

ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ СВЕТЛОСНЕ СИГНАЛИЗАЦИЈЕ

др Миља Симеуновић, дипл. инж. саобраћаја
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, mlekovic@uns.ac.rs

др Вук Богдановић, дипл. инж. саобраћаја
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, vuk@uns.ac.rs

др Милан Симеуновић, дипл. инж. саобраћаја
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, milansim@uns.ac.rs

DOI: 10.31075/PIS.64.04.08

Стручни рад

Резиме: *Појава светлосне сигнализације почетком XX века представља велики напредак у области регулисања саобраћаја. О њеном значају говори и велики број патената који се односио на светлосну сигнализацију и семафорске уређаје кроз историју. Данас, након нешто више од једног века, семафори су и даље значајни у регулисању саобраћаја и безбедности свих учесника у саобраћају. Почетни рад семафора је велико превазиђен и данас постоје најновије генерације адаптивног управљања саобраћајним токовима. Међутим, иако су сама технологија израде и рад семафора непрепознатљиви, првобитни изглед семафора је остао веран почетној визији првих проналазача. У оквиру овог рада, биће дат кратак осврт на историјски развој светлосне сигнализације.*

Кључне речи: *светлосна сигнализација, семафор, регулисање саобраћаја*

HISTORICAL DEVELOPMENT OF TRAFFIC LIGHTS

Milja Simeunović, Ph.D. TE
University of Novi Sad, Faculty of technical science, mlekovic@uns.ac.rs

Vuk Bogdanović, Ph.D. TE
University of Novi Sad, Faculty of technical science, vuk@uns.ac.rs

Milan Simeunović, Ph.D. TE
University of Novi Sad, Faculty of technical science, milansim@uns.ac.rs

Professional paper

Abstract: At the beginning of the XX century the development of traffic lights was a big advance in a traffic regulation. A lot of patents related to traffic lights throughout history indicates its significance. Nowadays, after just over a century, traffic lights are far more important in the traffic regulation and safety of all traffic participants. The initial work of traffic lights has been greatly overcome and now there is the latest generation of adaptive controll of traffic flows. However, even though the semaphore's technology made and its work are unrecognizable, the original appearance of the semaphore remained faithful to the initial visions of the first inventors. In this paper, a brief overview of the historical development of traffic lights will be presented.

Key words: *traffic light, semaphore, traffic regulation*

1. УВОД

У време појаве првих аутомобила, кретање путевима је било веома хаотично и небезбедно. Присуство пешака, бициклиста, коња и трамваја који су се такмичили са моторним возилима за првенство пролаза изазивали су општу забуну. Чак и пре појаве моторних возила, полиција је морала да одржава кретање осталих учесника у саобраћају безбедним и уредним. Са појавом моторних возила, безбедност учесника у саобраћају је знатно погоршана, тако да се морало радити на проналажењу прихватљивог решења које би допринело побољшању регулисања саобраћаја. Због тога се појава семафора сматра великим напретком у овој области. У данашње време, регулисање саобраћаја, нарочито у градским условима, постало је незамисливо без светлосне сигнализације. Будући да је светлосна сигнализација у регулисању саобраћаја присутна тек нешто више од једног века, веома је интересантно посматрати њен значај, развој и промене које су се десиле од примене првог семафора па до данас.

2. ПОЈАВА ПРВОГ СИГНАЛНОГ УРЕЂАЈА

Први сигнални уређај за регулисање уличног саобраћаја, познат у свету, настао је у Лондону, неколико деценија пре појаве моторних возила. Идеја за примену семафора, потекла је из 1800. год. због све већег пораста запрежног саобраћаја, као и све већег броја саобраћајних незгода у којима су учествовали пешаци. Подаци из тог периода указују да су евидентиране саобраћајне незгоде са 1102 смртна случаја и 1334 повреде.

Први семафор дизајнирао је железнички инжењер Џон Пик Најт по узору на тадашње семафоре у железничком саобраћају. Семафор је инсталиран 10.12.1868. год. у Лондону, на раскрсници "George and Bridge Streets" близу Дома Парламента [1, 2, 4, 5, 7, 8, 9]. Имао је два покретна крака која су у усправном положају означавала слободан пролаз, у хоризонталном положају су имала значење „стоп“, а под углом од 45 степени „упозорење“. Овакав начин регулисања саобраћаја коришћен је у дневним условима, док су црвено и зелено гасно светло функцију регулисања обављали у ноћним условима. О промени сигнала, одлучивао је саобраћајни полицајац, који је морао бити присутан ради мануелног управљања семафором.

Одлуку о промени сигнала, саобраћајни полицајац је доносио на основу сопствене процене саобраћаја, након чега је звуком пиштаљке упозоровао учеснике у саобраћају о промени. Нажалост, уређај је због цурења гаса експлодирао у јануару 1869. године, повредивши полицајца који је њим руковао, тако да се одустало од даље примене ових семафора. Ово је прва забележена употреба црвене и зелене боје за регулисање друмског саобраћаја.

3. РАЗВОЈ ЕЛЕКТРИЧНИХ СЕМАФОРА

Први електрични семафор који је постављен 1912. год. у Солт Лејк Ситију изумио је детроитски полицајац Лестер Вајер [1, 2, 3, 7, 8, 11]. Семафор је у суштини представљао велику дрвену кутију са два отвора на свакој страни и црвеним и зеленим сочивима, преузетим са железнице. Поседовао је и звучни сигнал, који је учесницима у саобраћају указивао на промену сигнала. Семафором је управљао полицајац који је вршио промену светла мануелним прекидачем. Међутим, Вајер никада није обезбедио патент за свој изум, те његов дизајн семафора није био широко распрострањен, као дизајни неких других проналазача.



Слика 1. Лестер Вајер са својим двобојним семафором
извор: [3]

Две године касније, становник Кливленда, Џејмс Хога, развио је систем сличан Вајеровом, који је инсталиран 05.08.1914. год. у Кливленду [4, 7, 8]. Међутим, за разлику од Вајера, који никада није патентирао свој уређај, семафор заснован на његовом дизајну је 1918. год. прихваћен као патент и убрзо је ушао у серијску производњу.

Због тога многи сматрају да је први електрични семафор у свету, Хогин семафор, постављен у Кливленду (слика 2) [4, 5]. Семафори су били постављени на сваком од прилаза раскрсници, а његов рад се заснивао на осветљеним речима „STOP“ и „GO“, које су се наизменично појављивале.

Систем је био повезан тако да су полиција или ватрогасна служба могле да врше промену ознаке на семафору у случају потребе за правом првенства пролаза [4, 7].



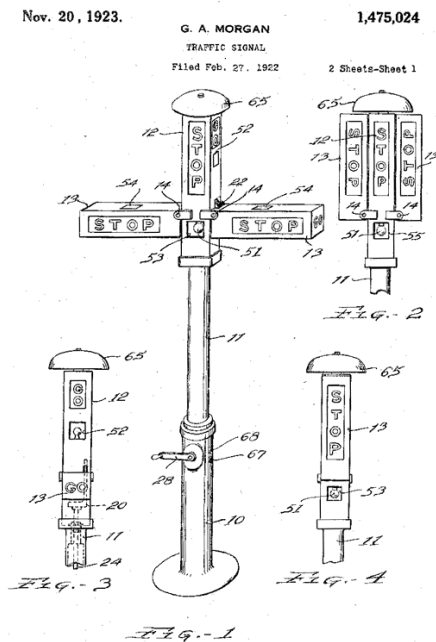
Слика 2. Први електрични семафор са црвеним и зеленим светлом у Кливленду
извор: [14]

Велики значај у развоју семафора имао је Гарет Морган, коме је и влада САД-а 1963. год. уручила захвалницу за његов допринос развоју семафора.

Морганов дизајн семафора у облику слова Т патентиран је 1923. год [8]. На основу његовог дизајна у Детроиту су имплементирани семафори које је саобраћајни полицајац мануелно контролисао са платформе [6].

Платформе, које су полицајцима омогућавале бољи преглед раскрснице, постале су уобичајене 1910-их и 1920-их година [10].

Рани семафори показивали су само црвено и зелено светло па је у почетку било доста полемика око тога да ли је неопходно увести и трећи сигнал, који би служио као упозорење. У почетку је тај трећи сигнал представљало звоно које је указивало на предстојећу промену светла, док су даља унапређења водила ка увођењу новог сигналног појма на семафору.



Слика 2. Приказ патентираног семафора који је изумео Гарет Морган
извор: [3]

1920. год. детроитски полицајац, Вилијам Потс, конструисао је семафор, који је поред црвеног и зеленог имао и жуто светло и који се сматра основом модерног семафора [2, 3, 4, 7]. Потс је дизајнирао семафор у облику правоугаоне кутије која је подељена у три коморе. Свака комора била је осветљена само једном сијалицом. Са сваке стране коморе причвршћена су сочива преузета из железнице, а семафор је у средишту раскрснице био обешен на сајлу да би био што видљивији са свих прилаза раскрсници. Иако су Потсови оригинални сигнали висили са кабла, већина првих тробојних семафора је смештана у центре раскрсница на платформе као што су били светионици који су им претходили.

Према већини извора, први семафор са три боје инсталиран је 1920. год. у Детроиту и био је пројектован тако да би приликом промене са црвеног на зелено светло или обрнуто, између ова два светла кратко засијало жуто. Увођење жутог светла била је једна од најзначајнијих иновација која се уз релативно мале измене задржала и до данас [3].

Осим за додавање жутог светла, Вилијам Потс је заслужан и за дизајнирање првог четворосмерног семафора, који је истовремено могао да регулише саобраћај у сва четири смера [2, 7]. Дизајн семафора са четири правца могао је да пренесе четири истовремене поруке надоласећем саобраћају, што је био значајан напредак у односу на максимално две поруке које добро координисан полицајац може да пружи.

Занимљивост која се везује за овај семафор је различит распоред црвеног и зеленог светла на главним и споредним прилазима. Наиме, на главним прилазима црвено светло је било на врху а зелено на дну, као што је то уобичајено у данашње време, док је на споредним прилазима зелено светло било на врху а црвено на дну.

4. АУТОМАТИЗАЦИЈА СЕМАФОРА

Будући да првобитни семафори нису могли функционисати самостално већ је за промену светла било неопходно присуство полицајца који би мануелно прекидачем морао променити светло, овај начин регулисања саобраћаја показао се као веома скуп. Због тога је било потребно радити на аутоматизацији рада семафора. Прва аутоматизација семафора спомиње се 1917. год. када је Вилијаму Гиглиерију додељен патент за његов изум [2]. Он је дошао на идеју да би светла на семафору требала аутоматски да се мењају према унапред подешеним временским интервалима. Конструисао је семафор са електричним осветљеним црвеним и зеленим сочивима, а механизам који је вршио промену је функционисао на принципу рада сата, користећи тежину кабла који је намотан на ваљак [2]. Први успели аутоматски систем са тајмером постављен је у Америци у Хјустону 1922. год.

На почетку аутоматизације семафора, најпре је коришћен једноставан начин мењања светла у одређеним временским интервалима. Многи су сматрали да је недостатак овог дизајна био тај што су се многа возила заустављала и чекала на промену светла и у ситуацијама када није било возила која долазе из другог правца.

Крајем 1920-их година, проналазач Чарлс Адлер пронашао је решење овог проблема применом сигнала на семафорима који могу да детектују звучни сигнал возила [10]. На стубу на раскрсници је постављен микрофон и када се возило заустави било је потребно употребити звучни сигнал, након чега је долазило до промене светла на семафору. При томе се нови сигнални појам није мењао наредних 10 секунди што је било довољно да бар један аутомобил прође а онемогућавало је изазивање хаоса у саобраћају узастопном променом сигнала. Пораст броја аутомобила је онемогућио одрживост оваквог система због превелике буке и узнемиравања становништва.

Хенри А. Хауг је изумио аутоматски систем који је био знатно прихватљивији и сматра се претечом данашњих детектора [10]. Овај систем користио је две металне траке које реагују на притисак.

Аутомобил је приликом кретања прелазио преко постављених трака, чиме је вршио најаву свог проласка, те је након тога долазило до промене светала на семафору.

Увођење аутоматизације семафора представљало је велики напредак у развоју сигнализације, јер се показало да се њиховом применом може остварити значајна уштеда у новцу. Примера ради, аутоматизована светла, коштала су само 10% од цене која је била потребна за финансирање изградње платформе и присуства саобраћајног полицајца који са тог места управља саобраћајем [12].

4. ЕЛЕКТРИЧНИ СЕМАФОРИ У ЕВРОПИ

Иако европски завод за патенте наводи више од 5.000 проналазака који се односе на семафоре, први електрични семафор у Европи постављен је знатно касније у односу на Америку. Већина извора наводи да је први европски семафор постављен у Берлину, на Постдамер Плацу 1924. год. Међутим, то није био први постављени електрични семафор у Европи па чак ни у Немачкој. Први електрични семафор у Европи појавио се у Паризу 1922. год. Исте године постављен је и електрични семафор у Хамбургу [13]. Берлински семафор је постао чувен због своје важности, јер је инсталиран на најпрометнијој раскрсници у Европи у том периоду.



Слика 3. Берлински семафор постављен на Постдамер плацу (слика из 1936. год.)
извор: [7]

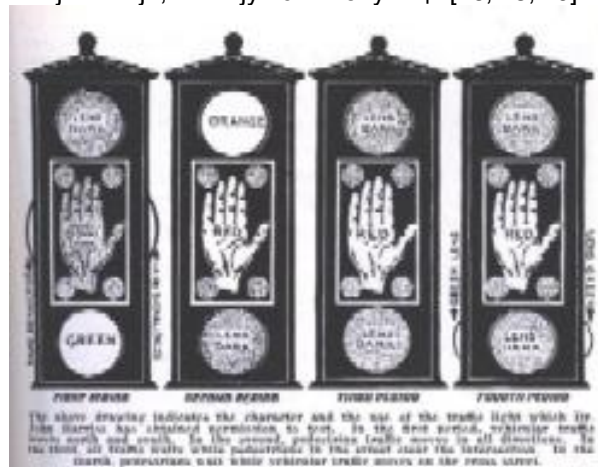
Кроз поменути раскрсницу, у то време, пролазило је 26 трамвајских линија, 5 аутобуских линија са забележеном изменом од 83 000 путника/дан на Потсдамерским подземним и надземним стајалиштима и више од 20 000 аутомобила, не узимајући у обзир бициклисте и пешаке [14]. Семафори, тачније по три хоризонтално постављена светла налазила су се на петоугаоном торњу, висине преко 10 м.

Црвено светло је означавало заустављање, зелено светло слободан пролазак, док се бело светло односило на пешаке и такође је значило слободан пролазак. Поред ова три светла, постојало је и додатно плаво светло, које је постављено као упозорење на наступајућу промену светла.

Први тробојни електрични семафор је постављен у Лондону, у Великој Британији, 1925. год. [15]. Уобичајено је било да семафорима управљају полицајци из кућице на платформи, која се налазила у средишту раскрснице. Он је имао најбољи преглед са те позиције а у самој кабини је обично била сигнална кутија са макетом раскрснице, на којој су се налазили прекидачи одређеног семафора. Аутоматски сигнали, који су радили на подешеним временским интервалима први пут су инсталирани у Вулверхемпτονу, 1927. год [15].

4. ПЕШАЧКИ СЕМАФОРИ

Током 1930-их година, након што је већ постала уобичајена употреба возачких семафора, почиње се размишљати о посебним сигнаlima за пешаке. Сигнални појам који је у почетку уведен за пешаке, укључивао се у периоду када је за возила, на свим прилазима раскрсници, било укључено црвено светло. Док је сав саобраћај који се приближавао раскрсници стајао, пешаци су могли да прелазе коловоз у свим правцима, укључујући и дијагонално прелажење (тзв. „scramble“ прелазак) [16]. Овакав начин рада сигнала, значајно је повећавао дужину циклуса, јер се на постојеће возачке фазе додавала и посебна пешачка фаза. Др Џон Харис, бивши специјални заменик комесара полиције задужен за саобраћај, изумио је сигнал, који се разликовао од дотадашњих система и поред возила односио се и на пешаке. Његов сигнал, као експериментални, инсталиран је у Њујорку, на Петој авенији, између 40. и 45. улице [16, 18, 19].



Слика 4. Приказ дијаграма пешачког сигнала, посматрано за један правац, који је развио др Џон Харис
извор: [16]

Дијаграм сигнала, приказан на слици 4, показује светла на врху и дну сигнала и испружену шаку у центру. Сигнал је радио у четири периода:

- у првом периоду, аутомобилски саобраћај се креће на правцу север и југ током 58 секунди, након чега постоји 2 секунде прекида у којима ни возила ни пешаци не могу да се крећу (на дну семафора укључено је зелено светло за правац север-југ);
- у другом периоду, пешачки саобраћај иде у свим правцима током 20 секунди, при чему светло на врху сија наранџастом бојом, а рука је црвена на свим прилазима;
- у трећем периоду сав саобраћај чека, док се раскрсница чисти од пешачког саобраћаја (тзв. период чишћења у коме је рука црвена на свим прилазима, а сочива су тамна) у трајању од 5 секунди;
- у четвртном периоду пешаци чекају док се аутомобили крећу правцем исток–запад у периоду од 30 секунди, након чега наступа период од 5 секунди, пре него што поново крене саобраћај на правцу север-југ.

Укупно трајање циклуса је 120 секунди, при чему у оквиру циклуса постоје заштитна времена између возачких и пешачких фаза. У то време, већина градова у САД-у користи светлосни сигнални систем који је тада био доминантан у Њујорку. Већина градова је експериментисала са додатним жутом светлом. Неки градови користе жуто светло као знак упозорења; други, попут Бостона, Лос Анђелеса и Сан Франциска, као светло за прелазак пешака. Што се тиче европских градова, Париз је у то време користио комбинацију у којој се након црвеног светла не укључује ниједно светло док се не заврши пешачка фаза, док су се у Лондону и Берлину користиле модификације система црвено, зелено и жуто, односно бело светло.

У току 1934. год., на Мичиген авенији у Чикагу, инсталиран је нови сигнал, који је садржао неколико "револуционарних" функција, укључујући и ознаку "WALK" за пешаке [16]. Према овом систему, сигнал "WALK" је приказан током једног дела времена у коме је укључено зелено светло за возила која се крећу у истом смеру као и пешаци. Слично данашњем систему рада, тадашњи пешачки сигнал је темпиран тако да пешаци који још нису завршили прелазак коловоза, након искључивања сигнала "WALK", имају довољно времена да заврше прелазак пре него што возила из конфликтног тока добију сигнални појам "GO". Највећа замерка пешака је била та што су се пешачки токови укрштали са возилима која скрећу лево и десно на раскрсници и што се дешавало да пешаци у току своје фазе понекад стигну да пређу коловоз само до разделног острва тако да на разделном острву морају чекати следећу пешачку фазу.

Упркос томе, овакав начин рада сигнала је преовладао у односу на претходни, када су пешаци имали своју посебну фазу, будући да се на тај начин значајно смањила укупна дужина циклуса, а самим тим и чекање и пешака и возила на пролазак кроз раскрсницу.

Пешачки сигнали су у почетку били релативно једноставни. Најчешће је пешачки сигнал, који је чинило бело сочиво са натписом "WALK", додаван на већ постојеће возачке сигнале или је постављан на одвојене стубове. Међутим, у веома кратком периоду, постало је јасно да пешаци често не примећују овај сигнал у ситуацији када је искључен, односно када пешачка фаза није у току. Због тога је убрзо уведен и сигнал "WAIT". У неком каснијем периоду, успостављен је систем означавања за пешаке „WALK/DON'T WALK“, при чему је сигнал "WAIT" потпуно уклоњен из употребе током 1961. год. [18]. У литератури се наводи да је сигнал „WALK/DON'T WALK“ први пут постављен у Вашингтону, 01.01.1939. год [16, 17]. Иако је тестирање овог сигнала спроведено на подручју Њујорка још 1934. год., Њујорчани су овај тип сигнала добили тек 1952. год., због интензивног раста броја саобраћајних незгода са учешћем пешака [17, 21].



Слика 5. Изглед првог пешачког сигнала „WALK/DON'T WALK“, постављеног у Вашингтону
извор: [17]

Амерички проналазач, Џон С. Ален је 1947. год. поднео захтев за патент пешачког сигнала и то је један од најранијих патената који се односи на ове сигнале [4].

Упркос томе, што је развој пешачких сигнала на америчком подручју започео знатно раније, они нису били укључени у америчке стандарде све до 2000. год. Током 1999/2000. год. почиње постепено укидање „WALK/DON'T WALK“ пешачких сигнала јер су били неразумљиви за људе који не знају енглески језик.

У настојању да сигнали превазиђу све језичке и културне баријере, замењени су знаковима фигуре човека који хода и подигнуте руке, који су постали обавезни од 2000. год. [17, 18].

На европском тлу се први пешачки семафори везују за Копенхаген, где су постављени 1933. год. [14, 21]. У Берлину су 1937. год. на постојеће семафоре додата још два пропорционално смањена светла, црвено и зелено, која су се односила на пешаке [21]. Осим ових светала, забележено је да су се на територији Немачке повремено користили пешачки сигнали „WALK“ и „WAIT“ [14]. Саобраћајни психолог из Источне Немачке, Карл Пигл, је 1961. год. осмислио фигуру човека са испруженим кораком и човека који стоји [20, 21]. У исто време, у Западној Немачкој, почиње да се користи сличан симбол за пешачке сигнале.

Међутим, у њиховој унутрашњости десиле су се револуционарне промене. Семафори су током година постајали „интелигентнији“. Савремени начини управљања саобраћајем захтевали су прилагођавање сигнализације тренутној саобраћајној ситуацији. Рад семафора пратио је величину захтева за протоком, приоритете проласка за трамваје, аутобусе, возила за хитне случајеве, итд. Појавило се доба нове генерације управљања саобраћајем, које далеко превазилази дотадашњу аутоматизацију рада светлосних сигнала. Стигла је ера адаптивног управљања, односно управљања саобраћајем у реалном времену.



Слика 6. Изглед пешачких сигнала у Источној (први ред) и Западној (други ред) Немачкој
извор: [20]

Тек након пада Берлинског зида 1989. год., усвојени су јединствени симболи, који су се користили у дотадашњој Западној Немачкој. Током 1990-их година, у већем броју земаља, у склопу пешачких сигнала додат је тајмер, како би се пешацима олакшао прелазак коловоза. У Америци је увођење тајмера постало обавезно од 2009. год. [18].

5. ЗАКЉУЧАК

Посматрано један век касније, семафор и даље остаје централни део живота и безбедности савремених возача и пешака, као што је увек и било. Гледано са спољашње стране, семафори се нису много променили током последњих деценија. Једноставни тробојни семафор издржао је цео један век са релативно малим спољашњим променама. Може се рећи да је тробојни семафор остао веран почетној визији Лестер Вајера, Моргана Гарета и Вилијама Потса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] History. Com Editors. (2009). First electric traffic signal installed. (on-line) Доступно преко: <https://www.history.com/this-day-in-history/first-electric-traffic-signal-installed> (03.02.2017.)
- [2] Willis Lamm, W. History of Traffic Signal Designe. (on-line) Доступно преко: <http://www.kbrhorse.net/signals/history01.html> (08.02.2017.)
- [3] Badon, M. Red light, Green light: The Invention of the Traffic signal. (2010). (on-line) Доступно преко: <https://designobserver.com/feature/red-light-green-light--the-invention-of--the-traffic-signal/8627> (03.02.2017.)
- [4] Ross, R. (2016). Who Invented the Traffic Light?. (on-line) Доступно преко: <http://www.livescience.com/57231-who-invented-the-traffic-light.html> (03.02.2017.)
- [5] Доступно преко: <https://www.roadtrafficsigns.com/invention-of-first-traffic-light> (27.01.2017.)
- [6] Schreiber, R. (2015). How Detroit Invented Traffic Cops, Traffic lights, No Parking Zones & Towing Your Car. (on-line) Доступно преко: <https://www.thetruthaboutcars.com/2015/04/detroit-invented-traffic-cops-traffic-lights-no-parking-zones-towing-car/> (21.02.2017.)
- [7] Osborne, H. (2014). History of Traffic Lights: 100th Anniversary of the First Electric Traffic System. (on-line) Доступно преко: <https://www.ibtimes.co.uk/history-traffic-lights-100th-anniversary-first-electric-traffic-system-1459680> (15.02.2017.)
- [8] (2017). The Evolution of Traffic Lights. (on-line) Доступно преко: <http://beaconlamps.com/blog/the-evolution-of-traffic-lights-3463> (15.02.2017.)
- [9] Gardner, A. (2017). A Brief History of Traffic Lights. (on-line) Доступно преко: <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-history-traffic-lights> (22.09.2017.)
- [10] (2012). The origin of the green, yellow, and red color scheme for traffic lights. (on-line) Доступно преко: <http://www.todayifoundout.com/index.php/2012/03/the-origin-of-the-green-yellow-and-red-color-scheme-for-traffic-lights/> (21.02.2017.)
- [11] Castleman, M. (2014). Traffic Signal Trivia. (on-line) Доступно преко: <https://streets.mn/2014/10/29/traffic-signal-trivia/> (16.02.2017.)
- [12] Nutile, A. 101 Years Ago Today, the First Electric Traffic Light Was Installed in Clevelend (2015). (on-line) Доступно преко: <https://www.clevescene.com/scene-and-heard/archives/2015/08/05/101-years-ago-today-the-first-electric-traffic-light-was-installed-in-cleveland> (27.01.2017.)
- [13] (on-line) Доступно преко: <http://www.smart-magazine.com/en/history-traffic-lights/> (14.03.2017.)
- [14] The history of pedestrian crossing lights. (on-line) Доступно преко: <http://www.ampelmann.de/en/a-brand-with-a-history/the-history-of-pedestrian-crossing-lights/> (27.01.2017.)
- [15] McLachlan, A. Who invented traffic lights and where were the first ones situated? (on-line) Доступно преко: <https://www.theguardian.com/notesandqueries/query/0,5753,-1460,00.html> (16.02.2017.)
- [16] Weingroff, R. F. Where was the First Walk/Don't Walk Sign Installed? (on-line) Доступно преко: <https://www.fhwa.dot.gov/infrastructure/walk.cfm> (16.02.2017.)
- [17] SmallWood, K. (2014). Why don't they bother putting the apostrophe in „DONT WALK“ signs? (on-line) Доступно преко: <http://www.todayifoundout.com/index.php/2014/07/dont-bother-putting-apostrophe-dont-walk-signs/> (16.02.2017.)
- [18] (2016). A History of Pedestrian Signals. (on-line) Доступно преко: <https://northstarhighways.wordpress.com/2016/09/05/a-history-of-pedestrian-signals/> (17.02.2017.)
- [19] (2012). Pedestrian Crossing Signs Throughout History. (on-line) Доступно преко: <https://www.myparkingsign.com/blog/pedestrian-crossing-signs-history/> (17.02.2017.)
- [20] Khazan, O. (2013). The „Little Traffic Light Man“ That Could. (on-line) Доступно преко: <https://www.theatlantic.com/international/archive/2013/09/the-little-traffic-light-man-that-could/279968/> (17.02.2017.)
- [21] (2017). A brief history of traffic signals. (on-line) Доступно преко: <https://en.berlin-translate.de/brief-history-traffic-signals> (22.09.2017.)