etikiet budú použité termotransférové tlačiarne (ZPL kompatibilita) s možnosťou tlače 203 dpi. Etikety slúžia na jednoznačnú identifikáciu tovaru pomocou 1D/2D čiarového kódu resp. RFID tag-u.

### **RFID skenovacia brána**

Sústava RFID antén, ktoré budú slúžiť na identifikáciu tovaru. Riešenie bude zakomponované v komplexnom systéme tak, aby automatizovalo potrebné procesy v sklade.

### **Inteligentné hodinky pre biznis**

Komunikácia spoločnosti so zamestnancami

- zmena pracovných aktivít, či lokality
- marketingové akcie
- komunikácia bez nutnosti osobného kontaktu

Vstup/výstup z priestorov spoločnosti

- eliminácia plastových kariet
- evidencia pracovnej dochádzky

Meranie času stráveného vykonávaním pracovných aktivít

- efektívne nastavenie pracovného procesu a času zamestnancov

Vytváranie heat máp pohybu zamestnancov

- možnosť vytvoriť efektívnejšie pracovné postupy na základe dát získaných z pohybu zamestnancov

Monitoring polohy zamestnancov

- evidencia, kde a v akom čase sa zamestnanec nachádza pri výkone svojich pracovných aktivít

Počet krokov a prejdená vzdialenosť

- meranie efektivity a vyťaženia zamestnancov

Akcelerometer na definovanie optimálnych pracovných postupov

Monitorovanie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci

- pri rizikovej pracovnej činnosti, možnosť presne monitorovať polohu zamestnanca, predchádzať pracovným úrazom na pracovisku, resp. dodržiavanie legislatívy

## **2.4.4. PC učebňa**

IKT vybavenie učebne logistiky by malo byť súčasťou dodávky dvoch vyššie popísaných softvérov. Požiadavky na HW a SW vybavenie, výpočtový výkon a pamäť sa bude primárne odvíjať od nárokov týchto SW. Predpokladaný model pre realizáciu PC učebne bude server – klient architektúra.

Pri klient-server architektúre je používaný systém, ktorý sa skladá zo softvéru klienta a zo softvéru servera. Softvér alebo proces klienta môže iniciovať komunikačné spojenie, zatiaľ čo server čaká na požiadavku od klienta.

Klient/server opisuje vzťah medzi dvoma počítačovými programami, z ktorých jeden, klient, odošle požiadavku na službu z druhého programu, servera, ktorá požiadavku splní. V sieti je tento model vyhovujúcim spôsobom na efektívne prepojenie programov, ktoré sú distribuované po rôznych miestach v sieti/PC.

### **Kompletný systém Fleetware na plánovanie a vyhodnocovanie jazd komplexnými službami pre zákazníka vo flotile vozidiel**

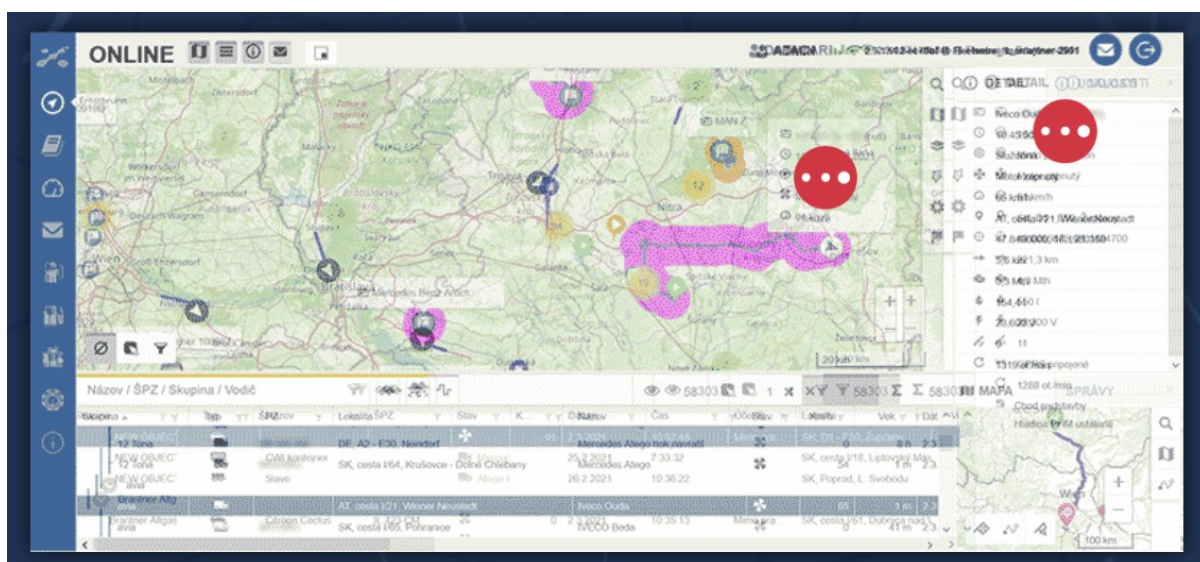
Komplexný systém pre praktickú správu služobných vozidiel v reálnom čase. Umožňuje:

- online monitorovanie a automatickú tvorbu knihy jázd
- prehľad hospodárstva a využívania služobných vozidiel
- efektívne vyhodnocovanie jazdných štýlov vrátane počtu kilometrov a prekročení rýchlosti
- jednoduchá evidencia služobných aj súkromných jázd či mesačných uzávierok
- automatické upozorňovanie na plánované servisné prehliadky

Softvér Fleetware je inteligentné riešenie, ktoré umožňuje monitorovať všetky objednávky kdekoľvek na svete a v reálnom čase. Umožňuje získať prehľad o výkonoch efektívnosti zamestnancov, využíva intuitívny rezervačný systém s viacstupňovým schvaľovaním.

Softvér pozostáva z viacerých modulov:

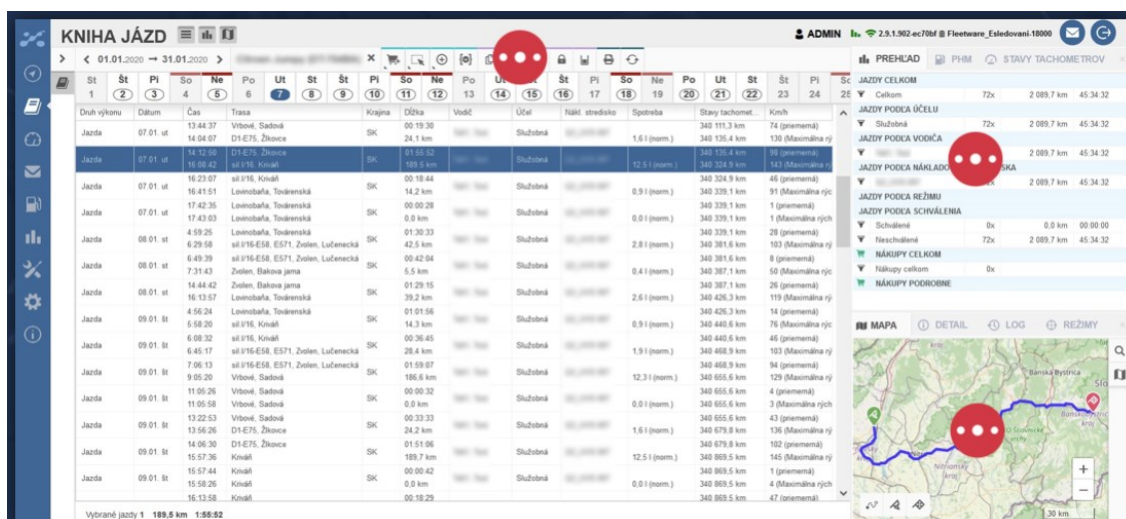
- modul „online“ – slúži na prehľadné sledovanie všetkých objektov v reálnom čase. Aktuálnu polohu objektov je možné sledovať na interaktívnej mape spolu s doplnkovými informáciami a ich aktuálnom stave. Monitorované objekty sú zoradené do prehľadnej stromovej štruktúry tvorenej skupinami a k nim prislúchajúcimi objektami s možnosťami vyhľadávania a filtrácie.



Obrázok 23 Náhľad do online modulu a interaktívnej mapy

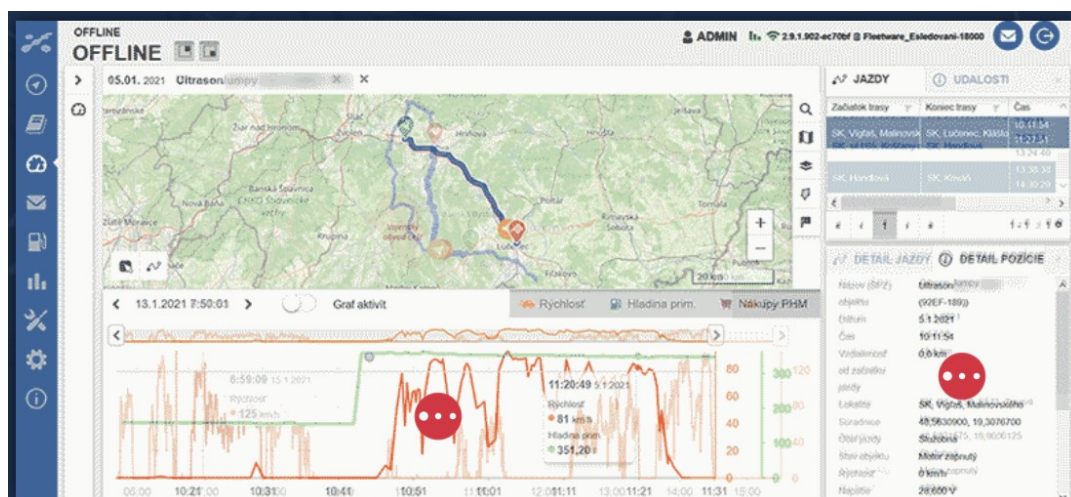
- modul „kniha jázd“ – umožňuje automaticky zaznamenávať všetky jazdy vozidiel a následne s nimi pracovať podľa potreby. Na základe zvoleného časového obdobia a konkrétneho vozidla sú k dispozícii komplexné a detailné informácie o vybraných jazdách. Ďalej modul umožňuje tieto informácie dopĺňať o požadované údaje, ako sú napr. hotovostné nákupy alebo stavy tachometrov. Po kontrole správnosti všetkých údajov je možné jazdu schváliť a finálne uzamknúť dáta pre účely spracovania v účtovníctve.

Všetky informácie, údaje, dáta sú v rámci modulu prehľadne usporiadané do panelov. Panel Prehľad poskytuje súhrnné dáta za vybrané obdobie, spotreby PHM a intervaly spotrieb. Panel Mapa zobrazuje trasy vozidiel na mape, detaily jázd, logy udalostí a režimy jázd.



Obrázok 24 Náhľad do modulu „kniha jász“

- modul „offline“ – umožňuje detailné skúmanie aktivít objektov v priebehu celého dňa. Priebeh jász sa zaznamenáva na prehľadnej časovej osi, ktorá je previazaná s mapou, zoznamom jász a zoznamom udalostí. Ku každej pozícii je k dispozícii množstvo informácií o stave objektu v danom časovom úseku. Možnosť filtrácie, radenia či premiestňovania stĺpcov v príslušných paneloch výrazne uľahčuje orientáciu v zozbieraných dátach.

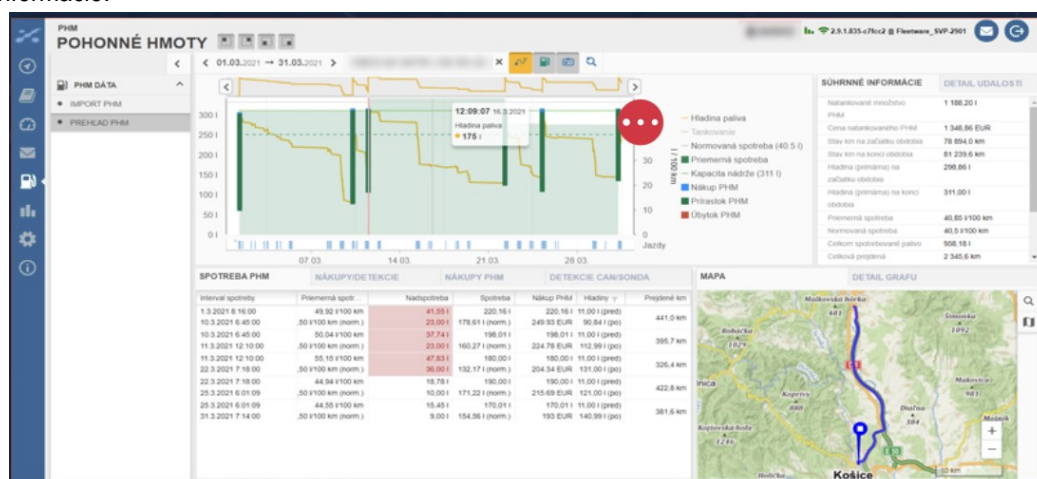


Obrázok 25: Náhľad do modulu „offline“

- modul „komunikácia“ - zobrazuje kompletný prehľad prijatých správ s možnosťou odosielania individuálnych i skupinových hlásení. Funkcionalita modulu je prispôbená pre obojsmernú komunikáciu medzi vodičom a dispečerom, ale aj medzi vodičmi navzájom. Súčasťou je tiež možnosť zasielania hromadných správ pre určené skupiny vodičov. Pre ešte lepšiu prehľadnosť aplikácia identifikuje stav správ – odoslané, doručené, prečítané, či vymazané a zároveň zaznamenáva celú históriu komunikácie.
- Modul „reporty“ – ponúka funkcie pre vytváranie, zobrazovanie a ukladanie reportov za účelom analýzy dát súvisiacich s prevádzkou vozového parku. Reporty sú prehľadne rozdelené do kategórií administrácia, diagnostika, pohonné hmoty, manažérske prehľady, prevádzkové výkony, štýl jász, údržba vozidiel, zamestnanci a zákazkové reporty. Súčasťou je tiež možnosť automatického generovania reportov a ich následné odosielanie na konkrétne e-maily užívateľov alebo uloženie na vybrané úložisko.
- Modul „PHM“ slúži ako komplexný prehľad o pohonných hmotách pre vybrané vozidlá za zvolené časové obdobie. Obsahuje kompletné záznamy o tankovaniach, nákupoch, prírastkoch a úbytkoch PHM. Všetky

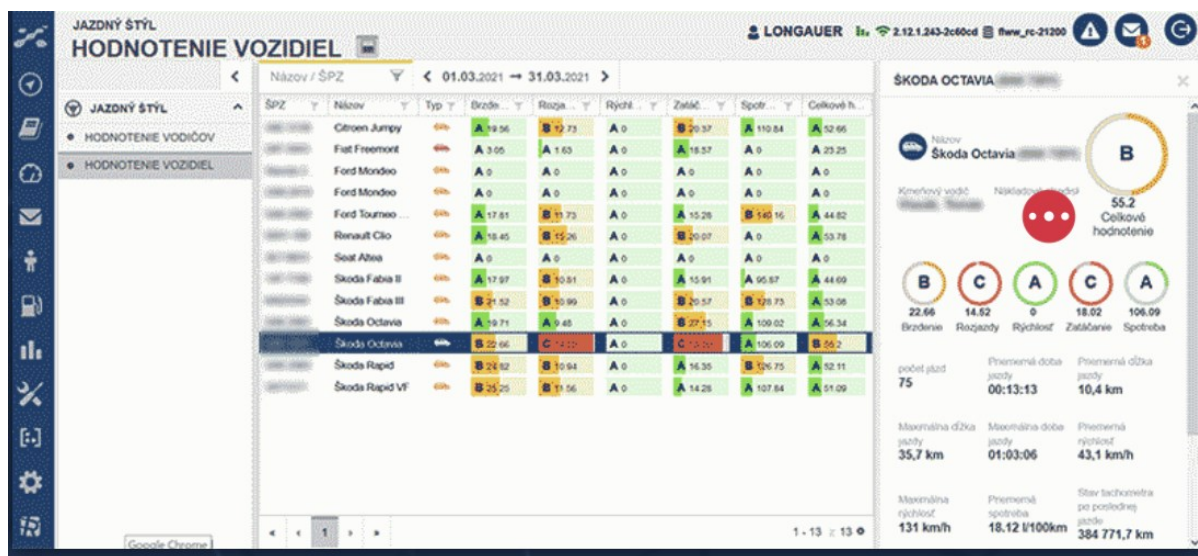


data sú prehľadne vizualizované v podobe grafu. Súčasťou prehľadu je aj mapa, ktorá poskytuje detailné informácie.



Obrázok 26: Náhľad do modulu „PHM“

- Modul „servis a údržba“ – ponúka možnosť vytvárania a plánovania opakovaných aj nepravidelných servisných úkonov pre jednotlivé objekty. Zároveň tiež obsahuje záznam všetkých vykonaných, plánovaných i neplánovaných servisných udalostí vozidiel. Oprávnený užívateľ môže vytvárať nové servisné požiadavky a evidovať servisné výkony pre celý vozový park.
- Modul „jazdný štýl“ – umožňuje porovnávať mieru ekonomickej jazdy medzi jednotlivými vodičmi aj medzi jednotlivými vozidlami. Miera ekonomickej jazdy je vyjadrená prostredníctvom parametrov ako brzdenie, zrýchľovanie, rýchly prejazd zákrutami a pod.



Obrázok 27: Náhľad do modulu „jazdný štýl“

Neoddeliteľnou súčasťou dodávky bude zaškolenie pedagogických pracovníkov v potrebnom rozsahu, tak aby mohli samostatne viesť výuku žiakov pre prácu s celým systémom a pochopenie procesov v rámci digitalizovanej administratívy vozového parku a iných logistických objektov.

### 3. P3 INOVOVANÉ VZDELÁVANIE PRE OBLASŤ ENERGETIKY

#### **Zámer a ciele samostatného projektu**

Zámerom samostatného projektu je inovácia obsahu ŠKVP v študijnom odbore elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách v module energetika. Využívaním nových moderných technológií má škola v pláne zvýšiť kvalitu a atraktivitu odborného vzdelávania. Dobudovaním laboratória energetiky s využitím digitálnych technológií, IKT a simulačnými zariadeniami, škola plánuje vytvoriť podmienky pre kvalitné vzdelávanie v súlade s požiadavkami zamestnávateľov v príslušných oblastiach. Nové technológie budú dostupné aj pre ďalšie cieľové skupiny v rámci celoživotného vzdelávania.

#### **Prepojenie na vzdelávací polygón**

#### **Špecifické ciele samostatného projektu**

- **P3.1** Inovácia obsahu ŠKVP v študijnom odbore elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách s dôrazom na moderné technológie
- **P3.2** Zvýšenie zručností a kvality vedomostí žiakov požadovaných trhom práce v príslušnej oblasti
- **P3.3** Dobudovanie laboratória energetiky s využitím digitálnych technológií, IKT a simulačných zariadení
- **P3.4** Vytvorenie podmienok pre celoživotné vzdelávanie v príslušnom odbore
- **P3.5** Zlepšenie kvality odborného vzdelávania a zvýšenie jeho atraktivity
- **P3.6** Podpora profesijného rozvoja žiakov a odborných učiteľov školy

### 3.1. Opis samostatného projektu

#### Východisková situácia a zdôvodnenie potreby realizácie samostatného projektu:

V prípade študijného odboru elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách sa škola rozhodovala na základe dopytu trhu práce, kde je celkovo nedostatok energetikov. Problematika energetiky sa v súčasnosti nezameriava už len na silnoprúdové zariadenia, ale prevažne na obnoviteľné zdroje. V kontexte znižovania environmentálnej záťaže životného prostredia je táto téma, rovnako ako aj uvedený študijný odbor, výsostne aktuálna. V minulosti stredná priemyselná škola dopravná vo Zvolene vzdelávala žiakov v príslušnom odbore, preto škola má vybudované zázemie, no vzhľadom na aktuálne požiadavky praxe je potrebné inovovať vzdelávací obsah a dobudovať laboratórium energetiky s využívaním moderných technológií.

Jedným z cieľov projektu je zvýšenie atraktivity študijných odborov, a tým narastajúci záujem uchádzačov o štúdium v príslušnej oblasti.

### 3.2. Očakávané výsledky samostatného projektu

Očakávaným výsledkom projektu bude skvalitnenie vzdelávacieho obsahu a modernizácia foriem a metód výučby s prepojením na prax, čo by zvýšilo konkurencieschopnosť absolventov uvedených študijných odborov na trhu práce. Zároveň škola očakáva, že zvýšením atraktivity inovovaných študijných odborov sa dosiahne aj zvýšenie počtu záujemcov o štúdium. Skvalitňovanie odborného vzdelávania v prepojení so zamestnávateľmi a reálnou praxou, ako aj úzka spolupráca s odbornou verejnosťou zvýšia kredit školy a jej postavenie v meste a regióne. Stredná priemyselná škola dopravná vo Zvolene je jediná škola v Banskobystrickom samosprávnom kraji, ktorá ponúka štúdium a celoživotné vzdelávanie v týchto žiadaných študijných odboroch.

Tabuľka 6: Prehľad jednotlivých aktivít samostatného projektu

Názov aktivity projektu	Opis aktivity projektu	Očakávané výsledky/merateľné ukazovatele
1. Obstaranie PC učebne, grafického softvéru, výučbových panelov a simulačných modelov, simulačného systému pre energetiku a zaškolenie príslušných zamestnancov.	Zmena ŠKVP v uvedenom študijnom odbore, zavedenie nových metód a foriem vzdelávania, vybavenie odbornej učebne modernou výpočtovou technikou, výučbovým softvérom, výučbovými panelmi, simulačnými modelmi a simulačným systémom pre pasívne a aktívne súčiastky a číslicovú techniku.	Zvýšenie záujmu uchádzačov o študijný odbor elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách s modulom energetika. Následné zvýšenie zručností a kvality vedomostí požadovaných trhom práce v príslušnej oblasti. Nárast uplatniteľnosti absolventov v praxi v danom odbore.
Obstaranie trenažérov a príslušného zariadenia na experimenty s obnoviteľnou energiou, meranie, vývoj a optimalizáciu palivových článkov.	Zmena ŠKVP v uvedenom študijnom odbore, zavedenie nových metód a foriem vzdelávania, vybavenie odbornej učebne výučbovými trenažermi a príslušenstvom.	Zvýšenie záujmu uchádzačov o študijný odbor elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách s modulom energetika. Získanie aktuálne veľmi žiadaných vedomostí a zručností absolventov v špecifickej oblasti obnoviteľných zdrojov energie. Nárast uplatniteľnosti absolventov v praxi v danom odbore.

### 3.3. Prehľad navrhovaných investícií

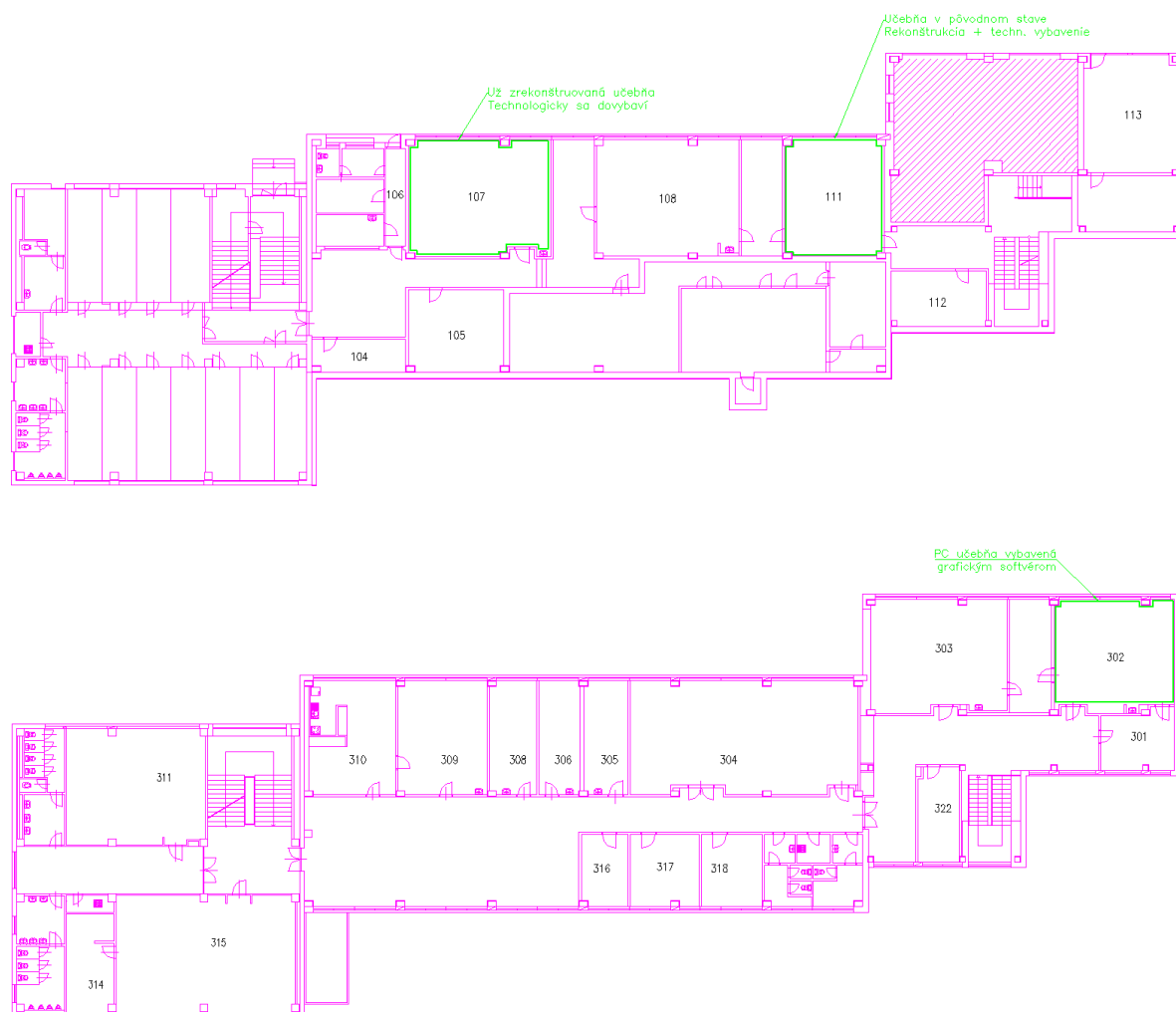
Tabuľka 7 Prehľad navrhovaných investícií v nadväznosti na aktivity samostatného projektu

1	PC učebňa	50 000 Eur s DPH
2	Grafický softvér	5 000 Eur s DPH
3	Zaškolenie zamestnancov k príslušnému softvéru	3 000 Eur s DPH
4	Výučbové panely a simulačné modely pre modul energetika	60 000 Eur s DPH
5	Simulačný systém pre energetiku, pre pasívne a aktívne súčiastky (analogová a digitálna technika) a číslicovú techniku s možnosťou spracovania všetkých výsledkov na PC (3 pracoviská)	30 000 Eur s DPH
6	FCAT – 30 SET H2Hybrid – Fuel Cell Automotive Trainer SET – trenažér na pochopenie hybridného pohonu nastavenia optimálnej prevádzky, získavanie a spracovanie údajov o výkone palivových článkov (2 zariadenia)	17 908 Eur s DPH
7	RENEWABLE ENERGY TRAINER – trenažér experimentov s obnoviteľnou energiou s interaktívnym softvérom	41 369,90 Eur s DPH
8	30W Fuel Cell Developer Kit – súprava na vývoj palivových článkov (12 ks)	37 461,60 Eur s DPH
9	EDUSTAK PRO – technológia palivových STACKov – 3 pracoviská	7 768,20 Eur s DPH
10	FCH-020 HYDROFILL PRO – stolová čerpacia stanica na dopĺňanie metalhydridových kaziet HYDROSTIK PRO, 3 pracoviská	4 682,70 Eur s DPH
11	HYDROSTIK PRO – kazety na skladovanie vodíka – 40 ks	2 371,60 Eur s DPH
12	Zaškolenie zamestnancov k zariadeniam	2 420 Eur s DPH

### 3.4. Navrhované technické riešenie pre dané aktivity

V rámci dobudovania laboratória energetiky sa doplní existujúca vynovená učebňa energetiky (miestnosť č. 107), kde sa v súčasnosti nachádza 5 špeciálnych pracovísk slúžiacich ako elektrolaboratórium vybavených PC a rôznymi meracími prístrojmi + 10 školských lavíc na štandardnú výučbu. Technologicky sa vybaví aj miestnosť č. 111, učebňa v pôvodnom stave, ktorá si bude vyžadovať aj interiérovú rekonštrukciu. V rámci interiérovej rekonštrukcie miestnosti č. 111 navrhujeme výmenu podlahy za antistatickú podlahovú krytinu, obnovu povrchov pracovných stolov, celkové vymaľovanie priestoru a vybavenie novým regálovým systémom pre uloženie mobilnej technológie určenej na výuku v rámci odboru energetika. Okrem týchto priestorov sa za účelom vyučovania v rámci v rámci študijného odboru elektrotechnika v doprave a telekomunikáciách, konkrétne v module energetika využije aj miestnosť č. 302, ktorá bude vybavená novými počítačmi a príslušným grafickým softvérom.





Obrázok 28 Miestnosti č. 107 a 111 na 1NP a miestnosť č. 302 na 3NP

### 3.4.1. Obstaranie PC učebne, grafického softvéru, výučbových panelov a simulačných modelov, simulačného systému pre energetiku a zaškolenie príslušných zamestnancov.

#### 3.4.1.1. PC učebňa

Ako je spomenuté vyššie PC učebňa bude zriadená v miestnosti č. 302 (3. nadzemné podlažie). Učebňa je v súčasnosti vybavená zastaraným IKT vybavením. Priestor je potrebné čiastočne renovovať a to vymaľovaním priestoru. Pôvodná dispozícia priestoru je, že 12 PC pracovných stolov sa nachádza po obvodě učebne a v strede sú umiestnené štandardné školské lavice. Predpokladá sa vybaviť učebňu 15tismi pracoviskami a preto bude potrebné doplniť ďalšie 3 počítačové stoly. Z hľadiska priestoru preto navrhujeme štandardné školské lavice odstrániť a PC stoly, ktoré sú stále vo vyhovujúcom stave sa z umiestnia do priestoru učebne, tak aby sa vytvorilo 15 komfortných pracovných miest a jedna učiteľská pracovná stanica.

Ideálnym riešením pre školy je PC učebňa kde nepotrebujeme pre každého študenta jeden počítač, ale bude stačiť len malé klientske zariadenie. Klient je kompaktné zobrazovacie zariadenie pripojené na centrálny server. Jedna pracovná stanica pre jedného študenta bude vybavená monitorom, klientom, klávesnicou a myšou. Klient sa jednoducho spúšťa a obsahuje známe prostredie operačného systému Windows.

Centrálny server má dostatočný výkon pre 10 – 25 študentov a je konfigurovaný pre každú školu individuálne. Rozmery servera nepresahujú rozmery klasického towerového PC.

Takéto riešenie PC učebne prináša škole úsporu prevádzkových nákladov a jednoduchú správu. Tradične je pri konfigurácii potrebný individuálny prístup ku každému počítaču, či notebooku a je to časovo zdĺhavejší proces pre IT pracovníka. Jednoduché klientske zariadenie umožňuje kompletnú konfiguráciu cez centrálny server, čo šetrí čas rovnako ako pri obmene hardvéru. Vďaka takémuto riešeniu je aj spotreba elektrickej energie niekoľkonásobne nižšia (odhaduje sa úspora až 90%) nezaťažuje sa elektrická sieť a je to aj bezpečnejšie.

Nezanedbateľná je aj nižšia poruchovosť. Najporuchovejší komponent v počítači je pevný disk HDD, zobrazovacie klientske zariadenie však neobsahuje žiadny disk a ani mechanické časti, ktoré by sa mohli pokaziť.

Toto riešenie zároveň umožňuje mať všetkých študentov pod dohľadom. Učiteľ môže zdieľať obrazovku z učiteľského klienta na všetky žiacke pracovné stanice v učebni veľmi jednoduchým kliknutím. Zároveň je možná vzdialená podpora študentom a možnosť prevzatia kontroly z učiteľského miesta, posielanie notifikácií študentom, pokročilé nastavenia zamedzenia USB vstupov alebo úplné zamedzenie internetu na žiackych staniách. Jednoduchým spôsobom je možné zdieľať súbory (zadani) pre študentov, vymazať stiahnuté súbory a celkovo prečistiť žiacke pracovné stanice. Klientske zariadenia je možné rozširovať na základe voľných výpočtových prostriedkov na serveroch, preto navrhujeme v rámci konfigurácie serverovej časti aj istú rezervu pre prípad potreby inštalácie ďalších softvérov pre výučbový proces.

Zobrazovacie klientske zariadenie má malé kompaktné rozmery a nezaberá žiadne miesto na stole alebo pod stolom a neobmedzuje pracovný priestor. Ideálne umiestnenie je uchytenie na zadnú časť monitora. Toto zariadenie má zároveň prakticky nulovú hlučnosť a teda nepredstavuje žiadny rušivý element počas vyučovania. Klientske zariadenie nemá pohyblivé mechanické časti a nespôsobuje žiadne vírenie prachu, nevyžaruje žiadne teplo a tiež má nižšie elektromagnetické žiarenie, čím vytvára zdravšie prostredie pre výučbu.

V rámci implementácie učebne je odporúčaná kompletná dodávka a montáž zariadení, inštalácia programov a zaškolenie obsluhy. Servis, údržba a správa technológie by mala byť dostupná počas celej životnosti technológie.



Obrázok 29: Ilustračný obrázok vybavenia jednej študentskej pracovnej stanice

#### 3.4.1.2. Grafický softvér

V rámci predmetného študijného odboru je vhodné, aby boli pracovné stanice v PC učebni vybavené grafickým softvérom SOLIDWORKS 3D CAD modelovanie pre študentov. Grafický softvérový nástroj ponúka výkonné objemové i plošné modelovanie s ľahkým a vizuálne prehľadným ovládaním. Užívateľské rozhranie je intuitívne a ponúka pohotovú pracovnú postupu. Ovládanie je založené na technológii SWIFT, ktorá redukuje potrebu opakujúcich sa úkonov, manuálnych zásahov a aj takých operácií, kde si ani skúsenejší užívateľ nie je vopred istý postupom a často siaha po metóde pokus omyl. SWIFT dokáže šetriť významné množstvo času a umožňuje sa viac venovať samotnému procesu modelovania a nie ovládaniu systému.

Študenti majú k dispozícii profesionálny modelovací systém obsahujúci jadro systému pre tvorbu dielov, zostáv, výkresov a ďalších nástrojov, ktorými systém napomáha pri výučbe. Ďalej majú študenti k dispozícii celé spektrum výpočtových nástrojov pre rôzne analýzy a simulácie pomocou ktorých lepšie pochopia fyziku a vlastnosti materiálov. Vedomosti získané používaním systému SOLIDWORKS sú nie len prínosom pre znalosti

študentov a ich schopnosti pracovať s CAD systémami, ale predstavujú i výhodu na trhu práce, kde technici dobre ovládajúci SOLIDWORKS nájdu rýchlo uplatnenie.

Školská verzia grafického softvéru je určená pre stredné školy, gymnáziá a vysoké školy. Táto licencia slúži výhradne pre študentov a učiteľov školy, ktorá ich zakúpila, nie je určená na komerčné použitie.

SOLIDWORKS Education edícia je dostupná vo forme samostatnej alebo sieťovej licencie a obsahuje kompletný výukový softvér a učebný plán v elektronickom formáte.

#### 3.4.1.3. *Zaškolenie/vzdelávanie pedagogických zamestnancov k príslušnému softvéru*

Hlavným cieľom tohto vzdelávania je aktualizovať, prehĺbiť a rozšíriť profesijné kompetencie učiteľov odborných technických predmetov, sprostredkovať najnovšie aktuálne informácie z problematiky grafických systémov pre tvorbu technickej dokumentácie v elektronickej podobe v programe 3D CAD SOLIDWORKS.

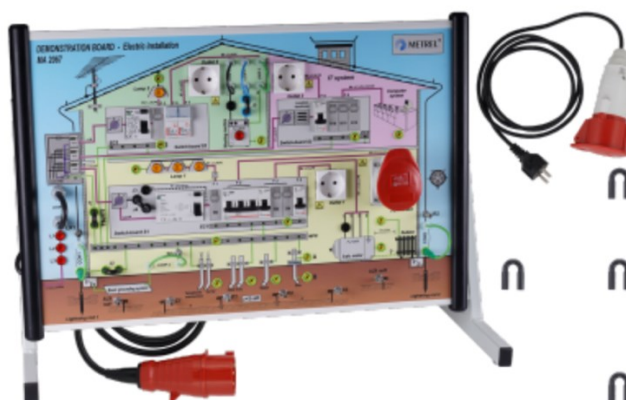
Vzdelávanie prebieha nie len teoretickou formou, ale aj prakticky priamo v prostredí SOLIDWORKS s využitím mnohých cvičebných príkladov. Akreditované vzdelávanie sa ukončí záverečnou prezentáciou zadanej úlohy pred komisiou a účastníkmi vzdelávania.

Absolvent vzdelávacieho programu bude:

- schopný pracovať na užívateľskej a výučbovej úrovni s programom 3D CAD SOLIDWORKS
- spracovať metodické postupy pre aplikovanie programu 3D CAD SOLIDWORKS vo výučbe
- prakticky vyučovať program 3D CAD SOLIDWORKS

#### 3.4.1.4. *Výučbový panel na výuku reálnych nízkonapäťových elektrických inštalácií*

Metrel MA 2067 je vynikajúci demonstračný a vzdelávací nástroj, ktorý simuluje reálne podmienky v nízkonapäťových elektroinštaláciách. Demonstračná doska pozostáva zo všetkých dôležitých prvkov elektrických inštalácií, ako sú RCD rôznych typov, poistky, PE vyrovnávacie lišty, 1- a 3-fázové zásuvky, rôzne spotrebiče elektrickej energie a rôzne uzemňovacie systémy (TT, TN, IT). Demonstračná doska MA 2067 poskytuje simuláciu rôznych typov porúch v elektroinštalácii. Kompletné testovanie a riešenie problémov inštalácie je možné pomocou vhodných nástrojov.



Obrázok 30: Výučbový panel Metrel MA 2067

Štandardná sada MA 2067 obsahuje:

- demonstračná tabuľa
- jumper, 4ks
- podpera dosky pre vertikálne použitie
- 1-fázový sieťový kábel
- Brožúra s cvičeniami

- Kalibračný certifikát

Kľúčové vlastnosti:

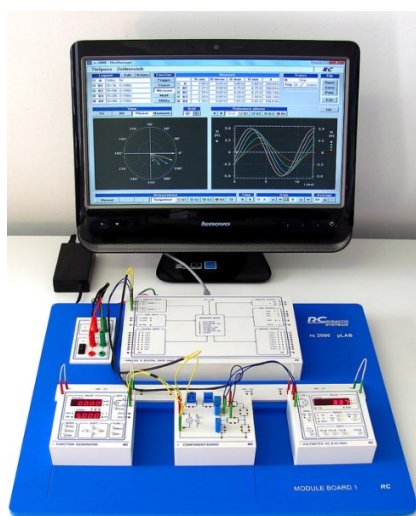
- Je možných 65 rôznych meraní v súlade s EN 61557 (izolačný odpor, spojitosť PE vodičov, zemný odpor, špecifický zemný odpor, impedancia vedenia a slučky, rotácia fáz, zvodový prúd, testovanie RCD, napätie a frekvencia).
- Na uzamykateľnom rozvádzači je možné zvoliť 19 rôznych chýb.
- Na meranie vypínacieho času, vypínacieho prúdu a dotykového napätia sú integrované rôzne typy prúdových chráničov
- Simulácia zemných systémov TT, TN a IT.
- Možnosť pripojenia na jednofázový alebo 3-fázový napájací systém.
- Brožúra s teóriou a cvičeniami pre školy a školiace strediská je súčasťou štandardnej sady.

Výučbový panel bude umiestnený v existujúcej učebni energetiky v miestnosti č. 107.

#### 3.4.1.5. Simulačný systém pre energetiku, pre pasívne, aktívne súčiastky a číslicovú techniku

**(analogová a digitálna technika) s možnosťou spracovania všetkých výsledkov na PC – 3 pracoviská.**

Systém rc2000 - mLAB – modulový výukový systém, mikrolaboratórium pre elektrotechniku, elektroniku, analógovú a číslicovú techniku. Je určený pre výuku elektroniky, elektrotechniky a príbuzných odborov na stredných a vysokých školách. Skladá sa z jednotlivých vzájomne plne kompatibilných modulov. Vysoká presnosť a stabilita modulov zaručuje súlad teoretických výpočtov a reálnych meraní. Obsahuje vysoko stabilné súčiastky, systém je spoľahlivý a odolný proti poškodeniu pri práci žiakov, kontakty sú mechanicky odolné a moduly sú istené proti chybným napätiam, má jediné spoločné napájacie napätie +5V.



Obrázok 31: Systém rc2000 - mLAB

Meracia jednotka ADDU spolu s programom rc2000 umožňuje merať a generovať analógové a číslicové signály. Jednotka komunikuje s PC (operačný systém Windows všetkých verzií) pomocou rozhrania USB. Jednotka obsahuje:

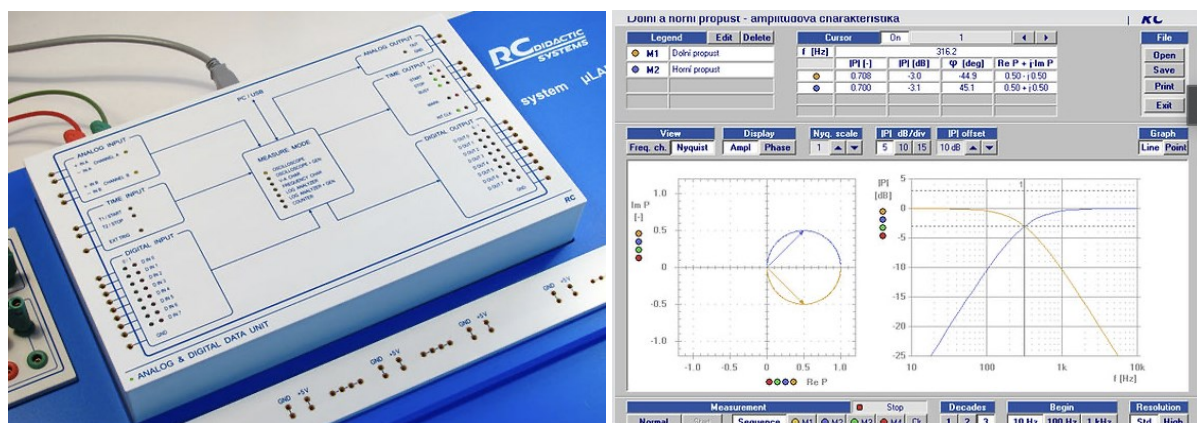
- 2 diferenciálne analógové vstupy
- 1 diferenciálny analógový výstup
- 8 digitálnych vstupov a výstupov
- 2 čítacie vstupy

Výuka je podporená reálnymi experimentami za pomoci meracej jednotky ADDU spojenej s počítačom. Počítačový program zaisťuje rôzne spôsoby zberu a prezentácie meraných dát. V spojení s programovým vybavením (Program rc2000) môže meracia jednotka pracovať v nasledujúcich meracích módoch:

- Dvojkanaľový osciloskop
- Jednokanaľový osciloskop a analógový generátor
- Voltampérové charakteristiky
- Frekvenčné charakteristiky
- Logický analyzátor
- Logický analyzátor a logický generátor
- Dvojkanaľový čítač

Súčasťou systému je súbor učebných úloh, ktorý je v spolupráci so školami priebežne rozširovaný. Vzhľadom k univerzálnosti systému je možno po minimálnych úpravách ľahko použiť úlohy zo súčasného fondu učebníc pre elektrotechnické odbory.

Úlohy pokrývajú široké spektrum možností využitia systému vo výuke a slúži ako metodický príklad použitia modulov systému mLAB. Úlohy sú užívateľovi systému mLAB na školách otestované a preskúšané.



Obrázok 32: Meracia jednotka ADDU a softvér rc2000

Systém rc2000 - mLAB bude doplnený do existujúcej učebne energetiky (miestnosť 107). Systémom rc2000 - mLAB sa vybaví/doplnia 3 existujúce PC pracovné stanice (z existujúcich 5-tich), nakoľko systém potrebuje pripojený počítač s nainštalovaným softvérom rc2000.

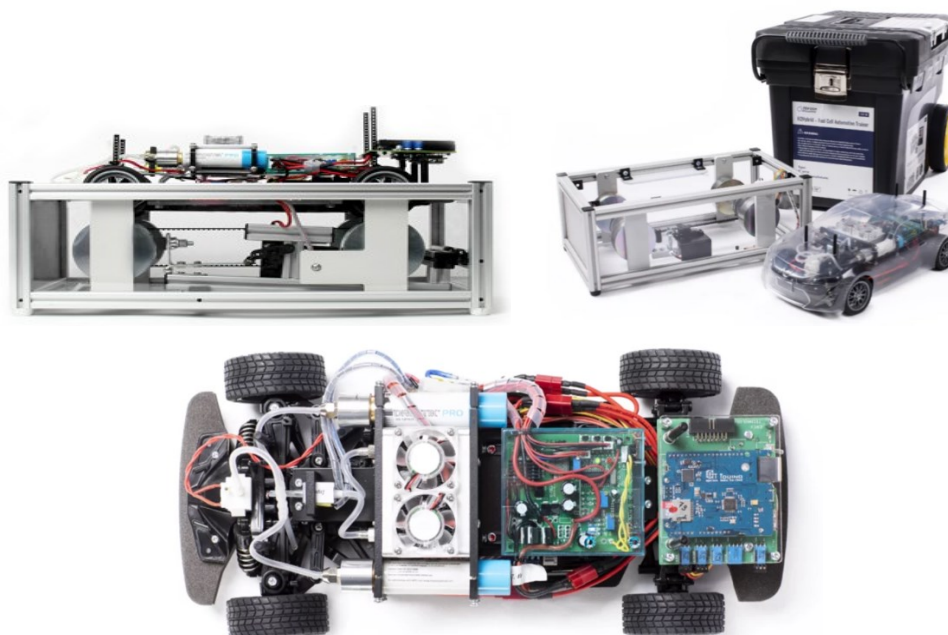
### 3.4.2. Obstaranie trenažerov a príslušného zariadenia na experimenty s obnoviteľnou energiou, meranie, vývoj a optimalizáciu palivových článkov.

#### 3.4.2.1. FCAT – 30 SET H2Hybrid – Fuel Cell Automotive Trainer SET

**Trenažér na pochopenie hybridného pohonu, nastavenia optimálnej prevádzky, získavanie a spracovanie údajov o výkone palivových článkov – 2 zariadenia**

Trenažér je dokonalým nástrojom na skúmanie vedeckých a technických konceptov prostredníctvom praktických aktivít s funkčným automobilom s palivovými článkami. Celý rad hardvéru, softvéru a digitálnych učebných materiálov umožňuje hodiny aktivít pre študentov všetkých stupňov od stredných odborných škôl až po vysoké školy technického zamerania.

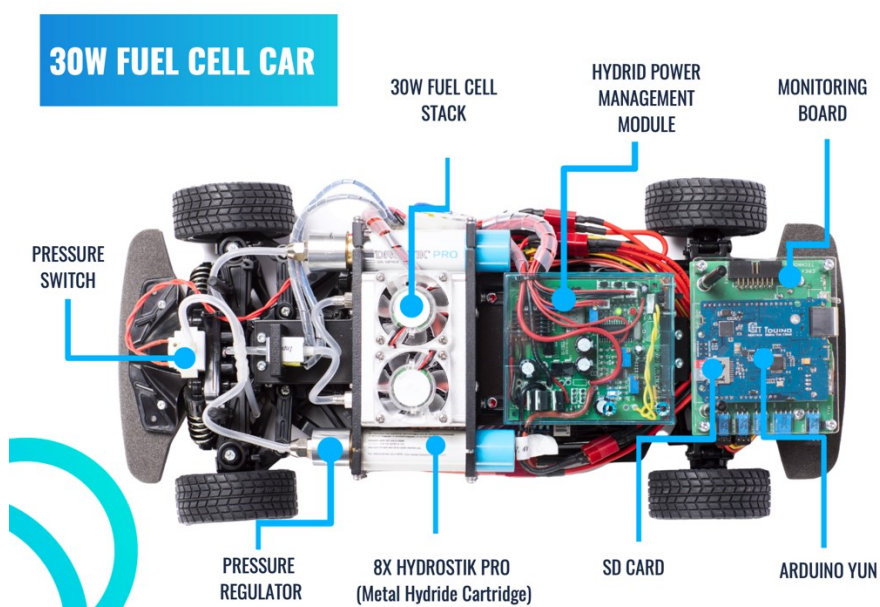




Obrázok 33: H2Hybrid Fuel Cell Automotive Trainer

Trenažér umožní:

- Navrhovať nové riešenia pre optimalizáciu výkonu auta
- Preskúmať tri oblasti energetického manažmentu
- Pochopiť technológiu hybridného pohonu a pracovať na minimalizácii vplyvov na životné prostredie
- Zoznámiť sa so získavaním údajov a zistiť ako manipulovať, analyzovať a interpretovať grafy a údaje získané z vozidla na ceste a na skúšobnej stolici
- Pochopiť očakávaný výkon systému palivových článkov a ako dosiahnuť optimálnu prevádzku
- Preskúmať rozdiel medzi očakávaným výkonom a experimentálnymi výsledkami



Obrázok 34: Vozidlo na palivové články

Monitoring board:

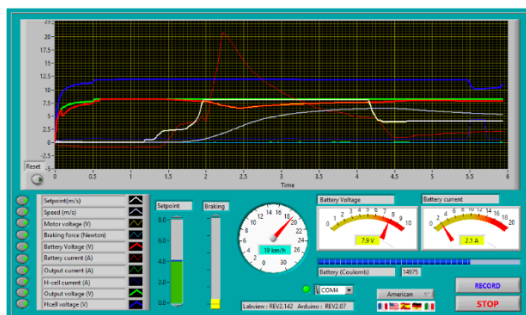


- Doska Arduino YUN s rozhraním HTML WEB servera
- Meria napätie a prúd z motora, palivového článku a batérie, ako aj prejdenu vzdialenosť
- Priložená SD karta ukladá údaje ako súbor .csv
- Dáta môžu byť tiež prenášané v reálnom čase do PC na analýzu

Softvér a počítačové modely

- Modelovanie pre SOLIDWORKS, SYSML, OpenModelica, MATLAB a Excel
- Diagram kompletného vodíkového hybridného auta
- Modelovanie toku energie

Softvérovou súčasťou trenažera je LabVIEW dashboard s grafmi rýchlosti, prúdu a brzdnéj sily v reálnom čase. Dáta, ktoré LABVIEW zhromažďuje: rýchlosť, napätie batérie, napätie palivového článku, prúd, napätie motora, nabitie batérie.



Obrázok 35 Rozhranie HTML WEB servera pripojené cez WIFI

2 kusy trenažera budú umiestnené v existujúcej učebni energetiky (miestnosť č. 107). Uložené budú na stoloch existujúcich pracovísk (2 z 5tich). Nakoľko súčasťou trenažera je aj LabView software, trenažer bude pripojený k existujúcim PC staniciam s monitormi.

Často počujeme o tom, či sa palivové články niekedy dostanú na trh, alebo prečo sa do palivových článkov investuje toľko energie a úsilia, keď batérie dokážu túto prácu urobiť lepšie a lacnejšie. Každá technológia skladovania energie je však iná a zohráva špecifickú úlohu. Neexistuje víťaz pokiaľ ide o konfrontáciu medzi batériou a palivovými článkami, a niet ani porazeného. Obidve sú zariadenia na uchovávanie elektrickej energie a ide o podstatu toho, ako tieto rôzne zariadenia fungujú. Batérie dokážu v porovnaní s palivovými článkami dosiahnuť obrovskú silu pri veľmi malých rozmeroch. Sú tiež oveľa lacnejšie vzhľadom na výkon, ktorý dodávajú - a pravdepodobne vždy budú. Ich nabíjacia účinnosť je tiež veľmi vysoká.

Áno, batérie môžu dodať veľa energie (W) z malého vyhotovenia, ale nedokážu udržať veľmi vysokú energetickú kapacitu. Dôvodom prečo vidíme elektrické autá vybavené s toľkými batériami vo vnútri, je umožniť dojazd alebo predĺžiť trvanie výkonu (W x hodina alebo Wh). Aby sme pochopili rozdiel medzi palivovými článkami a batériami, musíme oddeliť dva koncepty výkonu (W) a energie (Wh). Palivové články majú tendenciu byť drahšie vzhľadom na dodávanú energiu v porovnaní s batériami a pravdepodobne aj naďalej budú. Množstvo energie alebo trvanie výkonu (Wh), ktoré môžu dodať, však môže byť výrazne lepšie a tiež oveľa lacnejšie. Batérie by sa mali používať na napájanie vysokého prúdu a nie palivové články. Potom je tu superkondenzátor.

Superkondenzátory používajú na ukladanie energie špeciálne dvojvrstvové dielektrikum. Dielektrikum je jednoducho druh izolátora, ktorý vytvára vnútorné elektrické pole umožňujúce ukladanie elektrickej energie. V superkondenzátore je elektrolyt umiestnený medzi dvoma vodičmi. V mieste, kde sa elektrolyt stretne s vodičom, kladné ióny elektrolytu odpudzujú elektróny vodiča a vytvárajú dve vrstvy – jednu záporne nabitú a druhú kladne nabitú. Medzi týmito dvoma vrstvami sú polarizované častice, ktoré sú ideálne na ukladanie veľkého množstva energie. Superkondenzátory môžu dodávať desať až dvadsaťkrát vyšší výkon ako bežné batérie a majú desať až stokrát vyššiu hustotu energie.

Kedykoľvek energetické nároky na palivový článok príliš vzrastú, kondenzátor zasiahne, aby odľahčil záťaž. V praxi to znamená, že palivový článok sa sústreďuje na poskytovanie energie, keď auto ide konštantnou rýchlosťou alebo keď je zapnutý tempomat, zatiaľ čo superkondenzátor sa stará o špičkové /nárazové energetické potreby, ako je zrýchlenie.

Takže kondenzátor je tu na to, aby poskytoval zvýšenie výkonu, keď vodíkový systém nemá dostatok energie na zrýchlenie, ale poskytuje dodatočnú energetickú kapacitu, ktorá kondenzátorom chýba. Pretože sa kondenzátor používa tak šetrne a v krátkych dávkach, je viac než možné, že nabíjačka môže byť úplne ekologická. V skutočných vozidlách môžu superkondenzátory generovať elektrinu aj z brzdnej energie vozidla (rekuperačné brzdenie), čo výrazne zvyšuje účinnosť motora, ktorý je už o 50% účinnejší ako benzínové alternatívy.

Hybridné vozidlá poháňané kombináciou vodíka a superkondenzátora nemusia byť kompromisom. Namiesto toho môžu byť hybridy syntézou dvoch rôznych druhov udržateľnej energie, ktoré spolupracujú na vytvorení oveľa efektívnejšieho systému.

#### 3.4.2.2. RENEWABLE ENERGY TRAINER – *trenažér experimentov*

##### **s obnoviteľnou energiou s interaktívnym softvérom**

Trenažér Horizon Renewable Energy Trainer je vyrobený z profesionálnych materiálov a poskytuje hodiny kvalitných experimentov s obnoviteľnou energiou. Priložený simulátor solárnej energie, projektor a veterná turbína poskytujú študentom viacero technológií obnoviteľnej energie, ktoré môžu skúmať. Interaktívny softvér, ktorý je tiež súčasťou trenažéra, umožňuje úplnú kontrolu nad každým aspektom simulátorov a umožňuje študentom pozorovať a meniť mnohé parametre, ktoré by inak nemohli skúmať.



Obrázok 36 Hybrid renewable energy trainer

Príklady úloh:

- Optimálny uhol použitia pre solárne články
- Pochopenie vlastností solárnych článkov
- Skúmanie účinkov rôznych typov tienenia
- Určenie účinkov obtokovej diódy
- Vysvetlenie účinkov blokovacej diódy
- Overovanie rôznych aplikácií pripojenia v solárnych článkoch
- Použitie veternej turbíny
- Rôzne zaťaženie turbíny
- Kontrola vypínacích účinkov

Tréningová súprava obnoviteľnej energie je pripravená pre účel experimentovania pri výrobe elektriny na báze slnka, vetra a vodíka. Súprava experimentov je navrhnutá v súlade s učebnými osnovami všetkých inštitúcií vyžadujúcich technické vzdelanie, medzi ktoré možno zaradiť technické univerzity, stredné odborné školy a všetky inštitúcie vyžadujúce technické vzdelanie. V experimentálnej súprave je prioritou bezpečnosť užívateľa v súlade s právnymi predpismi. Laserová technológia sa používa na kreslenie symbolov a písanie technických prehľadov k modulom.

Obsah tréningového súboru je použiteľný pre pokročilý technický výcvik, vrátane základného výcviku. Celá súprava experimentálnej jednotky pozostáva z modulov, ktoré sa dajú ľahko pripojiť a odstrániť z hlavnej jednotky v závislosti od vykonávanej experimentálnej práce. Všetky komponenty použité v moduloch sú autentické produkty alebo ich náprotivky, ktoré sa vyrábajú na priemyselné účely.

#### Experimenty so solárnou energiou:

- Experimenty s fotovoltaickými panelmi
- Meranie napätia v otvorenom okruhu fotovoltaického panelu
- Meranie skratového prúdu fotovoltaického panelu
- Charakterizácia prúdového napätia fotovoltaického panelu
- Vyšetrenie fotovoltaických panelov bez záťaže výstupného napätia vo vzťahu k celodennému pohybu
- Preskúmanie zaťaženého výstupného napätia fotovoltaických panelov vo vzťahu k celodennému pohybu
- Skúška sezónneho výstupného napätia naprázdno fotovoltaických panelov
- Skúška sezónneho zaťaženého výstupného napätia fotovoltaických panelov
- Sériové zapojenie fotovoltaických panelov
- Skúška paralelného zapojenia fotovoltaických panelov
- Skúška fotovoltaického panelového simulátora
- Skúmanie tieňového efektu na fotovoltaických paneloch
- Skúmanie efektu bypass diódy na fotovoltaických paneloch
- Skúmanie efektu nesúladu na fotovoltaických paneloch
- Skúmanie vplyvu blokovacích diód na fotovoltaické panely
- Skúška emulátora fotovoltaického panelu
- Experimenty s fotovoltaickými systémami
- Priame pripojenie fotovoltaického panelu k záťaži
- Spustenie meniča OFF GRID (bez zaťaženia)
- Inštalácia základného fotovoltaického systému (jednosmerná záťaž)
- Inštalácia základného fotovoltaického systému (AC záťaž)
- Kontrola výstupného signálu invertora OFF GRID s modulom DAQ
- Meranie výstupného signálu meniča OFF GRID pomocou energetického analyzátora
- Meranie energie odoberanej z invertora OFF GRID
- Meranie výstupného výkonu invertora OFF GRID a jeho účinnosti
- Aplikácia SCADA s invertorom OFF GRID

#### Experimenty s veternou energiou

- Preskúmanie vzťahu medzi rýchlosťou turbíny a výstupným napätím veternej turbíny (prevádzka naprázdno)
- Preskúmanie vzťahu medzi rýchlosťou turbíny a výstupným napätím veternej turbíny (prevádzka pri zaťažení)
- Skúmanie vplyvu regulátora veternej turbíny na vzťah medzi rýchlosťou turbíny a výstupným napätím turbíny (prevádzka naprázdno)

- Skúmanie vplyvu regulátora veternej turbíny na vzťah medzi rýchlosťou turbíny a výstupným napätím turbíny (prevádzka pri zaťažení)
- Kontrola výstupného napätia veternej turbíny
- Kontrola výstupného napätia veternej turbíny s modulom DAQ
- Kontrola systému veternej energie

Experimenty s vodíkovou energiou

- Vyšetrenie výstupného napätia vodíkového palivového článku pomocou osciloskopu
- Vyšetrenie výstupného napätia vodíkového palivového článku pomocou DAQ modulu

Trenažér pozostáva z:

- Premiestniteľná/pohyblivá hlavná jednotka
- Pojazdny stojan z hliníkového profilu
- Stôl 140 x 80 x 3 cm vhodný do laboratórnych podmienok
- Držiak na 5 krútených káblov s kapacitou 40 káblov
- 3 hliníkové polia, kde je možné umiestniť moduly

Moduly:

- Solárna energia – modul regulátora solárneho nabíjania, nastaviteľný solárny panel, modul simulátora solárneho panelu
- Veterná energia – modul veternej turbíny, modul regulátora nabíjania veternej turbíny
- Modul palivových článkov
- Elektrolýza
- Modul inventora Off-Grid
- Elektronický záťažový modul
- Analógový modul merania
- Modul lineárneho potenciometra
- Modul analyzátora AC energie
- Modul inventora On-Grid
- Monofázový spínací modul
- Izolovaný modul merania
- Skladovanie vodíka
- Modul diódy
- Akumulátorový modul
- Modul merania AC/DC
- Modul distribúcie energie
- Modul rozhrania PC
- Modul elektronického potenciometra
- Modul simulácie vetra
- Modul na riadenie nabíjania veternej turbíny
- Modul získavania údajov
- Modul riadenia svetelného zdroja
- Modul DC napájania
- Modul emulátora solárnych panelov
- Solárny panel s nastaviteľným uhlom svetla
- Modul elektronického merača
- Modul lampy 220V AC

- 12VDC lampový modul
- Sada káblov

Trenažér bude umiestnený v novej učebni energetiky, ktorá vznikne renováciou miestnosti č. 111.

#### *3.4.2.3. 30W Fuel Cell Development Kit – súprava na vývoj palivových článkov – 12 ks*

Súprava na vývoj palivových článkov predstavuje princíp fungovania palivového článku s pevným polymérnym elektrolytom. V závislosti od preberaných tém a hĺbky štúdia možno súpravu použiť ba výučbu sekundárnych predmetov (fyzika, chémia, matematika) aj pokročilejších vzdelávacích predmetov. Súprava naučí žiakov súbor odborných prierezových zručností, ako aj zručnosti na vysokej úrovni, ktoré presahujú rámec školských osnov.

Kľúčové vlastnosti

- Meranie prúdového napätia
- Obsluha preplachovacieho ventilu
- Kontrola skratu

Príklady úloh/projektov v rámci vyučovania:

- Riadiaci systém palivových článkov
- Autonómna elektrická sieť s vodíkovým palivovým článkom
- Rýchly RC čln na vodíkový pohon
- Hybridný model auta ovládaný cez Bluetooth
- Robotika



Obrázok 37 30W Fuel Cell Development Kit

Vývojová súprava palivových článkov umožňuje používateľovi jednoducho navrhovať a zostavovať systémy palivových článkov s kapacitou až 30W. Open-source Arduino podporuje rýchle prispôsobenie riadiaceho systému a používateľského rozhrania pre širokú škálu aplikácií od vláčikov, lietadiel a automobilov až po systémy vzdialeného monitorovania.

Vodíkové palivové články Vodíkové palivové články poskytujú energiu rôznym aplikáciám. Súčasne použitie palivových článkov umožňuje dosiahnuť nové úrovne kapacity napájania.

Sústava palivových článkov je navrhnutá na výrobu energie chemickou reakciou medzi aktívnymi látkami na elektródach (anóda a katóda). Pri týchto reakciách vodík pôsobí ako palivo, zatiaľ čo vzdušný kyslík je okysličovadlo.

Palivový článok netrpí samovybíjaním a na dobíjanie nepotrebuje elektrickú energiu. Mohol by produkovať energiu, pokiaľ je k dispozícii vodík a kyslík. Na rozdiel od iných generátorov energie (t.j. založených na spaľovacích motoroch alebo turbínach) palivový článok nespája palivo, a preto počas procesu nevzniká žiadny hluk a vibrácie. Výkon produkovaný palivovým článkom je výsledkom tichej elektrochemickej reakcie. Hlavnou črtou palivového článku je priama výroba energie z kyslíka a vodíka.

Palivový článok má vysokú elektrickú účinnosť a pri jeho prevádzke nevznikajú vedľajšie produkty ako CO alebo skleníkové plyny. Voda je jediným výfukovým plynom prevádzky palivového článku.

Čo obsahuje vývojový kit a princíp fungovania

- Zásobník palivových článkov
- Arduino shield pre FCDK-30
- Arduino uno
- Dva vodíkové HYDROSTIK PRO
- Dva regulátory tlaku
- Dva preplachovacie ventily
- Silikónové potrubie (L = 0,5 m) kazety
- Plastové potrubie (L = 0,3 m) klipy
- Dve plastové spony na hadičky
- T – rozdeľovač silikónových hadičiek
- Dve súpravy na opravu regulátora tlaku
- Kábel USB
- USB flash disk so softvérom
- Skrutkovač

Na prevádzku súprava vyžaduje palivo (vodík) a okysličovadlo (kyslík zo vzduchu). Vodík z HYDROSTIK PRO ide do zásobníka palivových článkov cez regulátor tlaku.

Kyslík sa privádza do reakčnej zóny pohybom cez otvorené kanály katódových povrchov pomocou axiálneho ventilátora. V zásobníku palivových článkov s otvorenou katódou sa vzduch používa nielen ako okysličovadlo, ale aj ako súčasť chladiaceho systému. Elektrochemická reakcia prebiehajúca v aktívnej zóne zásobníka palivových článkov je exotermická a v dôsledku vnútorného odporu sa pri prechode prúdu cez palivový článok uvoľňuje dodatočné teplo. Preto sa zásobník palivových článkov počas prevádzky zahrieva v závislosti od zaťaženia. Vďaka neustálemu prúdeniu vzduchu z aktívnej zóny katódy je udržiavaný nepretržitý proces odparovania vody, čo vedie k odvodu prebytočného tepla zo zariadenia.

Na čistenie systému od plyných vedľajších produktov reakcie, ktoré sa hromadia počas prevádzky v anódovej komore, sa musí pravidelne vykonávať preplachovanie.

Reakcia vodíka a vzduchu vytvára rozdiel potenciálov na svorkovniciach, ktorý generuje jednosmerný prúd v obvode, ak je elektrická záťaž.

Riadenie zásobníka palivových článkov (nastavený čas a trvanie čistenia) sa vykonáva cez Arduino. Serial Monitor v prostredí Arduino zobrazuje stav zásobníka palivových článkov (napätie, prúd a teplota, rýchlosť ventilátora, ako aj údaje o procese čistenia).

LED "Status" bliká, keď sa kondenzátor umiestnený na štíte Arduino nabíja, a nepretržite svieti, keď je kondenzátor nabitý. LED "Purge" sa rozsvieti, keď prebieha proces čistenia. LED "Power" sa rozsvieti, keď je k štítu Arduino pripojené napájanie.



30W Fuel Cell Development Kit bude umiestnený v novej učebni energetiky, ktorá vznikne renováciou miestnosti č. 111. Keďže má kufříkové vyhotovenie, všetkých 12 kusov bude skladovaných v regálovom systéme (ktorý bude v rámci interiérovej renovácie doplnený). Žiaci si v prípade potreby kufřík vyberú a rozložia na pracovný stôl.

#### 3.4.2.4. EDUSTAK PRO – technológia palivových STACKov – 3 kusy

EDUSTAK PRO predstavuje technológiu palivových stackov (sendvičových palivových článkov), ktorá poháňa najmodernejšie dopravné riešenia a generátory. Študenti si môžu zostaviť vlastný zásobník palivových článkov z jednotlivého pripojených článkov a potom sa napájať pomocou plniteľných metalhydridových nádrží HYDROSTIK PRO. EDUSTAK sa dodáva v zásobníkoch s 10 článkami. Na zostavenie STACKov nie sú potrebné žiadne nástroje, takže sa môžete sústrediť na vytváranie vlastných aplikácií na vodíkový pohon. Vďaka tomuto jednoduchému použitiu je možné jednoducho škálovať články na rôzne úrovne výkonu a integrovať zariadenia, ako sú napríklad snímače.



Obrázok 38: EDUSTAK PRO

Základné vlastnosti:

- Jednoduchá montáž – nie je potrebné žiadne náradie
- Výkon zásobníka je ľahko škálovateľný a integrácia snímačov je jednoduchá
- Menovitý vstupný výkon do 4W
- Optimálny tepelný manažment s cirkuláciou vzduchu v každej doske
- Obsahuje HYDROSTIK PRO s hadičkami a prispôsobeným regulátorom tlaku

Technológia palivových stackov bude umiestnená v novej učebni energetiky, ktorá vznikne renováciou miestnosti č. 111. Keďže vyhotovenie je forme prenositeľného kufříku, tieto kufříky budú štandardne uložené v pracovných regáloch pri stene učebne a v prípade potreby si ho žiaci prenesú a rozložia na pracovnom stole.

#### 3.4.2.5. FCH – 020 HYDROFILL PRO – stolová čerpacia stanica na dopĺňanie metalhydridových kaziet HYDROSTIK PRO – 3 kusy

HYDROFILL PRO je stolová čerpacia stanica "vodík na požiadanie" určená na jednoduché a automatické dopĺňanie metalhydridových kaziet HYDROSTIK PRO (nie sú súčasťou čerpacej stanice). Stačí pridať čistú vodu a pripojiť k sieti striedavého prúdu, jednosmernému solárnemu alebo veternému napájaniu pre úplne sebestačný, obnoviteľný vodíkový systém.

Vďaka kompatibilitě so zariadeniami s palivovými článkami s výkonom nad 2 W a do 30 W je HYDROFILL PRO vhodný najmä pre školy, laboratóriá a technické vzdelávacie zariadenia.



Obrázok 39: Hydrofill Pro

Hydrofill je ideálny doplnok do každej vedeckej učebne. Základom technológie je inovácia metalhydridu. Stlačený alebo kvapalný vodík nemá takú všestrannosť ako vodík v tuhom skupenstve na nízkej úrovni potrebnej na vedecké demonštrácie (alebo napríklad na nabíjanie prenosnej elektroniky.) Navyše je mimoriadne bezpečný – dokonca schválený IATA pre cestovanie lietadlom.

Vodík je ťažko dostupný a jeho výmena je nákladná, keď sa minie. Riešením je voda. Alebo skôr systém, ktorý elektrolyzuje destilovanú vodu na generovanie vodíka, kedykoľvek je potrebný.

Súpravy palivových článkov sa jednoznačne výrazne zlepšia a ich životnosť sa predĺži pridaním výroby vodíka na požiadanie. Potom sú tu súpravy, ktoré skúmajú rôzne druhy alternatívnej energie, pričom Hydrofill zrazu môže všetku tú obnoviteľnú energiu uložiť do rovnako obnoviteľného zásobníka vodíka. Obrovské výhody integrovanej inteligentnej siete využívajúcej alternatívne zdroje sa dajú oveľa ľahšie ilustrovať pomocou pripravenej dodávky základného média na skladovanie energie.

Ale predovšetkým výhodou Hydrofillu je autonómia, ktorú dáva učiteľom. Životne dôležitý prvok nespočetných chemických experimentov je teraz tak jednoduché vytvoriť, pričom zároveň demonštruje základný chemický princíp v procese elektrolýzy vody.

HYDROFILL PRO je stolná tankovacia stanica „vodík na požiadanie“ navrhnutá pre jednoduché a automatické dopĺňanie metalhydridových kaziet HYDROSTIK PRO.

3 kusy stolových čerpacích staníc na dopĺňanie metalhydridových kaziet HYDROSTIK PRO budú umiestnené v novej učebni energetiky, ktorá vznikne renováciou miestnosti č. 111. Keďže vyhotovenie je prenositeľné, budú štandardne uložené v pracovných regáloch pri stene učebne a v prípade potreby si ich žiaci prenesú a rozložia na pracovnom stole.

#### 3.4.2.6. HYDROSTIK PRO – kazety na skladovanie vodíka – 40 kusov

HYDROSTIK PRO je pohodlné riešenie na skladovanie vodíka, ktoré umožní poháňať zariadenia poháňané vodíkom. Jedná sa o jednu z najnovších technológií skladovania vodíka. Namiesto stláčania plynného vodíka sa jedná o bezpečný a spoľahlivý spôsob. HYDROSTIK PRO spája vodík so zliatinou kovov a vytvára pevný hydrid kovu.



Obrázok 40: HYDROSTIK PRO kazeta na skladovanie vodíka

Kazeta HYDROSTIK PRO je navrhnutá s krytom z hliníkovej zliatiny a zliatinou AB2 pre absorpciu vodíka.

Po aktivácii je zliatina AB2 schopná absorbovať vodík, expandovať a uvoľňovať teplo až do nasýtenia. Vnútorný tlak plne nabitkej kazety zostáva na úrovni 30 Bar (435 PSI) pri teplote okolia 20°C - 25°C a hmotnosť je približne o 0,9 gramu vyššia. Akonáhle sa ventil zásobníka otvorí a tlak sa zníži, zo zliatiny sa bude nepretržite uvoľňovať vodík, ktorý bude absorbovať teplo. Ak sa zníži rýchlosť absorpcie tepla, zníži sa aj rýchlosť uvoľňovania vodíka. Materiály krytu kazety sú vyrobené z hliníkovej zliatiny, ktorá má vynikajúce vlastnosti tepelnej vodivosti, ktoré môžu uľahčiť vedenie tepla zliatiny počas procesov absorpcie a uvoľňovania plynov. Efektívnosť absorpcie plynu zliatinou môže byť významne ovplyvnená oxidáciou v dôsledku vlhkosti; preto je na nabíjanie potrebný suchý vodíkový plyn s čistotou najmenej 99,99 %.

Cieľom je vytvoriť zdroje energie s dlhšou životnosťou prostredníctvom výrobných procesov, ktoré produkujú sotva zlomok emisií skleníkových plynov v porovnaní s tradičnými lítiovými batériami. Vodíkové náplne možno skladovať oveľa dlhšie bez citelného poklesu výkonu, sú bezpečnejšie, keďže vodík možno skladovať v pevnom stave vo vnútri puzdra a dajú sa rýchlo a jednoducho doplniť.

Jedna kazeta Hydrostick je schopná dodávať desať hodín energie pri nepretržitej spotrebe 1 W a možno ju dobiť až 100-krát. V spojení s vodíkovou tankovacou stanicou sú teda Hydrosticky ekvivalentom 1000 jednorazových AA batérií. Použité Hydrosticks je možné vymeniť za plné náplne alebo doplniť pomocou Horizon Hydrofill – čerpacej stanice na požiadanie, ktorá vyrába vodík z destilovanej vody.

#### 3.4.2.7. Trojfázový elektromerový rozvádzač zapustený

Elektromerový rozvádzač, zapustený, zaťažiteľnosť do 63 A, zhotovenie pre oblasť VSE, bez okienka vrátane hlavného ističa B25/3 - 10kA a UV filtra dvierok elektromerového rozvádzača. Dizajn - hladký povrch, rozmer – 400 x 500 x 215 mm (š x v x h), hmotnosť - 7 kg.

Technické parametre:

- Menovité pracovné napätie: 230 / 400V, TN C S
- Menovitý prúd: Do 63A
- Menovitá frekvencia: 50 Hz
- Stupeň krytia: IP44 / IP20
- Prívodné vedenie: do 25mm<sup>2</sup>
- Materiál skrine: tvrdený polyester, odolnosť proti horeniu: Kategória B
- Uzatváranie dverí: rozvádzačový zámok štvorhran 6 x 6 - (rozdávzač sa dodáva s kľúčom na otváranie)
- Ochrana neživých častí pred nebezpečným dotykovým napätím: samočinným odpojením od napájania



Obrázok 41 Trojfázový elektromerový rozvádzač

Trojfázový elektromerový rozvádzač bude pre účely výuky umiestnený v existujúcej učebni energetiky (miestnosť 107). Za účelom jeho inštalácie na stanovené miesto bude potrebné vykonať aj určité úpravy v rámci

elektroinštalácie danej miestnosti a to konkrétne z hlavnej napájacej vetvy školy priviesť trojfázové vedenie priamo do tejto učebne.

#### 3.4.2.8. 3-fázový elektromotor

Trojfázový elektrický motor určený na pohon kompresorov. Skriňa motora je vyrobená z extrémne odolnej liatiny, ktorá v spojení s tvarom skrine výrazne zlepšuje odvod tepla zo systému do okolitého prostredia. Vysoká kvalita spracovania je zrejmá tiež na príklade ďalších prvkov - kovový kryt ventilátora a elektrická skriňa vyrobená z odolného kovu výrazne zlepšujú vizuálne aspekty motora, ale aj odolnosť proti poškodeniu. Motor je vybavený dvojitém remeňovým kolieskom s priemerom 10,5 cm.

Technické parametre:

- Napájanie: 400 V ~ 50 Hz
- Výkon: 9,5 kW
- Otáčky: 2850 otáčok/ min
- Menovitý prúd: 13,9
- Trieda izolácie: IP44
- Priemer valca: 38 mm
- Rozstup otvorov [Š x V]: 14 cm x 22 cm - 4 otvory
- Výška do stredu hriadeľa: 31 cm



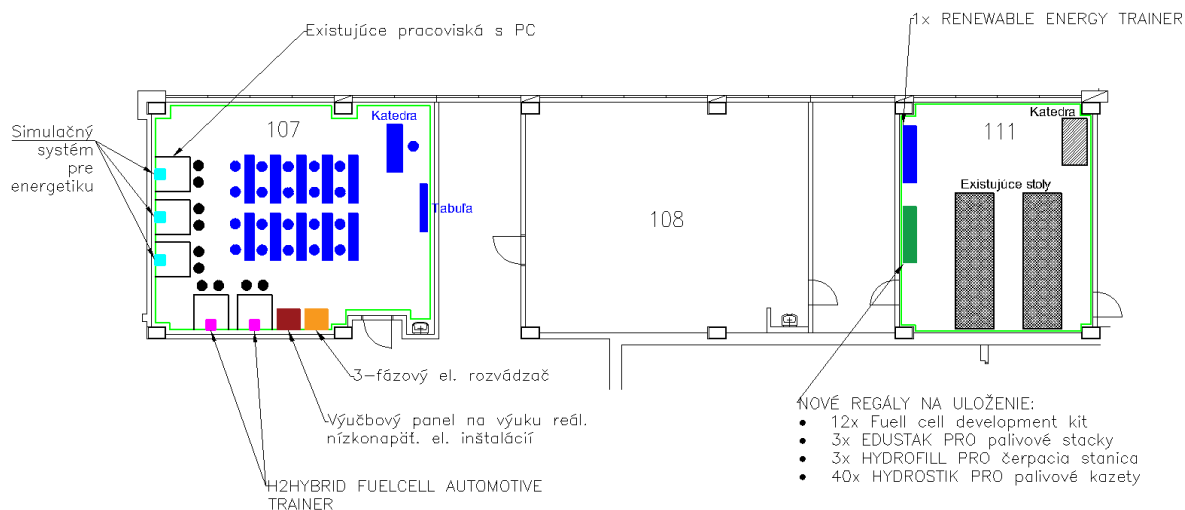
Obrázok 42 3-fázový elektromotor

3-fázový elektromotor bude pre účely výuky umiestnený v existujúcej učebni energetiky (miestnosť 107). Za účelom jeho inštalácie na stanovené miesto bude potrebné vykonať aj určité úpravy v rámci elektroinštalácie danej miestnosti a to konkrétne z hlavnej napájacej vetvy školy priviesť trojfázové vedenie priamo do tejto učebne.

Tabuľka 8 SÚHRN činností a technológií v rámci aktivít projektového zámeru P3

Technológia	Umiestnenie	Požadované úpravy
PC učebňa – 15 pracovných staníc + 1 pracovná stanica pre učiteľa	miestnosť č. 302	Výmena starých PC za nové, výmena podlahovej krytiny, vymaľovanie priestoru, vybavenie novým regálovým systémom, odstránenie štandardných školských lavíc, premiestnenie existujúcich PC stolov do priestoru učebne.
Grafický softvér – pre 15 študentských pracovných staníc a 1 učiteľskú pracovnú stanicu	miestnosť č. 302	Inštalácia na nový PC systém založený na báze Zero klientov, zaškolenie pedagogických pracovníkov
3x Simulačný systém pre energetiku (pasívne, aktívne súčiastky, číslicová technika)	miestnosť č. 107	Fyzické umiestnenie simulátora na 3 existujúce pracoviská vrátane inštalácie príslušného softvéru do už existujúcich PC.
2x Fuel Cell Automotive Trainer	miestnosť č. 107	Nevyžaduje stavebný zásah, trénažéry sa fyzicky umiestnia na pracovnú plochu 2 existujúcich pracovísk ku stene po ľavej strane od vstupu do miestnosti.

1x Renewable Energy trainer	miestnosť č. 111	Rekonštrukcia podlahovej krytiny, obnova vrchnej dosky pracovných stolov, premaľovanie stien, vybavenie miestnosti regálovým systémom pre uloženie prenosnej technológie a jedným PC alebo notebookom pre pripojenie k trenažéru pre obnoviteľné zdroje energie.
12 x Fuel Cell Development Kit		
3x EDUSTAK PRO palivové stacky		
3x HYDROFILL PRO čerpacia stanica		
40 x HYDROSTICK PRO		
1x Výučbový panel na výuku nízkonapätových inštalácií		



Obrázok 43: Vybavenie miestností č. 107 a č. 111



Obrázok 44: Aktuálny stav miestnosti č. 111





Obrázok 45: Aktuálny stav miestnosti/učebne č. 107



Obrázok 46: Aktuálny stav miestnosti/učebne č. 302

## 4. P4 Multifunkčné špičkové laboratórium pre nový študijný odbor inteligentné systémy v doprave a priemysle

### Zámer a ciele samostatného projektu

Hlavným cieľom projektu je vybudovať *integrované laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle*, ktoré bude na špičkovej úrovni v plnom rozsahu vytvárať podmienky pre štúdium v novo pripravovanom študijnom odbore inteligentné systémy v doprave a priemysle. Zároveň bude možné ho využívať ako školiace stredisko Centra celoživotného vzdelávania pre firmy a podniky.

Integrované laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle vysoko posunie úroveň výučby z dôvodu maximálneho priblíženia k praxi. Praktické zručnosti sú neoddeliteľnou súčasťou vedomostí nadobudnutých počas štúdia. Žiaci budú mať príležitosť pracovať s aktuálnymi senzorickými a riadiacimi technológiami využívanými v oblasti inteligentných dopravných či priemyselných systémov.

Integrované laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle bude pozostávať z dvoch neoddeliteľných častí – *Laboratórium* a *Prezentačno-výučbová sála*.

Súčasťou laboratória bude aj centrálna kontrolná a prezentačná jednotka dispečingového typu. Laboratórium bude logicky členené na:

- *Laboratórium inteligentných riadiacich systémov* – v tomto laboratóriu sa študent oboznámi so spôsobmi riadenia procesov s vizualizáciou riadeného procesu, riadením/ovládaním aktuátorov a spracovaním údajov z riadeného procesu. Laboratórium sa plánuje plne vybaviť technológiou bežne používanou v praxi.
- *Laboratórium inteligentných dopravných systémov* – v tomto laboratóriu sa študent oboznámi so základmi návrhu a riadenia v dopravných odvetviach so zameraním na železničné a cestné systémy. Uvažuje sa s vytvorením výučbového modelu cestného a železničného kontrolného bodu (modelové meracie stanovište na ceste a koľajisku s prepojením na riadiace pracovisko).
- *Laboratórium inteligentných priemyselných systémov* – laboratórium bude zamerané na riešenie rôznych typov úloh v priemysle, bude vybavené pracoviskami, ktoré obsahujú priemyselné riadiace systémy (PLC – programovateľné logické automaty), komunikačné moduly, vstupno-výstupné moduly, snímače, meniče a motory. Riadiace systémy bude možné programovať. Účelom laboratória bude vyškolenie študentov v oblastiach: programátor, projektant a vývojár riadiacich systémov pre priemysel využívajúcich informačné technológie, umelú inteligenciu a PLC.
- *Laboratórium bezpečných riadiacich systémov* – v tomto laboratóriu sa študent oboznámi so spôsobom riadenia bezpečnostne kritických procesov, vizualizáciou riadeného procesu, riadením/ovládaním aktuátorov a spracovaním údajov z riadeného procesu, ktorý je bezpečnostne kritický (či už doprava alebo priemysel). Plánuje sa vybavenie laboratória plne vybaveného technológiou bežne používanou v praxi.
- *Laboratórium IoT (Internet of things)* – v tomto laboratóriu sa študent oboznámi so základmi zberu dát, ich prenosu a spracovania. Ráta sa s vybudovaním laboratória plne vybaveného technológiami bežne používanými v praxi.
- *Laboratórium mobilných robotických systémov* – v tomto laboratóriu sa študenti oboznámia s návrhom, stavbou, programovaním a oživením robotického systému. Ráta sa s vybudovaním laboratória zameraného na mobilnú a kolaboratívnu robotiku.

Pre úspešné aplikovanie ITS (Inteligentných dopravných systémov) musí byť vytvorená infraštruktúra, v ktorej podstatnou súčasťou sú akčné členy a senzory. Senzory merajú dopravné, poveternostné a iné parametre a akčné členy pôsobia na účastníkov cestnej prevádzky a ovplyvňujú ich správanie. V neposlednom rade je to komunikačné prostredie a informačné technológie.

Prezentačno-výučbová sála bude technologicky vybavená systémami:

- *Cestný kontrolný bod* - invazívne a neinvazívne senzory založené na rôznych fyzikálnych princípoch (váhové senzory – piezoelektrické, tenzometrické, optické, detekčné systémy – indukčné slučky, laserové skenery, kamerové, ultrazvukové, radarové detektory, magnetické senzory, meteorologické senzory), vyhodnocovacie a riadiace jednotky, akčné členy (závary, premenlivé dopravné značky)
- *Železničný kontrolný bod* - invazívne a neinvazívne senzory založené na rôznych fyzikálnych princípoch (váhové senzory, optické detekčné systémy, vyhodnocovacie a riadiace jednotky, akčné členy)

*Kontrolný bod* - miesto určené pre diagnostiku prechádzajúcich vlakov za účelom zvýšenia bezpečnosti železničnej dopravy, ale aj zníženia nákladov na opravy a údržbu infraštruktúry. Obsahuje rad systémov ako: meranie dynamického zaťaženia kolies pri traťovej rýchlosti, čítačka evidenčných čísel, systém monitorovania zberačov, indikátory horúcobežnosti ložísk, indikátory horúcich obručí a diskov, indikácia plochých kolies, ovality a geometrie kolies a dvojkolesí, monitorovanie prekročenia obrysu vozidla – nakladacej miery.

*Pantografový monitorovací systém* – systém na monitorovanie všetkých typov zberačov koľajových vozidiel. Systém v reálnom čase kontroluje stav pásu zberača s cieľom zabrániť možným mimoriadnym situáciám veľkého rozsahu na trakčnom vedení v interaktívnom pantografe – trakčnom drôtovom systéme (sledovanie odpisovania pásu, kontrola celistvosti – trhliny a drážky), kontrola geometrie zberača (vychýlenie atď.), kontrola sily zdvihu (nízka, vysoká)

- *Premenlivé dopravné značenie* - akčné členy, ktoré slúžia na ovplyvňovanie dynamického chovania sa dopravného prúdu, zmenou symboliky v závislosti od požiadaviek dopravnej situácie dokáže ovplyvniť/zmeniť skladbu, rýchlosť, smer a iné parametre dopravného prúdu, informačné tabule (v alfanumerickej polohe alebo pomocou jednoduchých piktogramov informujú vodičov o aktuálnych obmedzeniach alebo nepriaznivých poveternostných podmienkach), ale aj svetelné návestidlá (základný a najbežnejší člen s akým sa vodiči stretávajú najmä na križovatkách a ktoré regulujú dopravný prúd pomocou červeného a zeleného signálu).
- *Technologický rozvádzač a príslušná infraštruktúra* - elektrické zdroje, prepäťová ochrana, komunikačné prevodníky, I/O komponenty, sieťové prvky, priemyselné počítače, kabeláž.

#### Špecifické ciele samostatného projektu

- **P4.1** Vybudovanie špičkového laboratória inteligentných systémov v doprave a priemysle
- **P4.2** Príprava ŠKVP pre nový študijný odbor inteligentné systémy v doprave a priemysle
- **P4.3** Využívanie laboratória na účely celoživotného vzdelávania, kariérneho poradenstva a popularizáciu vedy a techniky
- **P4.4** Spolupráca s odbornou verejnosťou v príslušnej oblasti
- **P4.5** Uplatniteľnosť absolventov odboru inteligentné systémy v doprave a priemysle v praxi

## 4.1. Opis samostatného projektu

### Východisková situácia a zdôvodnenie potreby realizácie samostatného projektu:

Súčasný svet dopravy a priemyslu sa nezaobíde bez aplikácií nových technológií, smart systémov, riadiacich a komunikačných systémov, senzorových sietí, databázových, webových a mobilných aplikácií. V súčasnosti sa výučbe aktuálnej témy inteligentných systémov v doprave a priemysle nevenuje žiadna stredná škola na Slovensku. Požiadavky súčasnej doby jasne zadefinovali samotní zamestnávateľia, pre ktorých sú odborní pracovníci v tejto oblasti veľmi žiadani a je ich nedostatok. To je hlavný dôvod pre prípravu nového študijného odboru inteligentné systémy v doprave a priemysle s kvalitným zázemím v podobe špičkového laboratória s odbornou gesciou odborníkov z praxe a pedagógov zo Žilinskej univerzity v Žiline, konkrétne z Fakulty Elektrotechniky a informačných technológií, Katedry riadiacich a informačných systémov.

Z pohľadu školy ide o vysoko aktuálny a atraktívny študijný odbor, ktorého kvalitné zabezpečenie a dokonalá príprava zvýši kredit školy.



## 4.2. Očakávané výsledky samostatného projektu

Očakávaným výsledkom projektu bude vzdelávanie žiakov v odbore, ktorý je skutočným vzdelávaním a prípravou pre budúcnosť, ktorá už v súčasnosti nie je fiktívna, ale stáva sa realitou mnohých systémov. Špičkové laboratórium je príležitosťou pre vysoko kvalitnú prípravu absolventov v odbore inteligentné systémy v doprave a priemysle, ktorí sú v súčasnosti veľmi žiadaní na trhu práce. Uplatniteľnosť týchto absolventov je najlepším merateľným ukazovateľom úspešnosti projektu.

Laboratórium s prezentačno – výučbovou sálou budú slúžiť nielen na účely celoživotného vzdelávania pre firmy a podniky v rámci Slovenska, ale aj na prezentačno – edukačné účely pre širšiu verejnosť, kariérne poradenstvo a popularizáciu vedy a techniky. Je koncipované multifunkčne, na špičkovej úrovni, čo znamená, že by bolo výnimočné a jedinečné v rámci Slovenska.

Tabuľka 9 Prehľad jednotlivých aktivít samostatného projektu

Názov aktivity projektu	Opis aktivity projektu	Očakávané výsledky/merateľné ukazovatele
1. Integrované laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle	Zriadenie samostatných plne vybavených pracovísk (pre každý logický celok) vrátane centrálnej kontrolnej a prezentačnej jednotky dispečingového typu.	Zvýšenie záujmu uchádzačov o štúdium na SPŠ dopravnej vo zvolene aj vďaka novému študijnému odboru Inteligentné systémy v doprave a priemysle. Následné zvýšenie zručností a kvality vedomostí požadovaných trhom práce v príslušnej oblasti. Nárast uplatniteľnosti absolventov v praxi v danom odbore.
2. Prezentačno – výučbová sála	V priestore funkčne umiestnené technologické komponenty dopravných a priemyselných systémov (senzory a vyhodnocovacie jednotky), ktoré budú simulovať podmienky merania a riadenia v dopravných a priemyselných aplikáciách.	

## 4.3. Prehľad navrhovaných investícií

Tabuľka 10 Prehľad navrhovaných investícií v nadväznosti na aktivity samostatného projektu

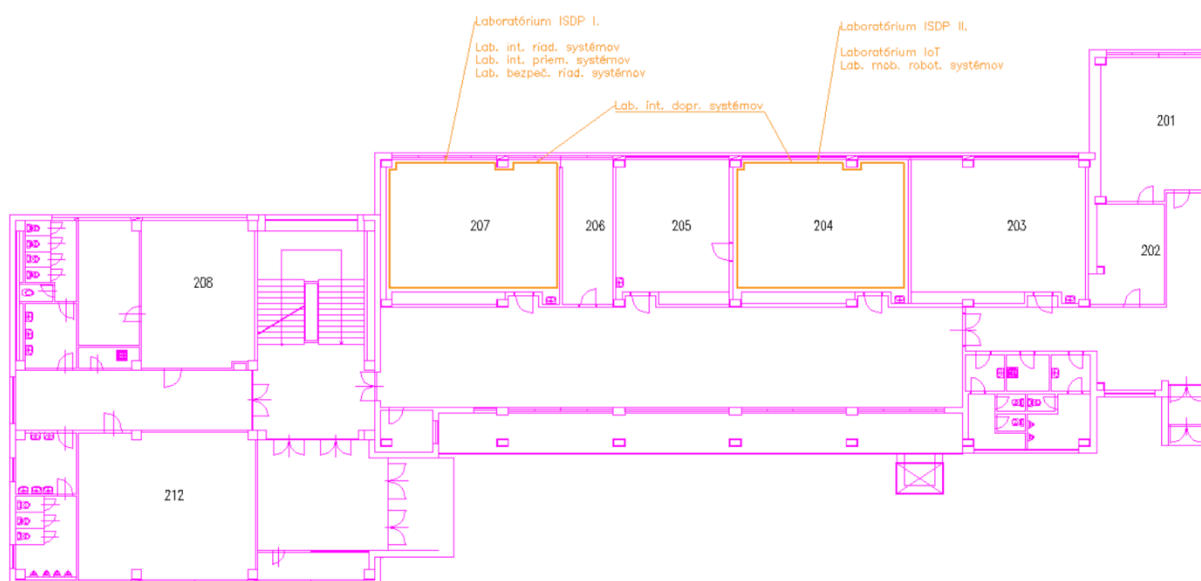
1	PC učebňa so samostatnými pracoviskami, vrátane centrálnej kontrolnej a prezentačnej jednotky dispečingového typu	300 000 Eur s DPH
2	Laboratórium inteligentných riadiacich systémov	140 000 Eur s DPH
3	Laboratórium inteligentných dopravných systémov	280 000 Eur s DPH
4	Laboratórium inteligentných priemyselných systémov	180 000 Eur s DPH
5	Laboratórium bezpečných riadiacich systémov	300 000 Eur s DPH
6	Laboratórium IoT (Internet vecí)	200 000 Eur s DPH
7	Laboratórium mobilných robotických systémov	200 000 Eur s DPH
8	Cestný kontrolný bod	220 000 Eur s DPH
9	Železničný kontrolný bod	400 000 Eur s DPH
10	Premenlivé dopravné značenie	70 000 Eur s DPH
11	Technologický rozvádzač a príslušná infraštruktúra	60 000 Eur s DPH

## 4.4. Navrhované technické riešenie pre uvedené aktivity

Vzhľadom na to, že integrované laboratórium inteligentných systémov v doprave a priemysle je funkčne rozdelené až na 6 logických celkov, znamená to množstvo rôzneho hardvéru a softvéru, ktorými bude treba jedno pracovisko vybaviť. V záujme komfortnej práce a dostatočného pracovného priestoru bude najvhodnejším riešením, aby bolo laboratórium fyzicky rozdelené do dvoch miestností/učební. Na základe konzultácií s vedením školy sa predpokladá, že na výuku v špecializovaných laboratóriách sa trieda rozdelí na polovicu. Keďže maximálna kapacita v jednej triede je 30 žiakov, tak laboratórium je potrebné vybaviť 15 stími pracoviskami. Za



týmto účelom boli vytipované učebne nachádzajúce sa na druhom nadzemnom podlaží 2NP, zakreslené vo výkresovej dokumentácii. Učebne sú priestorovo aj výmerou rovnaké.



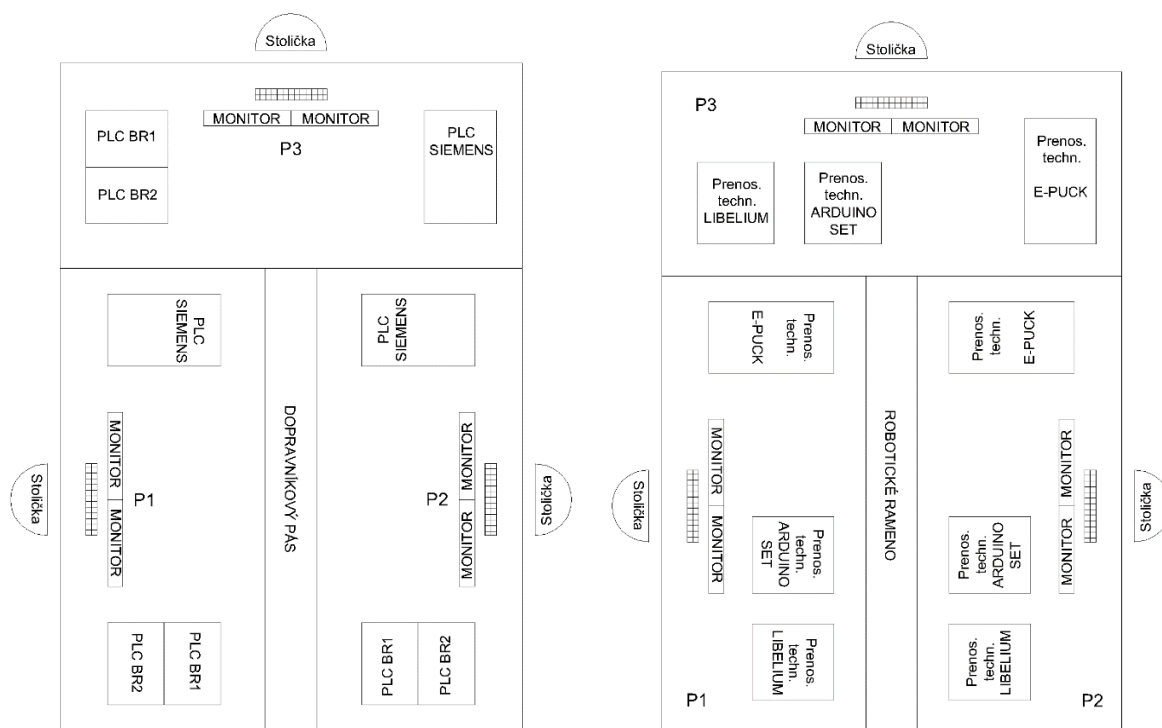
Obrázok 47: Vytipované učebne, kde budú zriadené laboratória

Jednotlivé miestnosti odporúčame vybaviť štandardizovanými stolmi určenými pre PC učebne ZŠ a SŠ o rozmere 180x80x80 [cm]. A video prezentačnou stenou.



Obrázok 48: Štandardný školský PC stôl

Optimálne rozloženie stolov je v trojici pričom priestor medzi stolmi odporúčame vyplniť podpornou doskou (v prípade potreby konštrukciou) aby vznikol obdĺžnik 260x180 cm. Z vonkajšej strany každého stola bude umiestnená stolička pre študenta. Rozloženie pracovného priestoru v laboratóriu ISDP I. vychádza z konceptu spojenia troch pracovných stolov do jedného celku pričom v strede je uvažovaná výstuha ako nosná časť pre dopravníkový pás, ktorý je súčasťou navrhovaného logického celku.



Obrázok 49: Navrhované rozloženie pracoviska v rámci laboratória ISDP I. a ISDP II.

Rozloženie pracovného priestoru v laboratóriu ISDP II. vychádza z konceptu spojenia troch pracovných stolov do jedného celku pričom v strede je uvažovaná výstuha ako nosná časť pre robotické rameno, ktoré je súčasťou navrhovaného logického celku. Ostatné výukové vybavenie je prenosné a preto je možné mať ho položené na stole alebo pred samotnou výukou si tieto komponenty vybrať zo skrine.



Obrázok 50: Celkový náhľad na laboratórium ISDP I.  
a II. (obidve laboratória budú usporiadané rovnako)

Každá miestnosť bude obsahovať základné výučbové prvky akými sú:

- 15 stolov pre žiakov (základná pracovná plocha cca 180 x 80 cm)
- 1 stôl pre vyučujúceho (základná pracovná plocha 2x 180 x 80 cm)
- 16 ergonomických pohyblivých stoličiek
- 16 (15 pre žiakov a 1 pre vyučujúceho) pracovných staníc PC + 2x monitor + klávesnica + myš + kamera + mikrofón + reproduktory
- 1 videostena + interaktívna tabuľa
- každý stôl je vybavený min. 5 prípojkami 230V a 4 prípojkami do siete (Ethernet)

Tieto učebné miestnosti sú určené na výuku v konkrétnych logických celkoch. Prvá miestnosť „Laboratórium ISDP I.“ je určená pre výuku logických celkov zameraných na riadenie rôznych systémov so zameraním na riadenie priemyselných procesov a riadenie bezpečnostne kritických procesov. Táto učebná miestnosť preto v sebe integruje následné:

- Laboratórium inteligentných riadiacich systémov,
- Laboratórium inteligentných priemyselných systémov,
- Laboratórium bezpečných riadiacich systémov.

Laboratórium s takýmto vybavením môže slúžiť na výuku základov programovania riadiacich systémov na báze PLC (spracovanie vstupných informácií, riadiaca logika, riadenie výstupov), využívania komunikačných protokolov používaných týmito technológiami, tvorbu vizualizácie navrhnutého procesu až po prepojenie týchto riadiacich systémov s inými technológiami (OPC, webserver ukladanie do databáz). Jednotlivé pracoviská sú navrhnuté na využitie univerzálneho vstupno/výstupného panelu, kde môže byť riadený proces simulovaný. Takto je možné výučbový proces smerovať na riadenie osvetlenia (je možné naprogramovať inteligentné riadenie osvetlenia), riadenie vetrania, pohonu motorov alebo na návrh celej výrobnéj linky s danou vizualizáciou.

Druhá miestnosť „Laboratórium ISDP II.“ je určená pre výuku logických celkov zameraných na riadenie robotických systémov. Delí sa na dva veľké celky a to programovanie zariadení vhodných pre riešenie problematiky internetu vecí a programovanie robotických systémov. Študenti sa oboznámia s priemyselnými/kolaboratívnymi a mobilnými robotickými systémami. Táto učebná miestnosť preto v sebe integruje následné:

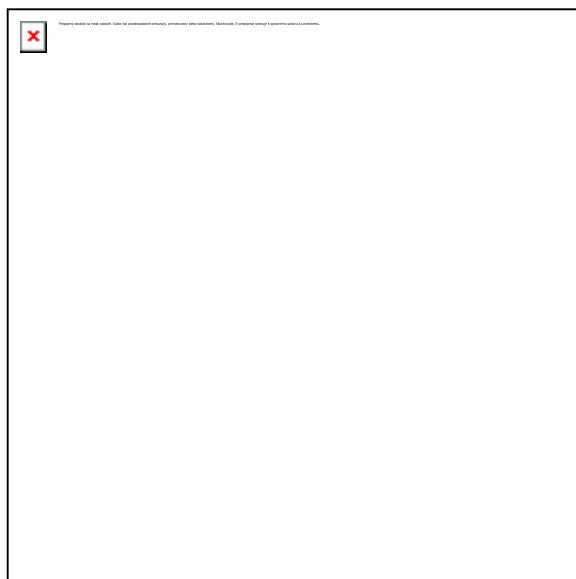
- Laboratórium IoT (Internet vecí),
- Laboratórium mobilných robotických systémov.

Laboratórium s takýmto vybavením môže slúžiť na pochopenie a výuku základov programovania IoT, návrh senzorickej siete, porozumenie a konfiguráciu komunikačných rozhraní jednotlivých prvkov, návrh a programovanie robotických systémov so zameraním na mobilnú robotiku a priemyselnú robotiku. Jednotlivé pracoviská sú navrhnuté s ohľadom na výučbový proces zameraný na riešenie problematiky ako zber údajov a ich vyhodnocovanie, komunikácia medzi jednotlivými uzlami, preposielanie údajov do vyšších aplikácií a následné spracovanie a následná reprezentácia dát. V častiach zameraných na robotiku sa výučbový proces môže zameriavať na ozrejenie základných pojmov z oblasti mobilnej a priemyselnej robotiky s následnou implementáciou týchto poznatkov či už formou programovania pohybu robotických systémov, pohybu robotického ramena, prípadne spoluprácu robotických systémov v robotickom roji. Taktiež je možné výučbový proces zamerať na priemyselnú robotiku teda pochopenie polohovania robotického ramena – uchopovanie a premiestňovanie predmetov, využitie rôznych efektorov.

Hlavným zameraním strednej priemyselnej školy je doprava, preto logický celok venovaný inteligentným dopravným systémom je integrovaný do oboch učebných miestností. Tento celok je napojený aj na ostatné časti predkladaného projektu ako napr. cestný kontrolný bod či železničný kontrolný bod umiestnený v rámci priestorov vytípaných pre účel prezentačno-výučbovej sály.

Jednotlivé laboratória ako jednotlivé logické celky príslušných učebných miestností vyžadujú špecifický prístup k návrhu technického vybavenia využívaného na výuku. V nasledovných častiach je uvedené HW a SW vybavenie jednotlivých celkov, ktoré rozširuje základné vybavenie uvedené vyššie.

#### 4.4.1. Laboratórium inteligentných riadiacich systémov



Univerzálne pracovisko pre programovanie PLC riadené technológiou od firmy B&R spolu s modulárnym komunikačným a vstupno-výstupným systémom X20. Každý študent a aj vyučujúci budú mať nižšie uvedenú zostavu (z toho vyplýva zaobstaranie 16-tich zostáv).

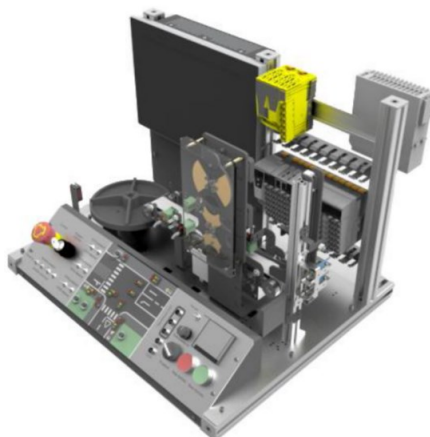
Modul tohto systému sa skladá z troch častí:

- **ukončovací blok** – inými slovami zbernicový modul je tvorený rámom, ktorý obsahuje vzájomné prepojenie modulov pomocou vnútornej X20 linky.
- **modul elektroniky** – pozostáva z elektroniky a konektorov na pripojenie modulov určených pre rôzne funkcie, ako sú napríklad analógové a digitálne vstupy prípadne výstupy, riadenie motorov pomocou PWM a pod.
- **svorkovnica** – je ľahko odnímateľná časť modulu, čo skracuje čas napr. pri výmene modulu riadiacej elektroniky. Na jednotlivé konektory sú pripájané snímače, tlačidlá, prípadne akčné členy zariadení.

Výhodami tohto systému sú vysoký výkon, komunikačný cyklus od 100  $\mu$ s, malé rozmery a veľká modularita, vďaka ktorej je systém schopný prepojiť až 250 modulov a 3000 vstupno-výstupných kanálov. Systém X20 je zároveň kompatibilný so systémom X67.

Hardvérová konfigurácia pracoviska bude tvorená nasledovnými modulmi:

- HMI (Automation Panel) typové označenie: 5AP1130.121E-000
- PLC Panel PCrady 3100, typové označenie: 5PPC3100.KBU2-000
- Safety PLC rady X20, typové označenie: X20SL8101
- komunikačný modul systému X20:X20BC0083
- I/O moduly systému X20: X20DI9371, X20DOF322 (2ks), X20AI2632, X20AO2622, X20MM2436, X20SM1436 (2ks)
- Safety I/O moduly systému X20:X20SI4100 (X20SI8110), X20SC0402
- napájací zdroj OPS1050.1, výstupné parametre: UN= 24 VDC, IN= 5 A



Obrázok 51: Ilustračný obrázok vybavenia jedného pracoviska  
v rámci laboratória inteligentných radiačných systémov

PLC je číslicový elektronický systém určený pre priemyselné aplikácie, ktoré si vyžadujú riešenie úloh v reálnom čase pri minimálnej dobe odozvy. Základom systému je procesor spolu s programovateľnou pamäťou, určenou pre uloženie inštrukcií. Tieto inštrukcie slúžia na implementáciu funkcií, medzi ktoré patria logické funkcie, funkcie pre časovače a čítače, funkcie vytvárania sekvencií a v neposlednom rade aj funkcie pre aritmetické výpočty a to za účelom riadenia rôznych procesov s využitím číslicových a analógových I/O modulov.

Panel PC multitouch je systém, ktorý obsahuje programovateľný logický automat (PLC) so zabudovaným operátorským panelom. PLC rady 3100 s typovým označením 5PPC3100.KBU2-000 a HMI (Human Machine Interface) je Automation Panel s typovým označením 5AP1130.121E-000. Pripojenie modulov systému X20 ku PLC sa realizuje pomocou komunikačnej zbernice Ethernet Powerlink (EPLK) alebo X2X. Okrem spomínaných zberníc obsahuje PLC aj komunikačné rozhrania USB, Ethernet a sériovú komunikačnú linku RS232.

Pre riešenie bezpečnostných aplikácií na školiacom pracovisku bolo vybraté Safety PLC, ktoré je z rady X20 s typovým značením X20SL8101. Tento modul umožňuje bezpečné riadenie procesov, ktoré sa programujú v softvérovom nástroji SafeDESIGNER. Tento modul môžeme použiť v bezpečnostných aplikáciách až do úrovne SIL3 (Safety Integrity Level).

Komunikačný modul X20BC0083 je komunikačný modul pre spojenie zariadení komunikujúcich prostredníctvom X2X linky na Ethernet Powerlink. Otočným prepínačom si nastavujeme NODE adresu uzla siete. Táto adresa je v rozsahu od 01 po 239. Ku komunikačnému modulu sa pridáva aj napájací modul, ktorého úlohou je zabezpečiť potrebné napätie pre správny chod komunikačného modulu, priemyselnej zbernice X2X a jednotlivých vstupno-výstupných modulov systému. Odporúčané je použiť modul X20PS9402. V radiacom systéme je navrhnuté použitie komunikačných protokolov Ethernet Powerlink a X2X, ktoré sú vhodné pre deterministický spôsob komunikácie, teda zabezpečujú komunikáciu v reálnom čase. Na programovanie radiaceho systému bude použitý protokol Ethernet TCP/IP. Je navrhnuté aj využívanie protokolu OPC UA, ktorý slúži na prepojenie procesu riadenia s digitálnym dvojčatom systému.

Komunikačná zbernica X2X je priemyselná sieť, ktorá umožňuje komunikáciu rýchlosťou až 100 µs, do vzdialenosti 100 m. Táto sieť bola navrhnutá firmou B&R a tvorí základ cyklickej komunikácie ich modulárnych systémov. Zbernica je tvorená troma vodičmi a tieniacim, ktoré sa označujú ako: X2X, X2X<sup>⊥</sup>, X2X\saSHLD. Protokol tejto priemyselnej zbernice je uzatvorený. Protokol Ethernet Powerlink, (skratka EPLK) bol vyvinutý v roku 2001 rakúskou firmou B&R. Podporuje ho združenie „Ethernet Powerlink Standardisation Group“(skratka EPSG). Tento protokol je implementovaný v priemyselnej sieti, ktorú využíva radiaci systém. EPLK je moderný protokol založený na štandarde Fast Ethernet. Je striktno deterministický, izochrónny protokol určený na prenos dát v reálnom čase, ktorý umožňuje synchronizovať jednotlivých účastníkov a cyklicky s nimi komunikovať. Má minimálny rozptyl synchronizačných značiek a pevnú dobu cyklu. Toto je dôvodom, prečo je vhodný napríklad pre riadenie viacosých



mechanizmov. K riadeniu prístupu na sieť využíva mechanizmus, označený ako „Slot Communication Network Management“ (skratka SCNM). Každé zariadenie v sieti má presne vymedzenú dobu vysielania, kedy smie vyslať dáta ktorejkoľvek stanice alebo všetkým stanicami v sieti. Týmto je zaručené, že vždy vysielajú iba jedna stanica a nemôže teda dôjsť ku kolíziám v sieti. SCNM teda zabráňuje kolíziám dát a zaručuje deterministickú dátovú komunikáciu. Protokol OPC UA je otvorený štandard, ktorý špecifikuje výmenu informácií pre priemyselnú komunikáciu najmä na zariadeniach, v rámci strojov, medzi stanicami a zo strojov na systémy spojené s IT (informačnými technológiami). Protokol OPC UA môže byť použitý s akoukoľvek platformou. OPC UA je vhodný rovnako pre uzavretú sieť ako aj prepojenie cez internet. Protokol obsahuje prepracované riešenie pre zabezpečenie, autentifikáciu či šifrovanie dát.

Pracovisko bude pozostávať z veľkého počtu ako vstupných, tak aj výstupných modulov. Preto sa budeme venovať stručnému opisu ich základných vlastností.

- *X20DI9371* disponuje dvanástimi digitálnymi vstupmi, ktoré sú určené pre jednovodičové pripojenie. Taktiež obsahuje konfigurovateľný vstupný filter. Elektronická časť modulu sa napája z modulu *X20PS9402*. Podstatným parametrom sú aj hodnoty charakterizujúce logické úrovne. Logická úroveň L (Low) je charakterizovaná napätím menším ako 5V. Logická úroveň H (High) je charakterizovaná napätím väčším ako 15V.
- *X20DOF322* disponuje šesnástimi digitálnymi výstupmi, ktoré sú určené pre jednovodičové zapojenie. Aj elektronika tohto modulu je napájaná z modulu *X20PS9402*. Základné parametre modulu, ktoré nás zaujímajú, sú spínacie oneskorenie a nominálny výstupný prúd, ktorý je na úrovni 0,5 A. Spínacie oneskorenie pri prechode z úrovne L na H, respektíve opačne, je 300 µs.
- *X20AI2632* disponuje dvoma analógovými vstupmi. Tieto vstupy môžu byť prúdové alebo napäťové. Rozlíšenie analógovo digitálneho prevodníka (ADC) je 16-bitov.
- *X20AO2622* disponuje dvoma analógovými výstupmi, ktoré môžu byť napäťové alebo prúdové. Rozsahy týchto výstupov sú nasledovné: pre napäťový výstup je to rozsah  $\pm 10V$  a pre prúdový výstup je to rozsah 0 až 20 mA. Rozlíšenie výstupného digitálno-analógového prevodníka je 12-bitov.
- *X20MM2436* je určený na riadenie dvoch jednosmerných motorov (JM). Súčasťou modulu sú štyri digitálne vstupy, ktoré majú rovnaké vlastnosti ako modul *X20DI9371*. Rýchlosť motorov je možné regulovať pomocou PWM (pulzne šírkovej modulácie). Zmena smeru otáčania sa osi motora je realizovaná na základe vnútorného obvodu, ktorým je H-mostík. Čo sa týka napájania modulu, tak je potrebné na svorkovnici priviesť +24V DC a GND.
- *Modul 9X20SM1436* je určený na riadenie jedného krokového motora s maximálnym prúdovým odberom 3 A. Podobne ako v predchádzajúcom prípade, aj vnútorný obvod tohto modulu je tvorený mostíkovým zapojením tranzistorov, čo nám umožňuje riadiť tak bipolárne, ako unipolárne krokové motory. Tento modul je navyše vybavený štyrmi vstupmi, ktoré môžeme použiť v štandardnom vyhotovení alebo ich môžeme využiť ako vstupy z inkrementálneho ABR enkodéra. Na vstupné svorky modulu je potrebné priviesť +24V DC a GND.
- *Modul X20SI4100* je vstupný safety modul, ktorý obsahuje štyri digitálne vstupy a štyri digitálne výstupy. To znamená, že na danom module môžeme prijímať signály z externých zariadení, ako sú napríklad safety snímače, optická závara ale aj iné prvky, ktoré spĺňajú požiadavku danej SIL úrovne. Tento modul je vhodný pre aplikácie s maximálnou požadovanou úrovňou integrity bezpečnosti SIL3.
- *Modul X20SC0402* obsahuje štyri digitálne vstupy, štyri impulzné výstupy a dva safety digitálne výstupy. Vstupy tohto modulu fungujú rovnako ako bolo opísané pri module *X20SI4100*. Dva safety výstupy môžeme použiť na spínanie cievok relé alebo stýkačov, ktoré spĺňajú požadované vlastnosti pre danú SIL. Tento modul je vhodný pre aplikácie s maximálnou úrovňou integrity bezpečnosti SIL3.

Jednou z nosných častí riadenia priemyselných systémov je riadenie pohonov. Navrhované zariadenia:

- Servozosilovač 8EI2X2MWSS0.0600-1, ktorý obsahuje príslušenstvo ako kryt 8EXA100.0010-00ACOPOS P3, vnútornú brzdu 8ZER00100WS00.00-1ACOPOS P3, a konektory 8TB2104.2210-00, 8TB3102.222C-20, 8TB3308.222A-00, 8TB3106.223C-20.
- K tomuto servozosilovaču je nutné zaobstaráť motor 8LSA46.DA030S300-3; otáčky motora 3000 rpm, kábel 8ECH00X5.1111A-0ACOPOS P3 0.5 m, 4x 1.5mm<sup>2</sup> + 2x 0.75mm<sup>2</sup> + 2x 0.30 mm<sup>2</sup> + 2x 0.15 mm<sup>2</sup> a k tomu X20 SafeKEY X20MK1001.000.000

Okrem týchto komponentov je odporúčané vytvoriť vstupno-výstupný panel, ktorý bude obsahovať minimálne 10 tlačidiel a prepínačov, k tomu 10 indikátorov v podobe svetiel, jeden jednosmerný motor a potenciometer. Taktiež je nutné zaobstaranie programovacieho SW Automation Studio s príslušnými licenciami ako mapp Safety Premium.

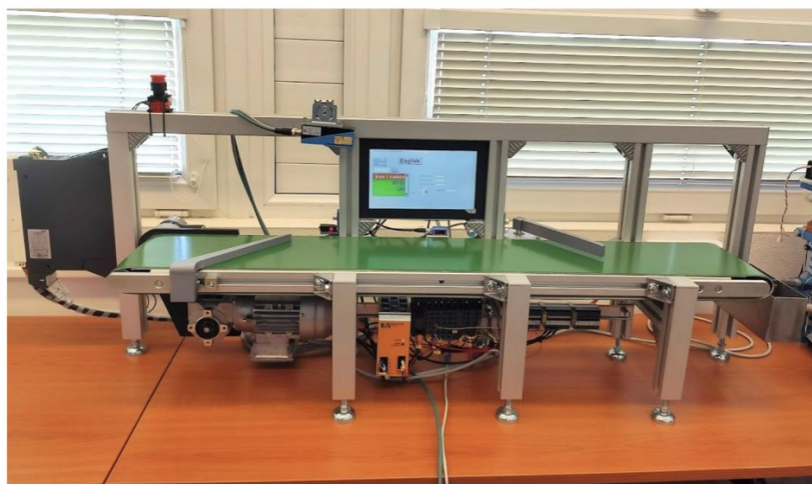
Konkrétne:

- 5x podsvietený kovový spínač s aretáciou, strieborný, priemer 21mm, IP67, po stlačení zostane zopnutý, pre priemer otvoru 19mm
- 5x podsvietený kovový spínač bez aretácie, strieborný, priemer 21mm, IP65, po stlačení sa vráti do pôvodnej pozície, tzv. momentový, pre priemer otvoru 19mm
- 3x LED kontrolka kovová 24V, pre priemer otvoru 6mm, červená - Napätie 24V, Životnosť: 40,000 hodín, Priemer: 8 mm, Dĺžka: 20 mm, Priemer montážneho otvoru: 6mm (M6 závit)
- 4x LED kontrolka kovová 24V, pre priemer otvoru 6mm, žltá - Napätie 24V, Životnosť: 40,000 hodín, Priemer: 8 mm, Dĺžka: 20 mm, Priemer montážneho otvoru: 6mm (M6 závit)
- 3x LED kontrolka kovová 24V, pre priemer otvoru 6mm, zelená - Napätie 24V, Životnosť: 40,000 hodín, Priemer: 8 mm, Dĺžka: 20 mm, Priemer montážneho otvoru: 6mm (M6 závit)
- DC motor 775 s D oskou - DC motor dizajnovaný pre elektrické ťahačové a vŕtačky na batérie s pracovným napätím 12V – 24V. V zadnej časti motora je ventilátor. V ponuke máme zaradený aj rovnaký motor s okrúhly oskou. Špecifikácie: Typ: R775 DC motor, Prúd: 3.25A, Napätie: 12V-24VRPM: 3500 – 9000
- Potenciometer - RV16AF-20-30K-B10K-3 pre analógový vstup.
- Automation Studio - programovací SW pre PLC od spoločnosti B&R

#### 4.4.2. Laboratórium inteligentných priemyselných systémov

Laboratórium bude zamerané na riešenie rôznych typov úloh v priemysle, bude vybavené 15 pracoviskami, ktoré obsahujú priemyselné riadiace systémy (PLC- programovateľné logické automaty), komunikačné moduly, vstupno-výstupné moduly, snímače, meniče a motory. Riadiace systémy bude možné programovať podľa normy IEC 61131, ale aj vo vyšších programovacích jazykoch (C, C++). Účelom laboratória bude vyškolenie študentov v oblastiach: programátor, projektant a vývojár riadiacich systémov pre priemysel využívajúcich informačné technológie, umelú inteligenciu a PLC. Plánuje sa s vybudovanie laboratória plne vybaveného technológiou postavenou na komponentoch firmy B&R, ktoré sa bežne používajú v praxi. Základné komponenty, ktoré sa pre toto laboratórium budú zaobstarávať sú: SW na programovanie PLC a HW - PLC, meniče, motory, I/O, SMART senzory, Meniče a motory.

Každý študent a aj vyučujúci budú mať nižšie uvedenú zostavu (z toho vyplýva zaobstaranie 16tich zostáv - pričom 5 bude mať aj dopravníkový pás, ostatné len menič a motor).



Obrázok 52: Ilustračný obrázok pracoviska v rámci laboratória inteligentných priemyselných systémov

Základom tohto pracoviska je dopravníkový pás s príslušnými senzormi, motorom, frekvenčným meničom a riadiacim PLC. Základnými prvkami pracoviska sú:

- Dopravníkový pás s elektromotorom s týmito odporúčanými atribútmi: 3 fázový elektromotor, gumotextilný pás zelenej farby, nastavovacia skrutka napínania pásu, pevná nosná konštrukcia pásu, priemyselné prevedenie, dĺžka 1,5 m
- Frekvenčný menič ACOPOS inverter P74 - Frekvenčný menič ACOPOSInverter P74 obsahuje rôzne pohonové profily pre trojfázové indukčné motory a synchronne motory s napätím od 200 do 500 V a s výkonom od 0,18 do 15 kW. Kombinácia zariadenia ACOPOSInverter P74 a synchronného motora je veľmi kompaktná, čo významne prispieva k zníženiu celkovej veľkosti a ceny. Odporúčaný frekvenčný menič má nasledovné parametre: označenie: 8I74S200037.01P-1, napájanie: 1x 200-240 V, výkon: 0.37 kW, integrovaný EMC filter, POWERLINK rozhranie.
- Hliníkové profily Bosch Rexroth 40x40 mm
- Navrhované príslušenstvo pre stavbu konštrukcie: uhlové držiaky, skrutky a matice, krytky na profily, nastaviteľné nohy
- Dotyková obrazovka Power panel C70, 10.1" - 4PPC70.101G-20B - Power Panel je priemyselný počítač vo forme ovládacieho panela. Parametre dotykovej obrazovky: analógová rezistívna dotyková obrazovka, procesor: Intel ATOM 333 MHz, 256 MB DDRAM, 32 kB FRAM, 2 GB flash pamäť, 1 X2X rozhranie, 1 POWERLINK rozhranie, 1 Ethernetový vstup 10BASE-T / 100BASE-TX, 2 USB 2.0 vstupy.
- Modul X20BC0083 - parametre komunikačného modulu: 20 komunikačný modul (Bus Controller), 1 POWERLINK rozhranie, integrovaný 2-portový hub RJ45.
- Modul X20BB80 - parametre zbernicového modulu: X20 zbernicový modul (Bus Module), pre X20 moduly (BC, HB) a X20 napájacie moduly, X20 ukončenie modulu X20AC0SL1/X20AC0SR, L/R
- Modul X20PS9402 - parametre napájacieho modulu: X20 napájací modul (Supply Module) pre komunikačný modul a vnútorné I / O napájanie, X2X linkové napájanie, napájanie nie je elektricky izolované.
- Modul X20DI9371 - parametre vstupného modulu: X20 digitálny vstupný modul, 12 vstupov, napájanie 24 VDC, konfigurovateľný vstupný filter, 1-vodičové pripojenie.
- Modul X20DO9322 - parametre výstupného modulu: X20 digitálny výstupný modul, 12 výstupov, 24 VDC, 0.5 A, 1-drôtové pripojenie.
- Modul X20AI2622 - parametre vstupného modulu: X20 analógový vstupný modul, 2 vstupy,  $\pm 10$  V alebo 0 na 20 mA / 4 na 20 mA, 13-bit konvertové rozlíšenie, konfigurovateľný vstupný filter.

- Modul X20AO2622 - parametre výstupného modulu: X20 analógový výstupný modul, 2 výstupy,  $\pm 10$  V alebo 0 na 20 mA / 4 na 20 mA, 13-bitové konvertové rozlíšenie.
- Modul X20BM11 - parametre zbernicového modulu: 4 kusy, X20 zbernicový modul (Bus Module), napájanie 24 VDC, vnútorné I / O nepretržité napájanie.
- Modul X20TB12 - parametre ukončovacieho modulu: X20 terminal blok, 12-pin, ukončovací blok – svorkovnica, 24 VDC, 7 kusov.
- Modul X20BM31 - parametre zbernicového modulu: X20 zbernicový modul (Bus module) pre dvojité moduly, napájanie 24 VDC, vnútorné I / O nepretržité napájanie, 2 kusy.
- Modul X20SM1436 - modul slúžiaci na pripojenie a riadenie krokového motora 80MPH1.300S014-01. Parametre modulu: X20 modul pre krokový modul, napájanie 24 to 39 VDC  $\pm 25\%$ , pripojenie na 1 motor, 3 A stály prúd, 3.5 A špičkový prúd, 4 digitálne vstupy 24 VDC, môže byť nakonfigurovaný ako inkrementálny enkodér. 2 kusy.
- Napájací zdroj OPS1100.1 - parametre napájacieho zdroja: napájanie: 10 A, 100-240 VAC, výstup: 24 VDC, 1 fázový, inštalácia na DIN lištu.
- Krokový motor 80MPH1.300S014-01 - krokový motor bude použitý v triediacom mechanizme priemyselnej linky. Pomocou krokového motora bude možné ovládať triedenie jednotlivých vecí na linke podľa požiadaviek. Parametre krokového motora: 2 fázový hybridný krokový motor, 87,1 mm príruha, 87 mm dĺžka, napájanie 24 VDC, 3 A sériovo, 4.0 Nm sila momentu pri zastavení, 2.9 Nm sila momentu pri štáti.
- Prepojovací kábel 80CM01013.21-01 - parametre prepojovacieho káblu: hybridný kábel 1 m, káble 4x 0.5 mm<sup>2</sup>, 2x 0.35 mm<sup>2</sup>, 3x 0.14 mm<sup>2</sup>, pre krokový motor s enkodérom IP20, 4-pin a 8-pin konektor.
- Indukčný snímač SICK IME12-06BPSZC0K s prepojovacím káblom SICK YF2A14-020VB3XLEAX - pre potrebu triedenia objektov na dopravníkovom páse je odporúčané použiť indukčný snímač od firmy SICK, ktorý bude detegovať kovové predmety a následne bude odosielať informácie do PLC. Parametre indukčného snímača: napájanie: 10 – 30 V DC, výstup s tranzistorom PNP, detekčný dosah: 6 mm, 4 pin konektor M12, spínacia frekvencia: 800 Hz. Na pripojenie indukčného snímača je odporúčaný napájací kábel SICK, ktorý slúži na jeho pripojenie do svorkovnice napájania a do modulu B&R X20DI9371. Parametre kábla: označenie: SICK YF2A14-020VB3XLEAX, 4 pin konektor M12, dĺžka 2 metre, 4 žilový.
- Fotoelektrický senzor Sick GTB6-N4211 s prepojovacím káblom YF8U14-020UA3XKEAX - Parametre fotoelektrického senzora: označenie: Sick GTB6-N4211, napájanie 10 – 30 V DC, výstup s tranzistorom NPN, detekčný dosah 100 mm, viditeľná červená LED, vlnová dĺžka 650 nm, spínacia frekvencia 1000 Hz. Na pripojenie senzora je odporúčané použiť napájací kábel SICK, ktorý slúži na pripojenie fotoelektrického senzora do svorkovnice napájania, do modulu B&R X20DI9371 a X20DO9322. Parametre kábla: Označenie: YF8U14-020UA3XLEAX, 4 pin konektor M8, dĺžka 2 metre, 4 žilový.
- Programovací nástroj Automation Studio.

#### 4.4.3. Laboratórium bezpečných riadiacich systémov

V laboratóriu bezpečných riadiacich systémov sa študent oboznámi so spôsobom riadenia bezpečnostne kritických procesov, vizualizáciou riadeného procesu, riadením / ovládaním aktuátorov a spracovaním údajov z riadeného procesu, ktorý je bezpečnostne kritický (či už doprava alebo priemysel). Plánuje sa s vybudovanie laboratória plne vybaveného technológiou postavenou na komponentoch firmy Siemens, ktoré sa bežne používajú v praxi. Základné komponenty, ktoré sa pre toto laboratórium budú zaobstarávať sú: SW na programovanie PLC a HW - PLC, meniče, motory, I/O.





Obrázok 53: Ilustračný obrázok pracoviska v rámci laboratória bezpečných riadiacich systémov

Konkrétnejšie bude univerzálne pracovisko pre programovanie PLC riadené technológiou od firmy Siemens spolu s modulárnym komunikačným a vstupno-výstupným systémom. Každý študent a aj vyučujúci budú mať nižšie uvedenú zostavu (z toho vyplýva zaobstaranie 16tich zostáv).

Pracovisko pozostáva z týchto základných častí (pre každé pracovisko po jednom module – je potrebné zaobstarat' 16 sád) safety PLC SimaticS7-1500 s digitálnymi vstupmi a výstupmi a s analógovými vstupmi a výstupmi. Ďalej sa tam nachádzajú distribuované vstupy a výstupy ET 200SP a vizualizačný panel TP 700 Comfort.

Konkrétnejšie:

- **Modul PM 190 W 120/230 VAC** je napájací zdroj pre záťaž o maximálnom výkone 190 W. Vstupné striedavé napätie môže byť 120V alebo 230V. Výstupné jednosmerné napätie, ktorým je napájané safety PLC, vstupno-výstupné moduly a dotykový panel je 24V. Zdroj sa využíva aj pre napájanie snímačov a spotrebičov umiestnených na pracovisku.
- **Modul CPU 1516F-3 PN/DP** je centrálna procesorová jednotka safety PLC Simatic rady S7-1500. Obsahuje displej, pracovnú pamäť 1,5 MB pre zdrojový kód a 5MB pre dáta. Ďalej obsahuje S7 komunikáciu, Webový server, DNS klienta, prístup k dátam OPC servera. Môže byť použitá pre riadenie bezpečnostne kritických aplikácií. Podporuje protokol PROFIsafe V2. Využíva rozhranie PROFINET V2.3, prenosový protokol TCP/IP aj protokol PROFIBUS DP master.
- **Modul DI 32x24 VDC HF** je modul digitálnych vstupov. Obsahuje 32 digitálnych vstupov pre jednosmerné napätie 24V, zoskupených po šesťnásť. Vstupné oneskorenie je v rozsahu 0,05 ms až 20 ms. Obsahuje konfigurovateľnú diagnostiku, hardvérové prerušenia, integrované počítadlo pre kanál 0 a kanál 1. Stav hodnôt jednotlivých vstupov zobrazuje pomocou indikačných LED.
- **Modul DQ 32x24 VDC/0.5 A ST** je modul digitálnych výstupov. Obsahuje 32 digitálnych výstupov pre jednosmerné napätie 24V s maximálnym prúdom 0,5 A, zoskupených po osem, 4 A na skupinu. Obsahuje konfigurovateľnú diagnostiku. Stav hodnôt jednotlivých výstupov zobrazuje pomocou indikačných LED.
- **Modul AI 8xU/I/RTD/TC ST** je modul analógových vstupov. Obsahuje 8 analógových vstupov po šesťnásť bitov na jeden vstup, štyri kanály s meraním RTD, spoločné napätie 10V, konfigurovateľnú diagnostiku a hardvérové prerušenia.
- **Modul AQ 4xU/I ST** je modul analógových výstupov. Obsahuje 4 analógové výstupy po šesťnásť bitov na jeden výstup, konfigurovateľnú diagnostiku.

Opis jednotlivých modulov, ktoré obsahuje navrhovaná časť vzdialených vstupov a výstupov:



- *Modul IM 155-6 PN HF* je modul rozhrania PROFINET V2.3 s časom cyklu 250  $\mu$ s. Môže obsahovať až 64 vstupno-výstupných modulov vrátane safety modulov. Výmena modulov je možná aj počas prevádzky.
- *Modul DI 8x24 VDC HF* je modul digitálnych vstupov. Obsahuje 8 digitálnych vstupov s jednosmerným napätím 24 V. Ďalej obsahuje indikáciu hodnôt stavov vstupov. Vstupné oneskorenie je 0 ms až 20 ms, podporuje hardvérové prerušenia.
- *Modul DQ 8x24 VDC/0.5 AHF* je modul digitálnych výstupov. Obsahuje 8 digitálnych výstupov s jednosmerným napätím 24V s maximálnym prúdom 0,5 A. Obsahuje indikáciu hodnôt stavov výstupov.
- *Modul F-DI 8x24 VDC HF* je modul digitálnych vstupov. Obsahuje 8 digitálnych vstupov s jednosmerným napätím 24V. Využíva PROFI-safe V2, s bezpečným stavom po poruche.
- *Modul F-DQ 4x24VDC/2A PM HF* je modul digitálnych výstupov. Obsahuje 4 digitálne výstupy s jednosmerným napätím 24 V s maximálnym prúdom 2 A. Využíva PROFI-safe V2, s bezpečným stavom po poruche.
- *Modul F-RQ 1x24...48VDC/24...230VA* je modul digitálneho výstupu. Obsahuje bezpečnostné relé s bezpečným stavom po poruche.
- *Server module* slúži ako elektrický a mechanický ukončovač zbernice.

Vstupný safety modul F-DI 8x24 VDC HF slúži na pripojenie vstupných signálov a jeho požadovaná SIL sa tiež dosahuje vnútornou redundanciou. Vlastnosti modulu možno do značnej miery parametrizovať a parametrizácia sa týka najmä spracovania vstupných signálov. Nesprávna parametrizácia modulu nemusí nevyhnutne ovplyvniť jeho funkčnosť, ale môže podstatne znížiť SIL celého SRCS, resp. môže viesť aj k zhoršeniu iných parametrov (napríklad k predĺženiu času odozvy safety PLC). Preto je nevyhnutné dôsledne poznať vplyv jednotlivých parametrov na mechanizmy zaisťujúce bezpečnosť a správnosť parametrizácie modulu treba overiť nielen funkčnými testami, ale aj teoretickou analýzou bezpečnosti. Takýto modul je, na rozdiel od štandardných vstupných modulov, vybavený internými výstupmi určenými na testovanie jednotlivých vstupov. Parametrizáciou možno jednotlivé vstupy spárovať a použiť na dvojkanálové pripojenie snímačov.

Safety modul digitálnych vstupov F-DI 8x24 VDC HF disponuje funkciou detekcie skratu (short-circuit detection), ktorá je aktívna len pre kanály, ktoré majú v konfigurácii nastavené vnútorné napájacie napätie. Pri detekcii skratu je na krátku chvíľu prerušené napájanie snímača. Dĺžka prerušenia je ekvivalentná času nastavenému v hardvérovej konfigurácii modulu. Pre tento konkrétny modul je možné nastaviť trvanie prerušenia napájania v rozsahu od 0,5 ms až do 2000 ms. Ak modul nerozpozna signál *False* na vstupe v rámci času prerušenia napájania snímača, tak sa generuje diagnostická správa. Ak dôjde ku skratu, modul spustí diagnostické prerušenie a prejde do bezpečného stavu, tzv. pasívacie. Modul dokáže detegovať viaceré druhy skratu.

Výstupný safety modul F-DQ4x24 VDC/2A PMHF. Výstupný modul má, podobne ako vstupný, dva navzájom nezávislé, galvanicky oddelené kanály so samostatným napájaním (kanály L a R). Pri dvojkanálovom pripojení akčných členov možno každý výstup kanálov L a R adresovať samostatne. Táto vlastnosť F-DO modulu umožňuje naprogramovať aplikačnú diagnostiku akčných členov. Z dôvodu dosiahnutia požadovanej SIL disponuje F-DO modul vlastnou testovacou diagnostikou, ktorá v určitých časových intervaloch kontroluje schopnosť F-DO modulu nastaviť úroveň log. 0 na svojich výstupoch. V prípade detekcie poruchy prechádza F-DO modul do bezpečného stavu –nastavenie signálu log. 0 na príslušnom svojom výstupe (výstupoch). Tento test prebieha vtedy, keď na výstupe, ktorý má byť testovaný, je signál úrovne log. 1 a treba sním počítať, pretože môže ovplyvniť riadený proces, alebo môže ovplyvniť aplikačnú diagnostiku akčných členov. Z pohľadu riadeného procesu je vhodné, aby odpojenie výstupov spôsobené testovaním bolo čo najkratšie, aby sa neprejavilo na riadenom procese. Pre výstupný safety modul F-DQ 4x24 VDC/2A PM HF možno nastaviť tieto parametre:

1. Maximálna testovacia doba (Maximal test period),
2. Maximálny čas čakania na test rozopnutia výstupu (Maximal readback time dark test),
3. Maximálny čas čakania na test zopnutia výstupu (Maximal readback time switch on test),
4. Svetelný test (Light test),

#### 5. Prerušenie drôtu (Wire break),

Dotykový panel TP700 Comfort je rezistívny TFT dotykový displej s rozmerom 7" a rozlíšením 800x400 pixelov. Obsahuje rozhrania PROFIBUS DP, PROFINET, dva sloty pre SD karty a USB pre pripojenie periférnych zariadení ako myš, klávesnica, tlačiareň a iné. Služi na interakciu s obsluhou, na zobrazovanie informácií z procesu a aj na zasahovanie do riadeného procesu.

Okrem týchto komponentov je odporúčané vytvoriť vstupno-výstupný panel, ktorý bude obsahovať minimálne 10 tlačidiel a prepínačov, k tomu 10 indikátorov v podobe svetiel, jeden jednosmerný motor (SIMOTICS S-1 FK2 je k servomenu pripojený pomocou káblového spojenia OCC) a jeden potenciometer. Taktiež je nutné zaobstaranie programovacieho SW TIA Portal a potrebné prepojovacie komponenty a napájacie káble. Konkrétne:

- 5x podsvietený kovový spínač s aretáciou, strieborný, priemer 21mm, IP67, po stlačení zostane zopnutý, pre priemer otvoru 19mm
- 5x podsvietený kovový spínač bez aretácie, strieborný, priemer 21mm, IP65, po stlačení sa vráti do pôvodnej pozície, tzv. momentový, pre priemer otvoru 19mm
- 3x LED kontrolka kovová 24V, pre priemer otvoru 6mm, červená - Napätie 24V, Životnosť: 40,000 hodín, Priemer: 8 mm, Dĺžka: 20 mm, Priemer montážneho otvoru: 6mm (M6 závit)
- 4x LED kontrolka kovová 24V, pre priemer otvoru 6mm, žltá - Napätie 24V, Životnosť: 40,000 hodín, Priemer: 8 mm, Dĺžka: 20 mm, Priemer montážneho otvoru: 6mm (M6 závit)
- 3x LED kontrolka kovová 24V, pre priemer otvoru 6mm, zelená - Napätie 24V, Životnosť: 40,000 hodín, Priemer: 8 mm, Dĺžka: 20 mm, Priemer montážneho otvoru: 6mm (M6 závit)
- DC motor 775 s D oskou - DC motor dizajnovaný pre elektrické doťahovačky a vŕtačky na batérie s pracovným napätím 12V – 24V. V zadnej časti motora je ventilátor. V ponuke máme zaradený aj rovnaký motor s okrúhlou oskou. Špecifikácie: Typ: R775 DC motor, Prúd: 3.25A, Napätie: 12V-24VRPM: 3500 – 9000
- Potenciometer - RV16AF-20-30K-B10K-3 pre analógový vstup.
- Servomotor SIMOTICS S-1 FK2 - odporúčaný moment 1,3 Nm, prepojovací kábel (napájací aj dátový)
- Servomenuč SINAMICS S210 určený pre riadenie servomotoru SIMOTICS S-1 FK2
- TIA Portal V17. - programovací SW pre PLC firmy SIEMENS

#### 4.4.4. Laboratórium IoT (Internet vecí)

V laboratóriu IoT sa študent oboznámi so základmi zberu dát, ich prenosu a spracovania. Ráta sa s vybudovaním laboratória plne vybaveného technológiami bežne používanými v praxi.

Modulárny systém, akým *Libelium* je, ponecháva na používateľovi možnosť použiť snímače podľa potreby. Produkty, ktoré ponúka, možno rozdeliť do niekoľkých kategórií:

- Wasmote
- Wasmote Plug & Sense!
- Meshlium

*Wasmote* je prvotná zostava, na ktorej je úplná kontrola nad hardvérovým zariadením. Je možné fyzicky pristupovať k doske plošného spoja a pripájať nové snímače, alebo dokonca celú sústavu vložiť do vlastného zariadenia ako elektronické snímacie zariadenie.

*Wasmote Plug & Sense!* umožňuje používateľom zabudnúť na elektroniku a sústrediť sa na služby a aplikácie. Elektronika je vložená do robustného, vode odolného krytu s výstupmi na pripojenie vstupno-výstupných periférií. Rozmiestnenie bezdrôtových „Wasmote Plug&Sense!“ a následné prepojenie do siete je ľahký spôsob

ako pokryť meranú oblasť a získavať relevantné údaje. K jednému „Waspote P&S!“ možno pripojiť viaceré snímačov naraz.

*Meshlium* je vo svojej podstate Linuxový router, ktorý pracuje ako brána pre senzorovú sieť zloženú z Waspote senzorových prvkov. Môže obsahovať 5 rôznych rádiových rozhraní: Wifi 2,4 GHz, Wifi 5 GHz, 3G/GPRS, Bluetooth a ZigBee. Tiež môže obsahovať GPS modul pre mobilné a automobilové aplikácie a napájanie je realizované solárnym panelom alebo batériou. Tieto moduly sú spoločne uložené v hliníkovom kryte s krytím IP 65, čo umožňuje umiestniť Meshlium kdekoľvek vo vonkajšom prostredí.

S týmito prvkami je možné realizovať viaceré koncepty počas výučbového procesu.

### **Aplikácie zamerané na nákupné centrá a pouličný ruch**

Oblasti pokrytia môžu byť modifikované na základe zmeny energie rozhrania. Vďaka tomu je možné vytvoriť skenované oblasti začínajúce na pár metroch (za účelom skenovania špecifického miesta) až po desiatky metrov (za účelom štúdie celej ulice alebo dokonca celého poschodia nákupného centra). Je možné takto skúmať napr.: počet ľudí prechádzajúcich denne cez ulicu, priemerný čas, ktorí strávia ľudia na ulici, rozdiel medzi stálymi a sporadickými návštevníkmi, pešie trasy nakupujúcich v obchodných centrách a priemerný čas strávený v každej oblasti.

### **Aplikácie zamerané na detekciu vozidiel**

Monitorovanie premávky je dôležitá aplikácia. Nezahŕňanie ciest je základ pre efektívnosť cestných systémov v mestách. Plynulosť cestnej premávky redukuje čas strávený na cestách, znižuje emisie a šetrí energiu. Podobne ako efektívnosť pešieho pohybu ľudí na letiskách, štadiónoch alebo nákupných centrách šetrí čas a môže tvoriť rozdiel medzi dobrou alebo stresujúcou návštevou. Monitorovanie dopravy, či už cestných vozidiel alebo ľudí pohybujúcich sa pešo, je užitočná pri prevádzke ciest a dôležitých dopravných uzlov. Tu je možné riešiť: v reálnom čase monitorovať počet vozidiel prechádzajúcich určitým úsekom diaľnice alebo cesty, detegovať priemerné množstvo vozidiel a predchádzať zahŕňaniu cesty, monitorovať priemernú rýchlosť vozidiel na cestách, včas poskytnúť informáciu o zápche na ceste a informovať o mozgovej obchádzke, určovať cestovné časy.



Obrázok 54 Prvky Waspote a Meshlium

Odporúčané vybavenie pracoviska je založené na prvkoch Waspote a Meshlium pričom odporúčané je zakúpiť min. 1x Meshlium a 16 kitov podľa dostupného rozpočtu:

University Lab Kit s:

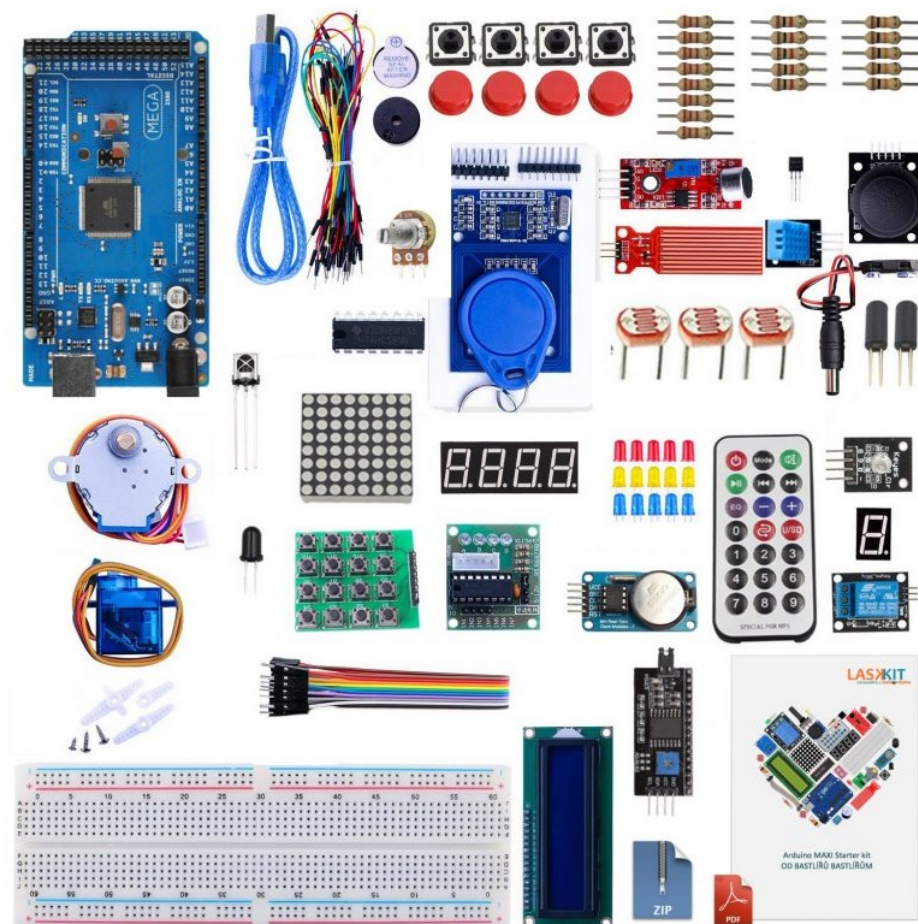
- Smart environment, Smart security, Smart Cities, Smart Metering, Smart Agriculture, Smart Parking
- Ambient Control, Radiation Control

- 660mAh rechargeable battery + external solar panel 7V-500mA, 660mAh rechargeable battery + internal solar panel 6.5V-500mA, 660mAh rechargeable battery + 220V adaptor + mini-USB cable
- Temperature, Humidity, Luminosity, Noise (Microphone (dBSPLA))
- Linear displacement, Dust sensor (PM-10), Presence – PIR, Hall effect, Atmospheric pressure
- Carbon monoxide – CO, Carbon dioxide - CO<sub>2</sub>, Oxygen – O<sub>2</sub>, Methane - CH<sub>4</sub>, Ammonia - NH<sub>3</sub>, Nitrogen dioxide - NO<sub>2</sub>, Ozone - O<sub>3</sub>, Liquid petroleum gases H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, ethanol, isobutene, Air pollutants I, Air pollutants II, Solvent vapors, Volatile Organic Compounds
- Current 0-90A
- Ultrasound
- Water Flow (0,15-2,5 l/min), Water Flow (0,5-25 l/min), Water Flow (1-60 l/min), Water presence
- Horizontal liquid presence (combustibles), Horizontal liquid level (water)
- Soil moisture 1,5m, Soil moisture 4,5m, Soil moisture 8m, Soil temperature
- Solar radiation
- Anemometer + wind vane + pluviometer

Ďalším navrhovaným vybavením je výučbový set založený na vývojovej doske Arduino (16 sád). Tento základný vývojový kit ponúka študentom veľké množstvo realizovateľných úloh. Pre výuku je odporúčané využiť výukový kit, ktorý obsahuje nasledovné prvky:

Tabuľka 11: Výučbový set na doske Aduino

Vývojová doska Arduino UNO R3	Potenciometer B10K
DC motorček	Senzor vibrácií
Modul sledovania čiar	LED RGB
RGB LED	Aktívny buzzer (bzučiak)
Relé modul 5V	Pasívny buzzer (bzučiak)
Servo motorček SG90	830 bodové nepájivé kontaktné pole
Joystick	Káblíky 10 a 20 cm F-F, M-F, M-M po 10 ks
Senzor vibrácií	LED zelené, červené, žlté a biele po 5ks
Krokový motorček	RGB LED
Limit switch	Senzor plameňa
Senzor teploty LM35	Rezistory, rôzne hodnoty
32.768 MHz kryštál	Klávesnica 4x4 AVR
HC-SR04 ultrazvukový senzor vzdialenosti	Senzor zvuku
Senzor zrážok	Hallo senzor
Infračervený ovládač	74HC138
LED 10 mm	74HC164
Senzor náklonu	DS1302 hodinový modul
LED matrix	Digitálny senzor teploty
Segmentovka 4 displeje	HC-SR501 infračervený senzor pohybu
Segmentovka 1 displej	Infračervený prijímač
74HC595	Senzor vlhkosti pôdy
Vrtuľka pre DC motorčeky	Držiak pre 9V batériu
Laserový modul	USB kábel
Prototype shield	Hadička 50 cm
Kontaktné nepájivé pole 170 bodov	Vodná pumpička
DHT11 senzor teploty a vlhkosti	Ovládací modul pre krokové motorčeky
Display 16x2 znaky	Tlačidlá s násadami
Senzor dotyku TTP223	Držiak pre 4 AA batérie
Fotorezistor GL5528	Jack DC005



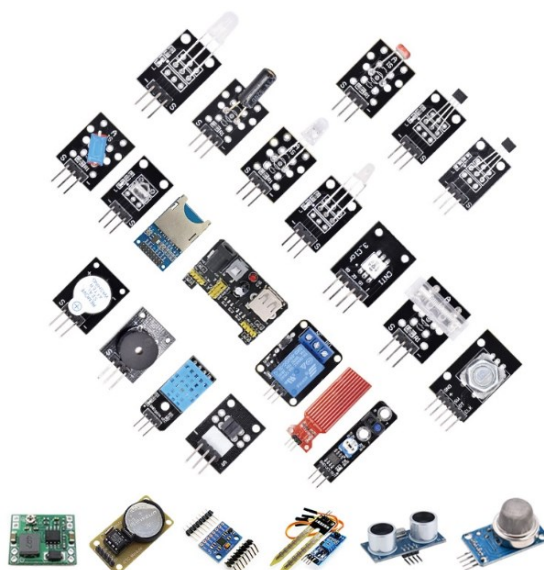
Obrázok 55: Vývojový kit s príslušenstvom



Okrem vyššie uvedených komponentov základného kitu je odporúčané zaobstarať set, ktorý obsahuje senzory a to:

Tabuľka 12: Set senzorov

1x pasívny bzučiak (buzzer)	1x Light cup modul
1x LED modul 2 farby	1x rotačný enkóder
1x senzor kolízie	1x optická závora
1x vibračný senzor	1x senzor tepu (heartbeat sensor)
1x fotorezistor	1x Reed modul
1x tlačidlový modul	1x senzor pre vyhýbanie sa prekážkam
1x senzor náklonu	1x Hunt senzor module KY-033
1x RGB SMD LED modul	1x senzor zvuku
1x infračervený vysielač	1x laser
1x 3-farebný LED modul	1x relé 5V
1x Mercury open optical modul	1x senzor teploty DS18B20
1x 2-farebný LED modul	1x senzor teploty
1x aktívny buzzer	1x Hall magnetický lineárny senzor
1x senzor teploty (analogový výstup)	1x senzor plameňa
1x LED automatické blikanie	1x mikrofón
1x magnetický REED modul	1x senzor teploty a vlhkosti DHT11
1x magnetický hall senzor	1x joystick
1x infračervený prijímač	1x kapacitný senzor dotyku
1x magnetický senzor BIHOR	



Obrázok 56: Senzory

Okrem vyššie uvedených komponentov je odporúčané zaobstarať rozširujúce prvky a to:

Tabuľka 13 Odporúčané komponenty

1x zdroj BM-102	1x pasívny buzzer
1x 830 bodové kontaktné pole	10x tlačidlo
1x 65 kusov káblikov rôznych veľkostí	10x 22pf keramický kapacitor
1x 140 kusov prepokoj pre nepájivé pole	10x 104pf keramický kapacitor
1x 20 kusov F-M káblikov (samica – samec)	5x elektrolytický kapacitor 10UF 50V
2x riadok pinov po 40 ks MALE	5x elektrolytický kapacitor 100UF 50V
1x potenciometer	10x biela LED
2x fotorezistor	10x žltá LED
1x termistor	10x modrá LED
5x dióda 1N4007	10x zelená LED

5x NPN tranzistor PN2222	10x červená LED
1x obvod 4N35	1x RGB LED
1x obvod 74HC595	Rezistory 100 Ohm
1x aktívny buzzer	

Prípadná duplicita komponentov môže vzniknúť kúpou jednotlivých výukových sád. Tento stav je možné využiť v prípade pokazenia sa jednotlivých komponentov.

Ďalším navrhovaným vybavením je výučbový set založený na výukovom robotickom modeli **E-puck**, ktorý vieme použiť aj v robotickom roji a tak získavať údaje (pri obstarávaní treba zakúpiť 16 sád). E-puck je miniatúrny mobilný robot vyvinutý pre školské účely. Hardvér a softvér robota je plne „open source“, poskytuje prístup ku každému elektronickému zariadeniu a ponúka neobmedzené možnosti rozšírenia. V súčasnosti sú 3 verzie robota E-puck 1 HWRev 1.1, HWRev 1.2 a HWRev 1.3 a najnovšie je robot E-puck 2. E-puck 2 má oproti predchádzajúcej verzii robota lepší procesor, modernejšie spracovanie a asi najväčší rozdiel je, že má priamo na sebe zabudovaný modul, ktorý podporuje Bluetooth alebo WiFi. Zatiaľ čo na verziách robota E-puck 1, je priamo zabudovaný len Bluetooth modul a ak chceme WiFi modul, tak ho treba pripojiť zvlášť a následne naprogramovať. Rámcí tohto projektu navrhujeme pracovať s verziou HWRev 1.2.



Obrázok 57 Miniatúrny mobilný robot E-puck

E-puck bol vyvinutý, aby plnil nasledovné požiadavky:

- Elegančný dizajn: jednoduchá mechanická štruktúra, dizajn elektroniky a dizajn softvéru robota sú príkladom moderného systému
- Flexibilita: E-puck pokrýva veľkú škálu vzdelávacích aktivít a ponúka veľké možnosti zo svojimi senzormi, výkonom spracovania a možnosťami rozšírenia
- Simulačný softvér: robot E-puck je integrovaný so simulačným programom Webots pre jednoduché programovanie, simuláciu a diaľkové ovládanie fyzického robota.
- Uživateľsky prívetivý: E-puck je malý robot, vďaka čomu ho môžete mať položený vedľa počítača pri nastavovaní a ďalej nepotrebuje žiadne káble, čo poskytuje optimálny pracovný komfort
- Robustnosť a údržba: E-puck je odolný aj pri študentskom používaní a ak sa niečo stane, tak jeho oprava je jednoduchá
- Cenovo dostupný: robot E-puck je cenovo prijateľný k rozpočtu škôl

Robot E-puck pozostáva z viacerých súčiastok:

- Batéria - Kapacita 5 Wh, dobíjateľná LION batéria, s približnou výdržou 3 hodiny
- Procesor - Mikročip dsPIC 30F6014A @ 60 MHz (okolo 15 MIPS)
- Motory - dva krokové s 20 krokmi na otáčku a 50:1 redukciou
- IR senzor - 8 infračervených senzorov merajúcich do vzdialenosti 4 cm

- Kamera - Farebná kamera s maximálnym rozlíšením 640x480 (typicky sa využíva 52x39 alebo 640x1)
- Mikrofón - 3 všesmerové mikrofóny na lokalizáciu zvuku
- Akcelerometer - 3D akcelerometer pozdĺž osí X, Y a Z
- Gyroskop - 3D gyroskop pozdĺž osí X, Y a Z
- LED - 8 červených LED diód na krúžku a jedna zelená na tele
- Reprodukter - vstavaný reproduktor schopný prehrávať WAV zvuk alebo tónové zvuky
- Spínač - 16-polohový otočný spínač
- Bluetooth - pre komunikáciu počítač - robot alebo robot – robot
- Diaľkové ovládanie - infračervené LED ovládanie, pre základné príkazy
- Rozširujúca zbernica - dodáva robotovi nové možnosti rozšírenia
- Programovanie - v jazyku C s prekladacím systémom GNU GCC
- Simulácia - Webots uľahčuje programovanie E-puck vďaka simulácii, diaľkového ovládania a možnosti nahráť simulovaný program priamo do zariadenia

#### 4.4.5. Laboratórium mobilných robotických systémov

V laboratóriu mobilných robotických systémov sa študenti oboznámia s návrhom, stavbou, programovaním a oživením robotického systému. Ráta sa s vybudovaním laboratória zameraného na mobilnú a kolaboratívnu robotiku. Laboratórium mobilných robotických systémov sa rozdeľuje do dvoch celkov:

- mobilná robotika
- priemyselná robotika

V celku priemyselnej robotiky je sa ráta s vybudovaním laboratória plne vybaveného technológiami firmy ABB bežne používanými v praxi. Pre optimálne zabezpečenie výuky odporúčame zaobstarat':

- 6 kolaboratívnych robotov typu IRB 14050
- 2 kolaboratívne roboty typu IRB 14000 (YuMi)

YuMi kolaboratívny robot je prvá generácia dvojramenného robota od ABB so siedmymi stupňami voľnosti pre každé rameno. YuMi pracuje s multifunkčným efektorom pre manipuláciu a uchopovanie s rôznymi predmetmi. Môže obsahovať voliteľné moduly a ich kombinácie. Základným modulom je servo modul pre ovládanie prstov. Dodatočné moduly sú vákuové prísavky pre manipulovanie s objektami a integrované kamery Cognex AE3 podporujúce všetky funkcie v programe RobotStudio. Maximálne možná nosnosť prstov sa vypočíta odčítaním hmotnosti celého efektora od užitočného zaťaženia robota (0,5 kg na rameno). Efektor je napájaný 24 V, pričom maximálna rýchlosť pohybu prstov je 25 mm/s, opakovateľnosť  $\pm 0,05$  mm a maximálna vyvinutá sila v bode uchopenia 4 cm je 20 N. V prípade vákuového modulu je nosnosť iba 0,15 kg a závisí od povrchu uchopovaného materiálu, použitých prísaviek, pohybu robota, ťažiska objektu a vstupného tlaku. Pre každú ruku je napájanie vzduchu samostatné cez 4 mm hadicu a tlak vzduchu 0,6 MPa. Vzduch by mal byť filtrovaný a čistý pred napojením. Integrované kamery majú 1,3 megapixelov, šošovky 6,2 mm f/5 a podporu softvéru Cognex In-Sight priamo v RobotStudiu. Všetky kombinácie modulov majú ochranu IP30.



Obrázok 58 robotické ramená

V celku mobilnej robotiky sa uvažuje so zaobstaraním 16 (15 pre študentov a 1 pre vyučujúceho) sád založených na vývojovej doske Arduino a mechanických prvkov. Robotická ruka 6 DOF, k tomu 6 ks servo motorček MG996R, servo driver alebo obdobný ovládací modul pre motorčeky, Model auta 4WD – zostava komponentov pre poskladanie vlastného auta zloženého z dvoch poschodí. Akrylické podvozky – DC motorčeky s prevodovkou – pneumatiky – box na batérie – káblíky – kovové skrutky – dištančné podložky – nadstavce na rotačný enkóder

Tabuľka 14: Komponenty robotického ramena

Vývojová doska Arduino UNO R3	LED RGB
DC motorček	Aktívny buzzer (bzučiak)
Modul sledovania čiar	Pasívny buzzer (bzučiak)
RGB LED	830 bodové nepájivé kontaktné pole
Relé modul 5V	Káblíky 10 a 20 cm F-F, M-F, M-M po 10 ks
Servo motorček SG90	LED zelené, červené, žlté a biele po 5 ks
Joystick	RGB LED
Senzor vibrácií	Senzor plameňa
Krokový motorček	Rezistory, rôzne hodnoty
Limit switch	Klávesnica 4x4 AVR
Senzor teploty LM35	Senzor zvuku
32.768 MHz kryštál	Hallo sensor
HC-SR04 ultrazvukový senzor vzdialenosti	74HC138
Senzor zrážok	74HC164
Infračervený ovládač	DS1302 hodinový modul
LED 10 mm	Digitálny senzor teploty
Senzor náklonu	HC-SR501 infračervený senzor pohybu
LED Matrix	Infračervený prijímač
Segmentovka 4 displeje	Senzor vlhkosti pôdy
Segmentovka 1 displej	Držiak pre 9V batériu
74HC595	USB kábel
Vrtuľka pre DC motorčeky	Hadička 50cm
Laserový modul	Vodná pumpička
Prototype shield	Ovládací modul pre krokové motorčeky
Kontaktné nepájivé pole 170 bodov	Tlačidlá s násadami
DHT11 senzor teploty a vlhkosti	Držiak pre 4 AA batérie
Display 16x2 znaky	Jack DC005
Senzor dotyku TTP223	
Fotorezistor GL5528	
Potenciometer B10K	
Senzor vibrácií	



Obrázok 59: Model auta a robotická ruka

#### 4.4.6. Laboratórium inteligentných dopravných systémov

Študenti by mali získať základný prehľad v oblasti projektovania, modelovania, návrhov, zavádzania, kontroly, prevádzky, servisu a údržby telematických systémov a ich komponentov, konkrétne inteligentných dopravných systémov, riadiacich systémov cestných a železničných tunelov, zložitých riadiacich dopravných systémov.

Ďalej by mali nadobudnúť teoretické poznatky o súbore technických nástrojov použiteľných vo vybranej aplikačnej oblasti – doprava, ktoré sú potrebné pre porozumenie telematickým systémom, ich komponentom, aktuálnym rozvojovým trendom, postaveniu ľudského činiteľa v nich a taktiež poznatkom potrebných pre návrh, riadenie a posudzovanie týchto systémov.

Za týmto účelom budú mať študenti k dispozícii modelové meracie stanovišťa v rámci cestnej aj železničnej infraštruktúry vybavené reálnymi senzorickými prvkami využívanými v praxi. Študenti sa takýmto interaktívnym spôsobom naučia aké všetky parametre je možné získavať o premávke či samotnom cestnom/ koľajovom vozidle a aké dopravné charakteristiky je možné zo získaných dát počítať.

Cestný kontrolný bod je len časť informačného systému na cestných komunikáciách. Nakoľko modelovať celé ISD v rámci priestorov školy nie je možné, ideálnou pomôckou pre výučbu budú simulácie informačných a riadiacich systémov diaľnic, rýchlostných komunikácií či tunelov.

Simulovaný bude reálny SCADA systém na mieru od Siemensu pre navrhnutý tunel s príslušnými diaľničnými úsekmi. Príslušné úseky rozumieme:

- úsek pred poslednou križovatkou aj z jedného aj z druhého smeru (tu je ešte vozidlá možné odkloniť, v prípade že tunel je uzavretý z dôvodu mimoriadnej situácie)
- úsek pred tunelom aj z jedného aj druhého smeru (kde je možné dopravu líniovito riadiť a v prípade potreby ukľudniť pred vstupom do uzavretého priestoru cestného tunela)
- úsek samotného tunela (dve jednosmerné tunelové rúry s dvomi jazdnými pruhmi v každej)

Bezpečnosť v cestných tuneloch ovplyvňujú hlavne:

- užívatelia
- vozidlá
- infraštruktúra
- prevádzka

Vážne riziko predstavuje priamo účastník cestnej premávky. Pri prejazde tunelom sú na vodiča kladené značné psychické a fyzické nároky, ktoré si vyžadujú plnú sústredenosť vodiča. Okrem toho sú v určitých situáciách z hľadiska prevádzky relevantné ďalšie potenciálne nebezpečenstvá ako napríklad požiar, dopravné zápchy, viditeľnosť a vysoké koncentrácie znečisťujúcich látok.



Vozidlá predstavujú aj ďalší zdroj nebezpečenstva. Prehrievajúce sa časti vozidla môžu ľahko spôsobiť požiar v tuneli alebo nakladanie vozidla nebezpečným tovarom môže viesť ku katastrofe v prípade inak zvyčajne bezvýznamnej nehody.

Infraštruktúra tunela zohráva významnú preventívnu úlohu vo vzťahu k bezpečnosti tunela z hľadiska minimalizácie následkov.

Moderné bezpečnostné systémy vykonávajú nasledujúce úlohy, aby splnili tieto rôznorodé a často mimoriadne zložité bezpečnostné požiadavky cestného tunela:

- monitorovanie vozidiel v tuneli (správanie sa na ceste a plynulosť premávky) a ovplyvňovanie dopravy v rámci kontrolných opatrení (zníženie rýchlosti, varovanie pred nebezpečenstvom, uzávierka tunela, ..)
- monitorovanie kvality vzduchu a riadenie systémov vetrania tunelov
- regulácia osvetlenia tunela
- vyvažovanie záťaže vo vzťahu k napájaniu tunela, núdzové napájanie z generátorov a neperušiteľných zdrojov energie
- prijímanie tiesňových volaní
- detekcia požiarnych poplachov/ kontrola prostriedkov na hasenie požiaru (sprinklerové systémy, požiarne klapky, signálne hlavice na uzavretie tunela a pod.).
- video dohľad
- centrálna obsluha, monitorovanie a riadenie

Okrem bezpečnostných požiadaviek a prísnych prevádzkových podmienok má vysokú prioritu aj dostupnosť systému, aby sa vylúčila možnosť prerušenia prevádzky jednotlivých systémov.

Tento popis dokumentuje *integrovany systém monitorovania a riadenia tunelov ITCC (International Tunnel Control Center a Interurban Traffic Management System) od spoločností Siemens a Conduct+*.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) je koncept na monitorovanie, riadenie a zaznamenávanie dát v technických procesoch. SCADA systém má hierarchickú štruktúru a je rozdelený do troch funkčných úrovní:

- prevádzková a riadiaca úroveň pre vizualizáciu systému, zaznamenávanie údajov a manuálnu obsluhu
- úroveň automatizácie pre zadávanie a spracovanie údajov, ako aj výpočet automatických udalostí
- úroveň poľa pre záznam meraných premenných a ovládanie terminálov

TMS je systém riadenia dopravy, ktorý ponúka širokú škálu funkcií na monitorovanie a riadenie mimoúrovňových medzimestských cestných systémov. Systém riadenia tunela a správy zariadení (FMS) je plne integrovaná funkcia do TMS pre komponenty centrálného systému.

Základné funkcie ITCC a TMS:

- získavanie a spracovanie údajov senzorov
- detekcia situácií s významom pre riadenie dopravy
- aktívne riadenie dopravy – manuálne a automatické (upozornenie na zápchu, nehodu, výstraha, stav povrchu vozovky a výstraha počasia, otvorenie spevnenej krajnice,, meranie rampy, kontrola horúceho pruhu)
- správa aktívnych politík riadenia dopravy
- výpočet požadovaných hodnôt pre akčné členy v aktívnom riadení dopravy
- riadenie a monitorovanie akčných členov v aktívnom riadení dopravy
- riadenie a monitorovanie tunelových subsystémov (FMS)
- grafické znázornenie aktuálneho stavu v rôznych zobrazeniach: indikácia a lokalizácia chýb a alarmov
- archivácia prvotných údajov a spracovaných údajov

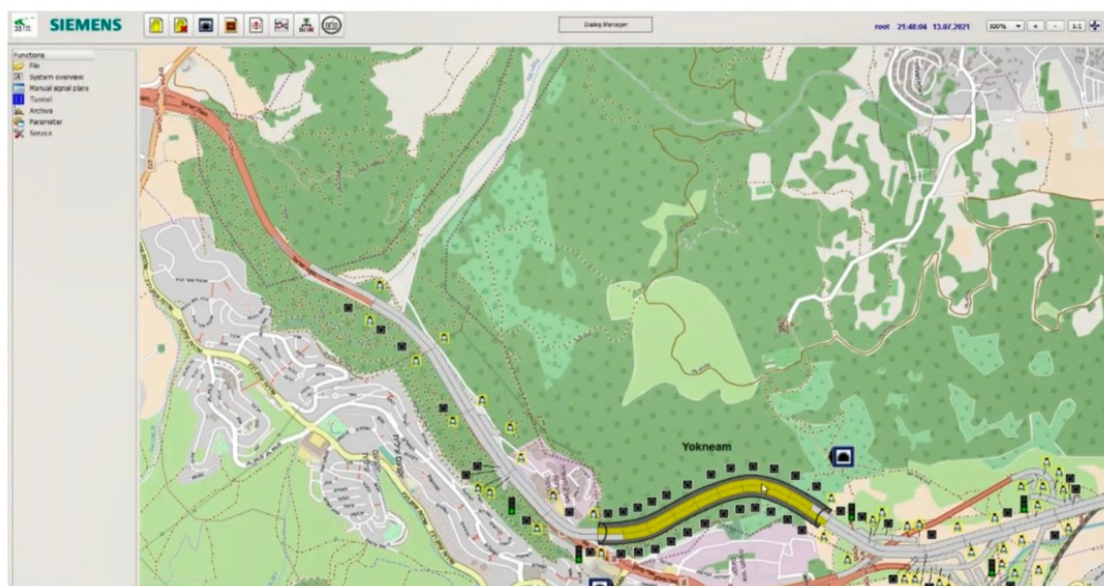
- tvorba protokolov a reportov v tabuľkovej a grafickej forme
- flexibilné riadenie politiky na kontrolu spôsobu, akým zariadenie reaguje na rôzne typy vstupov (načítania, digitálne vstupy)

SCADA systém ITCC/TMS bude slúžiť na monitorovanie dopravnej situácie, riadenie dopravy, sledovanie stavu subsystému a sledovanie fyzikálnych veličín. Tento systém bude slúžiť na zabezpečenie modernej, bezpečnej a ekonomickej prevádzky tunela vrátane jeho užívateľov, prostredníctvom monitorovania a riadenia technologického vybavenia tunela a riadenia dopravy.

SCADA bude obsahovať moduly, ktoré pomôžu operátorovi tunela správne vykonávať jeho dozorné funkcie a jednotlivé úkony v prípade havarijných udalostí (manažment výstrah a alarmov, karty operátora, tunelové reflexy, dopravné plány, reportovacie nástroje).

Po zapnutí SCADA systému sa na jednom z monitorov zobrazí mapa. Mapa sa používa na zobrazenie celkového stavu tunela.

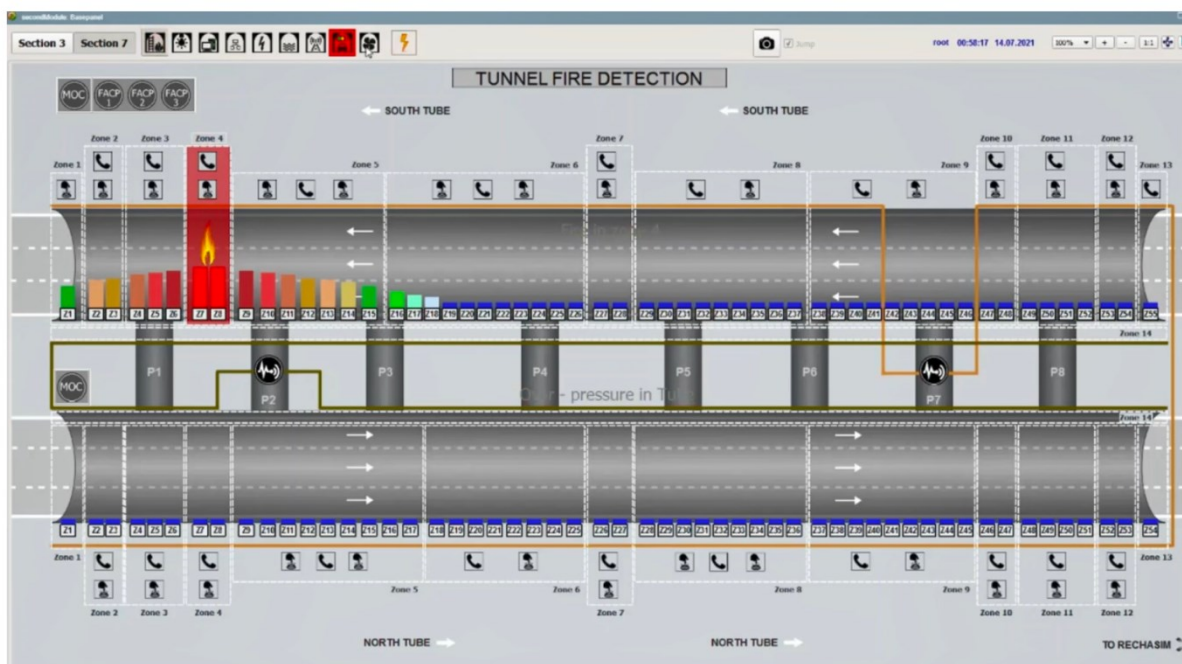
Zároveň sa na tejto obrazovke zobrazia potrebné informačné stavy pre obsluhu, napr. „tunel uzavretý“.



Obrázok 60 Príklad okna s mapou

Panel *Dopravné plány* slúži na prehľad preddefinovaných dopravných plánov, ich stavu, ich aktivácie a deaktivácie vo vzťahu k aktuálnej dopravnej situácii v tuneli. Tunelový reflex je tabuľka, ktorá definuje reakciu riadiaceho systému tunela na udalosť, pričom rozlišuje bezpečnostné udalosti, dopravné udalosti a prevádzkové udalosti (poruchy). Automatické reakcie riadiaceho systému tunela budú vytvorené len na definované udalosti. Dopravné plány sa spúšťajú na základe výskytu udalosti podľa tunelového reflexu. Pre každý tunelový reflex je priradený zodpovedajúci dopravný plán.

*Panel alarmov* sa používa na zobrazenie všetkých alarmov alebo výstrah, ktoré sa vyskytli v systéme. Po otvorení tohto okna sa okamžite zobrazia alarmy, ktoré sú aktívne alebo už nie sú aktívne, ale neboli potvrdené operátorom.

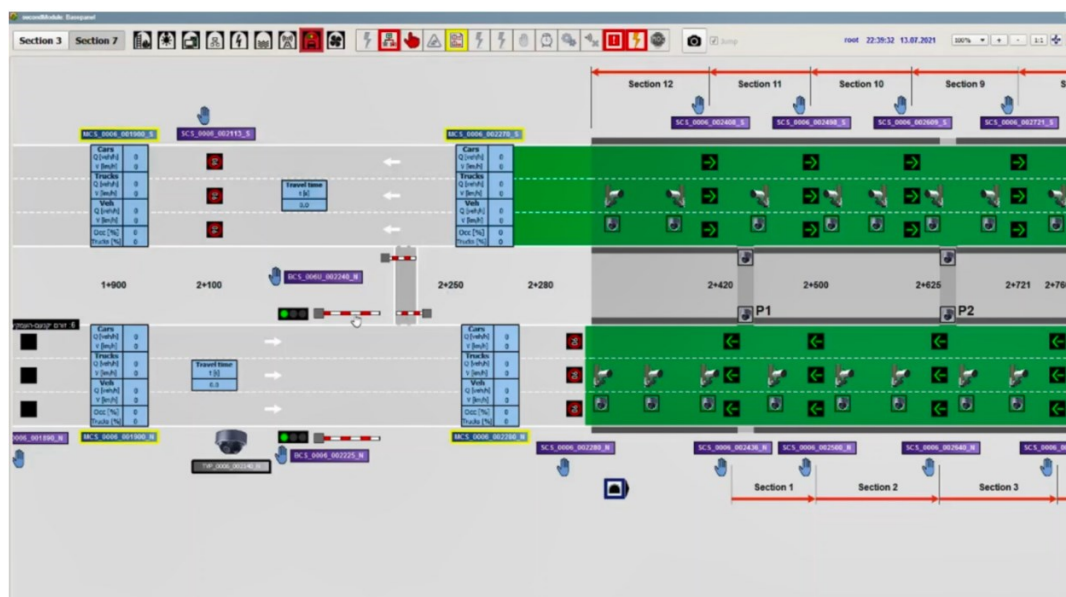


Obrázok 61: Príklad panelu „Požiar“

Dopravný panel alebo systém riadenia dopravy obsahuje zariadenia, ktoré sú zodpovedné za riadenie dopravy. Tie obsahujú:

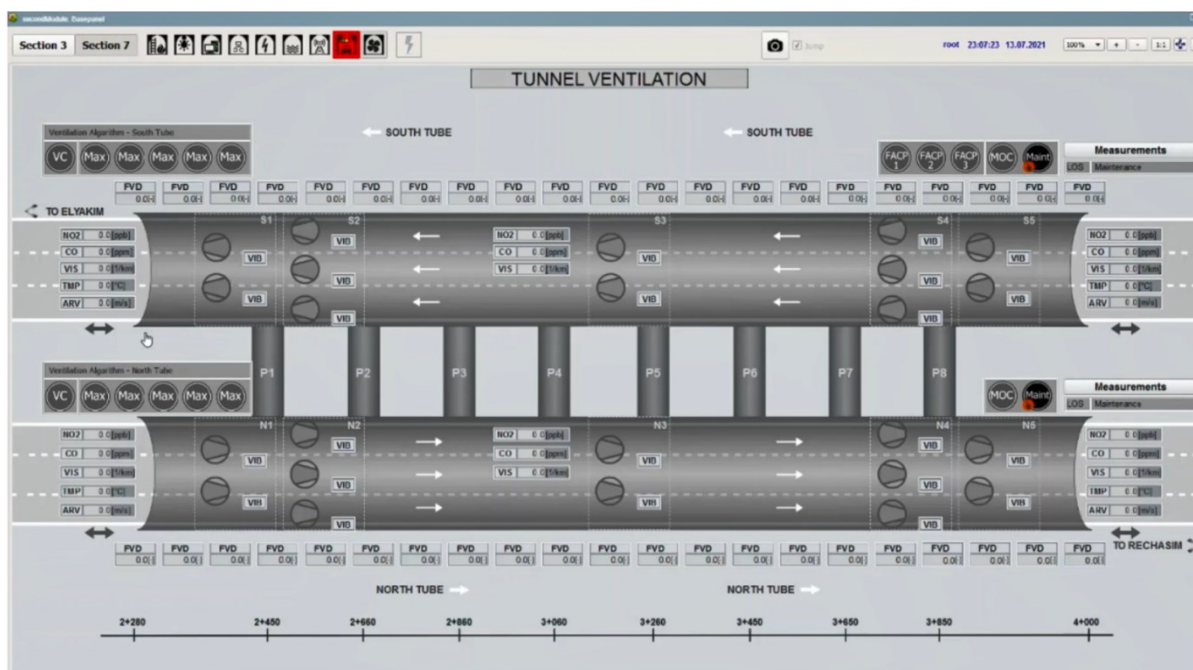
- variabilný rýchlostný limit
- značky pre riadenie jednotlivých jazdných pruhov
- premenlivé dopravné značky
- bariéry
- semaforey
- detektory výšky
- sčítač dopravy
- meteorologická stanica

Všetky tieto zariadenia budú zobrazené na paneli podľa ich umiestnenia v rámci tunela. Každé z týchto zariadení je možné podľa potreby ovládať jednotlivo cez príslušný faceplat, alebo sa stav zariadení zmení podľa aktuálne zvoleného dopravného plánu.



Obrázok 62 Príklad panelu „Doprava“

Panel „vetranie“ slúži na ovládanie vetrania v tuneli. Na tomto paneli bude možné ovládať ventilátory vo všetkých režimoch a sledovať ich aktuálny stav. V rámci tohto panela sa zobrazujú aj údaje zo snímačov fyzikálnych veličín a to CO, NO<sub>2</sub>, viditeľnosti, teploty, smeru vetra a rýchlosti vetra v tuneli. Na udržanie správneho vetrania a zabezpečenie čerstvého vzduchu sa používa takzvaný ventilačný algoritmus. Tento algoritmus zapína príslušné ventilátory na základe údajov snímača podľa preddefinovaných režimov ventilácie. Operátor môže tiež manuálne aktivovať/deaktivovať požadovaný scenár ventilácie (skupinu ventilátorov), ako aj ovládať každý ventilátor samostatne.



Obrázok 63. Príklad panelu vetrание

Popísané sú tu len niektoré vybrané subsystemy a k nim prislúchajúce panely. Systém je konfigurovateľný a rozšíriteľný na množstvo ďalších panelov/vrstiev. Softvér umožňuje odsimulovať rôzne scenáre riadenia, nesimuluje však tok samotnej dopravy a jej správanie počas mimoriadnych situácií a nasadenia príslušných scenárov riadenia.



Aby študenti pochopili dopravné procesy a správanie sa dopravy je vhodné k v rámci laboratória inteligentných dopravných systémov obstarat' aj dopravný simulačný softvér, ktorý realisticky simuluje komplexné interakcie vozidiel na mikroskopickú úroveň. Poskytuje realistický a podrobný prehľad o aktuálnom stave dopravného toku a vplyvoch s možnosťou definovať viacero scenárov „čo ak“. Je možné podrobne zmapovať svoju sieť a modelovať rôzne geometrie – od štandardného uzla až po zložité križovatky.

Softvérový nástroj Paramics Discovery reprodukuje skutočné dopravné podmienky v počítačovom modeli simuláciou podrobného správania jednotlivých vozidiel na užívateľom definovanej cestnej sieti.

Paramics Discovery je možné použiť na testovanie širokej škály zásahov plánovania dopravy:

- väčšia premávka na cestnej sieti
- nové križovatky a infraštruktúra
- zmeny v riadení dopravnej signalizácie
- prevádzka verejnej dopravy
- plánovanie akcie
- ekonomické hodnotenie
- hodnotenie životného prostredia (t. j. emisií).

Čokoľvek budú chcieť žiaci v rámci výučby otestovať, Paramics Discovery umožní rýchlo a jednoducho posúdiť dopady.

Paramics Discovery beží na stolných a prenosných počítačoch so systémom Microsoft Windows. Odporúčajú sa grafické karty s GPU AMD a NVIDIA. Grafické procesory Intel nie sú podporované na použitie s Paramics Discovery z dôvodu množstva problémov so stabilitou. Grafická karta je kľúčom k dosiahnutiu dobrého výkonu vizuálnej simulácie. Paramics Discovery vyžaduje 3D akcelerovanú grafickú kartu s najmenej 256 MB pamäte a podporou OpenGL 3.0 alebo vyššej. Paramics Discovery vyžaduje minimálne rozlíšenie obrazovky 1280 x 1024 pixelov.

Spolu so softvérom odporúčame aj učebný balík Paramics Discovery, ktorý poskytne pedagogickým pracovníkom efektívny a časovo nenáročný spôsob, ako naučiť študentov princípom mikrosimulačného modelovania dopravy s množstvom skutočných praktických skúseností. Učebný balík Paramics Discovery obsahuje:

- úvod do mikrosimulačnej prezentácie
- softvér Paramics Discovery
- komplexný školiaci materiál
- hotová práce v rámci kurzu

Softvér poskytuje nasledovné nástroje:

- správa premávky
- správa udalostí
- správa práce na ceste
- environmentálne hodnotenie
- ekonomické hodnotenie
- vyhodnotenie schémy
- predbiehanie
- vizualizácia
- vývoj
- regenerácia
- verejná doprava
- strategické plánovanie



- Inteligentné dopravné systémy
- nová dopravná infraštruktúra
- chôdza a cyklistika



Obrázok 64 Náhľad na dopravné simulácie

#### 4.4.7. Prezentačno-výučbová sála

Prezentačno – výučbová sála bude pozostávať z cestného kontrolného bodu, železničného kontrolného bodu, modelového parkovacieho systému, príslušnej sieťovej infraštruktúry, technologického rozvádzača a grafických displejov. Dispozične budú v priestore rozvrhnuté nasledovne:

- 2NP (od Sokolskej ulice prízemie) – v chodbe vpravo cestný kontrolný bod, v chodbe naľavo modelový parkovací systém.
- 3NP (od Sokolskej ulice 1. poschodie) – v chodbe pred kanceláriami železničný kontrolný bod a dvojramenný kolaboratívny robot

Dispozícia jednotlivých technológií je zakreslená vo výkresovej dokumentácii.

##### 4.4.7.1. Cestný kontrolný bod

Pre prezentačné a výukové účely bude na chodbe prvého nadzemného podlažia 1NP (miestnosť č. 207) vybudovaný model cestného kontrolného bodu. Model bude vybavený reprezentatívnou vzorkou reálnych snímačov, ktoré sú aktuálne bežne nasadzované v rámci systémov IDS na cestnej sieti SR. Model cestného kontrolného bodu bude schopný detegovať vozidlá a merať ich vybrané parametre počas pohybu. Model bude pozostávať z:

- senzorov inštalovaných v podlahe / podlahovej krytine
- snímačov a meracích systémov inštalovaných na nosnej konštrukcii
- zobrazovacích LED panelov
- technologického rozvádzača s riadiacou jednotkou
- nosnej konštrukcie

Model bude vybavený invazívnymi a neinvazívnymi senzormi založenými na rôznych fyzikálnych princípoch (váhové senzory – piezoelektrické, tenzometrické, optické, detekčné systémy – indukčné slučky, laserové skenery, kamerové, ultrazvukové, radarové detektory, magnetické senzory, meteorologické senzory), vyhodnocovacími a riadiacimi jednotkami a akčnými členmi (závory, premenlivé dopravné značky).

Ako vozidlá pre potreby cestného kontrolného bodu budú použité modely vozidiel (opísané v časti parkovacieho systému).

Nosná konštrukcia pre uchytenie senzorov bude vybudovaná ako rámová konštrukcia - rampa s dvomi stojkami umiestnenými pri stenách a jednou priečkou umiestnenou tesne pod stropom. Konštrukcia bude povrchovo ošetrovaná náterom a označená v zmysle vyhlášky o BOZP. Presný návrh konštrukčných prvkov rovnako aj ich kotvenie bude predmetom ďalšieho stupňa projektovej dokumentácie.

Princíp fungovania cestného kontrolného bodu:

Model vozidla prejde vo vyznačenom jazdnom pruhu priestorom snímaným senzormi, ktorými budú v reálnom čase zosnímané parametre vozidla. Tieto budú spracované v riadiacej jednotke CKB a uložené do databázy. Záznam o vozidle bude obsahovať údaje v rozsahu: časová značka prejazdu, jazdný pruh, smer jazdy, rýchlosť, časový rozstup medzi vozidlami (HEAD, GAP), klasifikačná trieda vozidla, počet náprav, zaťaženie náprav, celková hmotnosť vozidla, výška, šírka, dĺžka, 3D profil vozidla, snímky prejazdu vozidla, rozpoznávaný text EČV, rozpoznávaný kód ADR, meteorologické údaje. V prípade vyhodnotenia prekročenia niektorého zo sledovaných parametrov vozidla (napr. smer jazdy, rýchlosť, hmotnosť, ...) bude na premennej dopravnej značke zobrazená zistená informácia. Záznamy o vozidlách budú v lokálnej databáze prístupné pre užívateľov modelu cestného kontrolného bodu prostredníctvom digitálneho informačného kiosku obsluhy.

Kamerový systém v rámci cestného kontrolného bodu bude ovládaný prostredníctvom dedikovaného pracoviska klienta umiestneného v učebni Laboratória inteligentných dopravných systémov.

### Senzory pre detekciu :

2x Indukčná slučka + 1x štvorkanálový vozidlový detektor (FEIG-VEK4S). Indukčné slučky budú tvorené vodičom (napr. CBV1,5) navinutým a pevne prichyteným k podlahovej krytine alebo zaliate v podlahe. Vozidlový detektor bude umiestnený v technologickom rozvádzači na DIN lište. Napájaný bude zo zdroja 24VDC. Indukčné slučky detegujú prítomnosť vozidla vplyvom zmeny magnetického poľa. Indukčná slučka je budená napätím z vozidlového detektora. V prípade použitia dvojice indukčných slučiek za sebou je možné okrem detekcie prítomnosti, aj určiť smer jazdy a merať rýchlosť vozidla. Indukčné slučky budú pripojené k vozidlovému detektoru. Ten poskytuje predspracované údaje riadiacej jednotke CKB prostredníctvom sériovej linky RS485. Alternatívne môže byť použitý iný typ vozidlového detektora.



Obrázok 65: Vozidlový detektor

Multi objektový 4D/HD Radar (Smartmicro - UMRR-11 Type 45). Radar pracuje na princípe Dopplerovho radaru s frekvenciou 24GHz. Radar bude uchytený na nosnej konštrukcii. Napájaný bude zo zdroja 24VDC. Radar bude paralelne snímať objekty (do počtu 64, ľudí a modely vozidiel) nachádzajúce sa v jeho detekčnej zóne, merať ich rýchlosť a súradnice polohy voči radaru. Dáta bude poskytovať riadiacej jednotke CKB prostredníctvom siete Ethernet.



Obrázok 66 Multi objektový radar

Laserový senzor (NOPTEL - CMP3). Pracuje s laserovým lúčom triedy 1, s divergenciou lúča 16mrad. Laserový senzor bude umiestnený na nosnej konštrukcii. Napájaný bude zo zdroja 24VDC. Laserový lúč bude detegovať prítomnosť objektu, merať rýchlosť jeho pohybu a profil obrysu. Dáta bude poskytovať riadiacej jednotke CKB prostredníctvom sériovej linky RS232/RS485



Obrázok 67: Laserový senzor

Senzory pre meranie hmotnosti:

Piezoelektrické váhové senzory (TE Connectivity - Roadtrax BL, Class 3) - senzor pracujúci na princípe piezoelektrického javu. Použité budú 2 rady senzorov za sebou. Senzory budú zabudované v podlahovej krytine alebo zaliate v podlahe. Senzory budú pripojené k detekčnej karte (formát PCI, 3-5 vstupných kanálov) vloženéj v riadiacej jednotke cestného kontrolného bodu. Senzorom bude detegovaná prítomnosť nápravy vozidla. Veľkosť vygenerovaného signálu bude úmerná hmotnosti prislúchajúcej na nápravu. Detekčná karta bude poskytovať údaje o zaťažení náprav riadiacej jednotke centrálnemu kontrolnému bodu.



Obrázok 68: Váhový senzor

Pre potreby laboratórnej výuky (najmä oboznámenie sa s inými princípmi funkčnosti, postupmi merania pri údržbe senzorov) budú dodané aj iné typy váhových senzorov, ktoré nebudú funkčnou súčasťou modelu CKB.

- váhové senzory Quartz (Kistler - Lineas)
- váhové senzory tenzometrické (Intercomp - WIM strip)
- váhové senzory optické (Cross - Optiwim)

Senzory pre meranie rozmerov:

Laserový senzor (SICK - TIC102 master, TIC501) – senzor pracujúci na princípe optických lúčov triedy I. Obsahuje 3ks 2D Lidary s riadiacou jednotkou (traffic collector) so softvérom. Umiestnené sú v kompaktnom kryte (TIC102). Laserový senzor TIC102 bude umiestnený na nosnej konštrukcii nad jazdným pruhom, TIC501 bude umiestnený na zvislej stojke nosnej konštrukcie. Napájané budú zo zdroja 24VDC. Senzory budú detegovať prítomnosť objektu, merať jeho rozmery (šírku, výšku, dĺžku), tvoriť 3D model, merať rýchlosť pohybu. V spolupráci s TIC501 bude poskytovať aj údaje o počte náprav. Traffic collector bude poskytovať nameranú údaje riadiacej jednotke CKB prostredníctvom siete Ethernet.



Obrázok 69: Laserový senzor

Senzory pre identifikáciu:

- Kamerový systém pozostávajúci zo setu IP kamier s vysokým rozlíšením bude obsahovať:

Kamera vnútorná (AXIS - P3255LVE) s Deep learning processing unit (DLPU) podporujúca funkcie AI. Bude umiestnená na nosnej konštrukcii nad jazdným pruhom. Napájaná bude prostredníctvom PoE z technologického rozvádzača. V kamere budú nainštalované aplikácie pre rozpoznávanie evidenčných čísiel vozidiel, analýzu objektov a detekciu pohybu. Kamera bude poskytovať detailné obrázky tabuľky s evidenčným číslom vozidla (modelu) a celkový pohľad na vozidlo (prehľadový obrázok). Kamera bude s radiacou jednotkou CKB komunikovať prostredníctvom siete Ethernet.



Obrázok 70: Vnútorná kamera P-série

Kamera vnútorná (AXIS - AXIS M3067-P). Bude umiestnená na strope vestibulu. Napájaná bude prostredníctvom PoE z technologického rozvádzača. V kamere bude nainštalovaná aplikácia pre počítanie ľudí vchádzajúcich a vychádzajúcich z budovy školy. Kamera bude poskytovať celkový pohľad na vestibul školy. Kamera bude s radiacou jednotkou CKB komunikovať prostredníctvom siete Ethernet.



Obrázok 71: Vnútorná kamera M-série

Kamera vonkajšia (AXIS - Q1615 MK III + PTZ unit) s Deep learning processing unit (DLPU) podporujúca funkcie AI a PTZ. Bude umiestnená nad vchodom do budovy školy. Bude snímať priestor vchodu a parkovisko pred budovou. Napájaná bude prostredníctvom PoE z technologického rozvádzača. V kamere budú nainštalované aplikácie pre detekciu obsadenosti parkovacích miest a analýzu objektov. Kamera bude poskytovať celkový pohľad na sledovanú scénu. Kamera bude s radiacou jednotkou CKB komunikovať prostredníctvom siete Ethernet. Kamera je príkladom využitia CCTV systému pre dopravné aplikácie.



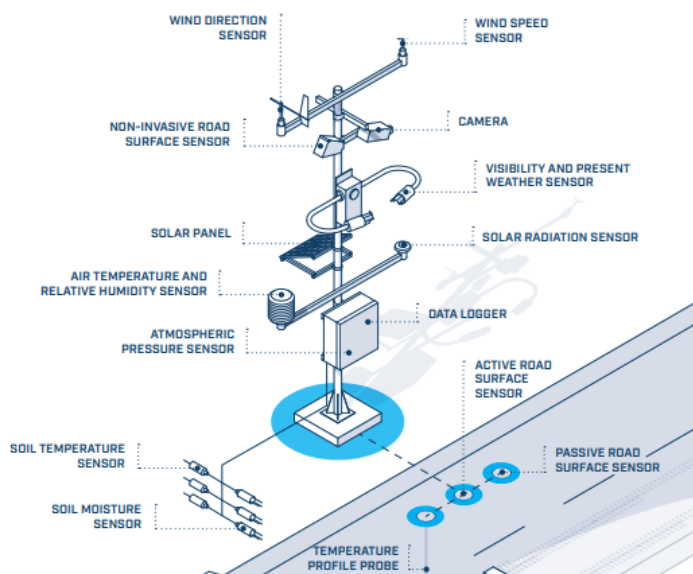
Obrázok 72: Vonkajšia kamera s PTZ

Video management system (AXIS – Axis Camera Station). Softvérový nástroj určený pre správu kamerového systému vrátane konfigurácie kamier, manažment archivácie záznamov, sprístupnenie záznamov a pod.. Architektúra systému je typu klient-server. Server ACS (CPU: i7, RAM 8GB, storage 2TB RAID1, WIN 10 PRO) bude nainštalovaný na počítači umiestnenom v technologickom rozvádzači. Klient ACS (CPU: i5, RAM 8GB, SSD 500GB) zabezpečujúci prístup užívateľov k serveru a zobrazovanie záznamov a živého streamu na veľkoplošných obrazovkách bude nainštalovaný na pracovnej stanici v učebni Laboratória inteligentných dopravných systémov.

Súčasťou kamerového systému budú licencované softvérové nástroje nainštalované priamo v kamerách (EDGE computing) alebo ich serverové verzie pre rozpoznávanie evidenčných čísiel vozidiel (Automatic Number Plate Recognition), rozpoznávanie tabuliek s nebezpečným nákladom (ADR), rozpoznávaním modelu a typu vozidla (Made Model Recognition), detekciou pohybu (Motion Detection), analýzu objektov (Object analytics), počítanie ľudí (People counter). Kamery podporujú inštaláciu množstva ďalších aplikácií (ACAP) pre rôzne oblasti využitia.

Senzory monitorujúce stav prostredia:

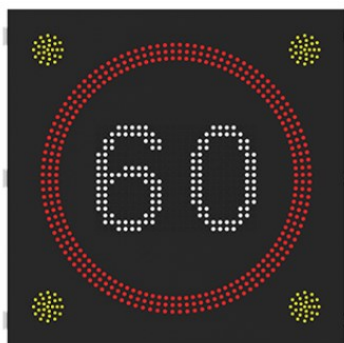
Meteorologická stanica (MICROSTEP-Road Weather Station) bude umiestnená na stĺpiku pred budovou školy. Bude vybavená senzormi pre meranie teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu, smeru a rýchlosti vetra, množstva a typu zrážok, dohľadnosti. Meteostanica bude napájaná zo siete 230VAC. Namerané dáta budú spracovávané v data loggeri, ktorý je súčasťou meteostanice. S riadiacou jednotkou bude datalogger komunikovať prostredníctvom siete Ethernet.



Obrázok 73: Príklad meteostanice RWS

Aktory pre interakciu s okolím:

Premenná dopravná značka (CHAINZONE-VMS) – plne grafická farebná LED tabuľa. PDZ bude umiestnené na stene chodby. Napájaná bude z technologického rozvážača zo siete 230VAC. Značka bude zobrazovať údaje o detekovanom vozidle (modeli), údaje z meteostanice, dopravné informácie pre pohyb modelov, prípadne informácie a oznamy pre študentov. S riadiacou jednotkou cestného kontrolného bodu bude komunikovať prostredníctvom siete Ethernet.



Obrázok 74 Príklad LED PDZ



Audio systém/ tunelový/ školský rozhlas (AXIS - C1410) – digitálny IP audio systém umožňujúci obojsmerný prenos zvukových informácií medzi obsluhou a užívateľmi (žiaci, zamestnanci, návštevníci školy). Reproduktor je napájaný prostredníctvom PoE. Audio systém je integrovateľný do video manažment systému, s ktorým komunikuje prostredníctvom siete Ethernet. IP Audio systém umožňuje nahradiť školský rozhlas, s funkciou plánovania dokáže nahradiť aj školský zvonček.



Obrázok 75 IP Reproduktor

#### **Riadiaca jednotka Cestného kontrolného bodu**

Priemyselný počítač s CPU Intel Core i7, 2,8Ghz, 4 jadrá alebo vyšší, RAM 16GB alebo viac, SSD 512GB alebo viac, ETH 1Gbps alebo viac, operačný systém Microsoft Windows 10 Pro alebo novší. Riadiaca jednotka CKB bude umiestnená v technologickom rozvádzači. Bude spracovávať dáta a signály s pripojených zariadení a bude ich poskytovať užívateľom. Bude komunikovať prostredníctvom siete Ethernet.

#### **Digitálny informačný kiosk pre obsluhu Cestného kontrolného bodu**

Robustný systém s možnosť polohovania vybavený zobrazovacím monitorom veľkosti minimálne 32" s rozlíšením 1920x1080 a viac, rozhrania HDMI a DP, klávesnica, myš. Kiosk bude slúžiť ako HMI rozhranie. Prostredníctvom tohto kiosku bude cestný kontrolný bod ovládaný, parametrizovaný a monitorovaný. Taktiež prostredníctvom informačného kiosku budú prezentované všetky dáta získané a vytvorené cestným kontrolným bodom.

#### **Technologický rozvádzač**

Samostatne stojaci dátový rozvádzač pre osadenie komponentov šírky 19", výška min 24U. Rozvádzač bude umiestnený v rohu chodby. Budú v ňom osadené prvky prúdovej a prepäťovej ochrany, zdroje jednosmerného napätia, prvky pre ukončenie kabeláže, riadiaca jednotka, prvky sieťovej infraštruktúry. Bude zabezpečovať napájanie všetkých komponentov cestného kontrolného bodu. Od rozvádzača bude vedená kabeláž v povrchových plastových žlaboch k jednotlivým komponentom cestného kontrolného bodu. Bude pripojený k sieti 230VAC, jednofázovým prívodom s istením B 25A. Odhadovaný celkový príkon  $P_{max}=3$  kW.



Obrázok 76: Ilustračný obrázok technologického rozvádzača

*Tabuľka 15 Súpis zariadení navrhnutý v rámci cestného kontrolného bodu:*

Vozidlový detektor	2 ks
Vodič pre indukčnú slučku	100 m
Multi-objektový 4D radar	2 ks
Laserový senzor (CMP30)	2 ks
Piezoelektrické váhové senzory	4 ks
Quartz Lineas váhový senzor	1 ks
WIM strip váhový senzor	1 ks
OPTIWIM váhový senzor	1 ks
Laserový senzor pre meranie rozmerov (TIC102)	2 ks
Laserový senzor pre meranie rozmerov (TIC501)	2 ks
Kamera vnútorná (P3225LVE)	2 ks
Kamera vnútorná (M3067-P)	2 ks
Kamera vonkajšia (Q1615MKIII +PTZ+ IR)	1 ks
Server VMS	1 ks
Klient VMS	1 ks
ACS license core	7 ks
ACS license universal	4 ks
AXIS people counter e-license	2 ks
AXIS license plate verifier e-licence	3 ks
Meteostanica	1 ks
PDZ RGB full matrix	1 ks
IP reproduktor	5 ks
Riadiaca jednotka cestného kontrolného bodu	1 ks
ADR recognition license	1 ks
Technologický rozvádzač	1 ks
Aplikačný softvér	1 ks
Nosná konštrukcia	1 ks

### **Modelový parkovací systém**

Za účelom namodelovania cestnej premávky navrhujeme zakúpiť detské elektrické autá rôznych značiek (Audi, BMW, Land Rover,...), ktoré majú možnosť diaľkového ovládania. Rozmery takýchto elektrických autíček sú približne:

- Šírka od 60 – 70 cm
- Dĺžka od 100 – 120 cm
- Výška od 45 – 50 cm
- Hmotnosť od 10 kg – 20 kg
- Nosnosť od 30 kg
- Rýchlosť vozidla 3 – 5 km/h



Obrázok 77: Ilustračný obrázok elektrických autíček

K vozidlám navrhujeme obstaráť aj náhradné akumulátory a nabíjačky. Elektrické vozidlá budú označené vlastnými evidenčnými číslami.

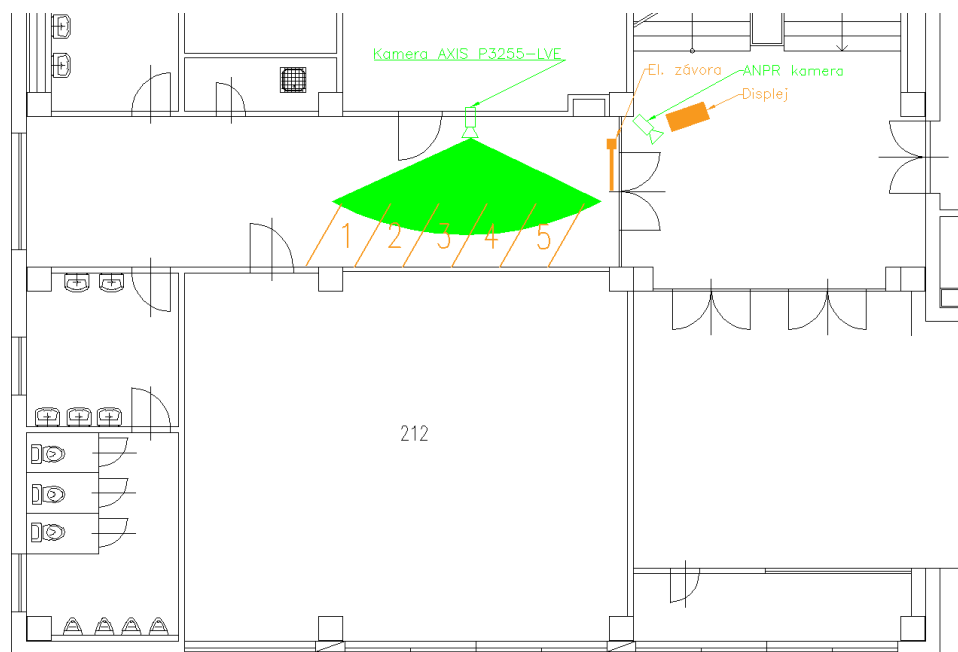


Obrázok 78 Ilustračný obrázok evidenčných čísel pre elektrické vozidlá

Na tabuľke s evidenčným číslom bude aj štítok vybavený RFID tagom ako ďalší spôsob identifikácie vozidla okrem automatického rozpoznávania evidenčného čísla vozidla za pomoci kamerového systému.

Autíčka budú ešte konštrukčne upravené, aby bolo možné odprezentovať meranie pomocou indukčných slučiek (najrozšírenejší spôsob detekcie) založenom na princípe elektromagnetickej indukcie. Podvozok detských elektrických áut je tvorený väčšinou plastovými prvkami. Pre meranie pomocou elektromagnetickej indukcie budeme potrebovať vodivý kov a teda podvozok vozidla bude vybavený kovovou platňou.

Modelové parkovisko bude zriadené v chodbe (od vstupného vestibulu vľavo) pred učebňou logistiky. Chodba má šírku približne 3,1m. Parkovacie miesta budú vyznačené bielym polepom na rekonštruovanej liatej podlahe ideálne antracitovej farby. Autíčka budú parkovať koso, aby zaberali čo najmenej z priechodnej šírky chodby. Parkovacie miesta budú približne 1m široké.



Obrázok 79: Návrh umiestnenia modelového parkoviska

Na stene oproti vyznačeným parkovacím miestam bude umiestnená kamera, ktorá bude tieto parkovacie miesta monitorovať. Jedná sa o výkonnú AI (artificial intelligence) kameru s podporou AI aplikácií tretích strán.



Obrázok 80 Vnútrotná AI kamera s funkciou analýzy objektov

Táto pevná kupolová kamera sa dodáva s predinštalovanou funkciou AXIS Object Analytics a duálny čipset fotoaparátu umožňuje výkonnú umelú inteligenciu s hlbokým učením. To umožňuje kamere detegovať a klasifikovať ľudí a/alebo vozidlá, ako aj rozlišovať medzi rôznymi typmi vozidiel, ako sú autá, autobusy, nákladné autá a bicykle (motocykle/bicykle).

Tento pokročilý hardvér v kombinácii s otvorenou platformou Axis umožňuje spustenie analýzy na okraji (edge – priamo v kamere), takže nie sú potrebné drahé servery. Výsledkom je rýchlejší a škálovateľnejší systém a uľahčuje sa komplexná a výkonná analýza. Medzi ďalšie výhody patrí spracovanie v reálnom čase a nižšie náklady a zložitosť.

Kamera ponúka kvalitu obrazu v rozlíšení HDTV 1080p. Poskytuje verné farby a skvelé detaily v náročnom svetle alebo takmer v tme. OptimizedIR navyše zaisťuje ostré video aj v úplnej tme bez potreby dodatočného osvetlenia.

AXIS Object Analytics je inteligentná analýza videa, ktorá rozpoznáva a klasifikuje ľudí a vozidlá. Je ideálna pre rôzne aplikácie vrátane parkovísk, priemyselných areálov a iných bezobslužných priestorov v nekritických aplikáciách.

Táto analytika ponúka úplnú flexibilitu. Vďaka jednoduchému používateľskému rozhraniu je možné nastaviť scenáre podľa požiadaviek. Jednoducho výberom spúšťacej podmienky - objekt vstupujúci do oblasti alebo prekračujúci virtuálnu čiaru. A potom výberom, ktoré objekty spúšťajú poplach – ľudia, vozidlá alebo oboje.

Používateľské rozhranie poskytuje vizuálny náhľad a overenie fungovania nastavených scenárov v reálnom čase. Rôzne scenáre môžu bežať súčasne.

Ďalšou analytikou, ktorú vybraná kamera podporuje je automatické rozpoznávanie evidenčného čísla vozidla (EČV). Rozpoznanie EČV pre pomalú premávku a kontrola prístupu vozidiel v oblastiach, ako sú parkoviská, centrá miest a uzavreté komunity. Táto edge analytika (priamo v kamere) umožňuje inteligentné čítanie EČV pri rýchlostiach až do 70 km/h.



Obrázok 81 SW rozhranie s náhľadom na situáciu a informáciami o rozpoznanej EČV

AXIS License Plate Verifier podporuje rôzne úrovne zabezpečenia od základného vstupu/výstupu až po pokročilé riadenie prístupu. Dokáže čítať poznávacie značky pri rýchlosti jazdy až 70 km/h vďaka čomu je ideálny na čítanie poznávacích značiek v pomalej premávke. Jednoducho je možné ho integrovať so systémami správy poverení a nainštalovať čítačku kariet ako zálohu v prípade, že potrebujeme pokročilejšie riešenie kontroly prístupu. Navyše všetko spracovanie a ukladanie prebieha priamo v kamere, takže nie je potrebný ďalší HW ako napr. servery.

Modelový parkovací systém bude ďalej vybavený aj elektronickou závorou. Umiestnená bude hneď za dverami v príslušnej chodbe, kde sa bude nachádzať modelové parkovisko, po pravej strane.



Obrázok 82 Ilustračný obrázok vstupnej/parkovacej závery

Závora/ parkovacia rampa by sa mala dať programovať, zároveň by mala umožňovať rôzne možnosti ovládania, obsahovať bezpečnostné prvky a ideálne možnosť ovládania napr. aj mobilom. Pred vstupom do chodby (ešte pred presklenými dverami bude umiestnený ďalší kus vyššie popísanej kamery, ktorý bude monitorovať prichádzajúce vozidlá, rozpozna evidenčné číslo vozidla a vyhodnotí, či vozidlo s danou EČV má oprávnený vstup do uzatvoreného parkoviska alebo nie. Ak je vstup oprávnený, kamera vyšle signál parkovacej rampe, aby sa otvorila. Zároveň bude toto miesto vybavené aj digitálnou tabuľou, ktorá bude zobrazovať rozpoznané evidenčné číslo a informáciu „prejazd povolený“, „prejazd nepovolený“. Vo vnútri uzatvoreného parkoviska sa bude monitorovať obsadenosť vyznačených (aj fyzicky, aj virtuálne) parkovacích miest. Táto informácia sa bude tiež zobrazovať na digitálnej tabuli pred vchodom do chodby.



Okrem modelového parkoviska bude kamera osadená aj pred samotný vstup do školy, kde parkujú svoje vozidlá zamestnanci školy. Rovnakým spôsobom ako vo vnútri v rámci modelového parkoviska sa bude monitorovať obsadenosť fyzicky aj virtuálne vymedzených parkovacích miest pred školou.



Obrázok 83 Vstup do školy s vyznačenými parkovacími miestami

Kamera vonkajšia (AXIS - Q1615 MK III + PTZ unit) s Deep learning processing unit (DLPU) podporujúca funkcie AI a PTZ (Pan – Tilt – Zoom) . Bude umiestnená nad vchodom do budovy školy. Bude snímať priestor vchodu a parkovisko pred budovou. Napájaná bude prostredníctvom PoE z technologického rozvádzača. V kamere budú nainštalované aplikácie pre detekciu obsadenosti parkovacích miest a analýzu objektov. Kamera bude poskytovať celkový pohľad na sledovanú scénu. Kamera bude s riadiacou jednotkou cestného kontrolného bodu komunikovať prostredníctvom siete Ethernet. Kamera je príkladom využitia CCTV systému pre dopravné aplikácie.

#### 4.4.7.2. Železničný kontrolný bod

Železničný kontrolný bod je diagnostické zariadenie, ktoré sníma prevádzkové vlastnosti a veličiny železničného koľajového vozidla (ŽKV) v pohybe. Kontrolný bod obvyčajne sníma prejazdové parametre ŽKV pri plnej traťovej rýchlosti bez obmedzenia alebo špeciálneho režimu jazdy na trati. Kontrolné body sa v praxi inštalujú na širšej koľaji. Medzi hlavné snímané parametre ŽKV patria:

- Smer a rýchlosť pohybu ŽKV
- Počet vozňov, podvozkov a osí, schéma usporiadania osí, podvozkov a vozňov
- Snímanie identifikačných znakov ŽKV (jedinečné identifikačné čísla UIC)
- Meranie nápravového zaťaženia jednotlivých kolies
- Monitorovanie prekročenia obrysu nakladacej miery vozidla
- A iné

Toto snímanie vykonáva za účelom identifikácie potenciálnych tzv. defektov koľajového vozidla (napríklad poškodenie kolies) a identifikácia potenciálneho vzniku rizika pri prevádzke železničného koľajového vozidla, je teda preventívnym prostriedkom znižujúcim riziko vzniku havárie na železničnej trati a prispieva k zvýšeniu bezpečnosti prevádzky na železničnej sieti.

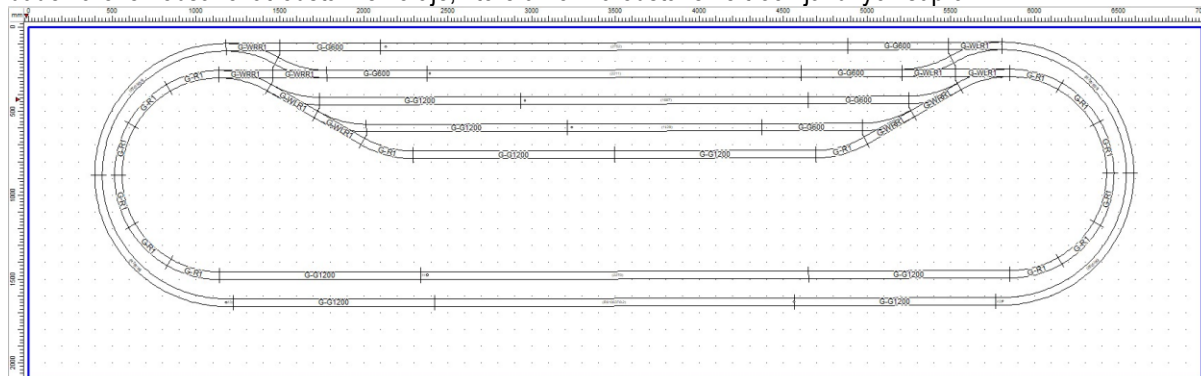
V modelovej situácii dokážeme na simulovanom železničnom koľajovom vozidle snímať nasledovné parametre:

- Identifikácia prítomnosti ŽKV, identifikácia vozidiel v jazdnej súprave
- Identifikácia smeru a rýchlosti jazdy ŽKV
- Snímanie trojrozmerného modelu ŽKV
- Určenie rozmerov ŽKV (šírka, výška, dĺžka)
- Monitorovanie prekročenie obrysu nakladacej miery a prejazdového prierezu (tzv. gauge monitoring)
- Identifikácia čísel UIC jednotlivých koľajových vozidiel

Pre vytvorenie simulovaného prostredia kontrolného bodu využijeme model koľajovej železnice. Modelové železnice sa vyhotovujú v nasledovných mierkach:

- H0 – 1:87
- TT – 1:120
- N – 1:160
- G – 1:22,5

Pre potreby projektu zvolíme najväčšiu u nás bežne dostupnú mierku G (1:22,5) s rozchodom koľajníc 45 mm. Pre potreby projektu bude vyhotovené koľajisko, ktoré umožní jazdu až dvoch súprav súčasne. Koľajisko bude zároveň obsahovať odstavné koľaje, ktoré umožnia odstavenie troch jazdných súprav.



Obrázok 84: Ukážka vhodného usporiadania koľajiska pre potreby projektu (finálny návrh bude riešený s dodávateľom modelovej železnice)

K dispozícii budú tri jazdné súpravy, pozostávajúce z lokomotívy a variety vozňov (osobné, nákladné ložné, nákladné cisternové, ...).



Obrázok 85 Ukážka modelu dieselovej lokomotívy v mierke G (1:25)



Obrázok 86 Ukážka modelu cisternového nákladného vozňa v mierke G (1:25)

Všetky železničné koľajové vozidlá budú vybavené nálepkami odpovedajúcimi označeniu UIC („UIC identification marking for tractive stock“), pričom tieto čísla budú náhodne vymyslené. Čísla budú vyhotovené v mierke 1:25 tak, aby zodpovedali pomyslenej veľkosti skutočného označenia. Pri vyhotovovaní označenia UIC na koľajových vozidlách sa bude zhotoviteľ riadiť technickou normou železníc TNŽ 28 0086 (Technická Norma Železníc, Dráhové vozidlá, Vonkajšie označenia na traťových strojoch, máj 2009).

**SK – ŽSR 00 56 00000000 – 0**

Obrázok 87 Ukážka formy a tvaru čísla UIC z traťovej normy železníc

Pohyb jazdných súprav bude riadený nezávisle z obslužného pultu priamo žiakmi, alebo vyučujúcim pedagógom. Ovládanie umožní riadiť pohyb každej vlakovkej súpravy zvlášť, pričom riadenie pohybu umožní zastavenie, uvedenie do pohybu v oboch smeroch a reguláciu rýchlosti jazdnej súpravy.

Rýchlosť jazdných súprav bude zodpovedať pomyslenej traťovej rýchlosti v danej mierke:

Tabuľka 16: Rýchlosť skutočnosť vs model

Skutočná rýchlosť [km/h]	10,00	30,00	50,00	70,00	90,00	110,00	130,00	160,00
Rýchlosť modelu [cm/s]	12,35	37,04	61,73	86,42	111,11	135,80	160,49	197,53

Ovládací panel umožní obsluhu zmenu výhybiek na trati, aby bolo možné riadiť pohyb vlakových súprav a zmenu koľaje.

## Senzorické vybavenie

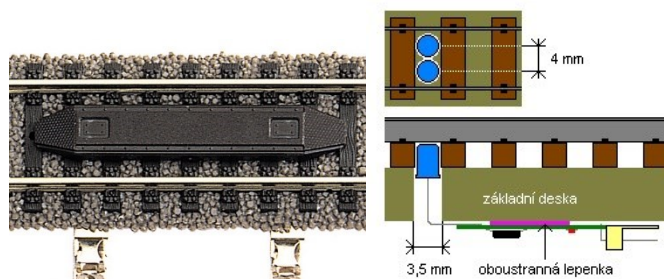
### Snímanie prítomnosti, smeru a rýchlosti

Snímanie prítomnosti železničného koľajového vozidla, jeho smeru a rýchlosti zabezpečí dvojica senzorov.

Pre modelové železnice môžeme využiť:

- Koľajový kontakt magnetický
- Optický senzor
- Infračervený senzor

Pre identifikáciu smeru a rýchlosti budú použité dva za sebou umiestnené senzory (optický alebo magnetický), pričom signály z týchto senzorov budú privedené do riadiaceho kontroléra.



Obrázok 88 Ukážka magnetického a optického senzora detekcie prítomnosti ŽKV na modelovej železnici

### Identifikácia počtu osí

Pre identifikáciu počtu osí využijeme infračervený senzor umiestnený vo výške tesne nad koľajiskom. Pri prejazde osi dôjde k prerušeniu infračerveného lúča, pričom signál zo senzora bude privedený do riadiaceho kontroléra.



Obrázok 89: Ukážka infračerveného senzora detekcie osí na modelovej železnici

### Čítanie čísel UIC

Na čítanie čísel UIC využijeme dve priemyselné kamery s objektívom umiestnené z oboch strán na portáli ponad koľajisko modelovej železnice. Signál z kamery bude privedený do riadiaceho kontroléra.



Obrázok 90 Ukážka kamery pre snímanie čísel UIC na modelovej železnici

Video stream z kamier bude spracovávaný a vyhodnocovaný špecializovaným softvérovým vybavením v riadiacom kontroléri.

### Snímanie 3D modelu a prejazdového prierezu

Pre snímanie 3D modelu, určenie rozmerov a monitorovanie prekročenia nakladacej miery ŽKV bude využitá trojica rozmietavých laserových detektorov umiestnených na portáli ponad trať modelovej železnice.



Obrázok 91 Ukážka laserového detektora pre snímanie tvaru ŽKV na modelovej železnici

### Rozvádzač, riadiaca časť a terminál obsluhy

Vedľa stola s modelovou železniciou bude umiestnený technologický rozvádzač, ktorý bude zabezpečovať správne fungovanie modelu a snímania dát:

- Elektrická inštalácia
- Sieťová infraštruktúra
- Priemyselný počítač
- Potrebné softvérové vybavenie
- Terminál/kiosk obsluhy s monitorom, klávesnicou a myšou

### Komponenty

- 1x priemyselný počítač
  - CPU Intel Core i7, 2,8Ghz, 4 jadrá alebo vyšší
  - RAM 16GB alebo viac
  - SSD 512GB alebo viac
  - ETH 1Gbps alebo viac
  - operačný systém Microsoft Windows 10 Pro alebo novší

- 1x sieťový switch
  - L2 switch s podporou VLAN
  - Minimálne 9 portov s prenosovou rýchlosťou 1Gbps alebo vyššou
  - Minimálne 1 port SFP+ s prenosovou rýchlosťou 10Gbps alebo vyššou
- 3x laserový skener
  - SICK TIM361-2134101
  - komunikačné rozhranie RJ45
  - Rozlíšenie 0,33°, rozsah snímania minimálne 180°
  - Frekvencia snímania 15Hz alebo vyššia
- 2x priemyselná kamera s objektívom
  - Basler a2A1920-51gmPRO - Basler ace 2
  - Basler Lens C125-0418-5M-P f4mm
  - globálna uzávierka
  - rozlíšenie 2,3MP alebo vyššie
  - snímková frekvencia 50fps alebo vyššia
  - ohnisková vzdialenosť 4mm
  - clona F1,8-F22,0
  - rozhranie ETH 1Gbps alebo vyššie
- 1x kiosk obsluhy
  - zobrazovací monitor
    - veľkosť minimálne 24"
    - rozlíšenie 1920x1080 a vyššie
    - pripojenie HDMI a DisplayPort
  - klávesnica
  - myš
  - možnosť polohovania, robustná konštrukcia
- Softvérové komponenty
  - špecializovaný software pre rozpoznávanie čísel UIC v obraze
  - špecializovaný software pre obsluhu kontrolného diagnostického bodu na železnici
- Model železnice v mierke G (1:25)
  - koľajivo mierky G podľa nákresu
  - 3x lokomotíva mierky G
  - 9x nákladný vozeň mierky G
  - radiace prvky modelovej železnice
  - doplnky modelovej železnice

#### 4.4.7.3. Užívateľské rozhranie a prezentačná jednotka dispečingového typu

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) je architektúra riadiaceho systému, ktorá zahŕňa počítače, sieťovú dátovú komunikáciu a grafické používateľské rozhrania pre dohľad nad strojmi a procesmi na vysokej úrovni. Zahŕňa aj senzory a iné zariadenia, ako sú programovateľné logické riadiace jednotky, ktoré sú prepojené s výrobným zariadením alebo strojmi.

Systémy HMI (Human-Machine Interface) sú obyčajne jednoduchšie systémy než systémy SCADA umožňujúce monitorovanie a interakciu užívateľa s procesmi. Sú neoddeliteľnou súčasťou riadenia procesov v priemysle a v doprave, preto je dôležité, aby študenti získali s týmito technológiami praktické skúsenosti.

Pre výuku práce so systémami SCADA a systémami HMI budú zriadené dve pracoviská SCADA v laboratóriách a dva interaktívne kiosky pre systém Cestného kontrolného bodu a Železničného kontrolného bodu. Pracoviská SCADA budú zriadené formou architektúry klient-server, pričom centrálny systém SCADA bude bežať na serveri umiestnenom v hlavnom dátovom rozvážači. Pracoviská SCADA budú vystupovať v úlohe klienta,

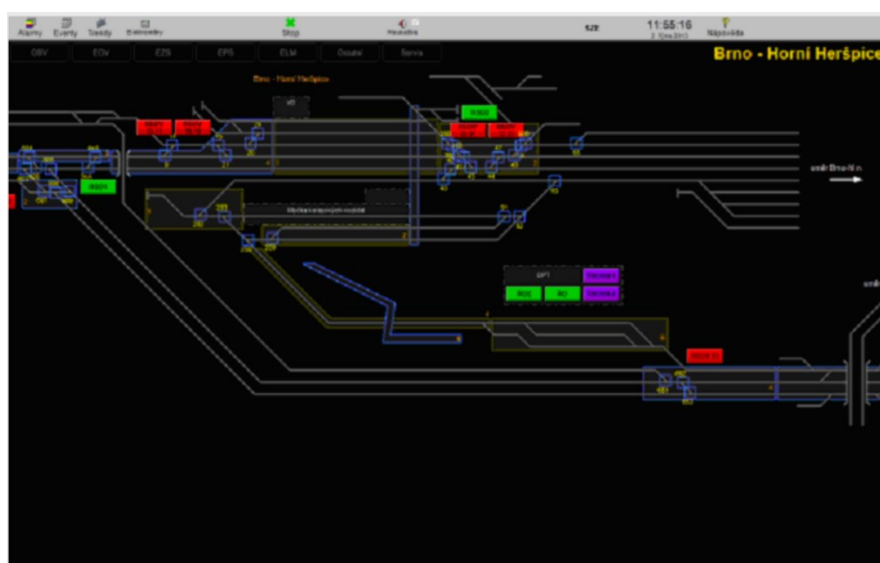


tvorené štvoricou LCD monitorov pripojených k pracovnej stanici vybavenej vstupnými perifériami (klávesnica, myš).

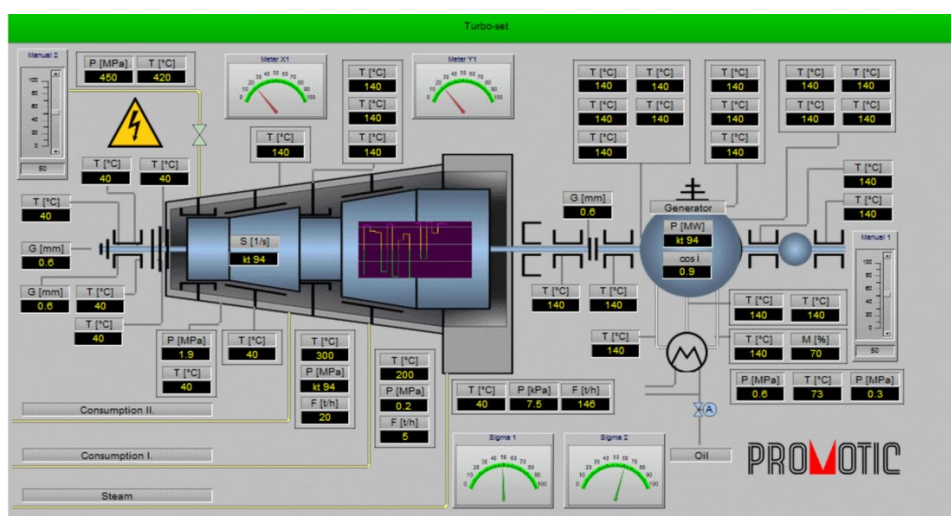
Serverová časť aplikácie SCADA umožní vyučovať viacvrstvové architektúry budovania systémov, kde dôraz bude kladený na oddelenie dátovej, riadiacej a prezentačnej vrstvy.

Softvérové vybavenie systémov SCADA bude realizované pomocou softvérovej aplikácie PROMOTIC. Na hlavnom serveri bude systém PROMOTIC nainštalovaný vo virtuálnom počítači, čo umožní študentom počas výuky vytvárať zálohy, kópie a snapshoty naprogramovaných SCADA aplikácií.

Systém PROMOTIC je komplexný vývojový nástroj slúžiaci na vizualizáciu, sledovanie a riadenie technologických procesov v rôznych priemyselných odvetviach. Softvér spĺňa všetky požiadavky nevyhnutné pre efektívne a spoľahlivé systémy triedy SCADA, čo dokazujú stovky aplikácií bežiacich v európskom regióne. Okrem toho sa systém PROMOTIC veľmi osvedčil aj ako vzdelávací nástroj pre oblasť vizualizácie a riadenia priemyselných procesov na stredných a vysokých školách. Funkčne je školská verzia systému PROMOTIC identická s plnou komerčnou verziou.



Obrázok 92: PROMOTIC pracovná plocha



Obrázok 93 Ukážka vizualizácie

Systémy cestného a železničného kontrolného bodu budú vybavené panelmi HMI, interaktívnymi kioskmi, ktoré umožnia študentom interagovať s týmito kontrolnými bodmi, a to najmä parametrizovať ich, sledovať ich

funkcionalitu a diagnostikovať ich. Kiosky budú pozostávať z LCD monitora, klávesnice a myši umiestnenej na ramene.

### **Komunikačná a napájacia infraštruktúra**

V rámci tohto projektu bude vytvorená samostatná sieťová architektúra nezávislá od tej existujúcej v rámci učební informatiky. Škola disponuje pripojením do internetu, ktoré je privedené optickým káblom priamo na 4NP do kabinetu informatiky (miestnosť č. 417), kde sa nachádza aj hlavný router. Kabinet informatiky sa nachádza v úrovni nad priestormi budúceho centra celoživotného vzdelávania (o dve poschodia vyššie), tu bude osadený rozvádzač N0 (nie je zakreslený vo výkresoch) a tak pripojenie do internetu bude cez stupačku optickým káblom vedené cez CCV až do hlavného technologického rozvádza N1, ktorý bude umiestnený v chodbe medzi centrom celoživotného vzdelávania a prezentačnou sálou na 2NP. Dôvod umiestnenia v chodbe je, že bude obsahovať aj hlučné technológie (vizualizačné servery), ktoré by mohli v učebniach príp. v rámci prezentačnej sály rušiť proces výučby, prezentácie či oddychu v oddychovej zóne. Z tohto miesta budú ďalej pripojené ďalšie rozvádzače ako:

- N2 - umiestnený v rámci prezentačnej sály 2NP (pred laboratóriami) – z tohto miesta je možné ťahať ďalšie prípojné body vyžadované v rámci vestibulu. Je tam 21 voľných ETH 1GB portov. Pripojené tu budú stropné WIFI access pointy s PoE W5 (pre pokrytie chodby s prezentačnou sálou na 2NP) a W9 (pre pokrytie priestoru vestibulu v časti schodiska)
- N3 – umiestnený v laboratóriu ISDP I. (miestnosť č. 207) - 96 ETH 1Gb portov, 1 je určený pre WIFI access point W6, 1 pre SCADA1, ostatne pre pracovne stanice (4 porty x 16 stanic)
- N4 – umiestnený v laboratóriu ISDP II. (miestnosť č. 204) - 96 ETH 1Gb portov, 1 je určený pre WIFI access point W7, 1 pre SCADA2, ostatne pre pracovne stanice (4 porty x 16 stanic)
- N5 – umiestnený v učebni logistiky (miestnosť č. 212) - 48 ETH 1Gb portov, 1 je určený pre WIFI stropný access point s PoE W8, ostatne pre pracovne stanice
- N6 – umiestnený v rámci prezentačnej sály na 3NP (pred kancelárkami) – tu je 16 voľných ETH 1GB portov pre pripojenie. Pripojený je tu stropný WIFI access point s PoE W10 (pre pokrytie chodby s prezentačnou sálou na 3NP)
- N7 – umiestnený v existujúcej učebni energetiky (miestnosť č. 107). Pripojený tu bude stropný WIFI access point W11 pre pokrytie učebne
- N8 – umiestnený v plánovanej učebni energetiky (miestnosť č. 111). Pripojený tu bude stropný WIFI access point W12 pre pokrytie učebne.
- N9 – umiestnený v centre celoživotného vzdelávania (20 voľných ETH 1GB portov pre účel pripojenia Ethernetových zásuviek). Sú tu pripojené 3 stropné WIFI access pointy s PoE (W2, W3, W4) pre pokrytie priestorov PC učebne, učebne a kuchynky.

Prepojenia medzi rozvádzačmi N0 až N8 budú realizované optickou kabelážou (dvojvlákno MM 850 nm). Wifi access pointy budú s rozvádzačmi prepojené štruktúrovanou kabelážou CAT6A.

Nevyhnutnou súčasťou realizácie špecializovaných laboratórií a prezentačnej sály v projektoch P2, P3 a P4, kde budú podstatne odlišné a hlavne vyššie nároky na napájaciu sústavu ako bolo realizované pôvodne za účelom štandardných učební a chodieb, bude aj rekonštrukcia existujúcej elektroinštalácie resp. vybudovanie nových napájacích vetiev. Nakoľko zhotoviteľ štúdie nemal relevantné podklady k existujúcemu stavu, nevie presne stanoviť rozsah potrebnej rekonštrukcie, avšak predpokladá vzhľadom na fakt, že budova bola odovzdaná do užívania v roku 1991, že bude nutné v rámci priestorov dotknutých realizáciou projektu vybudovať nové napájacie vetvy. Investícia do rekonštrukcie elektroinštalácie a vybudovania sieťovej infraštruktúry je plánovaná v rámci navrhovaných investícií v položke 11 (Technologický rozvádzač a príslušná infraštruktúra).

Vo výkresovej dokumentácii sú zakreslené všetky navrhnuté technológie, ktoré pre svoju funkcionality vyžadujú elektrickú a sieťovú prípojku. Toto dispozičné rozvrhnutie v priestore bude slúžiť ako východisko pre projekciu elektroinštalácie a vedenia štruktúrovanej kabeláže.