

Úvod

Pozemné komunikácie a dopravné situácie a v prvom rade križovatky sú našou každodennou súčasťou nielen ako miesto kde sa pretínajú cesty ale aj pre mnohých ľudí je križovatka v prenesenom význame ako životný osud jednotlivca alebo veľkej skupiny ľudí. téma Križovatky sa riešia čo raz častejšie , a keď že technika ide svižne vpred , tak že križovatky sa modernizujú s novými technológiami a bezpečnostnými prvkami a v mnohých krajinách sveta vynaliezajú riadiace systémy už tak dokonalé, že o chvíľu budú najbezpečnejšie miesta na cestách práve tieto moderné križovatky.

Docieľiť križovatku bez dopravných nehôd je skoro nemožné a preto touto prácou budeme riešiť plynulosť , bezpečnosť a viditeľnosť na pozemných komunikáciách a hlavne monitorovanie plynulosti premávky, pretože mnoho križovatiek v dnešnej dobe sú riadené mnohými modernými systémami no častokrát majú chyby práve v monitorovaní ich plynulosti a porúch .

Obsahom práce bude zoznámenie sa danou problematikou jej riešením, využitím v praxi , docielenie funkčného modelu danej svetelnej križovatky a porovnanie aktuálnych systémov križovatiek s touto prácou, ich vyhodnotenie. Následne zostavenie modelu križovatky, riadiacej stanice a kontrolného systému križovatky a to všetko riadene pomocou PLC Simatic S7-200 s rozširovacím modulom EM 223. Išlo nám o utvorenie predstavy novodobej križovatky s plynulým chodom premávky , a jej riadením , s bezpečnostnými prvkami, jej celodňovej a celonočnej kontroly , s jej nočným osvetlením .

1 Teória križovatky

Križovatka je miesto, na ktorom sa pretínajú alebo spájajú rôzne dopravné trasy, napríklad cesty alebo koľaje, ktoré vedú do rôznych smerov. Všeobecne ide o miesto, kde sa krížia rôzne cesty, v prenesenom význame napríklad aj životné osudy jednotlivca alebo veľkých skupín ľudí. ¹

1.1 Druhy križovatiek

1.1.1 Križovatka tvaru T

Najjednoduchšou križovatkou je pravouhlé kríženie priamej cesty s inou cestou. Do máp ju zakreslíme podľa skutočnosti s jedným stredovým segmentom. ²



Obrázok 1 Skutočný tvar križovatky T so stredovým segmentom (Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

1.1.2 Križovatka s ostrým uhlom

Veľa ciest sa nekríži v pravom uhle. Podľa skutočnosti dve cesty zvierajúce ostrý uhol so stredovým segmentom sa v navigačných systémoch občas vyhodnotí ako problém a navigácia bude mlčať inokedy povie: „držte sa vpravo.“ Križovatky s ostrým uhlom sa používa na odbočovanie prašných ciest k lesu a pod. ²



Obrázok 2 Skutočný tvar križovatky s ostrým uhlom a pridaním geometrického bodu vytvorí kolmé napojenie ciest, a stredovým segmentom,

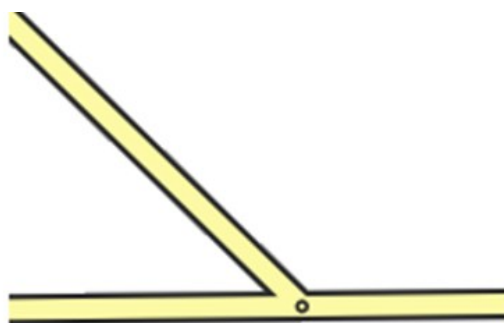
(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

¹ Zákon č. 8/2009 Z. z. z 3. decembra 2008 o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov (k 1.1.2017) § vymedzenie základných pojmov.

² <https://sk.wikipedia.org/wiki/Križovatka> - Križovatka (28. február 2017)

1.1.3 Križovatka tvaru Y

U križovatiek tvaru písmena Y dve cesty zvierajúce ostrý uhol so stredovým segmentom tak ako u križovatky s ostrým uhlom, môžu byť jedno prúdové alebo viacprúdové, väčšinou pri viacprúdovej križovatke tvaru Y je hlavný smer ten viac prúdový a ostatne sú príľahlé.³



Obrázok 3 Skutočný tvar viacprúdovej križovatky tvaru Y so stredovým segmentom.

(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

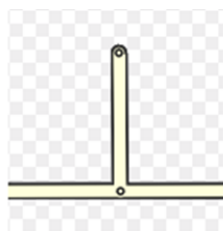
1.1.4

Križovatka so slepou ulicou

Slepé ulice (neprejazdné, uzavreté a i.) patria medzi križovatky (cesty) , ktoré končia bez napojenia jedného z koncov na ďalší prejazdný koniec.³

pre slepú ulicu použiť akýkoľvek názov, ktorý zodpovedá kategórii skutočnej cesty. Môže to byť:

- Súkromná cesta
- Cesta na parkovisku
- Ulica



Obrázok 4 Skutočný tvar križovatky so slepou ulicou a dvoma segmentami (Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

1.1.5 Križovatka tvaru X

Je križovatka tvaru kríža s pravouhlost'ou, nepravouhlost'ou a ich kombináciou, ale vždy len s jedným stredovým segmentom.³

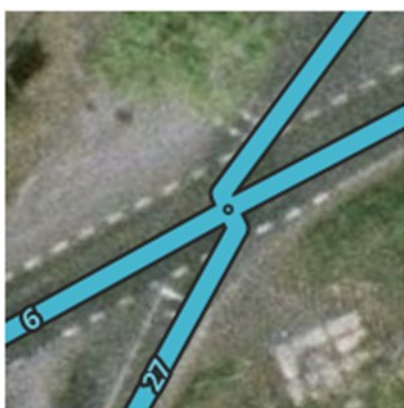
³ <https://sk.wikipedia.org/wiki/Križovatka> - Križovatka (28. február 2017)



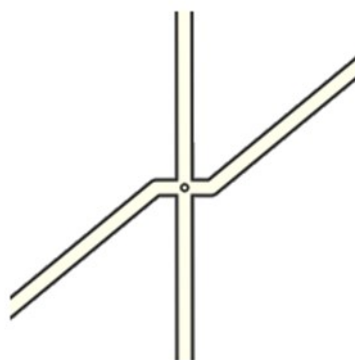
Obrázok 6 Skutočný tvar pravouhlej križovatky tvaru X so stredovým segmentom .
(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)



Obrázok 5 Skutočný tvar nepravouhlej križovatky tvaru X so stredovým segmentom.
(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

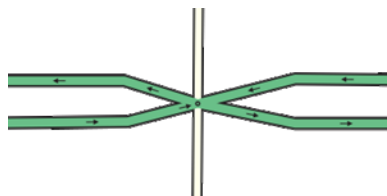


Obrázok 7 Skutočný tvar križovatky tvaru X so stredovým segmentom a kombináciou pravouhlosti a nepravouhlosti
(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)



1.1.6 Motýlikova križovatka

Motýlikove križovatky sa na Slovensku používajú výnimočne. Križovatka tvaru "motýlik" zjednodušuje a zároveň poskytuje dobré možnosti kríženia dvojprúdových a obojsmerných ciest.⁴



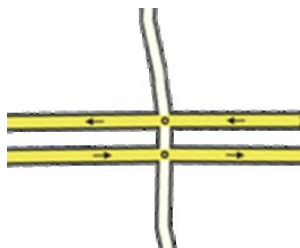
Obrázok 8 Skutočný tvar motýlikovej križovatky so stredovým segmentom (kríženie dvoch ciest).

(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

1.1.7 Križovatka tvaru H

⁴ <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky> - Druhy križovatiek (5. január 2016)

Je križovatka tvaru dvoch rovnobežných ciest a jednej kolmej , čo sa používa ako dve hlavné a jedná vedľajšia cesta. ⁵



Obrázok 9 Skutočný tvar križovatky H s dvoma stredovými segmentami
(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

1.1.8 Mimoúrovňová križovatka

Je križovatka, kde sa jednotlivé pruhy krížia v rôznych úrovniach a znižuje sa počet kolíznych bodov.

MÚK zaisťujú všetky kríženia na rýchlostných cestách a diaľniciach. Taktiež sa stavajú v miestach, kde je veľká intenzita dopravy, prípadne v miestach s priaznivými výškovými pomermi.

Na cestách s obmedzeným prístupom (t. j. na diaľniciach a rýchlostných cestách) sa MÚK obvykle stavajú vo vzdialenostiach 5 – 15 km. ⁶



Obrázok 10 Skutočný tvar štvorlístkovej mimoúrovňovej križovatky
(Zdroj: <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky>)

1.2 Princíp križovatiek

Základné princípy križovatiek sa delia na 4. časti a to:

1. Križovatka riadená bez dopravných značiek, svetelných signálov a príslušníka policajného zboru. (platí pravidlo pravej ruky).
2. Križovatka riadená dopravnými značkami.
3. Križovatka riadená svetelnými signálmi.
4. Križovatka riadená príslušníkom policajného zboru (policajtom).⁷

⁵ <https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky> - Druhy križovatiek (5. január 2016)

⁶ https://sk.wikipedia.org/wiki/Mimoúrovňová_križovatka Mimoúrovňová križovatka (2. október 2018)

⁷ Zákon č. 8/2009 Z. z. z 3. decembra 2008 o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov (k 1.1.2017)

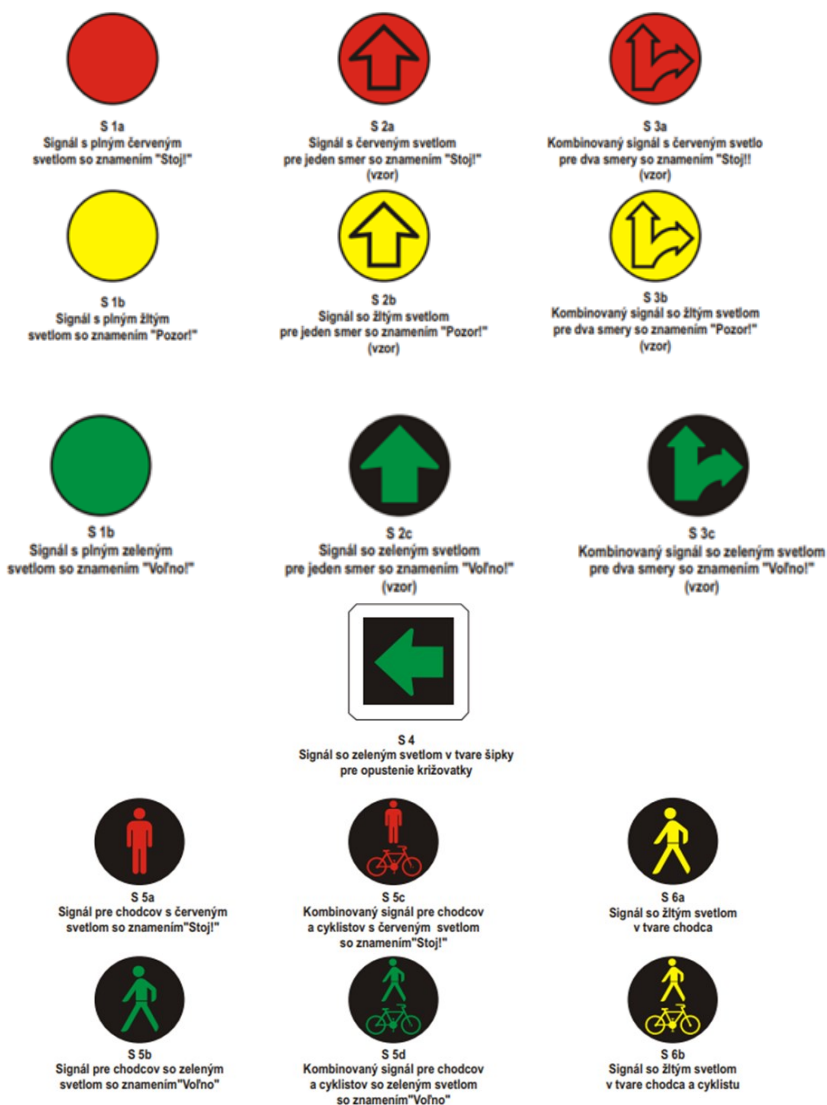
2 Svetelné signály

Svetelné signalizačné zariadenie je obvyklý odborný názov pre sústavu zariadení určených na riadenie prevádzky na pozemných komunikáciách pomocou svetelných signálov . V všeobecnej slovenčine sa viditeľným častiam zariadenia určeným na zobrazovanie signálu zvyčajne hovorí semaforey (čo etymologicky znamená nosič významu), v vodičskom slangu sa užíva aj označenie svetla .

Špeciálny signály sa používajú napríklad k výjazdu hasičských vozidiel alebo na zabezpečenie železničných prejazdov. ⁸

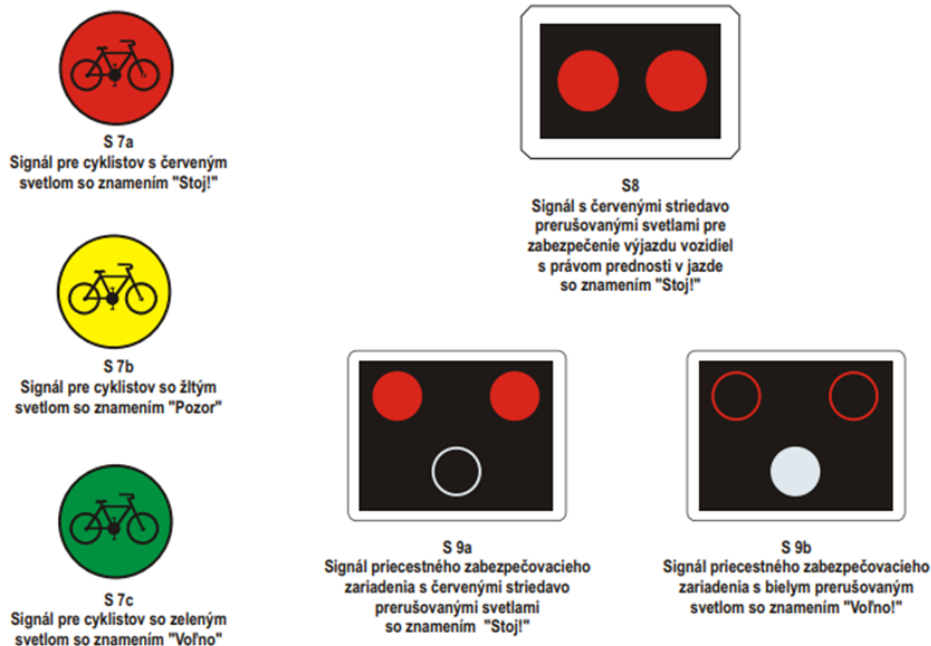
2.1 Druhy svetelných signálov

9



⁸ Zákon č. 8/2009 Z. z. z 3. decembra 2008 o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov (k 1.1.2017) § 2 Vymedzenie základných pojmov

⁹ https://cs.wikipedia.org/wiki/Světelné_signalizační_zařízení - Signalizačné zariadenia



Obrázok 11 Základné svetelné signály (Zdroj: www.mobilita.sk)

3 Riadiaci systém

3.1 PLC (Programovateľný logický automat)¹¹

PLC, dnes relatívne malý počítač v priemyselnom prevedení riadený mikroprocesorom s vlastným operačným systémom, prispôsobeným pre potreby riešenia automatizačných úloh v reálnom čase. Pre komunikáciu s okolím je PLC vybavený vstupnými perifériami (vstupy) na ktoré sú privedené signály z riadeného procesu , binárne signály v podobe stavu zapnuté / vypnuté (napr. Snímanie polohy koncovým snímačom) alebo v podobe spojitých analógových signálov (napríklad teplota, tlak, hladina ...). Na "opačnej" strane má PLC výstupnej periférie(výstupy), ku ktorým sú pripojené akčné prvky riadeného procesu , opäť v podobe binárneho riadiaceho signálu zapnuté / vypnuté (napr. Stýkač motora, cievka ventilu ...) a alebo spojitého výstupného riadiaceho signálu analógové veličiny (napr., pre riadenie rýchlosti, polohy regulačného ventilu ...).

Medzi vstupy a výstupy sa "nachádza" riadiaci logika - CPU . ktorá na základe stavu vstupov ovláda výstupy tak, aby sa dosiahla minimálne odchýlky od žiadaného alebo

¹⁰ <http://mobilita.sk/wp-content/uploads/2016/08/DZ.22-28.pdf> - Dopravné zariadenia

¹¹ <http://plc-automatizace.cz/knihovna/plc.htm> - PLC-AUTOMATIZÁCIA

zadaného stavu celého zariadenia. Ako bude PLC reagovať na zmenu stavu vstupných signálov, určuje programátor tým, že vytvorí programový algoritmus riešenia zadanej úlohy (skrátene program) a ten uloží do pamäte PLC . Operačný systém PLC potom zabezpečí, aby bol program opakovane (cyklicky) vykonávaný.

Mimo klasických periférií (binárne, analógové) je PLC vybavené rozhraním (interface) pre komunikáciu s programátorom, alebo pre komunikáciu s obsluhou. Ďalšou možnosťou je zapojenie PLC do siete , kedy môže komunikovať s ďalšími PLC, perifériami, všeobecne systémy v hierarchii siete v závislosti od použitého PLC .¹²

3.2 Opis riadenia

Na riadenie križovatky sme zvolili **PLC Simatic S7-200** s rozširovacím modulom **CP 243-1** , z dôvodu potreby riadenia viacerých systémov naraz . Možnosť komunikovať a programovať pomocou PC.



Obrázok 12 PLC Simatic S7-200 s modulom EM 223 (foto Zeman P., 2018)

3.3 Denný režim

Na riadenie semaforov križovatky denného režimu sme použili jeden vstup a 12 výstupov

Vstup **I: 0.0** pre riadenie semaforov pre auta **sA** a **sB** na výstupoch:

sA	sB
Q: 0.0 - Červená auta 1	Q: 0.3 - Červená auta 2
Q: 0.1 - Oranžová auta 1	Q: 0.4 - Oranžová auta 2
Q: 0.2 - Zelená auta 1	Q: 0.5 - Zelená auta 2

Vstup **I: 0.0** pre riadenie semaforov pre chodcov **sC** a **sD** na výstupoch:

sC	sD
Q: 1.0 - Červená chodci 1	Q: 1.2 - Červená chodci 2
Q: 1.1 - Zelená chodci 1	Q: 1.3 - Zelená chodci 2

Vstup **I: 0.0** pre riadenie doplnkového času pri semaforochoch pre **sE** a **sF** na výstupoch:

sE	sF
-----------	-----------

¹² Literatúra programovania PLC (siemens) - technická literatúra, 1999

Q: 1.4 - doplnkový čas 1

Q: 1.5 - doplnkový čas 2

3.4 Nočný režim

Na riadenie semaforov a osvetlenia križovatky nočného režimu sme použili jeden vstup a 4 výstupy.

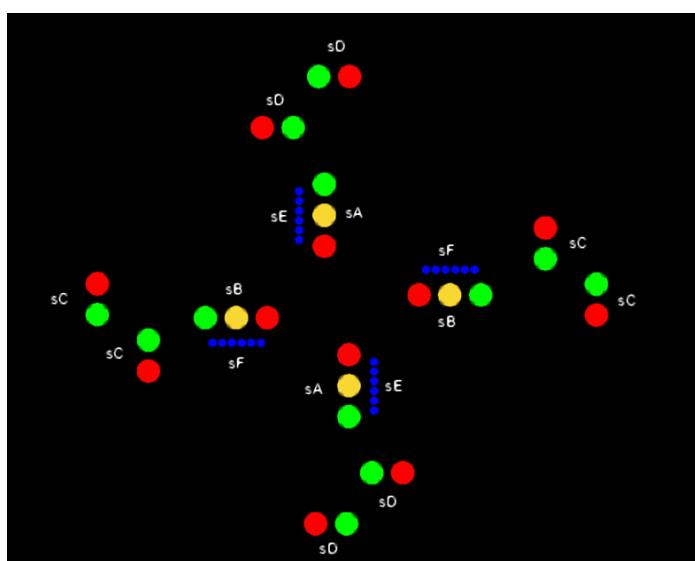
Vstup **I: $\overline{0.1}$** (negovaný) pre riadenie semaforov a blikanie oranžovej, varovné LED pred priechodom a osvetlenia na výstupoch:

Q: 0.1 - blikanie oranžovej

Q: 1.6 - varovné LED pred priechodom

Q: 0.4 - blikanie oranžovej

Q: 1.7 - osvetlenie križovatky (LED lampy)



Obrázok 13 Skutočné rozmiestnenie semaforov aut i chodcov na križovatke (kresba AutoCAD, Zeman P. ,2018)

Často krát sa stávajú dopravné nehody na križovatkách z dôvodu malého osvetlenia križovatky a preto v tejto práci budeme riešiť aj osvetlenie .Zvolili sme pouličné lampy jednoramenné a dvojramenne, pretože tak docielime osvetlenie nielen cesty ale ja chodníkov a prechodov pre chodcov aby sme znížil nehodovosť na prechodoch a križovatkách. Pre osvetlenie sme zvolil LED diódu 5 mm vysoko svietivé bielej farby z dôvodu dobrého osvetlenia.



Obrázok 14 Pouličné lampy jednoramenné a dvojramenné (Zdroj: www.svetmodelov.sk)

5 Bezpečnostné prvky

5.1 Cestné zábradlie

Zábradlie je architektonický prvok vyrobený z rôznych materiálov, ktorého účelom je vymedzenie určitého priestoru a ochrana človeka pred pádom či vstupom do hlbokého či inak nebezpečného priestoru. Prvok býva najčastejšie používaný v interiéroch a exteriéroch budov (schodiskové zábradlie) alebo ako súčasť dopravných a iných stavieb.¹³

Najčastejšie používané materiály¹³

- kameň
- betón
- kov (najmä železo, oceľ a liatina)
- drevo
- kombinácie týchto materiálov

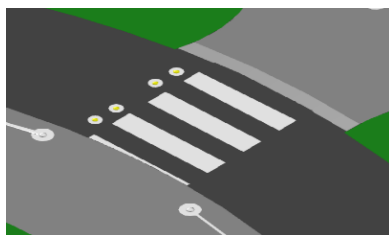
V našej práci budeme používať zábradlie zmenšeného modelu z kovu, nakoľko je to finančne nenáročne.



Obrázok 15 Cestné zábradlie (Zdroj: <http://greenspot.cz>)

5.2 Varovné LED pred priechodom

Pre odbočovací pruh, v ktorom je priechod pre chodcov a ako bezpečnosť pre chodcov a prinútenie vodičov zvýšiť opatrnosť, aby sa nestala kritická nehoda najmä v noci a aby nevyhasol ľudský život sú pred priechodom v ceste osadené LED.



Obrázok 16 náčrt uloženia varovných led pred priechodom pre chodcov (AutoCAD, Zeman P., 2018)

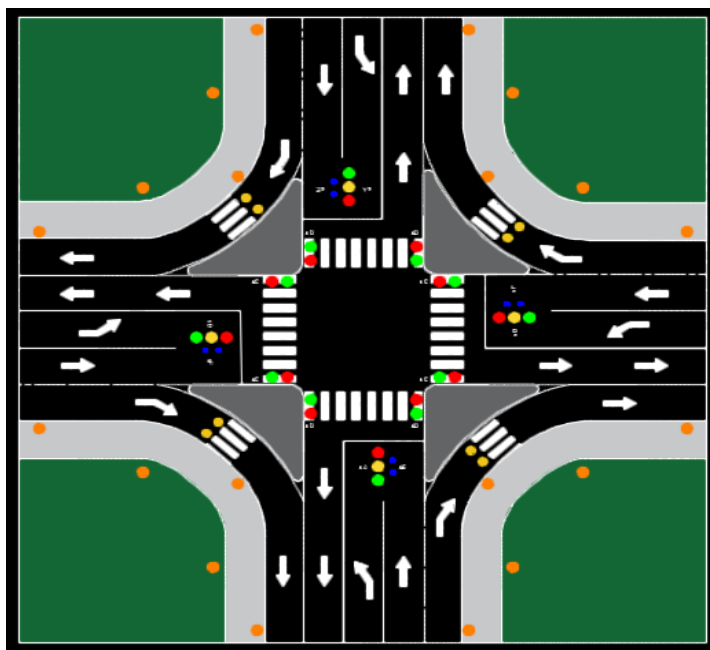
¹³ <https://sk.wikipedia.org/wiki/Zabradlie> - Zábradlie (25. máj 2013)

6 Kontrolný systém križovatky

Tento systém bude slúžiť na kontrolu plynulosti a chyb danej križovatky, kde pracovník (operátor) z riadiacej centrály dopravy kontroluje chod križovatky a v prípade potreby vie zasiahnuť - vyslať opravárensky team, atď. Denný režim križovatky je klasický režim dopravy , kde fungujú všetky semaforey pre auta i pre chodcov , s odpočtom pri semafore pre autá ako odpočet, ktorý pozostáva z šiestich modrých led diód (v prípade pripojenia ďalšieho rozširovacieho modulu je možné tento odpočet urobiť ubúdaním políčok odpočtu) .V nočnom režime bude systém kontrolovať osvetlenie , varovné led diódy a semaforey pre auta či bliká oranžova , semaforey pre chodcov sú vypnuté.

Kontrolný systém je zmenšenina reálnej križovatky (v tomto prípade model križovatky) , na ktorej sú znázornené jazdné pruhy . Systém riadenia kontroly je napojený na PLC. PLC , v momente privedenia signálu s výstupom na led diódu v semafore križovatky , ten istý výstup je napojený k led dióde na kontrolnom systéme križovatke .

Pri poruche semaforov, osvetlenia či odpočtu, v momente keď semafor nebude svietiť v systéme tým pádom nesvieti ani na križovatke kontrolného systému a takto jednoducho sa vyhodnotí a zistí chyba na danej križovatke a na ktorom semafore je táto chyba zaznamenáva.



Obrázok 17 náčrt uloženia kontrolného systému (AutoCAD, Zeman P., 2018)

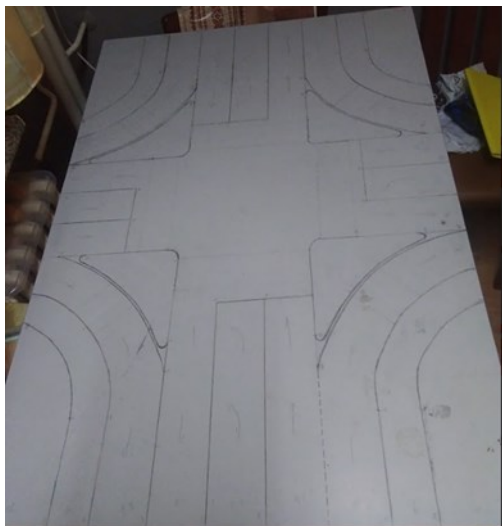
7 Praktická realizácia svetelnej križovatky

V tejto časti práce predstavujeme vlastnú praktickú činnosť, ktorou je naša práca výnimočná a odlišná od ostatných. Poukazujeme tu na nové výsledky, zistenia, realizáciu, umelecký a praktický výtvor . Obsahuje naše zistenia, výsledky pozorovania, spracovania 3D reálneho modelu, , ktoré sme očakávali; ďalej programovanie , výroba elektroniky a realizáciu funkčného modelu križovatky.

7.1 Zostrojenie modelu

Pre zostrojenie modelu sme zvolili drevenú dosku s hrúbkou 20 mm na ktorú sme následne nakreslili čiary, tak ako budú uložené jej súčasti (chodníky, ostrovčeky). Ako cestu sme zvolili asfaltovú gumu, ktorá sa používa v autobusovej doprave na podlahy, túto gumu sme osadili taktiež pomocou špeciálneho lepidla na dosku .

Po určitom čase sem si vyrobili z kovových a hliníkových alebo oceľových rúr pouličné lampy s priemerom $\varnothing = 8$ mm, $\varnothing = 6$ mm, pre nočný režim križovatky, konštrukciu pre semaforey, pre autá i chodcov , ktoré sme osadili do predvrtaných a pripravených dier. Pre vytvorenie chodníku sme zvolili samolepiacu sivú tapetu, ktorú sme vystrihli do tvaru chodníku, pre reálnejšiu vizualizáciu sme zvolili umelú posypovú trávu pre krajinotvorby z modelárstva.



Obrázok 19 prípravný nákras modelu križovatky
(foto Zeman P., 2018)



Obrázok 18 zostavená konštrukcia križovatky
(foto Zeman P., 2018)

7.2 Umiestnenie elektroniky

Pre riadenie modelu križovatky sme použili PLC S7-200 s hodnotami $U = 24\text{ V}$, $I = 1,5\text{ A}$ a LED diódy (5 mm) ako signalizačné svetla na semaforoch a v lampách, všetka riadiaca elektronika je uložená v plechovej rozvodovej skrinke upevnená na din lište. Kabeláž k semaforom a lampám je osadená cez konštrukciu až k LED diódam ku ktorým sú následne osadené rezistory $R = 1,5\text{ k}\Omega$. Prepojenie riadiacej jednotky, križovatky a kontrolného systému sme zvolili pomocou SCART káblu a SCART konektorov (21 pinový konektor, 1x - a 14x + 24 V (riadiaci signál))



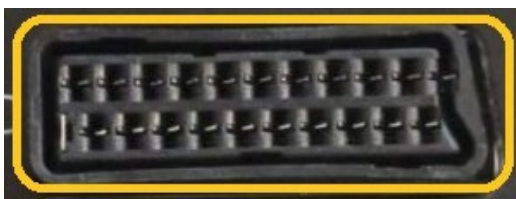
Obrázok 20 riadiaca jednotka križovatky
(foto Zeman P., 2019)



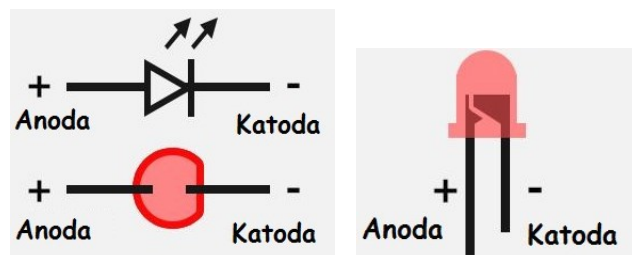
Obrázok 21 SCART kábel pre prepojenie riadenia a funkčnosti
(Zdroj: <https://www.bing.com>)

7.3 Zostrojenie kontrolného systému

Na kontrolný systém sme zvolili zmenšeninu modelu križovatky z drevenej dosky a vytlačenej podoby križovatky, v ktorej sú osadené LED diódy rovnako ako na križovatke, ku ktorým sú prispájkované odpory $R = 1,5\text{ k}\Omega$, k určitým výstupom je prispájkovaný SCART samica, funkčnosť a priebeh je rovnaká a slúži na kontrolovanie križovatky a ak nastane porucha tak pomocou systému to zistíme. Obrázok kontrolného systému: Obr. 17.



Obrázok 23 SCART konektor samica
(Zdroj: <http://servis-sirius.cz>)



Obrázok 22 schematická značka LED diódy
(Zdroj: <http://ok1msi.bastler.cz>)

7.4 Činnosť kontrolného systému a križovatky

Funkčnosť križovatky a kontrolného systému je rozdelená na 2 časti a to denný režim a nočný režim.

Denný režim:

Semaforey pre auta fungujú na princípe štyroch stavov:

1. červená
2. červená – oranžova
3. zelená
4. oranžová

Následne počas zelenej sa rozbliká aj doplnková modrá časomiera .

Semaforey pre chodcov fungujú na princípe dvoch stavov:

1. červená
2. zelená

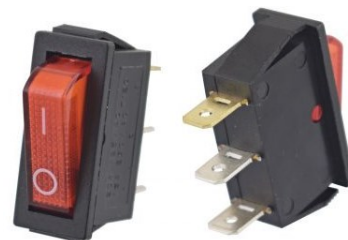
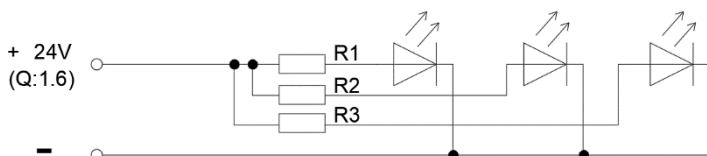
Každé spúšťanie a vypínanie semaforov závisí od časovača **T** ktorý je použitý v programe.

Nočný režim:

Počas nočného režimu sú semaforey pre chodcov vypnute , na semaforoch pre autá bliká len oranžova. Ako ďalšie sú v nočnom režime spustené aj pouličné lampy na osvetlenie križovatky a ako bezpečnosť pred priechodmi v odbočovacích pruhoch sa rozblikávajú **LED diódy** na kontrolnom systéme a **LED diódy** na križovatke podlá časovaču.

Nočný režim sa spúšťa po zopnutí privádzaného signálu do riadiacej jednotky PLC pomocou prepínaču, (je možné použiť aj čipovú kartu a pripojením **RFID čítača** namiesto prepínaču).

Ako ďalšiu alternatívu navrhujeme pre spúšťanie nočného režimu pomocou časových , spínacích hodín (programovací časovač) , na ktorých sa nastaví reálny čas od ktorého sa ma nočný režim spustiť.



Obrázok 24 Schéma zapojenia LED diód v odpočívacích pruhoch pred priechodom pre chodcov

Obrázok 25 Kolískový spínač IRS-101-3A-3-R/B (Zdroj: <https://www.gme.sk/>)

Záver práce

Svojou prácou a zhotovením modelu križovatky s kontrolným systémom sme dospeli k názoru ,že svetelná križovatka je vhodná pre zdokonalenie sa v zručnej práci ale aj ako obohatenie sa vedomosti o doprave a systéme PLC. Chceli sme ukázať, čo vlastne sme dokázali využiť z nášho štúdia na SPŠ Poprad. Keďže je v dnešnej dobe mnoho nehodovosti tak touto prácou sme chceli znížiť nehodovosť a zvýšiť pozornosť vodičov. S našou prácou by sme sa chceli podeliť so spolužiakmi, študentmi stredných škôl a taktiež s vyučujúcimi odborných predmetov a širokou verejnosťou. Práca môže byť vhodnou metodickou aj učebnou pomôckou na hodiny Automatizácie či Mechatroniky, ale aj iných odborných predmetov nielen v rámci študijného odboru Mechatronika ale celkovo v rámci elektrotechnických študijných odborov. Svoju prácu by sme podľa možnosti chceli poskytnúť firmám, ktoré sa zaoberajú dopravou či riadením križovatiek. Pri praktickej realizácii a osobných rozhovoroch s ľuďmi priamo od dopravy, a taktiež potvrdzujúcim slovám a nadšeniu z témy práce, zo strany Ing. Ivana Baranoviča a Ing. Milana Hanzeliho, vyučujúcim z oblasti Automatizácie a Mechatroniky na SPŠ Poprad

Zoznam použitej literatúry

Zákon č. 8/2009 Z. z. z 3. decembra 2008 o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov (k 1.1.2017) § 2 Vymedzenie základných pojmov s. 4 - 7 - 8

Literatúra programovania PLC (Siemens) BEN - technická literatúra, 1999 s.9

Križovatka (28. február 2017)

<https://sk.wikipedia.org/wiki/Križovatka> s.4

Druhy križovatiek (5. január 2016)

<https://wiki.waze.com/wiki/Križovatky> s. 5 - 6

Mimoúrovňová križovatka (2. október 2018)

https://sk.wikipedia.org/wiki/Mimoúrovňová_križovatka s.7

Dopravné zariadenia

<http://mobilita.sk/wp-content/uploads/2016/08/DZ.22-28.pdf> s.8 - 9

Signalizačné zariadenia

https://cs.wikipedia.org/wiki/Světelné_signalizační_zařízení s.9

PLC-AUTOMATIZÁCIA

<http://plc-automatizace.cz/knihovna/plc.htm> s.10

Zábradlie (25. máj 2013)

<https://sk.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1bradlie> s.12