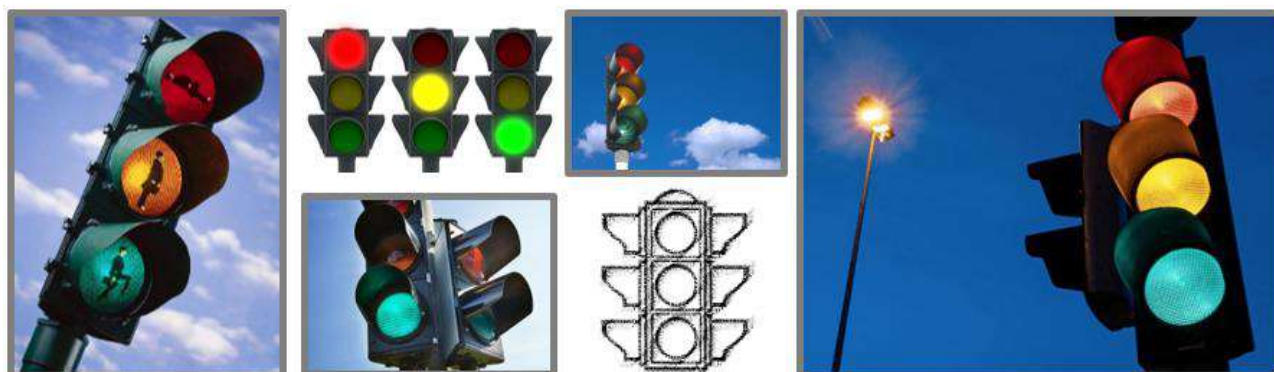




Градска управа града Београда
Секретаријат за саобраћај



**СТУДИЈА
ЗА ДЕФИНИСАЊЕ СКУПА МЕРА
И АКТИВНОСТИ У ЦИЉУ
УНАПРЕЂЕЊА РАДА СИСТЕМА
СВЕТЛОСНЕ СИГНАЛИЗАЦИЈЕ
У БЕОГРАДУ**



Центар за планирање урбаног развоја



Предмет:

**СТУДИЈА ЗА ДЕФИНИСАЊЕ СКУПА МЕРА И
АКТИВНОСТИ У ЦИЉУ УНАПРЕЂЕЊА РАДА
СИСТЕМА СВЕТЛОСНЕ СИГНАЛИЗАЦИЈЕ
У БЕОГРАДУ**

Наручилац:



ГРАД БЕОГРАД
ГРАДСКА УПРАВА ГРАДА БЕОГРАДА
СЕКРЕТАРИЈАТ ЗА САОБРАЋАЈ
27. марта 43-45, Београд

Обрађивач:



ЦЕП
Центар за планирање урбаног развоја
Захумска 34, Београд

Руководилац:

Зоран РУБИЊОНИ, дипл. инж. саобр.

Експертски тим:

Снежана ДИМИТРИЈЕВИЋ, дипл. инж. саобр.
Горан ЗИМОЊИЋ, дипл. инж. саобр.
Стефан КНЕЖЕВИЋ, дипл. инж. саобр.
Вук ЂУРОВИЋ, дипл. инж. арх.
Катарина ПАНДУРОВ, инж. мат.
Владана СТАНОЈЕВИЋ, арх. техн.

Директор ЦЕП

Љубина СТЕФАНОВИЋ-ТАСИЋ, дипл. инж. арх.

јул 2020



САДРЖАЈ

1. СТАЊЕ И ПОТРЕБЕ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА ГРАДА БЕОГРАДА.....	5
1.1. ПРОСТОРНИ ОБУХВАТ И НАМЕНА ПОВРШИНА	5
1.2. СОЦИО-ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ	6
1.3. САОБРАЋАЈНА ИНФРАСТРУКТУРА	6
1.4. ТРАНСПОРТНИ МОДЕЛ	8
1.5. СТЕПЕН МОТОРИЗАЦИЈЕ	10
1.6. ПАРКИРАЊЕ.....	11
1.7. УНУТАРГРАДСКА КРЕТАЊА.....	12
1.8. ТЕРЕТНИ САОБРАЋАЈ	13
1.9. МРЕЖА И ЦЕНТРИ ИНТЕГРАЛНОГ ТРАНСПОРТА	14
1.10. НЕМОТОРИЗОВАНА КРЕТАЊА.....	15
1.11. ПРИСТУПАЧНОСТ	18
1.12. ЖИВОТНА СРЕДИНА	20
1.13. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА СИСТЕМА ЈГТП	22
1.14. ЗАКЉУЧАК И ОЦЕНА СТАЊА И ПОТРЕБА ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА	31
2. ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ СИСТЕМА СВЕТЛОСНЕ СИГНАЛИЗАЦИЈЕ У ЕКСПЛОАТАЦИЈИ НА РАСКРСНИЦАМА У БЕОГРАДУ	33
2.1. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА.....	33
2.2. ПОСТОЈЕЋИ СИСТЕМИ АДАПТИБИЛНОГ УПРАВЉАЊА	37
3. АКТИВНОСТИ ЗА ПОВЕЋАЊЕ ПОУЗДАНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛНО УНАПРЕЂЕЊЕ ПОСТОЈЕЋИХ УПРАВЉАЧКИХ УРЕЂАЈА	40
4. ПРЕГЛЕД СОФТВЕРСКИХ АЛАТА ЗА СПРОВОЂЕЊЕ САОБРАЋАЈНО- СИМУЛАЦИОНИХ И ПЛАНЕРСКИХ ПРОЦЕСА У ЦИЉУ КВАЛИТЕТНОГ УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈНИМ ТОКОВИМА СА ПРЕДИКЦИЈОМ	42
4.1. СИСТЕМИ ЗА АДАПТИБИЛНО УПРАВЉАЊЕ.....	42
4.1.1. Подела АСУС према архитектури	43
4.1.2. Најзаступљенији АСУС у свету	43
4.1.3. Остали АСУС системи	50
4.2. AIMSUN LIVE	51
4.3. PTV ПРОГРАМИ.....	54
4.3.1. Квантификација PTV програма по градовима у свету	65
4.4. КОМПАРАЦИЈА СОФТВЕРА У ОБЛАСТИ OFFLINE САОБРАЋАЈНИХ ПРОГНОЗА И МОДЕЛИРАЊА ПРЕДИКЦИЈЕ САОБРАЋАЈА	67
5. ПРЕГЛЕД СИСТЕМА УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈЕМ ИМПЛЕМЕНТИРАНИХ У ВЕЛИКИМ СВЕТСКИМ ГРАДОВИМА	69
5.1. AIMSUN LIVE	69
5.1.1. Примери имплементације Aimsun Live система	69
5.2. PTV OPTIMA	72
5.2.1. Примери имплементације PTV OPTIMA система	73
5.3. RITM3	80
5.3.1. Примери имплементације RITM3 система.....	81
5.4. GEVAS	83
5.4.1. Примери имплементације GEVAS система	87
6. ПРЕДЛОГ АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈЕМ У БЕОГРАДУ.....	89
6.1. МЕТОДОЛОГИЈА ФОРМИРАЊА КОНЦЕПТА РАЗВОЈА СИСТЕМА	91
6.2. РАСПОДЕЛА ОБЈЕКТА ПРЕМА ПРЕДВИЂЕНОЈ СТРАТЕГИЈИ УПРАВЉАЊА СИГНАЛИМА	93
6.3. ПРЕДЛОГ АКТИВНОСТИ СА СТАНОВИШТА ПОБОЉШАЊА УСЛОВА ЗА ВОЗИЛА ЈГТП	123



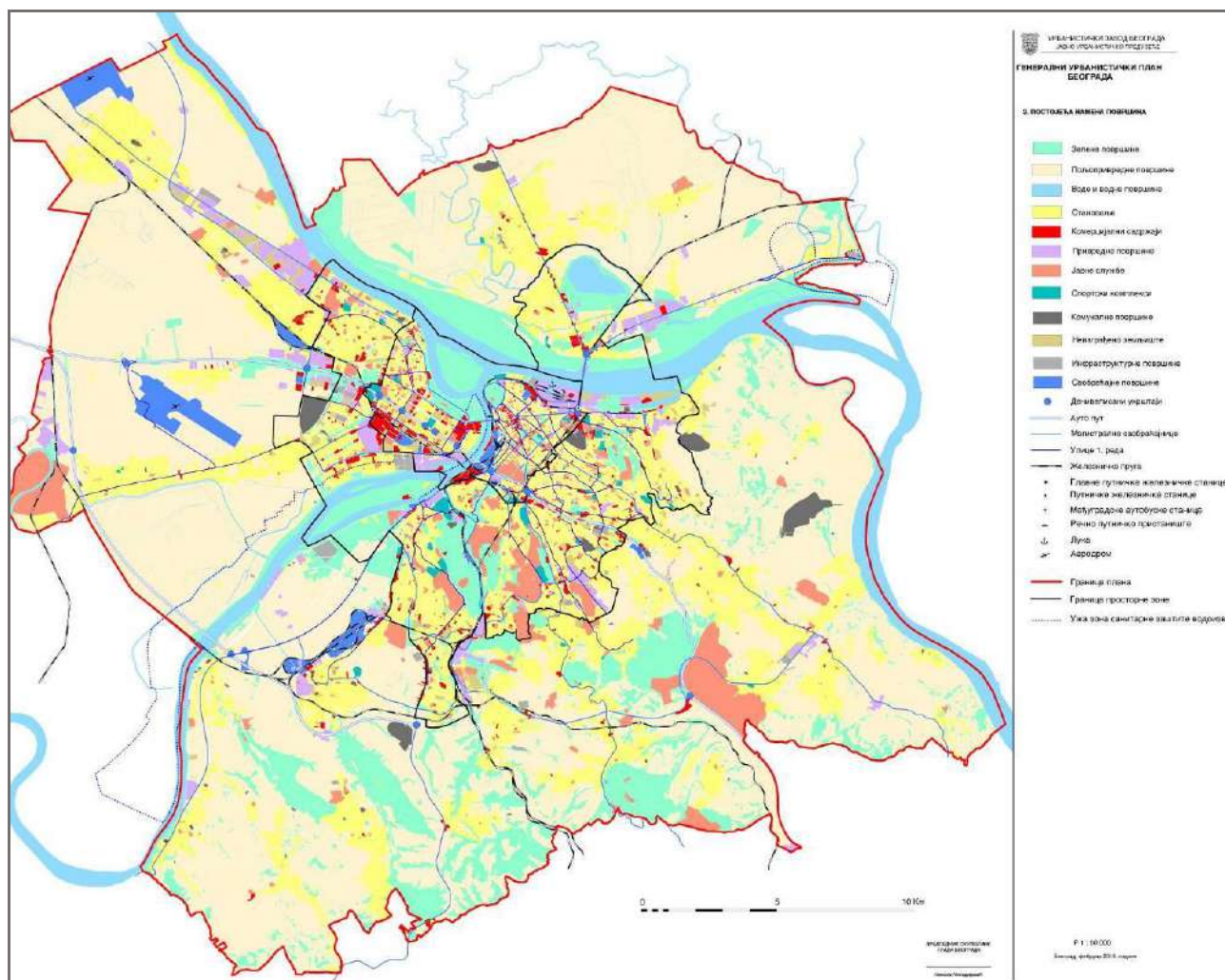
7. ПРЕДЛОГ АКТИВНОСТИ НА РАСКРСНИЦАМА, КОМУНИКАЦИОНОЈ ИНФРАСТРУКТУРИ И ЦЕНТРУ ЗА УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ	125
7.1. КОМУНИКАЦИОНА МРЕЖА НАМЕЊЕНА ИНФОРМАЦИОНОМ ПОВЕЗИВАЊУ ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈЕМ	125
7.2. СТРУКТУРА СИСТЕМСКЕ РАЧУНАРСКЕ И КОМУНИКАЦИОНЕ ОПРЕМЕ ЛОЦИРАНЕ У ЦЕНТРУ ЗА УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ И СЕМАФОРСКИМ КОНТРОЛЕРИМА.....	127
8. САГЛЕДАВАЊЕ КОРИСТИ ОЧЕКИВАНИХ ПРЕДЛОЖЕНИМ ПОБОЉШАЊЕМ ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА БЕОГРАДА	130
8.1. ОЧЕКИВАЊЕ КОРИСТИ ПРЕДЛОЖЕНИМ ПОБОЉШАЊЕМ ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА	130
8.1.1. Унапређење мобилности и транспорта	130
8.1.2. Унапређење безбедност саобраћаја и урбаног живота	131
8.1.3. Допринос очувању животне средине	131
8.1.4. Подизање квалитета јавне и комуналне услуге	132
8.1.5. Подстицај дигитализације у јавном сектору.....	132
8.1.6. Унапређење потенцијала управе и развој иновативног предузетништва.....	133
8.2. ОЧЕКИВАЊЕ КОРИСТИ У СИСТЕМУ ЈГТП.....	133
8.2.1. Трошкови ангажованих ресурса	135
8.2.2. Трошкови путника	136
8.2.3. Трошкови квалитета услуге	136
9. ВРЕМЕНСКИ И ФИНАНСИЈСКИ ОКВИР ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ ПРЕДЛОЖЕНОГ НАПРЕДНОГ УПРАВЉАЧКОГ СИСТЕМА.....	137
10. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА.....	139
ЛИТЕРАТУРА.....	142



1. СТАЊЕ И ПОТРЕБЕ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА ГРАДА БЕОГРАДА

1.1. ПРОСТОРНИ ОБУХВАТ И НАМЕНА ПОВРШИНА

Површина територије града која је предмет Студије износи око 77.851 ha и поклапа се са границом Генералног урбанистичког плана Београда ("Службени лист града Београда" бр. 11/16) који је препознао зоне града, карактеристичне урбанистичке целине и дефинисао постојећу намену површина. Подручје ГУП-а подељено је на три просторне зоне: I централна зона, II средња, III периферна зона. Унутар ове три просторне зоне налази се 20 просторно - функционалних урбанистичких целина.



Централну зону (3.236 ha) чине урбана језгра старог Београда, Новог Београда и Земунa. У њој је доминантан урбан и јавни градски карактер са компактним градским ткивом који карактерише вишеслојност намена и функција. Средња зона (11.538 ha) обухвата континуално изграђен део града са мање компактном структуром и већом заступљеношћу слободних и зелених површина. Средњу зону карактеришу организовани стамбени комплекси, а градске функције су груписане уз главне саобраћајнице. Периферна зона града (63.077 ha) заузима просторно највећи удео обухвата са деловима који су ван границе грађевинског подручја.



У изграђеним деловима доминира стамбена изградња са често незадовољавајућим нивоом опремљености саобраћајном и комуналном инфраструктуром и слабом покривеношћу јавним градским функцијама. Становање је заступљено као колективно у отвореним блоковима, породично становање градског карактера и у периферним деловима породично становање уз пољопривредне површине. У оквиру просторног обухвата ГУП-а према постојећем стању оквирно 26,4% (20.522 ha) површине намењено је за градске функције - становање, јавне службе, комерцијалне садржаје, саобраћајну и другу инфраструктуру и привредне површине. Осталих 73,6% (57.329 ha) земљишта одлази на зелене површине, воде и водно земљиште, шуме и пољопривредне површине. Привредне делатности зоне намењене примарним и секундарним делатностима, индустрији и појединачним привредним и производним погонима заузимају површину од 4.903 ha територије генералног плана.

1.2. СОЦИО-ЕКОНОМСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Према попису становништва, на подручју Београда (17 општина) 2011. године живело је 1.659.440 становника у 606.433 домаћинства. На истом подручју, број радних места износи преко пола милиона. Уочава се негативан тренд промене величине домаћинства у претходном периоду од 3,11 у 1991. години на 2,78 према попису из 2002. године, те на 2,74 по подацима из 2011. године - од чега се око 71% домаћинства састоји од 2-4 особе. Општа расподела становника по старости је: скоро 48,86% у економски активном добу, 20,96% у школском добу (укључујући и школе и факултете) и 24,36% пензионера (старијих од 60 година).

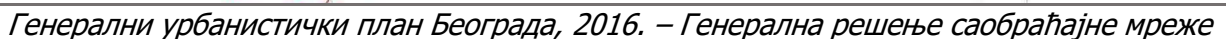
Прогноза броја становника (2016-2033)

	2011	2016	2021	2027	2033
Централна зона	197.013	198.707	204.121	212.810	225.200
Зона ГУП-а	1.338.865	1.367.304	1.414.443	1.480.784	1.555.416
Зона административног подручја Београда	320.575	327.924	336.518	346.273	357.160
Подручје Београда	1.659.440	1.695.228	1.750.961	1.827.057	1.912.576

1.3. САОБРАЋАЈНА ИНФРАСТРУКТУРА

Саобраћај и саобраћајна инфраструктура на подручју града Београда представља врло присутан проблем због њене недовољне развијености, изграђености и капацитетних способности а истовремено представља и потенцијал будућег развоја, односно један од најугицајнијих фактора за достизање општег циља, уређења и развоја Београда. Основне карактеристике постојеће саобраћајне инфраструктуре на подручју београдског метрополитена су:

- Пuteви међународног значаја само су углавном изграђени са елементима аутопута а постојеће изграђене деонице су претежно са задовољавајућим стањем коловоза, док проблем представља недостатак комплетне обилазнице;
- Опремљеност мреже међународних путева оперативним и пратећим садржајима (саобраћајна и туристичка сигнализација, мотели, сервиси, пумпе, служба помоћи, информисање итд.) је на нижем организационом и техничко-технолошком нивоу;
- Регионална путна мрежа је развијена али недовољно добро одржавана;
- Железничке пруге су углавном једноколосечне са застарелим техничким елементима и сигнално-сигурносном опремом, малом пропусном моћи и малим брзинама;



- 7



- Мрежа логистичких центара је неразвијена, терминали интегралног транспорта су на неповољним локацијама и недовољно технолошки опремљени и још се не може говорити о Београду као мултимодалном чвору;
- Улична мрежа Београда је врло разграната али са ниским нивоом услуге. Према билансу површина датом у ГУП-у Београда ("Службени лист Града Београда", број 11/16), учешће саобраћајних површина у укупној површини обухвата је 1,4%, или 1.061 ha;
- Аутопут пролази кроз само градско језгро, и данас представља ослонац путне мреже на коју се надовезује магистрална путна мрежа;
- Изградњом "Моста на Ади" и "Пупиновог моста", успостављена је веза ова два моста преко улица Хероја са Кошара, Николе Добровића, Марка Челебоновића и саобраћајнице Т6 - која се од "Моста на Ади" до саобраћајнице Т6 протеже паралелно са аутопутем;
- Изградњом "Пупиновог моста" и Северне тангенте на банатској страни Београда, обезбеђена је веза путне мреже (доминантни правци Панчево и Зрењанин) која са севера прилази граду и изводи саобраћај изван централног градског подручја на аутопут;
- Главне попречне везе које се у централном делу града прикључују на аутопут уједно су носиоци развоја главних градских кракова који немају алтернативу.

1.4. ТРАНСПОРТНИ МОДЕЛ

Под Транспортним моделом се подразумева скуп релевантних података (нумеричких, графичких и других), индикатора, параметара и симулационих модела, исказаних у простору и времену, на такав начин да се могу: реконструисати особености и понашање транспортног система у прошлости; утврдити одређене закономерности транспортних захтева и транспортне понуде са једне стране и социо-економских и просторних параметара са друге стране; исказати и оценити постојеће стање транспортног система; проценити, прогнозировать или пројектовати функционисање транспортног система или његових делова у будућности; вредновати поједина, постојећа или сценаријима развоја дефинисана, стања применом елемената Транспортног модела.

Транспортни модел, једном успостављен, отворен је за допуне и надоградњу које обухватају све или делове елемената од којих се састоји, путем иновираних или измењених података, индикатора, параметара и симулационих модела. То практично значи да се Транспортни модел развија како се мења и развија транспортни систем града.

Транспортни Модел Београда је формиран кроз неколико фаза: 2003, 2005, 2007. и 2015. године. Прва фаза Транспортног модела Београда завршена је 2003. године (127 саобраћајних зона, укупна дужина уличне мреже 801 km, 4.126 деоница и 1.675 чворова, 141 линија јавног превоза, две матрице вршног сата - матрица путничких аутомобила и матрица путовања јавним превозом). Друга фаза ажурирања Транспортног модела је урађена 2005. године (545 саобраћајне зоне, укупна дужина уличне мреже 1.685,8 km, 5.900 деоница и 2.398 чворова, 153 линије јавног превоза, 45 матрица транспортних захтева). Трећа фаза завршена је 2007. године (545 саобраћајних зона, 1.111,9 km (са спољном мрежом укупно 1.713,6 km, 6626 деоница, 2640 чворова, матрице: спољних путовања, часовних путовања путничким аутомобилом, калибрисаних путовања у јутарњем вршном периоду, путовања у поподневном вршном периоду, калибрисаних спољних путовања путничким аутомобилима, путовања за јутарњи и поподневни вршни сат добијених применом гравитационог модела).

Актуелни модел је калибрисан на основу саобраћајних истраживања, на уличној мрежи и у јавном превозу која су спроведена 2015. године. У четвртој фази, за потребе израде Саобраћајног мастер плана, извршена је валидација транспортног модела из 2007. године и кроз израду Саобраћајног мастер плана модел је унапређен у сегментима уличне мреже, јавног превоза и матрица транспортних захтева (545 саобраћајних зона, 2076 чворова, 7010 деоница, интегрисане матрице за 2007., 2009., 2012., 2018. и 2021. годину локалних и



спољних путовања путничким аутомобилом за јутарњи и поподневни вршни сат, кретања терета (локални и спољни) за јутарњи и поподневни вршни сат и путовања јавним превозом за јутарњи и поподневни вршни сат.

Базни транспортни модел је формиран у оквиру пројекта мастер плана саобраћаја (СмартПлан) и заснован је на подацима из саобраћајних истраживања и других извора података. Модел за базну годину није четворостепени модел транспортних захтева на основу кога би се прогнозирали будући утицаји кључних проблема, укључујући промену намене површина и преусмеравања захтева на друге видове превоза, као што је нпр. метро.

На јединственој PTV VISION платформи (VISUM version 11.52) формирана је квалитетна база података и симулационих модела за потребе управљања саобраћајем у граду на свим нивоима. У транспортном моделу кодирана је комплетна мрежа са геометријом раскрсница, као и начин рада свих светлосних сигнала у Београду. Систем јавног превоза је дефинисан за сваки линију и садржи сва стајалишта и терминусе. Редови вожње свих линија су укључени у транспортни модел. Ажурирање свих наведених елемената извршено је са циљем формирања база података на основу којих је Транспортни Модел унапређен и ажуриран на 2015. годину, што даље представља улазни податак за ажурирање Саобраћајног Мастер Плана. Интегрисана база података, добијена на основу база података свих спроведених истраживања, омогућава контролисано и универзално коришћење података.

У оквиру четврте фазе израде Транспортног модела Београда 2015. извршена су ажурирања следећих података:

- Ажуриран је зонски систем са социо-економским подацима;
- Ажурирани су просторни подаци о уличној и путној мрежи, раскрсницама, режиму саобраћаја, прикључцима, односно подаци о чворовима и деоницама који формирају уличну и путну мрежу Београда (дефинисана је брзина и капацитети, категорија, број трака на деоницама, жуте траке, називи улица, називи раскрсница, тип чворова, режим саобраћаја за све чворове и линкове, расподела трака по прилазима, диспозиција и сигнални планови за све семафорисане раскрснице, унети су расположиви подаци о саобраћајним незгодама на мрежи);
- Ажурирана је мрежа линија система јавног градског транспорта путника (стајалишта јавног превоза са називима из званичног даљинара, трасе линија ИТС1, званични називи линија, важећи редови вожње, измена путника по стајалиштима);
- Ажурирана је мрежа теретног саобраћаја;
- Ажурирана је информациона основа о карактеристикама кретања у Београду, тј. подаци о саобраћајним захтевима, кретањима путника, протоцима возила, брзинама, временским неравномерностима протока и другим показатељима стања саобраћајног система Београда
- Ажуриране су карактеристике транспортних захтева (матрице путовања);
- Ажуриране су процене расподеле саобраћаја на мрежи (VD функције за деонице и скретања)

Након свега спроведеног формиран је Транспортни модел Београда 2015. који садржи:

- 516 зона (478 унутарградских, 38 спољних),
- 5.968 конектора
- мрежу саобраћајница укупне дужине 2.824 km (1.184 km уличне, 1.325 km путне мреже и 315 km железничке мреже),
- 160 линија јавног превоза,
- 8 матрица укупних кретања, 25 матрица по начину путовања, 8 матрица по сврхама путовања, 12 матрица спољних путовања из истраживања.



Ажурирање модела обухватило је унапређење уличне мреже, подсистема јавног превоза и режимских ограничења за кретање теретних возила. Резултат ажурирања уличне мреже је пресек стања просторне локације, техничких и експлоатационих карактеристика за 2015. годину, укључујући и прецизно моделиране раскрснице и начин управљања. Најзначајнији елементи који су ажурирани се односе на слободне брзине, капацитете и категоризацију мреже, а у складу са тим (на основу мерења времена путовања и брзина) унапређене су све VD (Volume-Delay) функције у Транспортном моделу. Финални резултат је избалансирана улична мрежа за путовања путничким и теретним возилима, као и ажуриране процедуре оптерећења мреже.

На основу расподеле зеленог времена на прилазима раскрсници дефинисани су капацитети скретања који су уз VD функције скретања основа модела расподеле саобраћаја по мрежи, који узима у обзир капацитете деоница и скретања. У управљачком смислу, Транспортни модел са овим подацима представља базу податак која омогућава бржу припрему подлога за микроскопско моделирање и симулације.

Унапређење у подсистему јавног транспорта путника се односи на динамичке елементе (унос постојећих редова возње по видовима, интервали, фреквенције, и сл.), постојеће трасе линија (промена траса линија, измештање и увођење нових станица на постојећим линијама, типови возила који саобраћају на линијама по видовима, итд...), уношење нове мреже линија (све линије свих видова у ИТС1 систему) и мрежу мини-експрес линија.

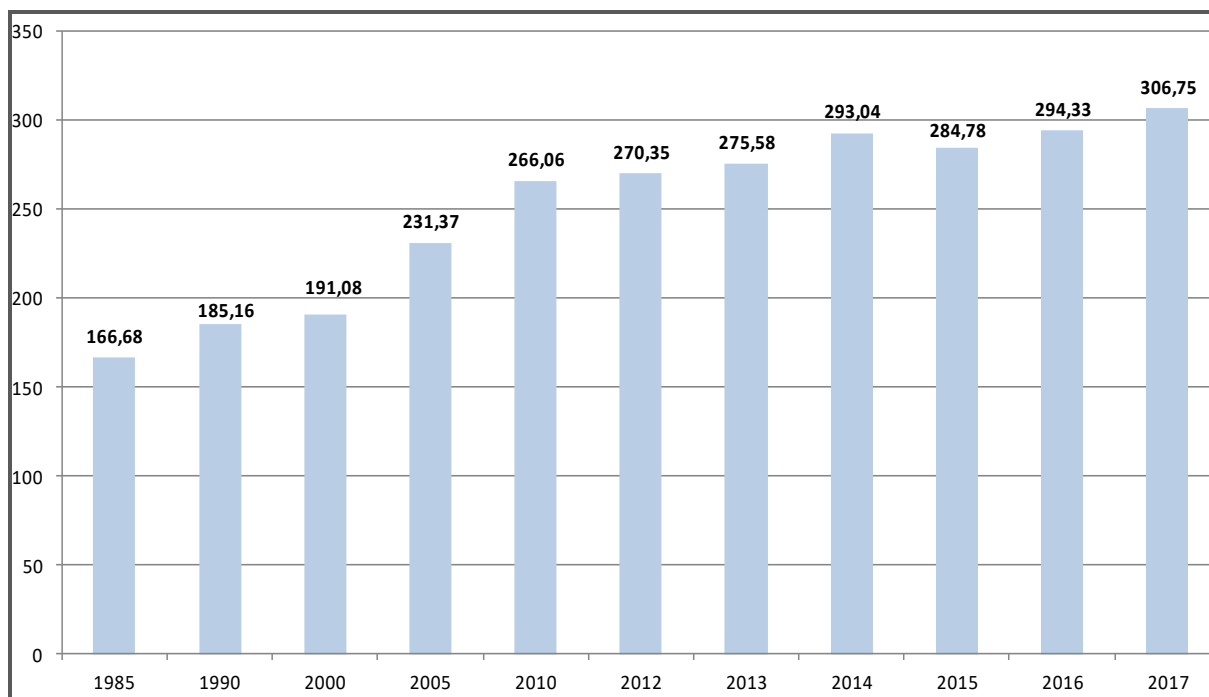
Модел садржи 7 калибрисаних матрица за период највећих саобраћајних оптерећења, односно за јутарњи вршни час. Матрице путовања из истраживања су калибрисане у односу на бројања возила на раскрсницама уз испуњен критеријум за квалитет калибрације. Процедура оптерећења у процесу калибрације у систему јавног масовног превоза заснована је на реду возње.

Формирањем Транспортног модела Београда 2015. године обезбеђени су услови за:

- утврђивање потребних стратешких мера развоја у транспортном систему Београда,
- надоградњу макроскопских, мезоскопских и микроскопских симулација за анализу ефеката саобраћајног-транспортног система, варијантних и пројектованих решења о којима одлуку доноси градска управа,
- израду студија економске оправданости пројеката у области саобраћаја и транспорта,
- оперативно управљање градским саобраћајно-транспортним системом
- процену утицаја саобраћаја на околину, итд.

1.5. СТЕПЕН МОТОРИЗАЦИЈЕ

На подручју Београда константно се бележи пораст броја регистрованих возила. У 2017. години у граду Београду степен моторизације је износио 306,75 возила на 1.000 становника, док је у 2018. износио 318,86 возила на 1000 становника, што је чак за око 60% више у односу на 2000. годину. Овакав тренд кретања степена моторизације је уједно и претња и изазов систему јавног градског транспорта путника у Београду.



Промена степена моторизације у граду Београду (број возила/1000 становника)

1.6. ПАРКИРАЊЕ

Степен моторизације бележи сталан пораст у свим земљама света, што је довело до стања већих саобраћајних захтева од капацитета саобраћајница. Центар без уређеног паркирања је особина данашњег Београда. Наслеђено стање се погоршавало сталним порастом мобилности и степена моторизације, као и стагнацијом нивоа услуге у сектору јавног транспорта путника. Потребне за паркирањем возила вишеструко премашују расположиве капацитете.

Расподела паркираних возила у зависности од места паркирања у централној зони показује да се само 8% возила паркира у гаражама, 2% на уређеним отвореним паркиралиштима, а 90% на уличним фронтима. Недостатак капацитета за паркирање, узрочник је тзв. "нерегуларног паркирања" које се манифестује паркирањем возила на тротоарима и пешачким површинама, коловозу секундарне уличне мреже па и на зеленим површинама. Не постоји податак о броју уређених паркинг места која нису у систему наплате (паркинг места на уличним фронтима, јавна паркиралишта и сл).

Паркирање путничких возила у Београду је организовано кроз систем зонског паркирања на појединачним паркинг местима, у паркинг гаражама и на вануличним паркиралиштима. Паркинг места на уличним фронтима, ужег и ширег центра Београда груписана су по зонама са временским ограничењем, док је у деловима града који генеришу мање захтева за паркирањем возила, уведена категорија општих паркиралишта изван зонираних подручја. У зонском систему паркирања корисницима је на располагању 25.000 паркинг места. Временско ограничење контроле и наплате паркирања примењује се радним даном од 07 до 21 сат и суботом од 07 до 14 сати. У Београду постоји укупно 13 јавних гаража од којих "Паркинг сервис" управља са 8, капацитета око 2.800 паркинг места. У ужем и ширем градском језгру, корисницима је на располагању 15 паркиралишта капацитета око 4.250 паркинг места. Општа паркиралишта, која су у систему контроле и наплате паркирања, имају посебно означена места за паркирање возила особа са инвалидитетом. На таквим паркиралиштима корисници са инвалидским налепницама услугу паркирања могу користити бесплатно и неограничено.



У зони раном делу града за возила особа са инвалидитетом обележено је око 540 опшних и око 75 посебних паркинг места. Систем "Паркирај и вози се" (Park and Ride) успостављен је на општем паркиралишту изван зонираног подручја код новог терминала у улици Владимира Поповића. Капацитет овог паркиралишта је 292 паркинг места. Акција "Паркирај и бициклирај" омогућава возачима – корисницима услуге паркирања да, у цени паркирања возила, преузму на коришћење бицикл уз личну карту. Ова услуга је омогућена са следећих паркинг објеката: гаража "Обилићев венац" и паркиралишта "Ада Циганлија", "Милан Гале Мушкатиновић" и "Сава центар". Планом генералне регулације мреже јавних гаража у Београду ("Службени лист Града Београда", број 19/11) утврђене су локације за око 60 јавних гаража, укупног капацитета око 19.000 паркинг места, у централној зони Београда, Бановом брду, Новом Београду, Бањици и Земуну.

1.7. УНУТАРГРАДСКА КРЕТАЊА

Становници административног подручја Београда (које обухвата 478 саобраћајних зона) остваре 3.376.991 кретања свим средствима и у све сврхе, што генерише мобилност од 2,03 кретања на дан.

На подручју које обухвата Генерални план (које обухвата 345 саобраћајних зона) дневно се обави 2.785.147 кретања свим средствима и у све сврхе. Мобилност на овом подручју износи 2,07 кретања на дан.

Од 3.376.999 кретања на дан, 25,1% односно 845.565 кретања на дан се обави немоторизованим средствима, а 74,9% тј. 2.531.435 кретања на дан се обави моторизованим начинима кретања.

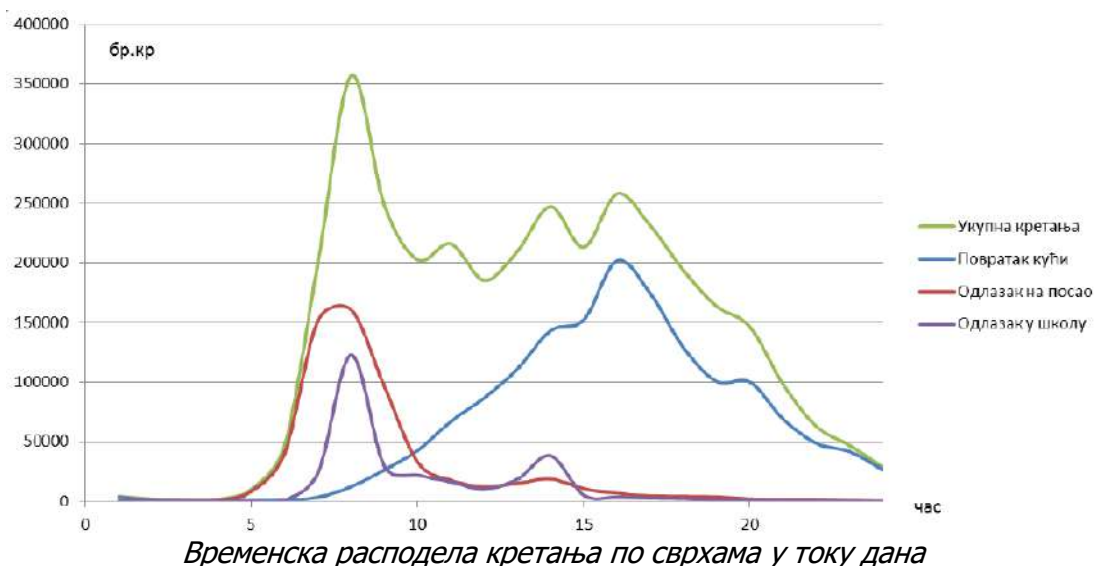
Број кретања у 24-сатној видовној расподели

Начин	Број кретања	Учешће (%)
Пешице	813.359	24,1
Бицикл	32.206	1,0
Мотоцикл	9.278	0,3
Путнички аутомобил возач	631.534	18,7
Путнички аутомобил путник	219.357	6,5
Јавни превоз	1.640.072	48,6
Остало	31.194	0,9
Укупно	3.376.999	100,0

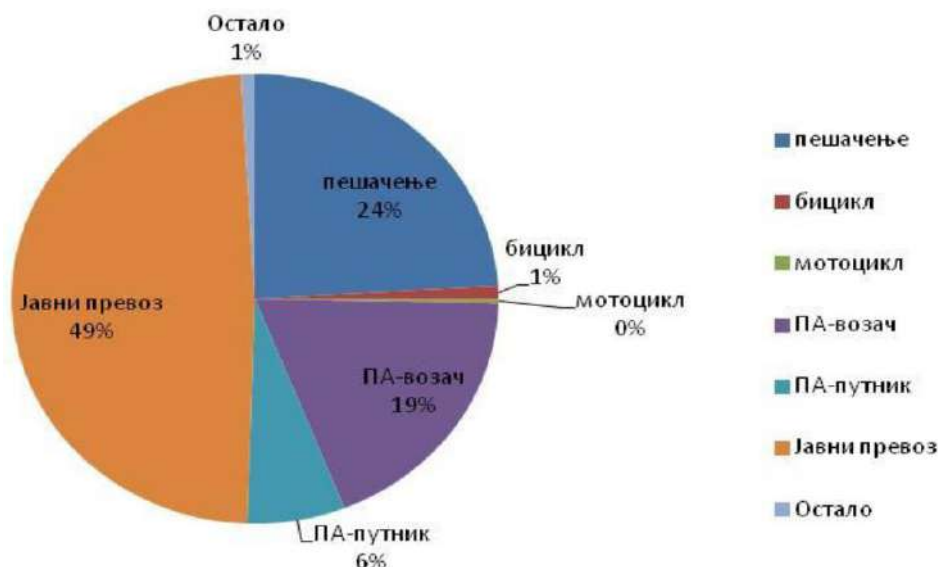
Основна карактеристика београдског транспортног система је високо учешће јавног превоза у реализацији дневних кретања (око 50% са трендом благог пада). Путнички аутомобил и пешачење имају подједнако учешће са око 24% док је учешће бицикала око 1% углавном у рекреативне сврхе.

У саобраћајној слици града јасно се издвајају јутарњи и поподневни вршни часови (8. час и 16. час) са преливањем загушења у наредне часове који су евидентни на мрежи. Око 64,5% путовања је краће од 30 минута, 15,8% је краће од 10 минута а 9,5% траје дуже од једног сата.

Времена путовања у јавном превозу су најдужа, и за 50% су дужа од оних која се обављају путничким аутомобилом. Истовремено, кретања која се обављају неким од начина јавног превоза трају и дуже од 50 минута. Кретања аутомобилом у просеку трају око 26 минута, при чему се преко 50% обави у краћем времену од просечног. Преко 70% кретања обавља се механизованим начинима превоза, како у току целог дана тако и у јутарњем вршном часу.



Бицикл се првенствено користи као средство за рекреацију. Учешће овог начина превоза је веома ниско (испод 1%) и углавном везано уз рекреативну сврху. Стратешко опредељење Београда је да сачува овако висок степен коришћења јавног превоза. Учешће шинских система (трамваја, БГ:воза и Беовоза као видова јавног превоза) у превозу путника је мало и покрива око 3% од укупног броја кретања на подручју Београда. Након јавног превоза, вожња путничким аутомобилом је, уз пешачење, други најважнији вид транспорта где сваки од њих учествује са око 24% укупних захтева за путовањем у граду.



1.8. ТЕРЕТНИ САОБРАЋАЈ

У претходном периоду у Београду су се стварали значајни проблеми при кретању теретних возила кроз град. То се односило на правце који су повезивали Панчевачки мост са ауто-путем (Коридор X) око Калемегдана и преко Савске улице, као и преко улица Димитрија Туцовића, Булеvara краља Александра и Војислава Илића. Мешање локалног саобраћаја са токовима транзитног и изворно-циљног саобраћаја у постојећем стању се своди на саобраћај путничким аутомобилима јер је проблем мешања са теретним саобраћајем решен режимским забранама кретања теретних возила.

Карактеристике саобраћајних токова теретних возила су следеће: 306.531 возила је прошло



кроз унутрашњи кордон (укупно у оба правца); Од око 158,5 хиљада возила која улазе у централну градску зону око 2% чине теретна возила (лака: 1,34%, тешка: 0,45% и аутовозови: 0,19%); Додатно треба узети у обзир проценат комби возила која чине око 4% улазног саобраћаја; Укупно за оба смера комби возила чине 3,65% саобраћаја, а теретна возила 1,93% саобраћаја. Истраживањима је утврђен интензитет саобраћајних токова теретних возила која гравитирају ка и од шире централне зоне Београда, као и обим транзитног саобраћаја и забележено је 176.370 возила. Од тог броја око 81,5% чине путнички аутомобили, а око 14,5% теретна возила и комби возила. У транзиту кроз Београд се реализује око 17% теретних кретања и око 7% кретања путничким возилима.



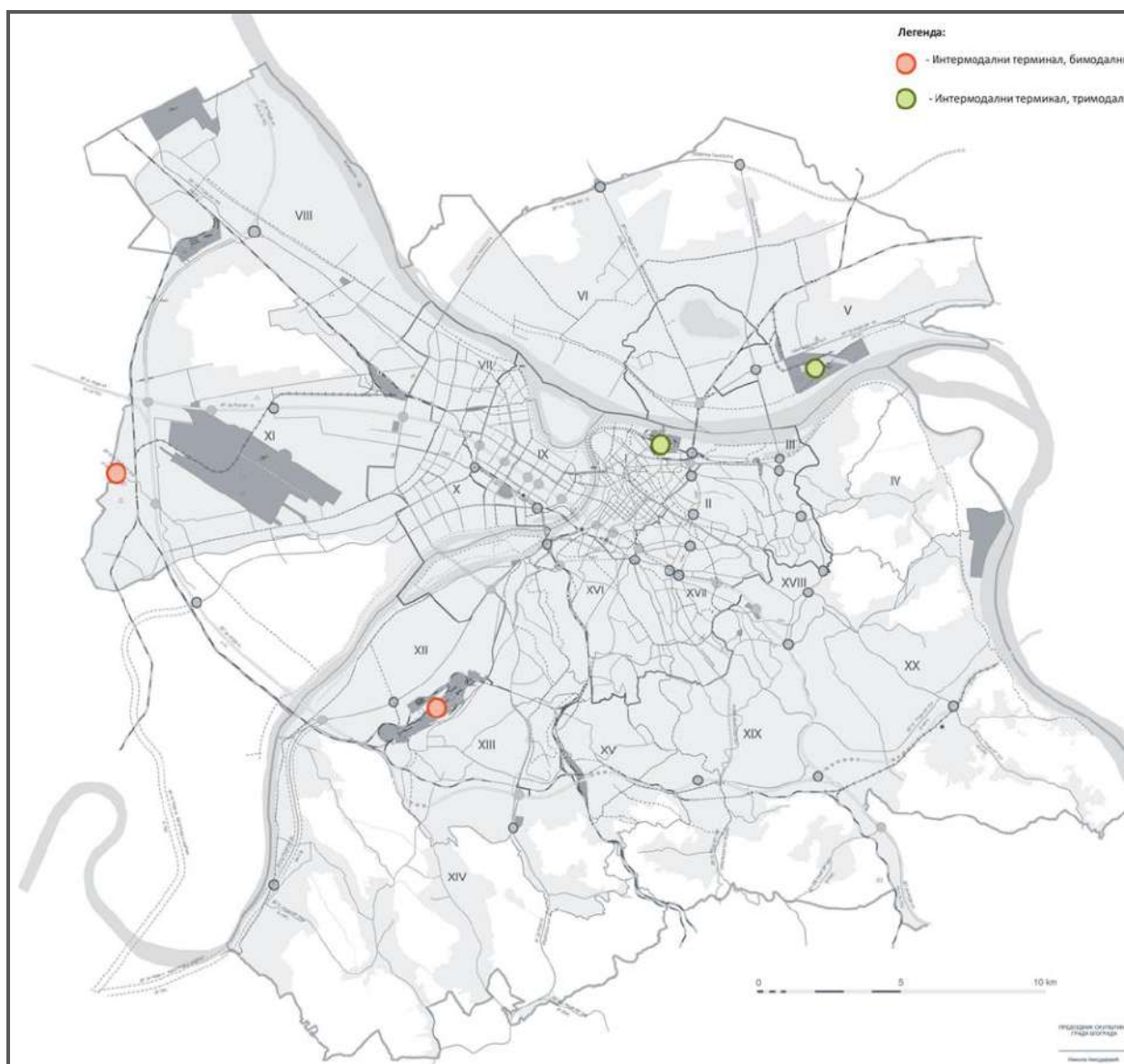
Рестрикције за кретање теретних возила кроз Београд

1.9. МРЕЖА И ЦЕНТРИ ИНТЕГРАЛНОГ ТРАНСПОРТА

На територији Београда у постојећем стању активна су три интермодална терминала, и то: 1. ЖИТ - железнички интермодални транспорт, просечна искоришћеност капацитета је око 50-60% од укупних капацитета од 62.000 TEU¹/годишње (бимодални терминал; друмски саобраћај – Коридор X, железнички саобраћај - Коридор X, у непосредној близини реке Дунав); 2. Нелт - приватни железнички логистички терминал у Добановцима (у функцији од 2017. године) и 3. Лука Београд, просечно 30% искоришћености од укупних капацитета од 12.000 TEU/годишње (тримодални терминал; друмски саобраћај – Коридор X, железнички саобраћај - Коридор X, речни – река Дунав).

Интермодални центри који такође утичу на транспорт робе на територији Београда су интермодални терминал Легет у Сремској Митровици и Лука Дунав (тримодални терминал; друмски саобраћај – Рута 4, железнички саобраћај - Рута 4, речни – река Дунав) у Панчеву. У плану је изградња новог интермодалног терминала на територији Београда са средиштем у Батајници. Капацитет интермодалног терминала биће 80.000 TEU/година, са дугорочним циљаним капацитетом од 240.000 TEU/год. Овај терминал ће имати директну везу са Коридором X, тј. биће повезан са железничком станицом у Батајници, преко сервисне саобраћајнице за друмску петљу Батајница.

¹ TEU - јединица еквивалента двадесет стопа (енгл. twenty-foot equivalent unit) - јединица капацитета робе којом се описује капацитет контејнерских бродова и контејнерских терминала



Графички приказ расподеле интермодалних терминала на територији града Београда

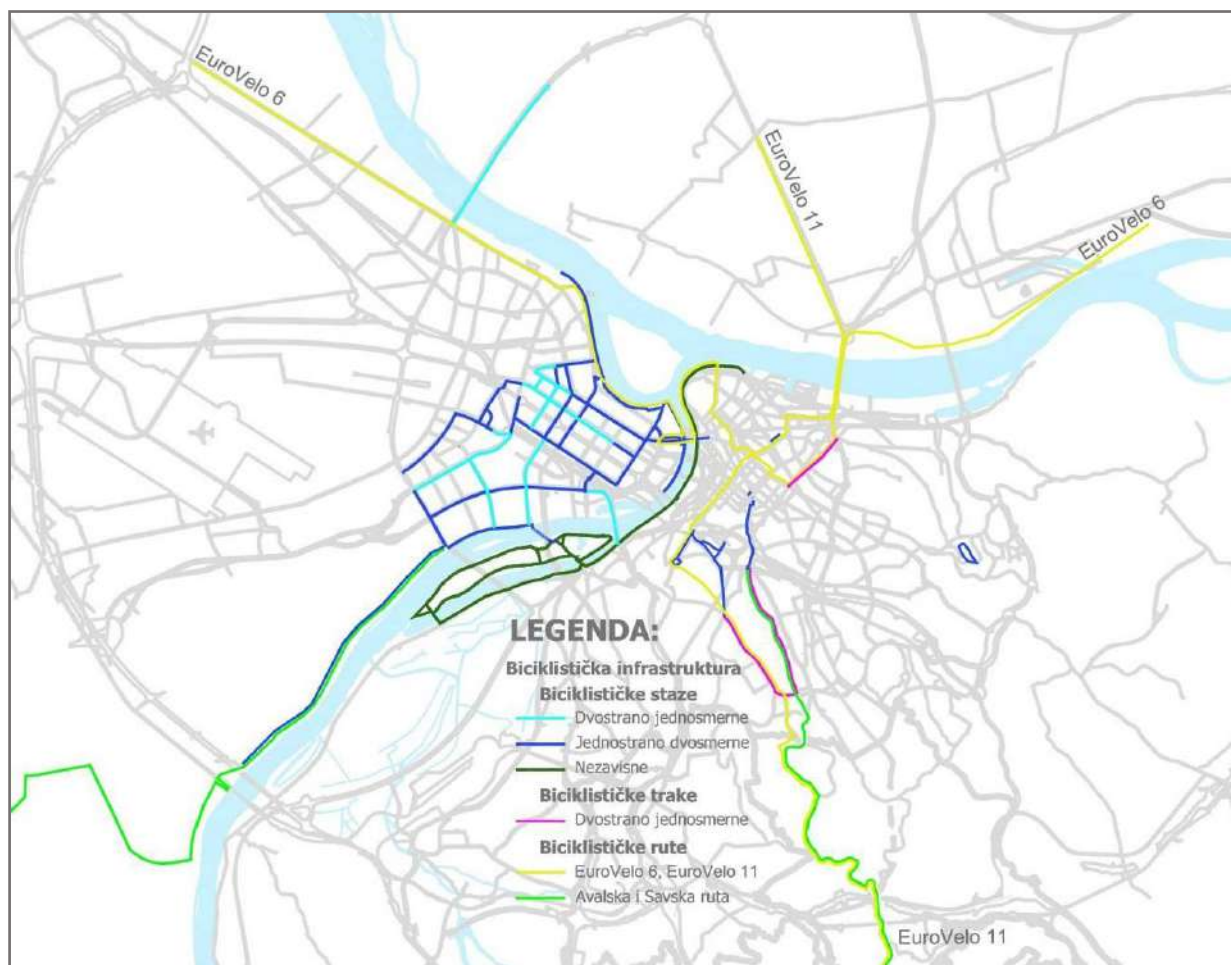
1.10. НЕМОТОРИЗОВАНА КРЕТАЊА

Унапређење пешачког и бициклистичког саобраћаја и повећање удела немоторизованих кретања у видовној расподели је један од основних задатака и циљева развоја одрживих урбаних транспортних система. Према расположивим подацима немоторизована кретања на територији града Београда (подручје ГУП-а) узимају удео од око 25% укупних кретања свим видовима транспорта.

Бицикл као превозно средство има историју дугу два века, но техничко-технолошки напредак и развој аутомобилске индустрије, учинио је да његова употреба буде маргинализована и сведена на рекреацију и слободно време. Значајне предности које бицикл има у односу на моторизоване транспортне могућности, али и пешачење, биле су неоправдано занемарене у протеклом периоду. Иако је учешће бициклистичког саобраћаја у видовној расподели на подручју ГУП Београда скромно и износи мање од 1% у укупној расподели кретања, може се рећи да постоји потенцијал за његову употребу у свакодневним кретањима. Две трећине путовања у Београду има просечну дужину краћу од 30 минута, а скоро 16% кретања је мање од 10 минута.



Топографија терена погодна је за ширење бициклистичког саобраћаја на територији Новог Београда и Земунa. Центар града је са мање повољним карактеристикама у овом погледу, али и даље у прихватљивим границама за савладавање конфигурације терена. Климатски услови на територији града се одликују умерено континенталном климом, са не претерано оштрим зимама и релативно кратким периодима ниских и високих температура. Просечна годишња температура се креће у распону између 12,3 и 14,2 степена Целзијуса. Важна климатска карактеристика Београда је присуство југоисточног ветра - кошаве, нарочито израженог у јесењем и зимском периоду, чији снажни удари могу бити отежавајући фактор у коришћењу бицикла. Географски положај и климатски услови омогућавају несметано коришћење бицикала у периоду од 8-9 месеци годишње, при чему се може користити и у зимском периоду у зависности од количине падавина. Такође, десетоминутна изохрона даје предност бициклистичком саобраћају имајући у виду карактеристике кретања и просечне дужине путовања у Београду.



Постојећа мрежа бициклистичких стаза, трака и рута на подручју ГУП-а града Београда

Изграђене и уређене бициклистичке стазе налазе се углавном на Новом Београду и уз обале река Саве и Дунава: бициклистичка стаза од Марине Дорћол до Аде Циганлије (7,5 km); бициклистичка стаза од Аде Циганлије - око језера (око 8 km) и бициклистичка стаза и траке, дужине око 50 km, кроз блокове на Новом Београду. У скорије време бициклистичке траке изграђене су и у старом делу града, на Булевару ослобођења, Тргу Славија, Рузвелтовој улици, итд.

Дефинисане су и две бициклистичке руте на територији града: Авалска и Савска рута са пратећим елементима. Кроз Београд воде и два "EuroVelo" коридора, као делови Европске бициклистичке мреже – коридор EuroVelo 6 (Атлантски океан– Црно море) и коридор EuroVelo 11 (Источна Европа).



Постојећа мрежа бициклическе инфраструктуре, која обухвата стазе, траке и бициклическе руте је укупне дужине око 202 km (од тога 99 km бициклических рута). Идеја увођења система јавних бицикала у Београду постоји већ дужи низ година, а појављује се кроз различите облике планске и пројектне документације. Постојећи капацитети елемената за паркирање бицикала су: на 50 локација "П" профила укупног капацитета 243 паркинг позиције и на 54 локације "чешљеви" укупног капацитета 61 паркинг место.

Важећа законска регулатива и саобраћајни прописи за територију Републике Србије нису у довољној мери обухватили бициклическу инфраструктуру и њене елементе. Због недостатка потребних података за пројектовање бициклическе инфраструктуре, до сада су најчешће коришћена искуства других земаља, пре свега европских, што за последицу има различитости у одабиру пројектних елемената, а самим тим и неусаглашеност у погледу примењених решења на мрежи.

Пешачка кретања представљају најзаступљенији транспортни вид управо због чињенице да свако кретање започиње и завршава се пешачењем. Према расположивим подацима за подручје дефинисано ГУП Београда, пешачење је заступљено са 24,4% у укупној видовној расподели кретања. У наредном периоду очекује се смањење учешћа пешачких кретања услед повећане моторизације и коришћења путничког аутомобила.

У Београду, процентуална заступљеност путовања чија је просечна дужина краћа од 10 минута износи 15,8%, док су путовања у трајању до 30 минута заступљена са чак 64,5%. Пешачки саобраћај је веома интензиван у старом делу града, центру Београда, центру Земунa, дуж обала Саве и Дунава, на Ади Циганлији и другим туристичким и рекреативним локацијама у Београду (нпр. Авала, парк шума Звездара, Кошутњак, итд.), као и у централним деловима приградских општина. У важећим планским документима пешачки саобраћај је третиран на веома ниском нивоу детаљности, који дефинитивно не може да одговори на захтеве одрживог урбаног планирања.

У оквиру Плана генералне регулације Београда пешачке површине (стазе и тротоари) су дефинисане као: "саставни елемент попречног профила свих градских саобраћајница. Оне се обавезно физички издвајају у посебне површине, заштићене од осталих видова моторног саобраћаја, изузев код интегрисаних улица." У постојећем стању уочене су веома велике разлике у уређењу урбаних простора на територији града. Удаљавањем од централног градског језгра ка периферији, али и унутар блокова насеља у ширем центру, може се приметити потпуно другачији визуелни идентитет јавних простора у које свакако спадају и пешачке комуникације. Неретко ови простори имају више атрибута руралног него урбаног подручја, како са аспекта саобраћајног уређења, тако и са аспекта урбанистичког уређења уопште.

Инфраструктура намењена немоторизованим корисницима је често узурпирана паркираним возилима, неадекватно позиционираним елементима комуналне инфраструктуре и лошим решењима партерног уређења (баријере и денивелације у хоризонталној равни), чиме се нарушава њена функција, угрожава безбедност пешака и деградира естетика простора. Једна од основних карактеристика пешачких површина у Београду је разноликост у погледу ширине, хоризонталне и вертикалне сигнализације, и мобилијара, али и непостојање тротоара на великом броју саобраћајница. Када се посматра заступљеност различитих учесника у саобраћају у укупном броју настрадалих лица у саобраћајним незгодама, 25% погинулих лица и 14% повређених лица чине пешаци. Број незгода са пешацима указује на учестале проблеме који су свеprisутни на мрежи путева и улица.



1.11. ПРИСТУПАЧНОСТ

Мобилност која се огледа у остварењу могућности за кретање, једна је од основних животних потреба сваког појединца. Особе са смањеном мобилношћу и функционалним сметњама представљају део популације коме, приликом планирања и обликовања окружења, треба посветити посебну пажњу. Њихово укључивање у свакодневни живот пре свега зависи од изграђеног окружења, које за њих може представљати препреку. Због таквих препрека овим особама су често ускраћена њихова основна животна права, јер се практично свуда сусрећу с несавладивим и тешко премостивим тешкоћама.

На територији Београда живи око 95.000 људи са неким обликом инвалидитета. Такође, старије особе су у укупној популацији града заступљене са око 18%, са значајним трендом раста као последицом демографског старења целокупног становништва на територији државе. Када се овом броју додају и остале рањиве категорије са повременим умањеном мобилношћу, јасно је да се ради о популацији величине мањег града, којој се мора пружити могућност за равноправно учешће у саобраћају.

Особе са инвалидитетом које не живе у установама, старости 15 и више година, Попис 2011

Врста проблема						УКУПНО
Вид	Слух	Ход/ Пењање	Памћење/ Концентрација	Самосталност	Комуникација	
37.416	23.029	57.430	13.878	13.602	8.208	94.920

Особе са смањеном мобилношћу и функционалним сметњама имају различите потребе у односу на окружење и саобраћај. Ради се о веома хетерогеној врсти корисника, пре свега у погледу карактера и узрока ограничења, али и по старосној доби, полу, степену образовања и др. при чему треба имати у виду да велики број њих има више од једног хендикепа. Тешкоће које се јављају у кретању су пре свега последица: неадекватне приступачности, недовољне пространости, сложеног окружења, контрадикторних решења и сл.



Примери лошег прилагођавања окружења особама са смањеном мобилношћу



Особе које се отежано крећу на путу до својих циљева често имају проблема због лоше приступачности окружења. Било да је то због степеница без косих рампи или сувише стрме косе рампе, или пак због сувише уске или клизаве површине. Лоша приступачност је проблем како унутрашњег тако и спољашњег окружења. Недовољна пространост као што су: уске пешачке површине, паркинг места која су прилагођена инвалидима али немају одговарајуће димензије, аутобуска стајалишта, савладавање висинских разлика и друго, могу представљати проблем и у саобраћајном окружењу.

Код уређења окружења треба имати у виду да једно решење које је наизглед најповољније за једну групу особа с функционалним сметњама, другој групи може представљати извор проблема. Такав пример је спуштање ивичњака на пешачким прелазима. Мада је такво решење погодно за особе у инвалидским колицима, оно може бити збуњујуће за слепе који своју путању опицавају штапом, па се може десити да не распознају разлику између пешачке и путне површине. Најчешћи проблеми, са којима се сусрећу особе са смањеном мобилношћу везани су за следеће елементе инфраструктуре: тротоаре, пешачке стазе и ивичњаке, пешачке прелазе, раскрснице, паркиралишта, пасареле, подземне пролазе, јавни превоз и терминусе, транспортне терминале, лифтове, урбани мобилијар, и сл. У протеклом периоду направљен је помак у погледу унапређења приступачности за кориснике са смањеном мобилношћу, највише у централном градском подручју. Побољшања, нису доследно и континуирано спроведена на целој територији градског подручја, већ су углавном у центру града, док се у већем делу града ове особе и даље крећу веома отежано услед неадекватних архитектонских и саобраћајних решења.



Примери доброг прилагођавања окружења особама са смањеном мобилношћу



1.12. ЖИВОТНА СРЕДИНА

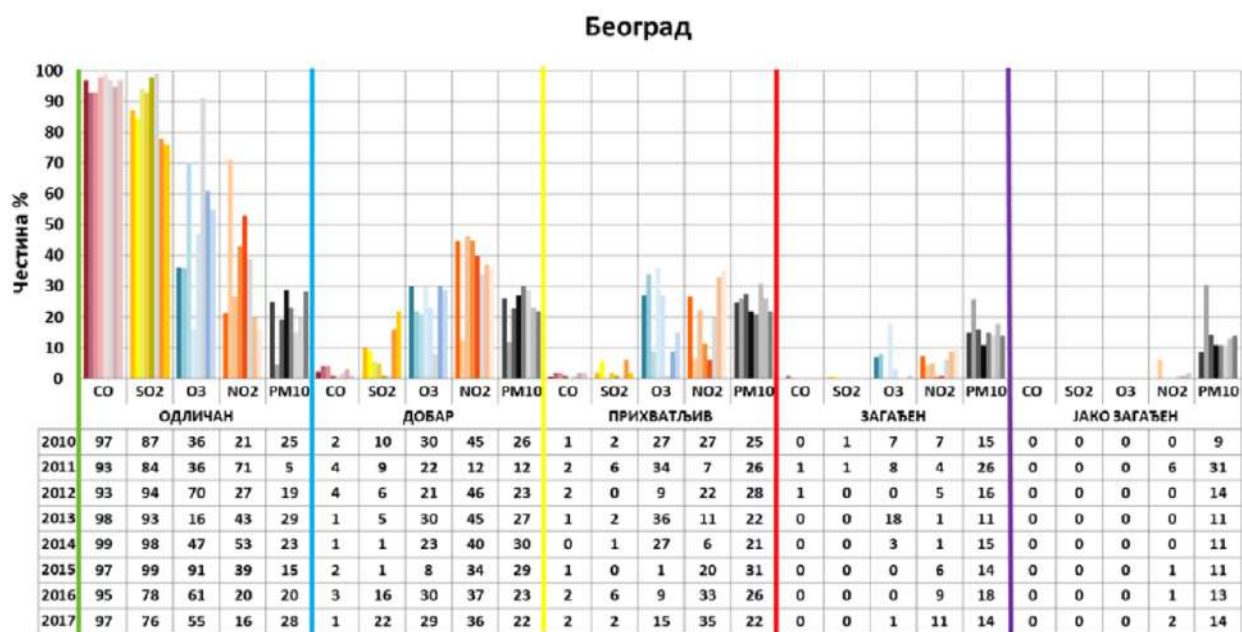
Услови животне средине су један од ограничавајућих фактора приликом избора вида транспорта: бициклизам и пешачење, комбиновани са ефикасним јавним превозом, представљају преференцијалан избор у условима прихватљивог квалитета ваздуха и у периодима без екстремних временских догађаја. Мониторинг квалитета ваздуха у Београду, у оквиру послова заштите и унапређења животне средине, обавља Секретаријат за заштиту животне средине града Београда. Такође, републичка Агенција за заштиту животне средине (SEPA) у оквиру државног програма мониторинга прикупља, обрађује и објављује податке за агломерацију Београд.

Мерења се врше путем мреже аутоматских и полуаутоматских мерних станица Градског завода за јавно здравље. Системом мониторинга обухваћене су загађујуће материје из ложишта, индустријских постројења и моторних возила. У периоду обухваћеном годишњим извештајима, према подацима са аутоматских мерних станица, видљиви су трендови опадања емисија појединих загађујућих материја (чађ), али су евидентирана прекорачења толерантних вредности за честично загађење (PM₁₀) и азот-диоксид (NO₂). Због тога је квалитет ваздуха у Београду разврстан у III категорију: прекомерно загађен. Индекс квалитета ваздуха SAQI₁₁ ближе описује стање квалитета ваздуха. Класе "одличан", "добар" и "прихватљив" описују концентрације загађујућих материја у оквиру I категорије квалитета ваздуха. Критичне вредности за индикативне загађујуће материје дате су у табели (у µg/m³). У класи загађеног ваздуха, као узрочници доминирају PM₁₀ (11-26%) и NO₂ (1-11%), а учестало се јавља и приземни озон (O₃), у 1-18% случајева.

Период осредњавања	Загађујуће материје	ГВ, µg/m³	ТВ, µg/m³	ОДЛИЧАН			ДОБАР			ПРИХВАТЉИВ			ЗАГАЂЕН			ЈАКО ЗАГАЂЕН	
24h	SO ₂	125		0,0	-	50,0	50,1	-	50,0	75,1	-	125,0	125,1	-	187,5	>	187,5
	NO ₂	85	125	0,0	-	42,5	42,6	-	60,0	60,1	-	85,0	85,1	-	125,1	>	125,0
	PM ₁₀	50	75	0,0	-	25,0	25,1	-	35,0	35,1	-	50,0	50,1	-	75,0	>	75,0
	CO	5000	10000	0,0	-	2500	2501	-	3500	3501	-	5000	5001	-	10000	>	10000
	O ₃ -8h max	120		0,0	-	60,0	60,1	-	85,0	85,1	-	120,0	120,1	-	180,0	>	180,0

Индекс квалитета ваздуха SAQI₁₁

Ниво буке у животној средини прати се континуирано у току 24 сата, два пута годишње у сезонским циклусима, према Програму мерења нивоа буке у животној средини на територији Београда. Мерења врши Градски завод за јавно здравље, а податке обрађује и објављује Секретаријат за заштиту животне средине на месечном и годишњем нивоу. Евидентирају се статистички нивои буке и еквивалентни ниво буке, у три мерна режима (дан, вече и ноћ), на 35 локација. Бука у Београду потиче највећим делом од саобраћаја, док су индустрија, мала привреда, грађевинске и друге активности од мањег значаја.



Структурна оцена квалитета ваздуха у агломерацији Београд, у периоду 2010-2017.

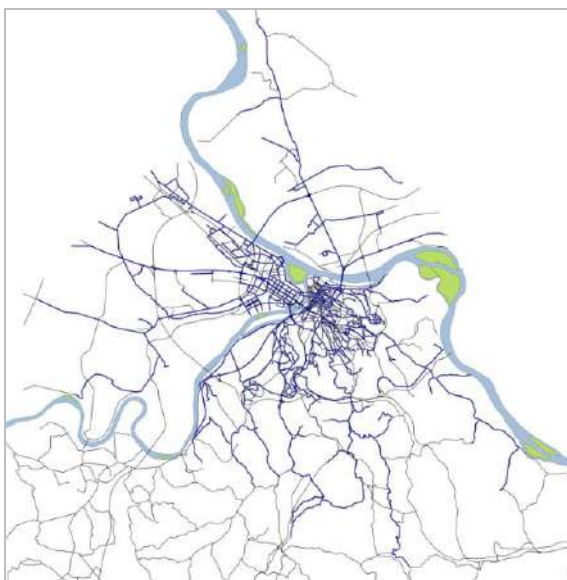


1.13. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА СИСТЕМА ЈГТП

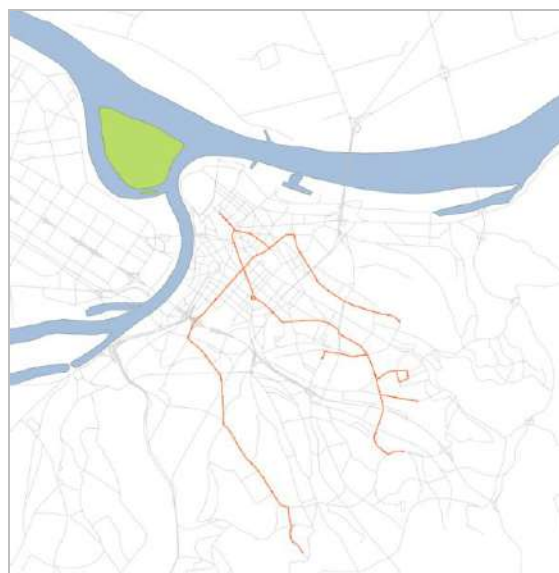
Тржиште транспортних услуга система јавног градског транспорта путника, генерално посматрано, може се окарактерисати као веома атрактивно тржиште са великим потенцијалом. Учешће система јавног градског транспорта путника у Београду у укупном броју остварених путовања износи око 50%, што га сврстава у ред најатрактивнијих тржишта са аспекта учешћа система ЈГТП ². Ако се узме у обзир да у Београду пешачење учествује са 24,25% уочава се да Београђани заједно са системом јавног градског транспорта путника имају на располагању одрживо, целовито и кохерентно решење реализације транспортних потреба, односно београдски транспортни систем обезбеђује својим корисницима тзв. услугу комбиноване мобилности, одрживим и еколошко подобним системима.

Организација, управљање, мрежа линија

Организација и управљање целином система јавног транспорта путника у Београду је у надлежности градске управе односно Секретаријата за јавни превоз. Највећи и стратешки превозник у систему је јавно комунално предузеће ГСП "Београд". Поред ГСП "Београд" значајно учешће на тржишту има и група приватних превозника ангажована искључиво у аутобуском подсистему јавног транспорта путника. Транспортна мрежа система јавног градског транспорта путника, састоји се од интегрисане мреже линија свих подсистема јавног транспорта. Структуру постојеће мреже линија, чине четири подсистема: трамвајски, тролејбуски, аутобуски и подсистем градско-приградске железнице (БГ:воз). У посматраном временском пресеку (април 2019. године) у систему активно функционише 171 линија свих наведених подсистема, и то: трамвајски подсистем – 11 линија, тролејбуски подсистем – 7 линија, аутобуски подсистем – 151 линија, подсистем градско-приградске железнице (БГ:воз) – 2 линије.

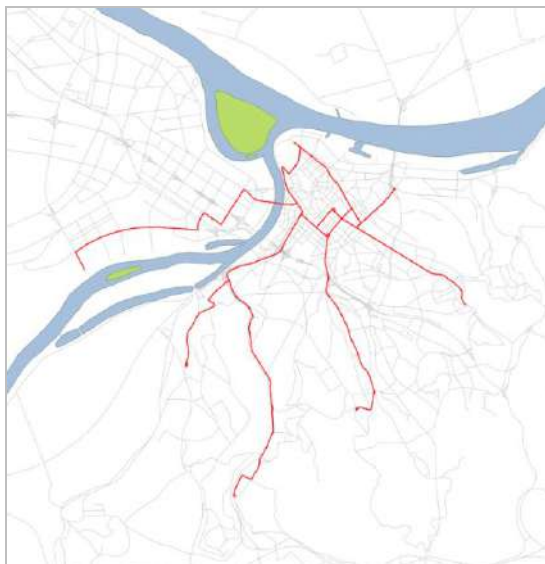


Аутобуска мрежа линија

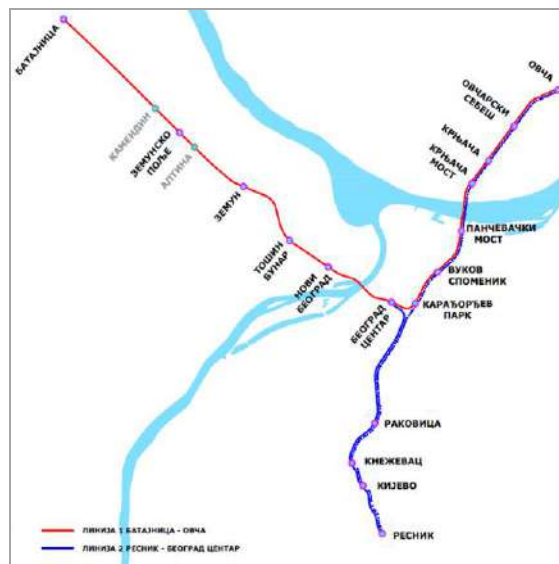


Тролејбуска мрежа линија

² Учешће система ЈГТП у сличним градовима износи: Праг-43%, Будимпешта-44%, Беч-34%, Минхен-22%, итд.



Трамвајска мрежа линија



Мрежа линија БГ:воз

Статичке карактеристике мреже линија

У систему су најзаступљеније линије периферног типа које повезују периферне делове града са сателитским насељима са учешћем од 39,18%, као и радијалне линије које повезују централну градску зону са периферним деловима града са учешћем од готово 32,75% у укупном броју линија. Осталих 40 линија су по типу трасе дијаметралне (њих 25) – повезују два периферна дела града пролазећи кроз централну градску зону са учешћем од 14,62% и тангенцијалне (њих 15) – повезују периферне делове града тангирајући централну градску зону (8,77%). Најмање заступљен тип линије су кружне линије којих има 8, односно 4,68%.

Структура типова линија према положају трасе у односу на централно градско подручје

Тип трасе	ГСП "Београд"		Приватни превозници (ПП)		УКУПНО	
	Број линија	Учешће [%]	Број линија	Учешће [%]	Број линија	Учешће [%]
Радијалне	34	31,48	22	34,92	56	32,75
Дијаметралне	19	17,59	6	9,52	25	14,62
Тангенцијалне	6	5,56	9	14,29	15	8,77
Кружне	5	4,63	3	4,76	8	4,68
Периферне	44	40,74	23	36,51	67	39,18
УКУПНО	108	100	63	100	171	100

Највеће учешће у укупној дужини мреже линија, од чак 90,67%, имају линије аутобуског подсистема (сумарно приградске и градске). Као и код дужине линија и у погледу укупног броја стајалишта која опслужују, аутобуске линије такође имају највеће учешће (скоро 90%), а најмање линије градско-приградске железнице (БГ:воз). Просечно међустанично растојање на линијама у систему јавног градског транспорта у Београду износи 639 m. Средња експлоатациона дужина линије са окретницама је најмања за тролејбуски подсистем и износи 7.977 m, а најдужа за приградске линије аутобуског подсистема – 16.605 m. Трамвајски и аутобуски подсистем (градске линије) имају приближну вредност средње експлоатационе дужине линије (11.345 и 12.489 m). Подсистем градско-приградске железнице има средњу експлоатациону дужину линије 23.600 m.



Основне статичке карактеристике мреже линија

Ред. бр.	Подсистем	Дужина линија L_{sm} (m)		Просечно учешће (%)	Број стајалишта n_{sm}		Просечно учешће (%)	Просечно међустанично растојање L_{sm} (m)	Средња експлоатациона дужина линија L_{sm} (m)
		А смер	Б смер		А смер	Б смер			
1	БГ:воз	40.600	40.600	1,74	21	21	0,52	2.426,00	20.300,00
2	трамваји	122.228	123.065	5,25	263	264	6,58	483,45	11.149,68
3	тролејбуси	54.458	54.732	2,34	118	124	3,02	474,89	7.799,29
4	аутобуси	2.138.294	2.093.864	90,67	3.624	3.571	89,87	635,16	14.202,43
УКУПНО СИСТЕМ		2.355.580	2.312.261	100,00	4.026	3.980	100,00	639,79	14.052,68

Динамичке карактеристике мреже линија

Елементи функционисања линије су елементи којима се линије квантитативно дефинишу у времену. Максимални број ангажованих возила у систему је 1.341 (поподневни вршни период, од 15 до 16 часова) од чега је 1.119 аутобуса (83,45% од укупног броја), 109 трамваја, 100 тролејбуса и 13 композиција БГ:воза. У оквиру система јавног транспорта путника у Београду реализује се **26.140 полазака** у радном дану, од чега се преко 84% реализује аутобуским подсистемом, односно 21.968 полазака који се реализују на градским и приградским аутобуским линијама. Тролејбуским и трамвајским подсистемима реализује се 2.172 полазака што представља 8,13% односно 1.834 (7,02%) респективно, од укупног броја полазака у систему. Максимална дневна вредност бруто капацитета радним даном износи 3.616.695 места/дан. Од септембра месеца 2016. године у систему јавног градског транспорта путника у Београду функционише и линија на којој раде аутобуси на електрични погон. Линија ЕКО1 - Вуков споменик - Насеље Belville је дијаметрална линија која повезује стари и нови део града.

Основне динамичке карактеристике мреже линија у Београду

Подсистем	БГ:воз	трамваји	тролејбуси	аутобуси	УКУПНО
Број линија	2	11	7	151	171
N_{max}	13	109	100	1119	1.341
Учешће (%)	0,97	8,13	7,46	83,45	100
f	168	1834	2171	21.968	26.141
Учешће (%)	0,64	7,02	8,3	84,04	100
m	598	227.869	133.375	127.857	1087.101
C	100.464	417.912	2.89.556	2.808.763	3.616.695
Учешће (%)	2,78	11,56	8,01	77,66	100
H	...	1.633,63	1.443,85	17.822,44	20.344,34
BTR_1	3.549	21.628,99	17.522,11	318.423,59	361.123,69
Учешће (%)	0,98	5,99	4,85	88,18	100
BTR_2	2.122.302	4.928.572	2.337.007	40.712.606	50.100.487,00
Учешће (%)	4,24	9,84	4,66	81,26	100

Легенда: N_{max} [возила] – макс. број возила
 f [полазака/дан] – полазака на дан
 C [места/дан] – дневни капацитет
 H [h/дан] – часови рада

m [места/возилу] – просечан број места по возилу
 BTR_1 [возило*km/дан] – бруто транспортни рад
 BTR_2 [места*km/дан] – бруто транспортни рад

Параметри квалитета транспортне мреже

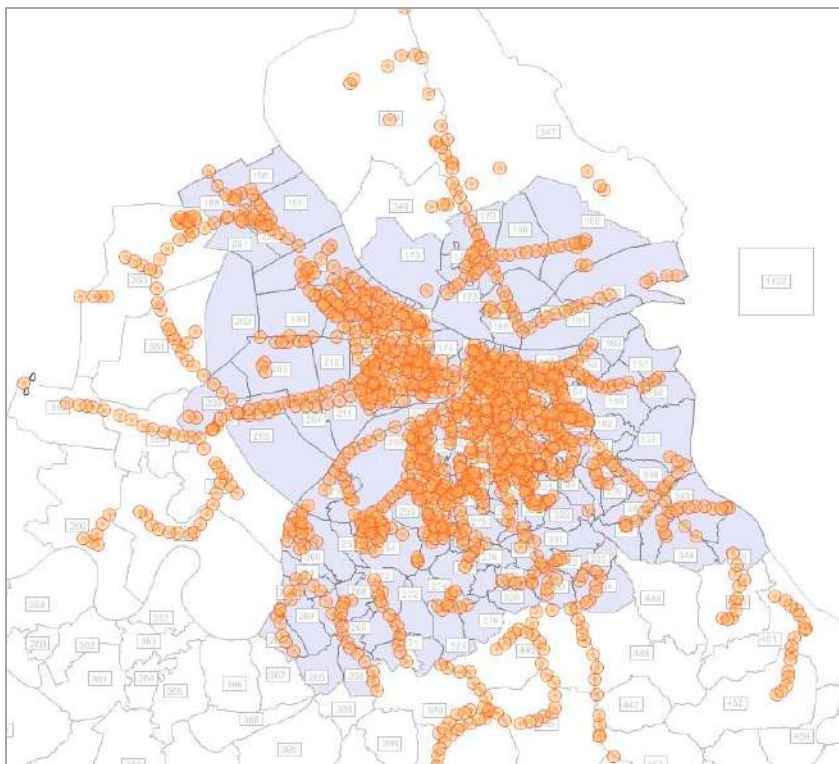
Са експлоатационом дужином од 4.068.748 m и грађевинском дужином од 2.110.350 m, мрежа линија јавног транспорта путника у Београду има изузетно високу густину од чак 5,256 km/km². Линијски коефицијент, који представља однос експлоатационе дужине мреже и укупне дужине транспортне мреже износи 0,578 и при томе сваком становнику на располагању је око 0,003 km мреже. Коефицијент пешачке доступности износи чак 0,7451 за радијус гравитационог подручја стајалишта од 400 m (следећа слика). Од око 77.500 ha



површине града обухваћене Генералним планом и опслужене линијама система ЈГТП, чак 57.700 ha налази се у поменутом подручју утицаја неке од линија јавног градског транспорта. Ако се зна да грађевинска површина по Генералном плану износи око 57.000 ha, то значи да је опслуженост линијама изграђених површина практично једнака 100%. Просечно време путовања у систему износи 32,816 минута за дужину путовања од око 7,2 km у просеку. О усклађености транспортне мреже са реалним захтевима говоре три показатеља. Коефицијент директности износи 0,628, што значи да тек сваки трећи путник преседа, односно просечан број преседања на нивоу система износи 1,46.

Параметри квалитета мреже линија

Ред. бр.	Параметар	Ознака и јединица мере	Вредност
1.	Грађевинска дужина мреже	L_{mg} [m]	2.110.350
2.	Експлоатациона дужина мреже	L_m [m]	4.667.841
3.	Коефицијент преклапања (разгранатости) мреже линија	K_z [km/km]	2,212
4.	Коефицијент расположивости мреже линија	A_L [km/становнику]	$\approx 0,003^*$
5.	Коефицијент густине мреже линија (експлоатациона)	K_L [km/km ²]	6,030
	Коефицијент густине мреже линија (грађевинска)		2,726
6.	Коефицијент обухвата мреже линија - Линијски коефицијент	K_o [km/km]	0,578
7.	Коефицијент прилагођености мреже линија	K_p [--]	1,899
8.	Коефицијент искоришћење мреже линија	K_m [путника/km]	7,707
9.	Пешачка доступност мреже линија	K_{pd} [km ² /km ²]	0,745
10.	Коефицијент директности	K_d [--]	0,628
11.	Просечно време путовања	T_p [минута]	32,816
12.	Коефицијент прилагођености мреже	K_{pl} [--]	1,899
13.	Просечан број преседања	B_p [--]	1,460



Доступност мреже линија система јавног градског транспорта путника



Карактеристике транспортних захтева

Систем јавног градског транспорта путника укупно превезе **2.533.418** путника у току радног дана. Најзначајнији подсистем је аутобуски са учешћем од 83,20%, док је учешће електро подсистема (трамвајски, тролејбуски, градска железница-БГ:воз) на ниском нивоу од само 16,80%. Исто учешће је и у реализованом транспортном раду, који на нивоу система износи 10.007.992,34 путник*km/дан. Средња дужина вожње у систему јавног градског транспорта путника у Београду износи 3,77 km.

Карактеристике транспортних захтева и оствареног транспортног рада по подсистемима

Подсистем	Број превезених путника - Р		Нето транспортни рад - NTR ₂	
	путника/дан	%	путник*km/дан	%
трамвајски подсистем	237.844,00	9,39	595.988,91	9,39
тролејбуски подсистем	160.573,00	6,34	387.690,53	6,34
аутобуски подсистем - укупно	2.107.803,00	83,20	8.697.910,21	83,20
аутобуски подсистем – град	1.727.209,00	68,18	6.267.145,86	62,62
аутобуски подсистем - приград	380.594,00	15,02	2.430.764,35	15,02
БГ:воз	27.198,00	1,07	326.402,70	1,07
Систем - УКУПНО	2.533.418,00	100,00	10.007.992,34	100,00

Јутарњи вршни час је од 7 до 8 часова, када се превезе готово 175.000 путника (око 7%). Поподневни вршни сат обухвата период од 16 до 17 часова, у коме се превезе и преко 200.000 путника. Радним данима у часовној неравномерности одступања скоро да и не постоје јер износе 1-2%. Суботом су захтеви нижи скоро за петину (коефицијент неравномерности 0,786), док се недељом превезе око 38% путника мање у односу на радни дан.

Интеграција у систему ЈГТП

Интеграција у систему јавног градског транспорта путника представља један од основних циљева развоја система у непосредној будућности и има за циљ стварање вишег нивоа квалитета услуга у реализацији урбане мобилности, односно атрактивније, једноставније и квалитетније коришћење система јавног градског транспорта путника од стране његових корисника. Постоје три различита аспекта са којих се може посматрати интеграција у систему јавног градског транспорта путника: физичка интеграција, тарифна интеграција и логична интеграција.

Физичка интеграција у оквиру сваког од заступљених подсистема у систему ЈГТП, реализује се на трасама линија, а степен интеграције се одређује процентуалним учешћем заједничких деоница дуж траса линија истог подсистема (коефицијент преклапања траса). Широко развијена мрежа градско-приградских линија система ЈГТП у Београду, опслужује својом транспортном понудом терминале и стајалишта осталих видова јавног транспорта путника, блиским локацијама стајалишта линија са овим терминалима или потребним линијама система ЈГТП које повезују терминале са одређеним градским зонама. Систем јавног градског транспорта путника у Београду у овом тренутку не поседује планску и значајну реализацију интеграције подсистема са путничким возилима – системи "Park and Ride" и др. (осим на паркиралишту у улици Владимира Поповића), што истовремено представља значајан недостатак мреже. За сад нису искоришћене ни могућности увођења система "Bike and Ride", иако је бициклизам све више заступљен у транспортном систему града. Основни циљ **тарифне интеграције** је стварање услова корисницима за једноставно коришћење система, ефикасна и економична реализација путовања од "врата до врата" куповином само једне карте. Тарифна интеграција између подсистема јавног градског транспорта путника доприноси динамичности система јавног транспорта путника и директно утиче на видовну расподелу моторизованих кретања у граду, јер повећава број



корисника система. У систему ЈГТП у Београду постигнута је потпуна тарифна интеграција између свих подсистема, јер у реализацији мобилности корисници система могу реализовати путовање свим постојећим подсистемима транспорта путника коришћењем неке од расположивих карата из тзв. система БУС ПЛУС. **Логичка** интеграција има за циљ да информише путника о могућностима система, опцијама у систему, да максимално афирмише систем јавног градског транспорта путника и представља изузетно снажан елемент подршке остварењу пуне користи физичке и тарифне интеграције.

Депои за возила

У систему јавног градског транспорта путника у Београду постоји око 20 депоа (ауто база) просторно лоцираних у ширем урбаном подручју града. У оквиру транспортно – пословног система ГСП "Београд" постоје 4 аутобуска депоа (Карабурма, Космај, Земун и Нови Београд), 2 трамвајска депоа (Нови Београд и Дорћол) и 1 тролејбуски депо (Дорћол).



Трамвајско-тролејбуски депо - Дорћол



Аутобуски депо – Нови Београд



Аутобуски депо - Карабурма



Аутобуски депо – Космај



Трамвајски депо - Нови Београд



Терминуси

Возила система јавног градског транспорта путника на градској и градско-приградској мрежи линија користе укупно 141 терминус. Највећи број терминуса је у функцији аутобуског подсистема (122), на 2 терминуса терминирају само тролејбуске, на 5 терминуса искључиво трамвајске линије и на 3 терминуса подсистем градско-приградске железнице (БГ:воз). У систему постоји и 10 мултимодалних терминуса, од чега су 5 тролејбуско-аутобуски и 5 трамвајско-аутобуски. Најоптерећенији су терминуси у централној градској зони (Зелени венац, Студентски трг и Трг Републике) и терминуси на којима се врши трансфер путника са приградских на градске линије, односно терминуси Баново брдо, Газела/Београд на води (раније Главна железничка станица), Омладински стадион и Устаничка (следећа табела). Класични терминуси на мрежи линија градско-приградске железнице - БГ:воза (Батајница, Овча и Ресник) имају и функцију железничких станица. Такође, један од важних аутобуских терминуса са којих полази већина приградских аутобуса је Београдска аутобуска станица БАС. Претходни приградски терминус који је био у склопу аутобуске станице ЛАСТА је функционално интегрисан у пословни систем БАС.

Број терминуса по подсистемима

Врста терминуса	Аутобуски	Трамвајски	Тролејбуски	Аутобуско-трамвајски	Аутобуско-тролејбуски	БГ:воз
Број терминуса	122	5	2	5	5	3



Терминус "УСТАНИЧКА"

Стајалишта и станице

На мрежи градских и градско-приградских линија постоји 2.715 стајалишта. У односу на коришћење стајалишта од стране појединих подсистема градског транспорта путника, највећи број стајалишта (око 94%) користи искључиво један подсистем. Од укупног броја стајалишта око 6% стајалишта су заједничка за више подсистема (аутобуско-трамвајски односно аутобуско-тролејбуски подсистеми). У систему градско-приградске железнице 7 стајалишта предвиђених за измену путника су класична стајалишта (Себеш, Крњача мост, Вуков Споменик, Карађорђево Парк, Тошин Бунар, Кнежевац и Кијево). Остале карактеристичне тачке на линијама БГ:воза имају статус железничких станица и/или распутница и укрсница (укупно 10). У току 2018. године из савског амфитеатра измештена је функција железничке станице Београд (тзв. Главна железничка станица) на станице Нови Београд и Београд Центар. **Железничка станица Нови Београд** поседује 5 колосека корисне дужине од 560 m до 710 m и 6 перона дужине по 450m. Станица Нови Београд нема станични објект. Железничка станица Нови Београд је изузетно добро физички интегрисана са мрежом линија трамвајског и аутобуског подсистема. Иако је у експлоатацији од 1970. године станица није инфраструктурно комплетирана. Железничка станица **Београд Центар** је лоцирана у зони тзв. Прокопа. У станицу Београд Центар сливају се три двоколосечне пруге и планирано је да у станици буде 10 колосека. Станица Београд Центар



је лоше физички интегрисана са системом јавног градског транспорта путника, што још увек представља кључну баријеру за њену интензивнију експлоатацију и чини је просторно недоступном.

Укупан број стајалишта по подсистемима

Врста стајалишта	Аутобуси	Трамваји	Тролејбуси	Аутобуси и трамваји	Аутобуси и тролејбуси	БГ:воз
Број стајалишта	2.412	119	23	73	81	7

Возила

Носилац јавног градског транспорта у Београду је ГСП "Београд" који самостално организује транспорт на трамвајским и тролејбуским линијама, а поседује и највећи аутобуски возни парк. У априлу 2019. године, возни парк ГСП "Београд" располаже са 1.147 возном јединицом, и то: 240 трамваја (169 зглобна, 2 соло, 39 трамвајских приколица и 30 модуларних), 126 тролејбуса (104 соло и 22 зглобна), 735 аутобуса (279 соло, 451 зглобни и 5 Е-буса) и 46 минибуса за уговорени превоз и превоз особа са посебним потребама. Просечна старост возног парка ГСП "Београд" је најнижа за аутобуски подсистем (10,78 година) док је највиша за трамваје, скоро 27 година просечно. Број возила у инвентару приватних превозника износи 605 возила и то: 47 минибуса, 524 соло аутобуса и 34 зглобна аутобуса. На линијама градско-приградске железнице користе се углавном електро-моторне гарнитуре које имају могућност мултиплицирања.

Укупан инвентарски број возила и просечна старост аутобуског подсистема

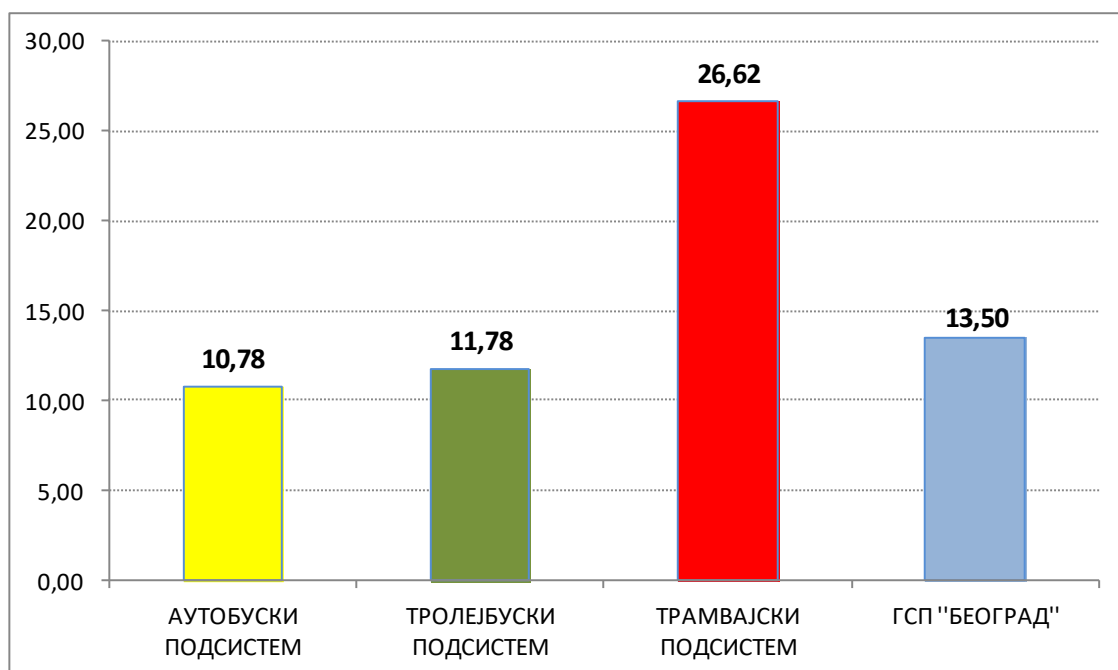
ТИП ВОЗИЛА НАЗИВ ПРЕВОЗНИКА	Зглобни аутобус	Соло аутобус	Соло електробус	Мини бус	УКУПНО возила	Просечна старост
Авала бус 500	22 (2,5)	53 (3,1)	0	0	75	2,9
Група ПП + Arriva Litas	0	454 (5,0)	0	47 (3,8)	501	4,9
Група ПП + Авала бус	12 (11,7)	17 (12,2)	0	0	29	12,0
ГСП "Београд"	451 (9,5)	279 (12,9)	5 (3,0)	46	735	10,8
УКУПНО ВОЗИЛА (просечна старост)	485 (9,3)	804 (7,8)	5 (3,0)	47 (3,8)	1340	8,2



Тролејбус - БЕЛКОММУНМАШ



Тролејбус - ТРОЛЗА



Просечна старост возног парка ГСП "Београд"



Трамвај - ČKD KT – 4



Трамвај - DÜWAG GT6



Трамвај - CAF Urbos 3



Електро-моторна гарнитура серије 412/416



1.14. ЗАКЉУЧАК И ОЦЕНА СТАЊА И ПОТРЕБА ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА

Анализа и оцена постојећег стања, као и евидентирање промена у простору по секторским областима, довела је до закључка да су планиране намене у погледу **саобраћајне инфраструктуре нереализоване** у великој мери, као и да је неадекватно развијена примарна саобраћајна мрежа и систем паркирања.

Последња **истраживања о карактеристикама** транспортног система Београда су обављена 2015. године, међутим, намена површина, матрица кретања, саобраћајна слика, степен моторизације, итд. су од тада значајно измењени и неопходно је спровести истраживања карактеристика кретања за потребе ажурирања транспортног модела.

Просечан број путовања радним даном по особи је 2,03 (2015. године) што је смањена вредност **коэффициента мобилности** у односу на 2005. годину, када је износио 2,18 кретања по становнику на дан.

Основна карактеристика београдског транспортног система је високо учешће **јавног превоза** у реализацији дневних кретања (око 50% са трендом благог пада). Путнички аутомобил и пешачење имају подједнако учешће са око 24% док је учешће бицикала испод 1% углавном у рекреативне сврхе.

У саобраћајној слици града јасно се издвајају **јутарњи и поподневни вршни часови** (8. час и 16. час) са преливањем загушења у наредне часове који су евидентни на мрежи. Око 64,5% путовања је краће од 30 минута, а 15,8% је краће од 10 минута.

Како се **степен моторизације** повећава (319 ПА/1000 становника 2018. године) са порастом стандарда, учешће у видовној расподели се неминовно мења у корист кретања путничким аутомобилима. Учесће осталих видова ће се смањивати.

Ограничења постојећег стања огледају се и у недовољној сегрегацији градског и транзитног, као и путничког од теретног саобраћаја, **недостатку алтернативних веза** у повезивању градског подручја, малој пропусној моћи примарних градских саобраћајница и негативном утицају саобраћаја на животну средину.

Из анализа спроведених у студији "СмартПлан" произилази и оцена трендова општих карактеристика саобраћајног система, која каже да се **дужина и квалитет путне мреже** мора повећати односно побољшати.

Транспортни модел Београда је потребно ажурирати и редизајнирати како би се могле анализирати и планирати мере за развој транспортног система Београда. Потребна је израда четворостепеног транспортног модела прорачуна потражње чиме би се омогућила повезаност између социо-економских података и саобраћајне потражње и обезбедили услови да будућа унапређења модела буду једноставна и транспарентна.

Иако географски положај и климатски услови омогућавају несметано коришћење бицикла у периоду од 8-9 месеци годишње, **мрежа бициклистичких стаза** је скромних капацитета и већим делом године слабих интензитета - што је последица недовршене мреже стаза и угрожене безбедности бициклиста на уличној мрежи града.

Важећа **законска регулатива и саобраћајни прописи** за територију Републике Србије нису у довољној мери обухватили бициклистичку инфраструктуру и њене елементе.

У постојећем стању уочене су веома велике разлике у уређењу урбаних простора на територији града. Удаљавањем од централног градског језгра ка периферији, али и унутар блокова насеља у ширем центру, може се приметити **потпуно другачији визуелни идентитет** јавних простора у које свакако спадају и пешачке комуникације.

У многим деловима града недостају тротоари или су "напуњени" физичким баријерама као последицом некавалитетних **решења партерног уређења**, паркираних возила,



неадекватно позиционираним елементима комуналне инфраструктуре, чиме се нарушава њена функција, угрожава безбедност пешака и деградира естетика простора.

Анализом **постојећег стања инфраструктуре**, долази се до закључка да она није развијена у мери која би гарантовала задовољење свих циљева и принципа одрживе урбане мобилности.

Приступачност и доступност свим корисницима није на задовољавајућем нивоу. Евидентно је да се свака група корисника транспортног система, било да су моторизовани или немоторизовани, суочава са недостатком слободног простора и површина за несметано кретање. Као последица оваквог стања уличне мреже, јавља се смањена атрактивност и квалитет урбаног окружења.

У свим деловима града изражен је и недостатак **простора за паркирање**, који се, када је реч о уличном паркирању, углавном решава заузимањем површина намењених осталим учесницима у саобраћају - првенствено пешацима, али и бициклистима. То за собом повлачи смањење безбедности учесника у саобраћају, смањење проточности појединих делова примарне и секундарне уличне мреже, повећање загађења, емисија гасова, потрошње енергије итд.

Број **незгода са бициклистима и пешацима** (немоторизовани учесници у саобраћају) знатно варира од године до године, што указује на непостојање или неконтинуалност у примени адекватних мера на унапређењу безбедности бициклиста и пешака на нивоу града Београда.

Уколико се у блиској будућности не предузму одговарајући кораци и мере, постојећи **транспортни систем Београда** неће бити у стању да пружи **одговарајући ниво услуге**, за град који је примарни привредни и пословни центар, у условима економског раста, повећања стопе запослености, броја радних места, размене са окружењем, повећане атрактивности за дневне мигранте, туристе, и др.

Неадекватан транспортни систем ће представљати ограничење за економски и општи развој јер неће омогућавати мобилност становника и посетилаца и неће бити уклопљен у захтеве одрживог развоја.



2. ПОСТОЈЕЋЕ СТАЊЕ СИСТЕМА СВЕТЛОСНЕ СИГНАЛИЗАЦИЈЕ У ЕКСПЛОАТАЦИЈИ НА РАСКРСНИЦАМА У БЕОГРАДУ

Код разматрања структуре и функционалности постојећег система светлосне сигнализације пажња се превасходно усмерава на континуално изграђено подручје Града (подручје у оквиру граница Генералног урбанистичког плана Београда ("Службени лист града Београда" бр. 11/16)), али се разматрају и приградске општине које административно припадају Граду Београду, а њихове сигнализационе раскрснице су у надлежности Секретаријата за саобраћај.

Такође, треба разликовати број и расподелу светлосним сигнаlima контролираних саобраћајних објеката (раскрснице, пешачке прелазе, трамвајске прелазе) од броја и расподеле контролера светлосне сигнализације, као хардверске управљачке компоненте система, које у неким случајевима контролишу и више од једног објекта.

Као најмеродавнији извор података у овој области, коришћене су расположиве табеларне, графичке и ГИС базе података Секретаријата за саобраћај (СЗС).

2.1. ПРЕГЛЕД ПОСТОЈЕЋИХ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА

На целокупној административној територији Града Београда (17 градских општина) тренутно (мај 2021. год.) постоји 687 активних светлосним сигнаlima контролираних саобраћајних објеката. На континуално изграђеном подручју Града (ГУП Београда 2016) има их 648, док се преосталих 39 налазе на територији приградских општина (Младеновац, Лазаревац, Обреновац, Сопот, Барајево и Гроцка).

Општина Града Београда	Број сигнализованих објеката
Чукарица	46
Нови Београд	124
Палилула	70
Раковица	30
Савски венац	59
Стари град	75
Сурчин	6
Вождовац	80
Врачар	46
Земун	64
Звездара	48
Барајево	2
Гроцка	6
Лазаревац	12
Младеновац	9
Обреновац	8
Сопот	2
Укупно	687

Просторни обухват	Број сигнализованих објеката	Број семафорских уређаја
Простор Града Београда	687	635
Централне општине	648	598
Приградске општине	39	37

Територијална расподела сигнализационих објеката и семафорских уређаја Града Београда



На наведених 687 саобраћајних објеката на територији Града контролу саобраћајног процеса врши 635 контролера светлосне сигнализације, будући да на појединим локацијама уређај контролише више од једног објекта (најчешће два). У оквирима саобраћајне мреже континуално изграђеног подручја Града 648 саобраћајних објекта контролише 598 контролера светлосне сигнализације.

Светлосни сигнали су у оквиру система светлосне сигнализације ангажовани на геометријски и функционално различитим објектима. Највећи број регулише и управља саобраћајним процесом на раскрсницама и на пешачким прелазима (око 97,4%), на 15 локација су имплементирани такозвани "трчећи пешаци", а на три локације "трамвајски трептачи", који возаче упозоравају на наилазак и присуство трамваја у конфликтној зони објекта (две раскрснице са кружним током: "Аутокоманда" и Карађорђева – Херцеговачка, пред зградом Београдске задруге, и једно преплитање трамвајских са осталим моторизованим токовима, у Карађорђевој улици, код Бранковог моста).

ТИП СИГНАЛИСАНОГ ОБЈЕКТА	БРОЈ ОБЈЕКТА	ТИП СИГНАЛИСАНОГ ОБЈЕКТА	БРОЈ ОБЈЕКТА	ТИП СИГНАЛИСАНОГ ОБЈЕКТА	БРОЈ ОБЈЕКТА
Раскрсница	598	Раскрсница	562	Раскрсница	36
Пешачки прелаз	71	Пешачки прелаз	70	Пешачки прелаз	1
Трчећи пешак	15	Трчећи пешак	13	Трчећи пешак	2
Трамвајски трептач	3	Трамвајски трептач	3	Укупно	39
Укупно	687	Укупно	648		
<i>град Београд</i>		<i>континуално изграђен простор Града</i>		<i>приградске општине</i>	

Расподела типова сигналисаних објеката

Што се тиче примењеног режима рада светлосних сигнала, односно у контролеру имплементиране управљачке стратегије, на континуално изграђеном подручју Београда доминира fixed time режим (на око 67,4% објеката), а на 178 објеката (27,5%) је обезбеђено детекторско управљање, мада оно на појединим од њих, из различитих разлога, није непрекидно у функцији. Адаптибилна стратегија управљања саобраћајним процесом је тренутно у оперативна у оквиру две инстанце и обухвата 20 објеката (Булевар краља Александра – 15 објеката и Карађорђева улица – 5 објеката).

РЕЖИМ РАДА СИГНАЛА НА ОБЈЕКТУ	БРОЈ ОБЈЕКТА	УЧЕШЋЕ
Адаптибилан	20	3.1%
Детекторски	178	27.5%
Fixed time	437	67.4%
Трчећи пешак	13	2.0%
Укупно	648	100.0%

Расподела типова сигналисаних објеката на континуално изграђеном простору Града

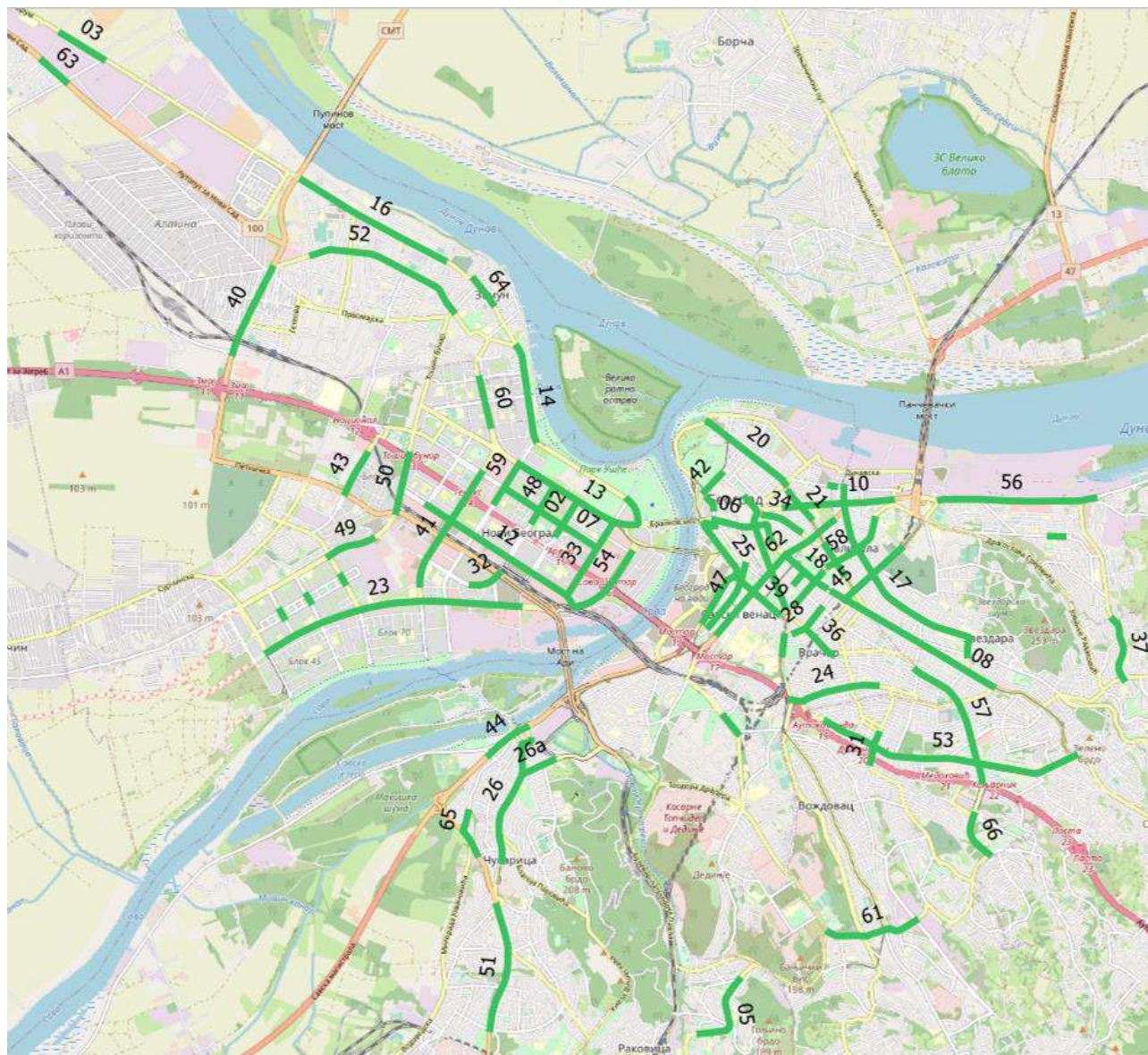
Осим режима рада појединачног семафорског контролера, на укупан ефекат управљања саобраћајним процесом на уличној мрежи изразито значајан утицај има и компонента просторне синхронизације рада суседних сигнала, односно управљачка подршка динамици тока дуж саобраћајних потеза, реализована посредством међусобне линијске координације рада сигнала. У оквиру саобраћајно управљачког система Београда координација рада сигнала је остварена на више десетина краћих (већ два суседна спрегнута сигнала представљају координацију) или дужих потеза, на којима се остварује ефекат такозваног "зеленог таласа".



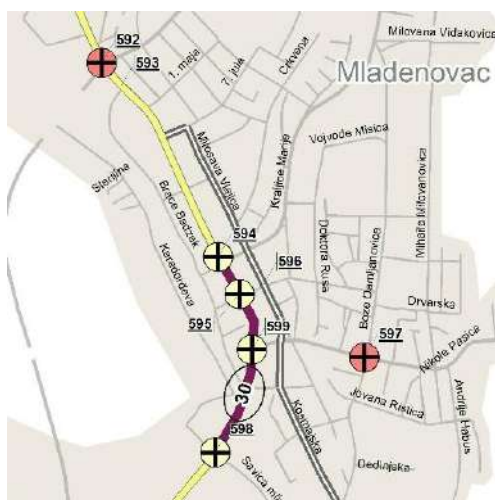
Бр.	Потез са координираним радом сигнала	Број објеката	Бр.	Потез са координираним радом сигнала	Број објеката
1	27. марта	3	41	Омладинских бригада	7
2	Антифашистичке борбе	5	42	Тадеуша Кошћушка-Париска	3
3	Батајнички пут	7	43	Партизанске авијације	4
4	Београдска	4	44	Радничка	3
5	Борска	8	45	Рузвелтова-Мије Ковачевића	7
6	Бранкова-Дечанска	4	46	Светозара Марковића	2
7	Бул. др. Зорана Ђинђића	6	47	Сарајевска	7
8	Бул. краља Александра II	15	48	Шпанских бораца	5
9	Бул. Револуције	6	49	Војвођанска-Тошин бунар	3
10	Бул. деспота Стевана	8	50	Тошин бунар	5
11	Бул. краља Александра Карађорђевића	2	51	Трговачка	4
12	Бул. Милутина Миланковића	8	52	Угриновачка	7
13	Бул. Михајла Пупина	7	53	Устаничка	12
14	Бул. Николе Тесле	6	54	Владимира Поповића	5
15	Бул. Ослобођења	2	55	Ванизелисова	2
16	Цара Душана	7	56	Вишњичка	7
17	Џвијићева-Димитрија Туцовића	16	57	Војислава Илића II	8
18	Бул. краља Александра I	6	58	Здравка Челара-Старине Новака	7
19	Душана Вукасовића	2	59	Бул. Уметности	4
20	Душанова	7	60	Бул. Михајла Пупина I	3
21	Џорџа Вашингтона	3	61	Црнотравска-Саве Машковића- Кружни пут	5
22	Гандијева	2	62	Кнеза Милоша-Таковска	14
23	Јурија Гагарина	10	63	Новосадски пут I	7
24	Јужни булевар-Бокељска	6	64	Главна	3
25	Савска-Карађорђева-Црногорска	11	65	Лазаревачки друм	4
26	Кировљева-Пожешка	10	66	Војислава Илића II	4
27	Кнеза Симе марковића-Поп Лукина	2	67	Војводе Степе	11
28	Кнегинје Зорке-Мекензијева	4	68	Пеке Дапчевића	2
29	Краља Милана-Теразије-Васина-Б. Југовић	8	69	Карађорђева II	5
30	Краља Петра I	2			
31	Крушевачка	3			
32	Ђорђа Станојевића	2			
33	Милентија Поповића	7			
34	Македонска-Светогорска	6			
35	Марије Грегоран	2			
36	Мекензијева	3			
37	Миријевски булевар	4			
38	Нехруова	2			
39	Немањина	5			
40	Новосадски пут	3			
			Број раскрсница у линијској координацији		384
			Број раскрсница у адаптивном раду		20

Координисани семафорисани објекти/потези на континуално изграђеном простору Града

Међу координисаним потезима су наведени и потези који тренутно раде у оквиру две активне инстанце адаптивилног управљања, јер је у основи њиховог концепта просторна синхронизација рада сигнала, мада на знатно вишем функционалном нивоу.



Координација сигнала на континуално изграђеном простору Града (бројеви према листи из табеле изнад)



Координација сигнала у Гроцкој (бр. 9 у табели) и Младеновцу (бр. 30)



2.2. ПОСТОЈЕЋИ СИСТЕМИ АДАПТИБИЛНОГ УПРАВЉАЊА

Град Београд је већ годинама активан у пројектовању и имплементацији система адаптибилног управљања, што се спроводи у оквиру темељите реконструкције комуналне инфраструктуре на важним потезима основне уличне мреже.

На координисаном потезу дуж Булевара краља Александра функционише Систем адаптибилног управљања саобраћајем (Siemens Sitraffic MOTION). Овај систем перманентно прикупља податке о саобраћајном оптерећењу преко возачких детектора дуж овог коридора, врши оптимизацију и прилагођавање рада семафора тренутним условима у саобраћају. Једна од његових важних функција је обезбеђивање приоритета трамвајима, у оквиру оптимизације реализације саобраћајног процеса на целокупном потезу. То се постиже тако што се систему задају одговарајући саобраћајни параметри од стране корисника и на основу прикупљених података о саобраћајном оптерећењу врши се избор оптималног циклуса (optimal cycle time), расподела зеленог времена у оквиру циклуса (green time split), дефинисање минималних и максималних дужина трајања стања (minimal and maximal stage duration), подешавање координације између раскрсница (optimization of offset), а све у циљу минимизирања временских губитака на целокупном потезу.

Овим системом је обухваћено следећих 15 раскрсница:

1. Булевар краља Александра – Господара Вучића,
2. Булевар краља Александра – пешачки прелаз између Батутове и Господара Вучића,
3. Булевар краља Александра – Батутова,
4. Булевар краља Александра – пешачки прелаз између бројева 197 и 278,
5. Булевар краља Александра – Гвоздићева,
6. Булевар краља Александра – Поп Стојанова –Тршћанска,
7. Булевар краља Александра – Бранка Крсмановића,
8. Булевар краља Александра – Старца Вујадина,
9. Булевар краља Александра – Ватрослава Јагића – Ђуке Динић,
10. Булевар краља Александра – Средачка,
11. Булевар краља Александра – Синђелићева,
12. Булевар краља Александра – Голсвортијева,
13. Булевар краља Александра – Рузвелтова,
14. Булевар краља Александра - Књегиње Зорке,
15. Рузвелтова – Краљице Марије.

Током реконструкције комуналне инфраструктуре Улице војводе Степе, рад светлосних сигнала на 12 раскрсница дуж потеза реализован је као систем за адаптибилног управљања саобраћајем (Gewas TRENDS & PTV BALANCE). Систем функционише тако да трамваји и возачки токови дуж Војводе Степе имају приоритет, док се возила на споредним прилазима опслужују у зависности од потражње. Да би систем функционисао на квалитетан начин комплетан потез је опремљен возачким и трамвајским детекторима типа индуктивних петљи (inductive loop-based) и трамвајским детекторима монтираним на напојном воду мреже.

На основу информација које систем добија са ових детектора и према дефинисаној управљачкој логици врши се прилагођавање рада семафора трамвајима. Управљачка логика је пројектована тако да се трамвајима омогући минимално време путовања на овом коридору на тај начин што се у одређеним периодима циклуса трамвајима продужава трајање зеленог времена (green phase extension).



Систем врши краткорочну прогнозу динамике саобраћајног захтева на основу архивираних детаљних база података о претходним вишегодишњим комбинацијама детектованог саобраћајног захтева и тада примењеног оптимизованог рада сигнала. Методологијом заснованом на примени генетских алгоритама, на основу стеченог "искуства" система са великом вероватноћом се предвиђа очекивани саобраћајни захтев у наредних неколико минута, и одговарајући рад сигнала се "благовремено" имплементира.

Овим системом је обухваћено следећих 12 раскрсница:

1. Војводе Степе - Трише Кеџеровића,
2. Војводе Степе - Адмирала Вуковића,
3. Војводе Степе - Боже Јанковића,
4. Војводе Степе - Пуковника Пурића,
5. Војводе Степе - Витановачка,
6. Војводе Степе - Никшићка,
7. Војводе Степе - Мите Ценића,
8. Војводе Степе - Капетана Завишића,
9. Војводе Степе - Љубе Вучковића,
10. Војводе Степе - пешачки прелаз Саобраћајни факултет,
11. Војводе Степе - Саве Машковића,
12. Бебелова – Булевар Ослобођења.

У оквиру реконструкције комуналне инфраструктуре Карађорђевог улице, на секцији између Бранковог моста и раскрснице са Париским путем, успостављен је Систем адаптивног управљања саобраћајем заснован на интеграцији два управљачка софтвера (PTV EPICS и PTV BALANCE) са хардверском и софтверском архитектуром домаћег произвођача семафорске опреме ElcomVgd из Београда.

Систем врши оптимизацију управљања саобраћајним процесом на основу комплетне детекције саобраћајног захтева у реалном времену, историјских података о саобраћају из базе података коју сам формира и података из транспортног модела града, формулисаног у оквиру планерског симулационог софтвера PTV VISUM. Саобраћајна основа (геометрија саобраћајне мреже и режим саобраћаја) се детаљно моделира у симулационом софтверу PTV VISSIM, што је предуслов за реализацију веродостојне симулације саобраћајног процеса. Оптимална комбинација трајања циклуса рада сигнала, прерасподеле "зелених времена" на конкурентне саобраћајне токове и фазног помака (offset-a) у раду сигнала на суседним раскрсницама (која обезбеђује оптимално управљање) одређује се на основу резултата огромног броја симулација саобраћајног процеса заснованог на тренутном и краткорочно прогнозираном саобраћајном захтеву, извршаваних у симулационом софтверу VISSIM у свакој секунди. Комбинација управљачких параметара која је у симулацији исказала највећу ефикасност, као оптимална се испоставља систему светлосне сигнализације "на извршење" у свакој секунди.

Овим системом адаптивног управљања је обухваћено следећих 5 раскрсница:

1. Карађорђевог - Париска - Булевар војводе Бојовића,
2. Карађорђевог - Велике степенице,
3. Карађорђевог - пешачки прелаз код стајалишта за туристичке аутобусе,
4. Карађорђевог - пешачко/бициклистички прелаз код стазе за доставна возила,
5. Карађорђевог - Браће Крсмановић - Црногорска.

Секретаријат за саобраћај је увео у праксу да технички услови који се издају пројектантима управљачких решења на објектима основне уличне мреже захтевају adaptive ready



контролере светлосне сигнализације, хардверски и софтверски спремне за прикључење на неки од постојећих система адаптивбилног управљања саобраћајем.

У будућности треба тежити да се унапреди управљање саобраћајем на такав начин што ће улични коридори и семафорисане раскрснице бити расподељени на пар различитих система адаптивбилног управљања, међусобно компатибилних за интеграцију на вишем управљачком и просторном нивоу. Њима треба обухватити подручје континуално изграђеног простора Града, које су поклапа са обухватом ГУП-а Београда (2016). Овај простор представља функционалну целину са гледишта управљања саобраћајем и на основу сагледавања резултата истраживања кретања која су обављена у оквиру ажурирања Транспортног модела Београда, распореда коридора са семафорисаним раскрсницама и на основу карактеристика расположиве и планиране уличне мреже Београда.



3. АКТИВНОСТИ ЗА ПОВЕЋАЊЕ ПОУЗДАНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛНО УНАПРЕЂЕЊЕ ПОСТОЈЕЋИХ УПРАВЉАЧКИХ УРЕЂАЈА

Модернизација система светлосне сигнализације, која као коначан циљ има обезбеђење интегрисаног управљања саобраћајем на градској уличној мрежи треба да се заснива на постепеном систематском стварању хардверских, комуникационих и софтверских предуслова за то.

Расподела контролера светлосне сигнализације (семафорских уређаја) према произвођачима је податак од значаја за оперативну реализацију стратегије модернизације система унапређивањем постојећих или заменом технолошки застарелих или амортизованих уређаја. У табелама је приказана тренутно важећа статистика.

Треба напоменути да је значајна околност за анализу постојеће структуре система светлосне сигнализације у Београду, посебно расподеле према произвођачима, чињеница да је у току реализација пројекта модернизације светлосне сигнализације на 322 саобраћајна објекта, где се постојећи семафорски контролери на делу основне уличне мреже замењују контролерима производње Siemens. Како је динамика реализације овог пројекта интензивна, структура система се мења релативно брзо, тако да преглед постојећих система мора се везати за одређени временски пресек. Подаци који се овде разматрају засновани су на стању из средине месеца маја 2021. године.

Расподела уређаја по типу (Извор: СЗС, мај 2021.)

Уређај који контролише објекат	Број сигналисаних објеката
BTC 1000	143
KSS-1.2	151
парцијална	10
Pupin 2000	81
Pupin 200	86
Pupin 500	28
суседни	27
SCAE	3
Siemens 900	23
Siemens SX	101
Swarco ITC2	19
трчећи пешак	15
Укупно	687

Подручје Града Београда

Уређај који контролише објекат	Број сигналисаних објеката
BTC 1000	133
KSS-1.2	137
парцијална	10
Pupin 2000	74
Pupin 200	80
Pupin 500	28
суседни	27
SCAE	3
Siemens 900	23
Siemens SX	101
Swarco ITC2	19
трчећи пешак	13
Укупно	648

Подручје ГУП Београда

Град Београд има у оквиру свог саобраћајног система заступљене семафорске уређаје шест, али се по бројности истичу четири произвођача (Беоелектро, ElcomBgd, Пупин и Siemens), чији уређаји чине преко 95% укупног расположивог броја.



Расподела уређаја по произвођачима (Извор: СЗС, мај 2021.)

Произвођач уређаја	Број уређаја	Учешће
Beoelektro	143	22.5%
ElcomBgd	151	23.8%
Pupin	195	30.7%
SCAE	3	0.5%
Siemens	124	19.5%
Swarco	19	3.0%
1 Укупно	635	100.0%

Подручје Града Београда

Произвођач уређаја	Број уређаја	Учешће
Beoelektro	133	22.2%
ElcomBgd	137	22.9%
Pupin	182	30.4%
SCAE	3	0.5%
Siemens	124	20.7%
Swarco	19	3.2%
2 Укупно	598	100.0%

Подручје ГУП Београда

Новоинсталирани уређаји производње Siemens, у оквиру текуће реализације пројекта модернизације управљања на 322 раскрснице ("Пројекат 322" у дањем тексту), замењују постојеће уређаје других произвођача, тако да њихово учешће у укупном броју београдских уређаја расте на рачун произвођача замењених уређаја.

Произвођач тренутно на уличној мрежи Београда најбројнијих уређаја Пупин Телеком не послује више у том производном сектору, тако да осим Siemens уређаја, и уређаји производње Беоелектро и ElcomBgd постепено мењају физички и технолошки застареле и амортизоване уређаје производње Пупин. Рационална стратегија замене уређаја у оквиру реализације "Пројекта 322" подразумева и да Siemens уређајима замењени уређаји Беоелектро и ElcomBgd производње премештају на семафорисане објекте где тренутно раде они Пупинови уређаји који су предвиђени за приоритетну замену.

Стратегија замене уређаја производње Пупин треба да је вођена функционалном управљачком потребом сваке од локација/ објеката, како би новоинсталирани уређај био технолошки погодан и спреман за своју перспективну управљачку улогу у система. На локацијама већих управљачких захтева, на којима се у скоријој будућности планира имплементација адаптивбилног управљања, треба инсталирати такозвана adaptive ready уређаје, који су хардверски спремни за прихватање одговарајућег управљачког софтвера и реализацију адаптивбилног управљања, када на њих у оквиру модернизације система дође ред. Тренутно, adaptive ready уређаје компатибилне са управљачким софтвером (EPICS и BALANCE) компаније PTV (Karlsruhe, Немачка) обезбеђује из своје производње предузеће ElcomBgd, а у плану је да и контролер који производи предузеће Беоелектро буде оспособљен за пуну функционалност у оквиру адаптивбилног управљања.

Наведене чињенице, рационална стратегија замене уређаја и модернизације хардверске основе управљачког система представљају полазиште за формулацију стратегије унапређења и интеграције система светлосне сигнализације на нивоу основне уличне мреже Града и доминацију адаптивбилног управљања као стратегије тренутно највећих управљачких потенцијала.



4. ПРЕГЛЕД СОФТВЕРСКИХ АЛАТА ЗА СПРОВОЂЕЊЕ САОБРАЋАЈНО-СИМУЛАЦИОНИХ И ПЛАНЕРСКИХ ПРОЦЕСА У ЦИЉУ КВАЛИТЕТНОГ УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈНИМ ТОКОВИМА СА ПРЕДИКЦИЈОМ

У данашње време велики број градова се суочава са проблемима пораста, али и променљивости транспортних захтева. У складу са тим, градске власти се све више концентришу на најефикасније могуће коришћење расположиве инфраструктуре кроз напредно управљање саобраћајем. Решавање овог проблема била је основа за развој управљања саобраћајем у градовима употребом рачунара и ИТ технологија, па су као последица настали различити системи који су изузетно софистицирани. Основни задаци који се постављају пред ове системе су повећање ефикасности, реаговање на инцидентне ситуације на мрежи, смањење трошкова ажурирања фиксних сигналних планова и одржање високог степена безбедности.

Адаптибилни системи за управљање саобраћајем (АСУС) представљају веома важан чинилац модерних ИТС платформи. Развој рачунара и нових технологија, омогућио је креирање ових комплексних система намењених управљању радом светлосних сигнала дуж координисаних коридора или координисаних зона. Велики број система је свој живот започео у виду истраживачких пројеката, међутим данас их велики број компанија нуди као комерцијалне производе. Постоји велики број активних АСУС широм света који су инсталирани на различитим локацијама, функционишу са различитом опремом, раде у различитим условима и постижу различите резултате. Оно што је заједничко за већину система јесте недостатак информација о суштинским детаљима начина рада, коришћеним алгоритмима, моделима и осталим елементима управљачке логике.

Произвођачи штите своју интелектуалну својину тако што обелодањују само одређену количину и тип информација које се тичу АСУС и тако што купцима ограничавају приступ основном коду самог АСУС у одређеној мери. Из наведених разлога, стручна јавност и градски органи који се баве питањима саобраћаја се суочавају са потешкоћама када је у питању детаљно упознавање са карактеристикама система или доношење одлука о куповини истог. Због тога је циљ овог рада да се кратком анализом активних АСУС широм света представе њихове карактеристике, могућности, предности и недостаци.

4.1. СИСТЕМИ ЗА АДАПТИБИЛНО УПРАВЉАЊЕ

Принцип адаптибилног управљања саобраћајем је први користио Милер 1963. године када је предложио стратегију која је у себи садржала модел који је рачунао временске уштеде и губитке. Он је комбиновао овај критеријум у различитим стањима са циљем оптимизације индекса перформансе система. На основу тих истраживања, развијен је низ метода за адаптибилно управљање саобраћајем.

По Венглару и Урбанику постоје три генерације система за управљање саобраћајем:

1. Прва генерација су fixed time или системи за адаптибилно управљање који се састоје из програма који су настали анализом историјских података сачуваних у меморији рачунара. Прва и по генерација је врста хибрида и њој припадају системи који функционишу по принципу plan selection, plan generation и локалних адаптација. Најзначајнији пример је аустралијски SCATS.
2. Системи друге генерације укључују креирање и примену планова стања у реалном времену преко техника које се базирају на подацима који се добијају са детектора. Промене се примењују периодично, приближно на сваких 5 до 10 мин. SCATS припада овој генерацији.



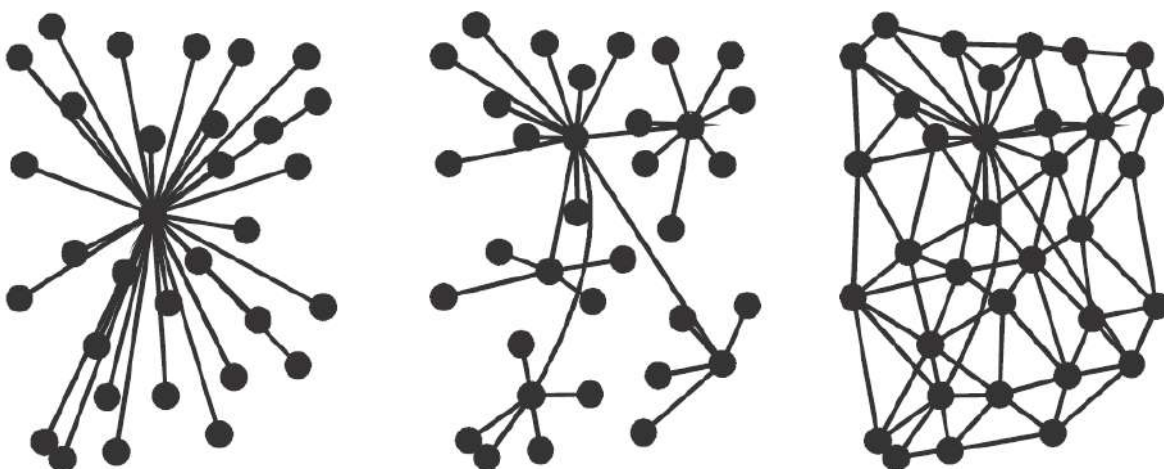
3. Системи треће генерације су потпуно прилагодљиви условима у саобраћају. Параметри времена трајања сигнала се морају континуално мењати да би се рад светлосних сигнала прилагодио тренутним вредностима променљивих у саобраћајном току. Системи треће генерације су често развијени са децентрализованом или дистрибуисаном архитектуром.

Друга и трећа генерација припадају АСУС, док се поједини припадници прве и по генерације сматрају адаптивним иако не користе саобраћајне моделе већ само скуп логичких алгоритама на основу којих се одређују управљачке акције.

4.1.1. Подела АСУС према архитектури

Централизовани адаптивни систем се најчешће базира на централном рачунару и комуникацијама са индивидуалним контролерима на раскрсницама. Овакав систем има ту предност да су све релевантне информације из детектора и других извора доступне на једном месту. Карактеристике децентрализованих адаптивних система су сличне као и оне код централизованих. Највећа разлика је у томе који се комуникациони систем користи и како је дефинисан проток информација у систему. Централизовани систем има континуалну комуникацију између сваког контролера и централног рачунара.

Децентрализовани системи не морају да имају само један центар, већ се систем организује у више регионалних група које имају своје локалне центре који међусобно комуницирају. У децентрализоване системе спада и дистрибуисани систем код кога је најслабије дефинисана хијерархија. Он користи рутер модул а сваки контролер је повезан са суседним контролерима. Поруке се могу размењивати између било која два контролера, јер ће се порука, уколико је потребно, преносити преко контролера који се налазе између њих.



Централизован, децентрализован и дистрибуисан систем

4.1.2. Најзаступљенији АСУС у свету

У овом поглављу ће бити представљени најпознатији АСУС који су имплементирани у реалним условима, али и они који су се задржали на нивоу научних истраживања и лабораторијских тестирања из разлога што увидом у њихову структуру и логику рада може да се посматра развој идеја за решавање проблема адаптивног управљања саобраћајем, различити приступи и достигнућа.

SCATS

SCATS (The Sidney Coordinated Adaptive Traffic System) је један од најстаријих и глобално најзаступљенијих система за управљање саобраћајем. Основну јединицу оваког система представљају региони (подсистеми) који представљају групе раскрсница са координисаним радом сигнала. Сваки регион има једну критичну раскрсницу на основу које се одређује



циклус за све раскрснице унутар истог региона. Имајући у виду да регионални рачунар има капацитет да контролише до 250 раскрсница, да SCATS дозвољава највише 64 региона, лако се долази до податка о максималном броју раскрсница којима је могуће управљати његовом употребом (16.000 раскрсница).

SCATS систем је условно речено адаптивни систем јер је он заправо хеуристички. Не користи саобраћајне моделе и децентрализован је. За прилагођавање трајања сигналних појмова се користе два основна параметра: степен засићености (DS – Degree of saturation) и проток саобраћаја (LQ – Link queue). Оба параметра се мере током сваког циклуса. Уз помоћ њих се прорачунавају дужине циклуса, трајање сигналних фаза и фазни помаци. Наведени параметри се израчунавају уз помоћ тактичких детектора које се позиционирају уз линију заустављања и стратешких који се позиционирају испред раскрснице.

Систем има осам различитих начина рада. Поред Masterlink начина рада којим се врши прилагодљиво управљање саобраћајем у реалном времену, постоје и опције координације уз помоћ часовника, аутоматско управљање у коме се свака раскрсница посматра као изолована, давање приоритета интервентним возилима и други. SCATS систем има два нивоа функционисања: стратешки (у коме се одређују дужине циклуса, расподеле трајања сигналних фаза и фазни помаци) и тактички (у коме се доносе одлуке о ранијим завршецима сигналних фаза и прерасподелама зеленог времена).

Овај систем не поседује могућност давања приоритета возилима јавног превоза, али поседује компоненте чији је задатак идентификација неуобичајених загушења и управљање саобраћајем у случају инцидената. Могуће је повезивање са микросимулационим софтверима Paramics, Aimsun и VISSIM уз помоћ софтвера за емулацију Wintraff. Креатори SCATS система су развили и SCATSIM, софтверску компоненту која може да функционише након инсталације на рачунарима, без употребе хардверских компоненти за управљање саобраћајем. Стога је SCATSIM веома погодан за обуку оператера за SCATS систем, тестирање или научна истраживања.

SCATS систем је релативно једноставан, без саобраћајних модела и компликованих теоретских поставки које оператерима могу да представљају тешко савладив проблем, па је једноставан за учење и рад. С обзиром да SCATS мери степен засићености на основу заузетости детектора уместо на основу стварног броја возила која напуштају раскрсницу, детектор не може да забележи разлику између високог протока (висока заузетост детектора и велики број возила која пролазе кроз раскрсницу) и ситуација када је раскрсница блокирана (висока заузетост детектора, али мали број возила која пролазе кроз раскрсницу). Стога, SCATS не може да одговори на загушења када ред возила од претходне раскрснице блокира наредну раскрсницу.

Системи који примењују мале инкременталне промене у параметрима рада као што то ради SCATS су посебно погодни за стабилне услове и ситуације када се услови мењају постепено. Међутим, у случајевима када се јављају брзе промене у условима у саобраћају, они нису у могућности да се прилагоде тим променама довољно брзо. Шта више, SCATS је реактиван систем, због тога што су детектори постављени близу линија заустављања, те стога може да прилагођава свој рад на основу саобраћаја који је већ дошао до раскрснице, уместо да предвиђа промене у саобраћајним захтевима.

SCATS не оптимизира глобалне перформансе мреже (временске губитке и број заустављања) већ користи степен засићености као функцију циља оптимизације. Додатни недостатак је тај што је потребно претходно знање о очекиваним саобраћајним оптерећењима и значајна количина мануелног подешавања основних планова стања и помака. Међутим, реч је о систему који је дуги низ година у употреби, изузетно је стабилан, прихваћен и широко распрострањен на неколико континената.



SCOOT

SCOOT (Split Cycle Offset Optimisation Technique) је АСУС уведен у употребу 1979. год. и од тада је инсталиран у великом броју градова на неколико континената (преко 200 градова у 14 држава). То је систем који се заснива на моделу сличном моделу софтвера TRANSYT. Систем има централизовану архитектуру и намењен је за густе саобраћајне мреже. Детектори се позиционирају далеко од раскрснице (100-300 m, а мана се огледа у томе што се касно региструју засићени услови у саобраћају, тек када редови достигну до детектора. То значи да SCOOT не може одмах да примени мере за задржавање саобраћаја на границама подсистема са загушењем.

Уместо тога, он прелази на специјални режим рада тек када региструје услове засићеног тока (што чини са закашњењем због позиције детектора) и тада мења примарни циљ – то постаје пражњење редова. Када возила прелазе преко детектора, подаци се конвертују у link profile units (LPU – јединица која се заснива на протоку возила и заузетости детектора). За сваки линк се конструишу профили протока по циклусима (CFP – Cyclic flow profiles) од LPU – ова у току времена. На основу генерисаног CFP, SCOOT врши пројекцију кретања и дисперзије плотуна према осталим раскрсницама. Уз помоћ ове величине се врши моделирање формирања и пражњења редова.

Оптимизације у оквиру SCOOT система се врше Hill climbing методом, а циљ оптимизације је минимизација индекса перформанси (PI). Постоје три оптимизационе процедуре:

1. оптимизација дужина циклуса – врши се на 2,5 до 5 min према критеријуму минимизације временских губитака у инкрементима од 4, 8 или 16 s;
2. оптимизација помака – врши се сваког циклуса за сваки чвор са његовим суседним раскрсницама према критеријуму минимизирања временских губитака и броја заустављања. Промене се врше у инкрементима -4, 0 и +4 s;
3. Оптимизација трајања зелених времена – врши се за свако стање са критеријумом једнакости засићености саобраћајних токова. Могуће промене су - 4, 0 и + 4 s.

Давање приоритета возилима јавног превоза је могуће на два нивоа: централизовано када одлуке доноси SCOOT процесор и локално када те одлуке доноси контролер на раскрсници. Омогућено је селективно давање приоритета претходно наведеним возилима (нпр. само возилима која касне у односу на ред вожње). Од осталих карактеристика система треба нагласити технику Gating, као и модуле ASTRID и INGRID.

Техника Gating (позната и под термином Traffic metering) је техника која омогућава да се редови помере са једног или више загушених линкова на неке друге. Најчешће се користи да задржи саобраћај изван градских центара да би се одржало слободно кретање возила у оптерећеној зони.

SCOOT садржи и модуле који се називају INGRID (Integrated Incident Detection – Интегрисана детекција инцидентата) и ASTRID (Automatic SCOOT Traffic Information Database – Аутоматска SCOOT база података) који детектују инцидентне ситуације и архивирају податке којима барата систем, респективно. Могуће је повезивање са CORSIM и VISSIM програмима.

Предности SCOOT система су што је базиран на јасном моделу, чврстим теоретским поставкама, има велики број инсталација и изузетно је добар у опслуживању токова блиских засићеним, сложеним комбинацијама интензитета токова и непредвиђених варијација у токовима. Обезбеђује обилне количине података, што је карактеристика која у почетку није била предвиђена, али је накнадно интегрисана у систем.

Мане које SCOOT систем садржи су што је систем веома зависан од детектора, међутим сви адаптивни системи имају ту карактеристику. Може да правилно функционише са највише



15% детектора у отказу, а перформансе рада се погоршавају до нивоа управљања са фиксним плановима уколико се кварови не одстрани. Приметне су споре реакције на појаву редова на мрежи као последица позиција детектора. Систем је веома софистициран, па иако није потребно детаљно познавање мреже на коју се инсталира, потребно је изузетно познавање опција система да би се користио на оптималан начин.

UTOPIA

UTOPIA (Urban Traffic Optimisation by Integrated Automation) је АСУС који је први пут примењен на ширем подручју Торина 1984. год. Систем има модуларну и дистрибуисану структуру која је организована на 2 нивоа: зонско и локално управљање. Оба нивоа имају по два модула, посматрачки и управљачки. Посматрачки модул зонског управљања користи макроскопски модел, врши предикцију захтева и рута кретања у интервалима од 3 min, док управљачки модул врши оптимизацију мрежне функције - укупно време путовања на основу брзине возила и засићених токова у интервалима од 30 min.

Ниво локалног управљања чине SPOT (System for priority and optimization of traffic) јединице у контролерима. Свака јединица на том нивоу такође поседује посматрачки модул, који на основу података које добија од детектора и података о стањима светлосних сигнала врши естимацију редова, прогнозе наилазака возила јавног превоза, одређује проценат возила у сретању, засићене токове, детектује инциденте и загушења. Управљачки модул на локалном нивоу врши минимизацију функције трошкова уз помоћ технике Rolling horizon која на сваке 3 s прогнозира период од 120 s.

Постоји више могућих критеријума на основу којих се врши локална оптимизација: минимизација временских губитака, броја заустављања, времена путовања, тачности јавног превоза или заштита зоне подложне загушењима од презасићења. UTOPIA систем користи три динамичка модела саобраћаја: макроскопски и микроскопски модел за путничке аутомобиле и модел за јавни превоз. Детекција се врши помоћу индуктивних петљи или видео детектора. Према позицији, разликују се два типа детектора, улазни детектори (75 – 105 m испред линије заустављања) који имају улогу у мерењима долазних плотуна и моделирању редова и детектори на излазним крацима раскрснице који врше естимацију процената возила у скретању и засићених токова.

Посебне карактеристике које поседује овај систем јесу могућност давања приоритета возилима јавног превоза унутар процеса оптимизације и могућност рада у различитим режимима као што су Plan selection, рад са фиксним плановима који се смењују у току дана, мануелни режим итд. Могуће је повезивање са бројним софтверима за микросимулацију (VISSIM, Aimsun, Paramics, HUTSIM, NEMIS, NETSIM i CUBE Dynasim 4). Координација која се постиже је имплицитна јер се не користи заједничка дужина циклуса. Сваки контролер комуницира са суседним и на основу размене података се обавља процес оптимизације рада светлосних сигнала. Због начина рада, систем је у великој зависности од комуникационе инфраструктуре, те сваки отказ или девијација у раду ствара значајна одступања од ефикасног функционисања, па перформансе система рапидно опадају, чак испод нивоа који би постојао ако би у употреби била стратегија управљања са фиксним временима.

OPAC

OPAC (Optimized Policies for Adaptive Control) је дистрибуисана стратегија за управљање коју карактерише алгоритам за динамичку оптимизацију који прорачунава трајања сигналних појмова са циљем минимизације функције перформанси - укупних временских губитака и броја заустављања на раскрсницама. Алгоритам користи измерене и моделиране саобраћајне захтеве да одреди трајања стања која су ограничена са минималним и максималним зеленим временом, а уколико функционише у моду за координацију, виртуелном дужином циклуса и фазним помацима који се ажурирају на основу података у реалном времену. Систем има дистрибуисану архитектуру и разликују се три нивоа



управљања. На најнижем нивоу за локално управљање, ОПАС користи предиктивни тип оптимизације а техником rolling horizon при чему се на сваких 3-5 s врши предикција периода од 30 - 120 s.

Прорачунавају се оптималне прелазне секвенце, а циљ је минимизација индекса перформанси на прилазима, одређивањем тренутака за промену сигналних стања. Други ниво је координациони ниво где се врши оптимизација фазних помака једном у току циклуса. Дозвољене су инкременталне промене од највише 2 s. Трећи ниво представља синхронизациони ниво на коме се прорачунава виртуелни циклус за целу мрежу на сваких неколико минута. Функција перформансе PI је измењива, па је могуће извршити пондерисање временских губитака и броја заустављања у процесу оптимизације. Оптимизације на другом и трећем нивоу управљања могу да не буду активне и тада једина ограничења јесу дефинисана минимална и максимална зелена времена. Као ни већина америчких система за адаптивбилно управљање саобраћајем, ни ОПАС нема могућност давања приоритета возилима јавни превоз. Микросимулациони софтвер са којим је могуће повезивање је NETSIM.

Иако ОПАС представља значајан корак у развоју северноамеричких АСУС, није примењен на великом броју локација. Тестиран је интензивно у лабораторији, а већина инсталација на терену је обављена такође у склопу различитих тестирања. Другим речима, иако је био у понуди више фирми које су га интегрисале у своја решења и имале у својој понуди, он никада није постигао комерцијални успех и значајније се позиционирао чак ни на америчком тржишту. То се може тумачити и као немогућност да се један научно-истраживачки пројекат претвори у заокружен производ пре свега због комплексности коју је имао у тренутку појављивања. Такође, ОПАС систем има и недостатак у логици рада јер је у трајању једне етапе (приближна дужина трајању циклуса) обавезно извршење бар једне промене сигналног стања, чак иако би резултати били бољи у случају да се та промена не изврши.

RHODES

RHODES (Real-time Hierarchical Optimized Distributed ffective System) је систем креиран за рад на градским артеријама. То је дистрибуисан, хијерархијски организован систем са три нивоа: модел за динамичко оптерећење мреже, за управљање на нивоу мреже и управљање на нивоу раскрснице. Оба нивоа за управљање имају компоненту за предикцију и компоненту за управљање. На нивоу мреже Apres-Net модул за предикцију прослеђује податке модулу за управљање Realband у оквиру кога се користи техника Rolling horizon за хоризонт 200-300 s.

На локалном нивоу модул за предикцију Predict прослеђује информације управљачком алгоритму (COP алгоритам) унутар кога се помоћу технике Rolling horizon за период 45-60 s обавља процес оптимизације који не одређује параметре као што су дужине циклуса, расподеле стања или фазни помаци, већ само оптималне тренутке за промене сигналних стања из оквирног сигналног плана који је излазни резултат оптимизације на мрежном нивоу. Поседује могућност давања приоритета возилима јавног превоза кроз подешавање зеленог таласа, и постоји могућност повезивања са CORSIM софтвером. RHODES систем има сличне недостатке као и ОПАС, и представља истраживачки пројекат који поред неколико пробних имплементација није доживео већи комерцијални успех.

PRODYN

PRODYN (Programmation Dinamique) је алгоритам за управљање саобраћајем у реалном времену који је развио CERT (Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse) у Француској и сличан је системима ОПАС или UTOPIA. Креиране су три верзије: PRODYN H са хијерархијским управљањем на два нивоа, PRODYN D1 са децентрализованим управљањем без комуникације између контролера и PRODYN D2 са децентрализованим управљањем при чему контролери имају могућност међусобне комуникације чиме се врши размена предикција кретања плотуна. Оптимизација се врши уз помоћ технике rolling horizon при



чему се на сваких 5 s прогнозирају наилазаци возила, врши естимација редова, предикција блокирања суседних раскрсница за цео период од 75 s, међутим примењује се само првих 5 s од изабране управљачке акције. Разлог таквог начина рада је што се истеком тих 5 s обавила следећа итерација процеса оптимизације техником rolling horizon и уколико се евидентирају значајне промене у односу на претходну одлуку, иста може бити коригована, чиме се постиже прилагодљивост система.

За реаговање на проблем загушења је уведен виши ниво управљања јер је уочено да модел који користи PROLYN важи само за незасићене услове. Виши ниво управљања одређује минимална и максимална трајања сигналних стања. За детекцију возила се користе искључиво индуктивне петље и потребне су две по свакој саобраћајној траци, на почетку линка и на 50 m од линије заустављања.

Систем има могућност давања приоритета возилима јавног превоза кроз критеријум кашњења у односу на ред вожње. Симулације су вршене уз помоћ софтвера SITRA B+. Унапређења система су могућа увођењем нових технологија детекције и прилагођавањем новим могућностима када су комуникационе технологије у питању.

CRONOS

CRONOS је стратегија развијена у INRETS-у (L'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Securite) 1990. год. за адаптивни управљање саобраћајем у зоне од неколико раскрсница. Има сличности са системима OPAC и PROLYN, али се разликује по могућности избора између дистрибуисане и централизоване архитектуре. Систем функционише ациклично и не користи унапред дефинисане сигналне планове као полазну тачку за оптимизацију. У овом систему раскрсница представља скуп безбедносних ограничења и сва решења која задовољавају та ограничења су могућа.

Систем се састоји из три модула, модула за прогнозу који врши предикцију наилазака возила за цео хоризонт на основу података добијених од детектора, модула за симулације који претпоставља расподелу возила унутар зоне и модула за оптимизацију који врши претрагу за оптималним тренутком промене сигналног стања. Критеријум оптимизације је минимизација временских губитака унутар једног хоризонта. Детекција возила се обавља аутоматском обрадом видео снимака. Давање приоритета возилима јавног превоза је интегрисано у процес оптимизације и подржано је максимално за једно возило по раскрсници по оптимизацији.

Због употребе видео детекције, могућа је интеграција са системима за аутоматско одређивање негативних ефеката које изазивају саобраћајне незгоде на мрежи. Забележено је да су разлике у брзинама возила биле озбиљније док је био активан систем CRONOS. То се може објаснити подешавањима система који је за циљ имао повећање протока, без посебних параметара који се односе на безбедност, па CRONOS тежи да се возила што мање задржавају у посматраној зони и дозвољава веће брзине.

MOTION

MOTION (Method for Optimization of Traffic signals In Online-controlled Networks) представља централизован систем који је развијен у Немачкој са циљем да подржи употребу постојеће инфраструктуре. Има могућност коришћења OCIT интерфејса (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) и отворене архитектуре. У немачком приступу, управљање саобраћајем може да се подели на три нивоа: стратешки, тактички и оперативни. MOTION је део тактичког нивоа и на том нивоу он има задатак да креира или бира оквирне сигналне планове на сваких 3 минута, док се одлуке за локално управљање доносе у контролерима помоћу логичких алгоритама. Интерни саобраћајни модел прорачунава оквирне сигналне планове и врши одабир. MOTION MX 4.0 или новије верзије се могу комбиновати са симулационим програмом PTV VISSIM.



Најновија верзија је Sitraffic MOTION MX 4.2 који поседује следеће карактеристике:

- Побољшана дистрибуција зелене фазе која поред ефикасне контроле капацитета сигнала има ефикасно обезбеђење резервних капацитета за одређене фазе којима је потребно веће зелено време.
- У Немачким градовима MOTION MX је једини контролни метод који је у могућности да одабере време циклуса на основу саобраћајног оптерећења израчунатог моделима саобраћаја.
- Жељене координационе структуре могу бити дефинисане као критеријум за одабир дужине циклуса, на пример за јутарњи и поподневни вршни час.
- Интервали ажурирања семафорске инсталације су скраћени и сада износе 3 минута, омогућавајући још прецизније промене у зависности од услова саобраћаја.
- Нови процес искључује проблеме синхронизације који настају због динамички оптимизованих линија координације и поуздано спречава повремене сметње у протоку саобраћаја уочене мање напредним технологијама.

Координација се оптимизира накнадно употребом модела за прорачун временских губитака и броја заустављања. Могућа је употреба било које технологије детекције уколико су детектори постављени на удаљености 10-50 m од линије заустављања. Развијен је алгоритам за замену података са детектора у отказу којим се избегава коришћење историјских података са тог детектора, већ се на основу података са суседних детектора изводе подаци за детектор у отказу. Давање приоритета возилима јавног превоза се дефинише приликом слања телеграма са параметрима оквирних сигналних стања од тактичког ка локалном нивоу. Конкретне мере се спроводе на локалном нивоу што је последица прилагођавања немачким условима где је развијена пракса да се у контролере за АСУС уписују алгоритми који за циљ имају приоритет јавног превоза, тако да применом MOTION система они не морају да буду поништени.

Бројне инсталације у Европи и Азији су потврдиле добре резултате, а MOTION је и једини АСУС који је тренутно активан у Србији, у Београду на 15 раскрсница у зони Булевара краља Александра. MOTION има изнуђену логику рада због прилагођавања постојећој немачкој инфраструктури, међутим то не представља нужно недостатак. Такође, систем има дуг интервал прорачуна оквирних планова, али истовремено елиминише потребу за скупом комуникационом инфраструктуром и смањује осетљивост на кварове. Он користи предности раздвајања адаптивбилног управљања на нивоу саобраћајне мреже од локалног управљања јер је поштеђен оперативног рада, те има више времена и веће могућности да пронађе оптимално решење.

ACS LITE

ACS Lite (Adaptive Control Software Lite) је производ америчког пројекта Федералне агенције за аутопутеве који је за циљ имао дизајнирање упрошћеног и јефтиног АСУС за градске артерије. Систем је централизован, користи NTCIP (The National Transportation Communications for ITS Protocol), подржава рад на 8 до 16 раскрсница и користи један процесор за управљање по саобраћајници. ACS Lite користи индуктивне петље или видео детекцију, а детектори се позиционирају уз линију заустављања за сваку сигналну фазу и на удаљености 75-150 m на приоритетном правцу. Систем врши промене у расподелама трајања фаза (сигнална стања нису дозвољена) и у фазним помацима на сваких 5-10 min. Дужине циклуса се не прорачунавају, већ се користе предефинисане вредности у зависности од доба дана.

Расподела трајања сигналних фаза се одређује на основу искоришћености тих фаза методом изједначавања засићености на основу протока и заузетости детектора, док се прилагођавање помака врши праћењем најава на даљим детекторима чиме се жели максимизирати број возила која наилазе на раскрсницу док траје зелени сигнални појам. Од



2007. год. су извршена унапређења модула: TOD Tuner врши измене у основним сигналним плановима (сигнални план може да почне раније или траје дуже од планираног); Run Time Refiner врши инкременталне промене у активном сигналном плану изменама у трајању фаза и помака, притом проверава да ли је достигнуто максимално трајање одређене фазе или је интервал слеђења возила превазишао задату вредност; Transition manager са 4 стратегије контролише прелазак између планова: скраћени и продужени прелазак, задржавање и најбољи начин.

Систем нема могућност давања приоритета јавном превозу као ни остали системи настали на америчком континенту. Могуће је повезивање са софтверима CORSIM и VISSIM. Једна од главних карактеристика система је да не користи саобраћајне моделе. У условима презасићености напушта своју логику рада и враћа се у предефинисан фиксни сигнални план јер његова логика рада није ефикасна за такве ситуације.

ACDSS

CDSS (Adaptive Control Decision Support System) је систем који ради као додатак за централни систем за надзор и управљање. Систем је хијерархијски устројен са два нивоа управљања. На првом нивоу се врши одабир основног сигналног плана из скупа предефинисаних. Разликује се од Plan selection стратегије јер су сигнални планови који се овде бирају само референтни планови. Одабир се врши на основу системских мера загушења, а не прагова вредности протока и заузетости детектора.

На свака 3 min се процењује да ли је одлука за промену стратегије управљања оправдана, а када се она промени, следећа промена може да се догоди тек након 30 min. На другом нивоу се обавља управљање на критичним раскрсницама тако да би се расподела зелених времена спречило блокирање суседних раскрсница. Овај ниво користи локалну меру загушења под називом SI (Severity Index), која се заснива на процењеним односима дужина редова и складишних капацитета дела саобраћајнице. Микросимулације су обавезни део система за управљање, а могу да се користе VISSIM и Aimsun. Врши се упоредна симулација постојећег стања и стања које би било актуелно уколико би се примениле акције које предлаже алгоритам под називом IMPOST+ уз 2Д и 3Д приказе, што оператеру олакшава доношење одлука.

Систем може да функционише аутономно или да одлуке доноси оператер. ACDSS нема могућност давања приоритета јавном превозу. Због специфичности локације на којој је први пут инсталиран (Њујорк) инвазивни детектори нису долазили у обзир, па систем стога користи микроталасне детекторе и читаче тагова за електронску наплату путарине. Овакви нестандартни типови детекције су омогућили коришћење дужина редова возила као локалне мере загушења и времена путовања као мере загушења. Поред јединственог ИТС окружења и техничких изазова који су решени, овај пројекат представља можда и једну од првих платформи за адаптивбилно управљање саобраћајем која користи вишережимско управљање саобраћајем на основу времена путовања у реалном времену. Дизајн, развој и употреба ове методологије су подстакнути доступношћу обимних података о временима путовања у реалном времену, унапређеном ИТС инфраструктуром и потребом за поузданим и робусним АСУС за управљање загушењима у комплексном окружењу као што је Њујорк.

4.1.3. Остали АСУС системи

Од осталих АСУС битно је поменути системе ITACA, NWS Voyage, ImFlow, QuicTrac, MAC, InSync, LA ACTS, SynchroGreen, Centrats, SURTRAC, GEVAS, RITM³ и KADENCE. ITACA је систем развијен у Шпанији, релативно сличан SCOOT и највише је заступљен у Јужној Америци и Кини. Последњих година се на северноамеричком континенту појавило неколико АСУС. KADENCE и Centrats су деривати система ACS Lite са одређеним модификацијама. LA ACTS је адаптивбилни систем развијен конкретно за подручје града Лос Анђелеса и под својом контролом у адаптивбилном раду има преко 3000 раскрсница. Остали амерички



системи за адаптивбилно управљање саобраћајем као што су NWS Voyage, QuicTrac, SURTRAC и SynchronGreen имају одређени број инсталација на терену, али свакако најзаступљенији адаптивбилни систем из групе новијих система је InSync. Са друге стране MAC је канадски АСУС и он је један од првих вишеструко адаптивбилних, тј. поред прилагодљивости рада сигнала у односу на преовлађујуће услове је могуће аутоматски прилагођавати критеријум по коме се врши оптимизација, што даје драстично веће могућности него код ранијих система који су оптимизације могли да врше само по једном критеријуму.

4.2. AIMSUN LIVE

Aimsun Live је програм погодан за било који напредни информативни систем намењен путницима (Advanced Traveler Information System - ATIS) или напредни систем управљања саобраћајем (Advanced Traffic Management System - ATMS), који омогућава мноштво апликација:

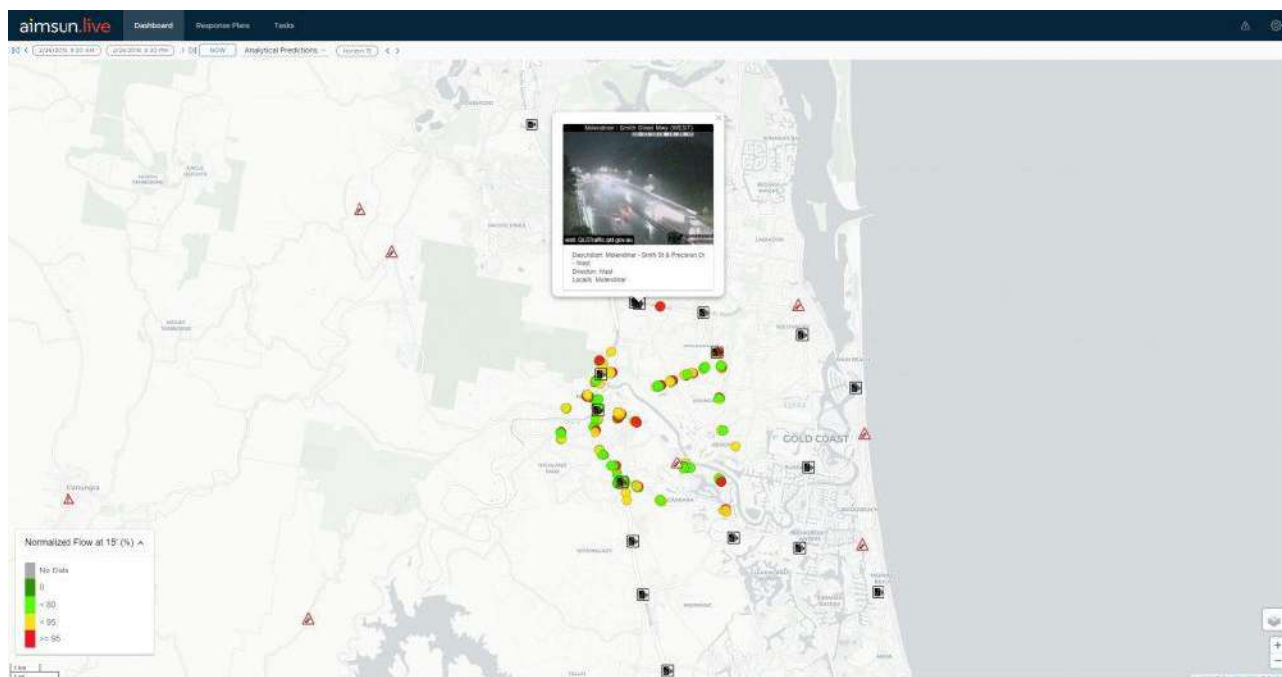
- активно управљање транспортом и потражњом,
- управљање светлосном сигнализацијом на примарној мрежи,
- наплата уласка возилом у зоне загушења,
- информације о превозу у реалном времену,
- управљање у односу на временске прилике на путу,
- управљање у односу на саобраћајне незгоде,
- мобилност и безбедност у зони радова на путу,
- управљање квалитетом ваздуха.

Паметно управљање саобраћајем (Smart Traffic Management)

Симулација има потенцијал да значајно побољша тачност и релевантност прогноза времена путовања. Будући да узима у обзир промене капацитета и ефекте на мрежи, то је погодна техника која оператерима може да омогући да брзо и објективно упореде ефикасност сложених алтернативних стратегија управљања саобраћајем, што доводи до:

- ефикаснијег управљање инцидентима,
- смањеног утицаја незгода и бржег периода враћања у нормалан режим саобраћаја,
- бржег ширења информација о незгодама у јавности,
- смањења ресурса радне снаге,
- краћег времена путовања и повећане економске уштеде,
- бољег квалитета ваздуха.

Aimsun Live директно из центра за контролу саобраћаја континуирано обрађује теренске податке уживо, симулирајући кретање возила унутар путне мреже било које величине, од једног коридора аутопута до читаве мреже већег града. Комбиновањем ових серија података о тренутном саобраћају и симулацијом велике брзине са тестирањем стратегија ублажавања загушења, Aimsun Live може тачно предвидети будуће путање саобраћајних токова по мрежи које ће произаћи из одређене стратегије управљања саобраћајем или пружања информација.



Интерфејс Aimsun Live за тестирање решења предикције - Голд Коуст (Gold Coast), Аустралија: аналитичке предикције за временски хоризонт од 15 минута

Aimsun Live узима тачну репродукцију тренутног стања саобраћаја као почетну тачку за процес предикције. Упоредивањем записа из претходних 30 минута са историјским обрасцима у бази података, Aimsun Live омогућава учитавање одговарајуће табеле путовања (извор-циљ матрице) и симулирање мреже под тренутним статусом капацитета. Овај софистицирани поступак праћења заснован на симулацији подржан је анализом временских серија и не само да даје тачне прогнозе времена путовања већ нуди и напредне могућности откривања незгода.

Поређење стратегија управљања саобраћајем

За разлику од традиционалних аналитичких процеса предикције, симулација појединачних возила омогућава експлицитну и верну емулацију ИТС политика као што су:

- Контрола приступа возила са уливних рампи
- Координација сигнала
- Измена режима саобраћајних трака
- Променљива ограничења брзине
- Системи саобраћајних информација

Ово омогућава програму Aimsun Live да репродукује стратегије управљања саобраћајем и квантитативно упореди њихову способност ублажавања загушења пре њихове примене на терену.

Индекси перформанси као мере ефикасности стратегије

Поређење између горе описаних стратегија ослања се на способност Aimsun Live да синтетише огромне количине симулираних података у јединствене индексе перформанси. Ово омогућава оператерима у контролним центрима да прегледају будући статус мреже и одаберу најбољу стратегију консултујући серију сажетих, појединачно оцењених "температурних" мапа.

	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029	2029-2030	2030-2031	2031-2032	2032-2033	2033-2034	2034-2035	2035-2036	2036-2037	2037-2038	2038-2039	2039-2040	2040-2041	2041-2042	2042-2043	2043-2044	2044-2045	2045-2046	2046-2047	2047-2048	2048-2049	2049-2050	2050-2051	2051-2052	2052-2053	2053-2054	2054-2055	2055-2056	2056-2057	2057-2058	2058-2059	2059-2060	2060-2061	2061-2062	2062-2063	2063-2064	2064-2065	2065-2066	2066-2067	2067-2068	2068-2069	2069-2070	2070-2071	2071-2072	2072-2073	2073-2074	2074-2075	2075-2076	2076-2077	2077-2078	2078-2079	2079-2080	2080-2081	2081-2082	2082-2083	2083-2084	2084-2085	2085-2086	2086-2087	2087-2088	2088-2089	2089-2090	2090-2091	2091-2092	2092-2093	2093-2094	2094-2095	2095-2096	2096-2097	2097-2098	2098-2099	2099-2100	2100-2101	2101-2102	2102-2103	2103-2104	2104-2105	2105-2106	2106-2107	2107-2108	2108-2109	2109-2110	2110-2111	2111-2112	2112-2113	2113-2114	2114-2115	2115-2116	2116-2117	2117-2118	2118-2119	2119-2120	2120-2121	2121-2122	2122-2123	2123-2124	2124-2125	2125-2126	2126-2127	2127-2128	2128-2129	2129-2130	2130-2131	2131-2132	2132-2133	2133-2134	2134-2135	2135-2136	2136-2137	2137-2138	2138-2139	2139-2140	2140-2141	2141-2142	2142-2143	2143-2144	2144-2145	2145-2146	2146-2147	2147-2148	2148-2149	2149-2150	2150-2151	2151-2152	2152-2153	2153-2154	2154-2155	2155-2156	2156-2157	2157-2158	2158-2159	2159-2160	2160-2161	2161-2162	2162-2163	2163-2164	2164-2165	2165-2166	2166-2167	2167-2168	2168-2169	2169-2170	2170-2171	2171-2172	2172-2173	2173-2174	2174-2175	2175-2176	2176-2177	2177-2178	2178-2179	2179-2180	2180-2181	2181-2182	2182-2183	2183-2184	2184-2185	2185-2186	2186-2187	2187-2188	2188-2189	2189-2190	2190-2191	2191-2192	2192-2193	2193-2194	2194-2195	2195-2196	2196-2197	2197-2198	2198-2199	2199-2200	2200-2201	2201-2202	2202-2203	2203-2204	2204-2205	2205-2206	2206-2207	2207-2208	2208-2209	2209-2210	2210-2211	2211-2212	2212-2213	2213-2214	2214-2215	2215-2216	2216-2217	2217-2218	2218-2219	2219-2220	2220-2221	2221-2222	2222-2223	2223-2224	2224-2225	2225-2226	2226-2227	2227-2228	2228-2229	2229-2230	2230-2231	2231-2232	2232-2233	2233-2234	2234-2235	2235-2236	2236-2237	2237-2238	2238-2239	2239-2240	2240-2241	2241-2242	2242-2243	2243-2244	2244-2245	2245-2246	2246-2247	2247-2248	2248-2249	2249-2250	2250-2251	2251-2252	2252-2253	2253-2254	2254-2255	2255-2256	2256-2257	2257-2258	2258-2259	2259-2260	2260-2261	2261-2262	2262-2263	2263-2264	2264-2265	2265-2266	2266-2267	2267-2268	2268-2269	2269-2270	2270-2271	2271-2272	2272-2273	2273-2274	2274-2275	2275-2276	2276-2277	2277-2278	2278-2279	2279-2280	2280-2281	2281-22
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------

Важно је да ове мере ефикасности нису фиксне, већ се могу прилагодити тако да верно одговарају политикама управљања саобраћајем које управе саобраћаја желе да спроведу у дело. Располагањем података о појединачним кашњењима возила, времену путовања, положају, емисији загађивача, брзини, рути и многим другим карактеристикама, мере ефикасности могу бити мање или више сложене.

Један од кључних елемената који чини Aimsun Live јединственим решењем за предикцију и пружање информација у реалном времену је његова богата и иновативна комбинација техника динамичких расподела саобраћаја (Dynamic Traffic Assignment - DTA) у оквиру исте симулације како би се пружио најреалнији приказ понашања мреже.

Резултати DTA анализе модела Aimsun користе се за процену многих значајнијих мера повезаних са индивидуалним временима путовања и трошковима, као и системских мера на мрежи за потребе регионалног планирања.

Да би се обезбедила најбоља могућа тачност предикције, Aimsun Live укључује модул који континуирано упоређује перформансе прогнозе са теренским мерењима добијеним након што прође период предикције. Грешке у прогнози упозоравају а такође и смањују поверење према прогнозама произведеним у том истом периоду. Ово поређење помаже саобраћајним оператерима да доносе одлуке на основу информација, али такође гарантује доступност редовно ажуриране саобраћајне слике.

Како би помогли у директној примени Aimsun Live на конкретној уличној мрежи, Aimsun нуди комплетно решење које превазилази основно представљање производа, нудећи појединачна пројектна решења која ће одговорити на специфичне захтеве за подршку у доношењу одлука у реалном времену:



- Готов софтвер
- Постављање и калибрација модела, обично у партнерству са реномираним фирмама
- Интеграција са напредним системом управљања саобраћајем (Advanced Traffic Management System - ATMS), уса сарадња са провајдером система
- Прилагођавање web-корисничког интерфејса
- Обука за кориснике
- Стална стручна подршка и одржавање софтвера

Aimsun Live имплементације

Од 2000. године Aimsun имплементира различите пројекте у више градова света:



Aimsun временска линија

4.3. PTV ПРОГРАМИ

PTV VISUM

Након вишедеценијске примене у разним истраживањима, анализама и студијама широм света, PTV VISUM је постао стандард у саобраћајном и урбанистичком планирању на разним нивоима - од градског преко регионалног па до државног.

Софтвер је првенствено намењен за макроскопско моделовање саобраћајне мреже и њених корисника као и њихових интеракција и захтева за путовањима. Такође се користи за анализу саобраћаја, прогнозе и управљање подацима базираним на ГИС-у, као и за планирање услуга јавног превоза и развој напредних саобраћајних стратегија и решења.

Могућности примене PTV VISUM програма су вишеструке а међу најзначајније примене моделовања спадају: транспортни модели, јавни превоз, планирање и изградња путне мреже, саобраћајно инжењерство, анализа економске ефикасности, планирање саобраћаја и економског развоја, итд.

- Транспортни модел

Као основа за рад у планирању саобраћаја, користи се мрежа путева, улица и пруга која може бити формирана у самом програму, уз помоћ алатки за унос и исцртавање, или може бити увезена у програм као готова, користећи неки од подржаних формата фајлова и интерфејса из различитих извора, попут Open street map, shape, DIVA, HAFAS, Google Transit итд.



Моделовање саобраћајних захтева се ради за различите видове превоза, четворостепеним алгоритмом, модулима VISEM и VISEVA, који су интегрисани део софтвера. Добро урађеним моделом потражње могуће је доћи до поузданих прогноза. Софтвер користи одговарајуће процедуре расподеле кретања и прилагођава одступања од вредности добијених бројањем, користећи технике за корекције матрица. Кроз овакав модел може се извршити вредновање сценарија развоја и активности као и њихова припрема за даље анализе. То такође омогућава политичким представницима да кроз мапе, графиконе и табеле јасно сагледају планирано стање.

- Јавни превоз

Сваки оператер који нуди услуге јавног превоза мора да провери трошковну ефикасност својих услуга. Ово укључује детаљну анализу резултата на нивоу оператера, линије, корисника карата и других функција. PTV VISUM пружа широк опсег опција за евалуацију и помаже у идентификовању потенцијалних уштеда трошкова.

Кроз рад у софтверу, могуће је креирати мрежу са подацима понуде и потражње за превозом, моделовати целокупно снабдевање јавним превозом интегришући ред вожње у PTV VISUM преко HAFAS или DIVA интерфејса или других система, проверити и комплетирати информације о рутама поређењем са редом вожње, графички приказати појединачне руте или неке од њихових деоница, оптерећења појединих линија, итд.

- Планирање и изградња путне мреже

Коришћењем софтвера у овој области, могуће је извршити оптимизовање саобраћајних токова кроз одговарајућа унапређења путне мреже, анализирати различите развојне сценарије, направити базу података за економске анализе као и урадити анализу утицаја на животну средину (бука, загађење) у оквиру плана развоја.

- Саобраћајно инжењерство

PTV VISUM је свестран алат који се такође може користити за саобраћајни инжењеринг, укључујући детаљну анализу раскрсница. Сви подаци су одмах доступни, како за микроскопске (нпр. појединачне раскрснице) тако и за макроскопске процене. Уобичајена примена се креће од реалистичних модела оптерећења чворова укључених у саму процедуру расподеле кретања, па до аутоматске оптимизације сигнала. Још једна велика предност је добра интеграција са софтвером за симулацију саобраћаја PTV VISSIM.

- Анализа економске ефикасности

Кроз рад у софтверу могуће је:

- дати детаљан приказ понуде и потражње приватног и јавног превоза у интегрисаној мрежи
- оптимизовати мреже линија, редове вожње и функционисање возног парка
- анализирати и оптимизовати конкретну понуду јавног превоза са пословне тачке гледишта
- спровести студије осетљивости, ризика и алтернатива
- генерисати улазне податке (прегледне и податке о потражњи) за макроекономске процене
- израдити прогнозе потражње и користити их за израчунавање будућих прихода за одређене линије јавног превоза или комплетне системе (нпр. обрачун тарифа)
- показати утицај усклађивања тарифа
- прилагодити анализе и калкулације према корисниковим захтевима помоћу скрипти.

- Планирање саобраћаја и економског развоја

Модел се заснива на прогнози понуде и потражње. Ово омогућава реално моделовање и анализу утицаја саобраћаја на будући развој. Софтвер пружа могућност прављења база



података за анализу економске одрживости и утицаја на животну средину, као и извоза мреже, транспортне потражње и одговарајућих оптерећења у PTV VISSIM.

PTV VISSIM

Примена овог програма везана је за микроскопско моделовање, било да се ради о поређењу различитих геометрија раскрсница, анализирању приоритетних линија јавног превоза или разматрању ефеката промене одређене саобраћајне сигнализације. Код саобраћаја путничких аутомобила, превоза робе, шинског и друмског јавног превоза путника, пешака и бициклиста - као водећи светски софтвер за микросимулацију саобраћаја, PTV VISSIM обједињује све кориснике и њихове интеракције у један модел.

Коришћење линкова и конектора при раду у софтверу, корисницима омогућује да моделују и најсложеније геометрије путне и уличне мреже. Многобројни атрибути за дефинисање карактеристика возача и возила, обезбеђују верну симулацију њиховог понашања у саобраћају.

Може се користити за креирање детаљних рачунских резултата или реалистичних 3Д анимација за различите сценарије, што је савршен начин да се доносиоцима одлука и јавности представи убедљива и разумљива планирана инфраструктурна мера.

Могућности примене PTV VISSIM програма су вишеструке а најзначајније примене су: моделовање раскрсница, моделовање свих видова превоза, управљавање саобраћајем на аутопутевима, активно управљање саобраћајем, управљавање јавним превозом, моделовање емисија, мезоскопска и хибридна симулација, виртуелно тестирање аутономних возила, итд.

- Моделовање раскрсница

Софтвер пружа могућност моделовања и анализе било које геометрије раскрснице, са било којим начином регулисања, од једноставних раскрсница до сложених семафорисаних, кружних са приоритетом за јавни превоз и пешачким саобраћајем.

- Моделовање свих видова превоза

Водећи софтвер у свету који може да представи све видове превоза и да симулира њихове интеракције унутар једног модела. Са циљем прецизног симулирања избора руте, избора саобраћајне траке, промене саобраћајне траке или понашања возила у односу на возило испред, у софтвер су уграђени различити модели које корисници могу прилагодити локалним условима. Ово укључује Видеманов (Wiedemann) модел слеђења возила, модел заснован на правилима промене саобраћајне траке и "Social Force" модел који одређује динамику кретања пешака. Као резултат тога, различити мултимодални сценарији се могу реално моделовати и процењивати у погледу утицаја који имају на саобраћај - било моторизовани – саобраћај аутомобила, камиона и аутобуса, шински - трамваја и возова, или немоторизовани саобраћај пешака и бициклиста.

- Саобраћај на аутопутевима

Процена нивоа услуге саобраћаја на аутопутевима се обично заснива на макроскопским варијаблама као што су време путовања и дужина реда. PTV VISSIM остварује реалистичне резултате на овом пољу помоћу детаљне геометрије и два нивоа модела микроскопског понашања – оперативног (понашање током вожње) и тактичког (избор одговарајуће саобраћајне траке зависно од руте и сусретљивости осталих возача).

- Активно управљање саобраћајем

Мере активног управљања саобраћајем могу се користити на аутопутевима и урбаним подручјима како би се повећао квалитет саобраћаја. Саобраћајни инжењери могу да



управљају саобраћајем на нивоу раскрснице, деонице или ширег дела мреже. Циљ је избегавање или спречавање застоја у саобраћају. Користећи софтвер, могуће је моделовати све оперативне интервенције и проценити њихов утицај на укупни ток саобраћаја.

- Јавни превоз

Одрживо планирање саобраћаја ставља акценат на промоцију јавног превоза. Софтвер омогућава рад у различитим под-дисциплинама планирања јавног превоза и нуди широк спектар наменских алата и могућности за детаљно моделовање. Симулација јавног превоза заснива се на флексибилној структури линија јавног транспорта, шинског и друмског, са различитим врстама возила, и распоређивање одговарајућих редова возњи и рута линија. Додатна погодност је једноставан увоз мреже јавног превоза створене у PTV VISUM-у преко одговарајућег интерфејса, за даље детаљно симулирање.

- Моделовање емисија загађивача

Емисије загађивача постају све важније у саобраћајним студијама. Софтвер пружа могућност одређивања загађујућих материја и детаљне прорачуне емисија CO₂, NO_x и PM10 (честице чађи и прашине) у зависности од трајекторија возила, помоћу "add-on" модула EnViVer.

- Мезоскопска и хибридна симулација

Када се повећава величина путне мреже која се симулира, уобичајено је да постоје различите путање које корисник може изабрати да би дошао од тачке А до тачке Б. За симулацију то значи да се симулирани саобраћај мора реалистично расподелити на доступне алтернативе. Мезоскопском симулацијом као додатним нивоом моделовања у PTV VISSIM-у, корисници могу урадити чак и симулацију саобраћајне мреже средње величине, убрзавајући је фактором од +/- 50 у односу на микроскопску симулацију, истовремено проучавајући ефекте застоја или сигнала семафора на времена путовања.

Хибридна симулација се користи уколико постоји потреба да се на одређеним коридорима, деоницама или раскрсницама, пређе са мање детаљног (мезо) на детаљнији приказ и микросимулацију, како би се на том делу мреже, детаљно симулирали сви видови превоза, укључујући и бициклисте и пешаке.

- Виртуелно тестирање аутономних возила

Нове технологије омогућавају аутомобилима да постају све више и више независни. Данас су потпуно аутономна возила све више развијена. Међутим, на исти начин на који је људима потребна помоћ како би постигли зрелост, аутомобилима је потребно професионално вођство током процеса развоја док не постану потпуно независни. Начини на који се возила помажу напредном технологијом могу се посматрати у стварности - али испитивање њиховог понашања на терену је скуп и дуготрајан подухват који омогућава само тестирање ограниченог броја сценарија. Виртуелно тестирање са микроскопском симулацијом саобраћаја нуди економичну и ефикасну алтернативу.

PTV VISTRO

PTV Vistro је посебно развијен софтвер за анализу саобраћаја који помаже планерима превоза и саобраћајним инжењерима код пројеката везаних за раскрсницу, коридор или целокупну мрежу. Омогућава брзо и једноставно подешавање мреже, ефикасан унос података и аутоматско генерисање извештаја, уштеду времена и новца.

PTV VISTRO нуди избор стандардних методологија за анализу, као што су "Highway Capacity Manual" (HCM) 2010 и HCM 2000. Такође приказује резултате за однос проток-капацитет, као и за ниво услуге (LOS) - како табеларно, тако и графички.



Софтвер је такође атрактиван као додатни алат за кориснике PTV VISUM и PTV VISSIM: интеграција омогућава увоз модела PTV VISUM у PTV VISTRO и извоз PTV VISTRO модела у PTV VISUM или PTV VISSIM, пружајући везу између нивоа стратешког планирања и детаљних нивоа разрада.

- Анализе утицаја на саобраћај

Унапређење мреже може имати значајан утицај на функционисање саобраћаја. Многе земље имају стандардизоване процесе за процену ових утицаја.

- Оптимизација сигнала

У случају побољшања инфраструктуре или промена у обиму саобраћаја, може се десити да сигнална времена више не задовољавају потребе саобраћаја, па је често потребно обновити сигнални план. Софтвер нуди алгоритме за оптимизацију сигнала како би се постигле најбоље дужине циклуса, расподеле времена сигналних појмова, чиме би се помогло кориснику у генерисању нових сигналних планова потребних за једну раскрсницу, целу мрежу или одређену руту.

PTV OPTIMA

Управљање целокупном мрежом у реалном времену

- Комбиновање offline моделовања саобраћаја са подацима у реалном времену

Помоћу PTV OPTIMA могу се добити детаљне прогнозе саобраћаја за будуће временске опсеге од 5, 10 или 30 минута до сат времена. Софтвер за управљање саобраћајем идентификује најбоље сценарије за управљање саобраћајем услед загушења, затварања улица или радова на путу као и за верну симулацију интеракције свих возила и пешака - од макроскопског до микроскопског нивоа. Модел PTV OPTIMA се непрекидно ажурира како би реаговао на променљиве услове и пружао оператерима информације у реалном времену. Оптимизује проток уличне мреже без изградње нових путева, већ применом технологије "паметних градова".

PTV OPTIMA се користи за:

- Спајање података различитих извора за детаљну анализу тренутног стања саобраћаја
- Детаљну прогнозу - примање прецизних и свеобухватних прогноза за целокупну мрежу, укључујући и делове који се не надгледају, на основу података у реалном времену и динамичких модела
- Процену алтернативних сценарија и њихових ефеката како би се активирао најефикаснији одговор
- Смањење негативних утицаја саобраћајних незгода и побољшање безбедности на путевима напредним и раним откривањем саобраћајних незгода
- Микроскопску симулацију - интеракцију свих учесника у саобраћају на детаљном нивоу

Не постоје два иста шпица као ни два иста дана код управљања саобраћајем у реалном времену. Упркос огромном искуству руковоаца у управљачком центру, њихове реакције на редовне догађаје или спонтане инциденте темеље се на њиховом искуству, познатим сценаријима и најбољем начину употребе алата којима располажу. Комбиновањем поузданих транспортних модела са подацима у реалном времену, саобраћајни оператери боље познају тренутне и будуће услове на градској мрежи и могу ефикасније да раде свој посао.



Да би се возачима, пешацима и бициклистима, као и корисницима јавног превоза, могле дати информације о алтернативним путањама које оптимизују проток на уличној мрежи и ублажавају све негативне утицаје, морају се поуздано предвидети захтеви на мрежи. PTV OPTIMA омогућава симулације и поређење различитих саобраћајних стратегија заснованих на политици града пре њихове примене на терену. Оператери могу да конфигуришу аутоматска упозорења и обавештења и увек активирају најефикаснију стратегију управљања саобраћајем на уличној мрежи. Иако је традиционална реакција на слаб проток саобраћаја повећање капацитета трака, било ширењем или изградњом нових путева, паметније решење је улагање у софтвер за управљање саобраћајем у реалном времену.

Области примене

- Функционалне карактеристике

Кључна ствар је припремити план одговора пре него што је он уопште потребан, јер ефикасно управљање саобраћајем не представља само усмеравање саобраћаја даље од места где се догодила саобраћајна незгода или су затворене траке због грађевинских радова. Саобраћајни оператери се ослањају на софистициране симулације и моделе, висококвалитетне податке и прецизне прогнозе.

- Анализа капацитета саобраћајне мреже

PTV OPTIMA пружа оператерима саобраћаја у контролном центру детаљну слику постојећег стања уличне мреже за активно управљање транспортним захтевима, избегавајући загушења и застоје – од нивоа једног коридора па до читаве уличне мреже града. Програм се повезује са великим бројем извора података користећи податке од плутајућих возила (Floating Car Data - FCD) од оператера као што су Inrix, TomTom и Here, аутоматског препознавања регистарске таблице (Automatic Number Plate Recognition - ANPR), информација са детектора, ажурирања саобраћајних незгода и градилишта. Софтвер за обраду података непрекидно упоређује, спаја и процењује податке у реалном времену како би се произвела кохерентна анализа капацитета саобраћаја за целу мрежу.

Како би прилагодили капацитет, брзина и проток, решења "паметних градова" комбинују изворе података добијене у реалном времену са приступом заснованим на моделу креираном у софтверу за планирање саобраћаја, PTV VISUM. Користећи матрице потражње, PTV VISUM моделује транспортне услуге и захтеве за путовањем. Технике динамичке расподеле израчунавају саобраћајне токове у зависности од времена и оптерећења у скретањима на уличној мрежи. PTV OPTIMA затим комбинује резултате моделовања са непрекидно ажурираним подацима, дајући прецизну анализу капацитета саобраћаја у реалном времену.

Овај приступ елиминише фаворизовање због мале величине узорка или података у реалном времену који могу погрешно да наговештавају гужву у саобраћају уколико се нпр. погрешно тумаче информације са мобилних телефона у паркираним возилима. Једно возило за доставу које се заустави да би оставило пакет могло би бити погрешно процењено као нагомилавање возила и стварање загушења. Комбиновањем и потврђивањем различитих извора података, PTV OPTIMA увек пружа тачну анализу променљивих услова саобраћаја у реалном времену.

Чак и када недостају подаци за пут или деоницу пута на којима нису уграђени детектори, PTV OPTIMA даје поуздане и прецизне процене. Комбиновањем статистичког приступа заснованог на историјским обрасцима путовања са софистицираним симулацијама у програму PTV VISUM, саобраћајни оператери су увек информисани о тренутном капацитету саобраћаја и контроли над променом протока, брзине и загушења и нивоа емисије у уличној мрежи.



- Тачне предикције саобраћаја за уличну мрежу

Покретање праве стратегије ублажавања негативних ефеката и што брже ширење информација о инцидентима учесницима у саобраћају представљају кључ ефикасног управљања саобраћајем. Тачне прогнозе образаца путања по мрежи су основа за смањење загушења и тиме смањење времена путовања и емисија. PTV OPTIMA омогућава саобраћајним оператерима да предвиде услове саобраћаја на уличној мрежи пре него што се они развију - са хоризонтом од 5, 10 или 30 минута до једног сата за планиране и неочекиване догађаје.

- Прогнозе у мрежи јавног превоза

Помоћу модула за процењено време доласка возила јавног превоза (Estimated Time of Arrival - ETA), оператери јавног превоза омогућују путницима у транзиту решења код кашњења и пропуштених веза. ETA модул се може интегрисати у контролни центар за рад јавног превоза и омогућава - на основу предикције саобраћаја - давање путницима поузданих информација о путовању и боље управљање или минимизирање времена чекања путника у транзиту. На основу података у реалном времену и тачних прогноза, организаторима јавног превоза је обезбеђена могућност доношења сложених одлука, чак и у случају неочекиваних саобраћајних догађаја, узимајући у обзир саобраћајне незгоде, застоје и прекиде у раду линија и уslugа.

Иако се многи тренутни приступи прорачуна ETA за услуге јавног превоза заснивају на историјским и статистичким подацима, ETA модул јавног саобраћаја као део програма PTV OPTIMA користи податке у реалном времену и узима у обзир и предикције за саобраћај путничких возила. Прорачуни предикције укључују између осталог, тренутно кашњење по линији и заустављању, просечно кашњење по возњи и линији, као и максимално кашњење линије. Увек постоји контрола над системом јавног превоза и стално информисање путника захваљујући поузданим прорачунима. Са ETA модулом оператери су у току са сваком линијом у систему јавног превоза знајући положај сваког аутобуса, трамваја и подземне железнице на основу GTFS³ формата у реалном времену.

- Алат за динамичко креирање рута

Мултимодални планер путовања, HyperPath, као део програма PTV OPTIMA нуди различите функције планирања путовања за сваки вид превоза. Да би крајњим корисницима пружио висококвалитетне информације о путницима, HyperPath израчунава време путовања, брзину и друге информације специфичне за режим, заједно са низом алтернативних избора рута за аутомобиле, камионе, бициклисте и пешаке - увек узимајући у обзир тренутне и будуће услове у саобраћају. Систем за динамичко креирање рута одређује чак и утицај на животну средину различитих могућих избора руте и начина. HyperPath се може интегрисати у платформу за управљање саобраћајем, апликације за планирање путовања у граду и портале са информацијама о саобраћају, а заснован је на поузданим и прецизним предикцијама саобраћаја добијеним од програма PTV OPTIMA.

Симулација различитих сценарија саобраћаја и избор праве стратегије

- Поређење сценарија управљања саобраћајем

Типични алати за решавање загушења су саобраћајна сигнализација, повремено отварање траке за принудно заустављање, знакови са изменљивим садржајем на путевима и пренос информација о саобраћају путем радија и интернета. Да би их оптимално применили на терену, потребно их је тестирати у виртуелном окружењу. Са програмом PTV OPTIMA

³ GTFS - General Transit Feed Specification - формат, спецификација података у бази података о јавном превозу (редови вожње, руте, праћење возила, фреквенције наилазака, цене вожње, итд.) која омогућава даљу експлоатацију широком броју корисника



центрима за управљање саобраћајем је омогућено да буду спремни без обзира на природу инцидента - планиране и цикличне промене на уличној мрежи или непредвиђени догађаји.

Програм омогућава оператерима да симулирају и процењују различите стратегије ублажавања последица у виртуелном окружењу, на пример у програму PTV VISUM, пре него што предузму праву стратегију. Да би преусмерио саобраћај због инцидента на целој мрежи, модел паралелно изводи више симулација, на пример, различите опције сигналних планова да би предвидео који је најефикаснији и проценио утицај различитих мера преусмеравање руте.

У случају саобраћајне незгоде, PTV OPTIMA детектује нагомилани саобраћај и не само да одмах предвиђа вероватне ефекте, већ истовремено покреће могуће сценарије за њихово ублажавање. Софтвер за управљање саобраћајем израчунава исходе различитих сценарија саобраћаја и брзо и објективно упоређује њихову ефикасност. Тестирање различитих сценарија помоћу симулације траје кратко, а резултати пружају основу за поуздану одлуку и у стресним ситуацијама.

- Показатељи ефикасности

У управљању саобраћајем не постоји јединствено решење за ублажавање загушења. Сваки град има различите циљеве управљања саобраћајем. Да би се упоредиле сложене алтернативне стратегије засноване на јединственим факторима ефикасности, могу се прилагодити мере у зависности од планиране политике града. PTV OPTIMA затим процењује и упоређује симулације саобраћајног сценарија у складу с тим. Било да се ради о смањењу времена путовања или раздаљинама путовања како би се избегли обиласци, смањењу брзине возила или смањењу емисија, програм помаже у постизању циљева мобилности града.

Повезивање PTV OPTIMA са PTV EPICS и PTV BALANCE у циљу оптимизовања система контроле сигнала

PTV EPICS и PTV BALANCE се савршено подударају са PTV OPTIMA. Ови софтверски алати додатно повећавају потенцијал за побољшање протока саобраћаја у граду. За саобраћај аутомобила или давање приоритета јавном превозу, са PTV EPICS се оптимизују зелени таласи на појединачним раскрсницама како би се смањило време чекања и путовања, емисија и бука у градској мрежи. Када је реч о управљању саобраћајем за ширу уличну мрежу града засновану на моделу, оно се остварује применом програма PTV BALANCE. Овај програм у комбинацији са PTV OPTIMA, чак може узети у обзир и кварове на детекторима.

PTV EPICS је савршени алат за прилагођавање ситуацији у саобраћају како би се избегао стани-крени режим кретања и обезбедио континуитет кретања у градском саобраћају. Специјално развијен за појединачне чворове, PTV EPICS анализира саобраћајне услове на појединачним раскрсницама и одређује најбољу опцију управљања на основу тренутне ситуације. Систем управљања заснован на моделу у неколико секунди одлучује да ли фазу треба изоставити, скратити или продужити или ће оператери саобраћаја променити редослед фаза. PTV EPICS такође омогућава одређивање приоритета за јавни превоз директном применом у контролној јединици.

Помоћу PTV BALANCE могуће је управљање радом семафора на више чворова и координација до 50 раскрсница истовремено кроз креирање зелених таласа и смањење броја заустављања. То је алат за контролу уличне мреже заснован на моделу који континуирано оптимизује сигналне програме сваких пет минута као одговор на тренутне вредности протока у саобраћају. Срж PTV BALANCE-а је модел у реалном времену који на макроскопском нивоу користи податке детектора за управљање густином саобраћаја на појединачним рутама и споредним правцима. Интегрисани мезоскопски модел затим

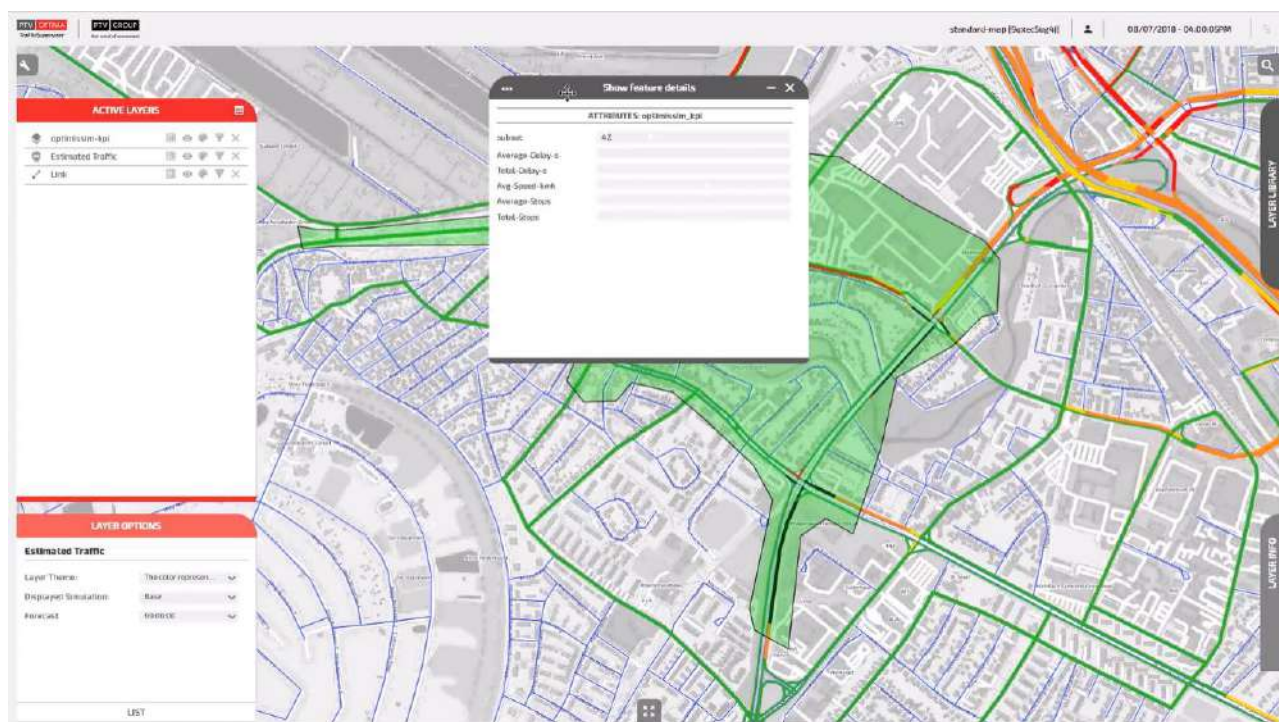


процењује различите опције управљања сигналом и преноси оптимални оквирни сигнални план локалним управљачким уређајима.

Микросимулација

Припремање различитих планова реаговања за различите инциденте помаже оператерима да боље процене ситуацију и покрену прави одговор. Како многи градови дају приоритет јавном превозу како би повећали привлачност и исплативост, важно је тачно симулирати интеракцију различитих возила и пешака у мултимодалном систему.

Оператери имају користи од микросимулације саобраћаја у реалном времену, нарочито када је реч о управљању саобраћајем при инцидентима, јер она пружа детаљан приказ мреже за тестирање различитих стратегија. Како привремена промена или укидање приоритета јавног градског превоза у граду утиче на проток саобраћаја? Да ли помаже тренутном повећању капацитета на месту саобраћајне незгоде или у зони радова на путу? Прецизне симулације саобраћаја у реалном времену са највишим нивоом детаља помажу оператерима да боље анализирају ситуацију узимајући у обзир различите сценарије и њихове ефекте на мрежи. Микросимулација је професионални алат за проверу ефикасности различитих одговора у реалном времену.



PTV OPTIMA: Праћење и управљање саобраћајем у реалном времену и на микроскопском нивоу

- Регулисање приступа возила

Сигнали "црвено-зелено" на семафорима за регулисање приступа возила, омогућавају оператерима да контролишу број возила која улазе на пут како би побољшали перформансе коридора. Било да је пут једнотрачни или вишетрачни, регулисање приступа возила је ефикасан начин за смањење осетљивости транспортног система смањењем ризика од гужве у саобраћају и саобраћајних незгода. Одговарајуће конфигурације регулисања приступа возила доприносе оптимизованом протоку саобраћаја, смањују укупно време путовања за возаче и побољшавају сигурност на путу.

У случају да се догоди саобраћајна незгода и возила почну да се накупљају на аутопуту, промена режима рампе је ефикасна мера за побољшање протока саобраћаја. Помоћу микросимулационе апликације PTV OPTIMA, оператери могу да тестирају различите



конфигурације у реалном времену. Софтвер детаљно приказује интеракцију појединачних возила, тако да оператери тачно знају како различити програми контроле приступа возила утичу на обрасце протока на мрежи. Они могу брзо да утврде који је најефикаснији за ублажавање или чак спречавање загушења у саобраћају.

- Детаљна симулација приоритета јавног превоза у реалном времену

У микро окружењу, оператери моделирају и тестирају ефикасност различитих сценарија загушења, укључујући стратегије преусмеравања које утичу на шему приоритета јавног превоза. У зависности од тога где у уличној мрежи инцидент узрокује нагомилавање возила, прилагођавање или чак привремена обустава приоритета јавног превоза или пешака може бити потребна како би се саобраћај преусмерио даље од уских грла.

- Управљање тракама за наплату путарине

Многи градови користе динамичке шеме управљања саобраћајним тракама како би се прилагодили обиму саобраћаја и оптимизовали проток. Конкретно, стратегије брзих трака за наплату путарине ("express toll lane" - ETL) и високо попуњених ("high-occupancy toll" - HOT) трака за наплату путарине, се ослањају на оно што раде поједини возачи и обично мењају шему наплате путарине у одређено време дана. Такође се често примењују одговарајуће мере како би се постигла промена у понашању, на пример, подстицањем веће попуњености возила. Да би оператери могли флексибилно и ефикасно да реагују на промене услова у саобраћају и да прилагоде шеме управљања тракама, микроскопска симулација PTV OPTIME омогућава им да тестирају и упоређују различите стратегије у реалном времену. Детаљним приказом појединачних возила и њихових интеракција, симулација процењује различите мере и подржава оператере у примени одговора на инциденте који ублажавају ситуацију.

Побољшање система управљања саобраћајем интеграцијом PTV OPTIME

Потребно је изабрати софтверско решење које се може неприметно интегрисати у постојећу ИТ инфраструктуру. Да би се PTV OPTIMA и њене компоненте, могла успешно интегрисати у архитектуру система, софтвер се може повезати са многим подсистемима и функцијама. PTV OPTIMA је заснована на REST API-у и подржава све уобичајене формате за размену информација, DATEKS II, OCIT-C, GTFS.

Компонента PTV OPTIME за offline калибрацију и валидацију модела доприноси ефикасном процесу подешавања. Интеграција система је додатно олакшана, јер више није потребно прилагођавање према смеру. Уместо тога, подаци о саобраћају могу се слати директно са трака, а PTV OPTIMA преузима одговарајући смер.

- Traffic Supervisor

Да би се задовољили специфични захтеви конкретног пројекта, могућа је интеграција програма PTV OPTIMA помоћу засебног корисничког интерфејса или кроз графички кориснички интерфејс (Graphical User Interface - GUI), заснован на web-у, тзв. Traffic Supervisor. Структуриран је интуитивно, лако се конфигурише и приказује све податке са мреже на свеобухватан начин.

PTV BALANCE

PTV BALANCE је софтверски алат за адаптивнило управљање мрежом. За разлику од фиксног временског режима светлосних сигнала (увек исти сигнални програм без обзира на ситуацију саобраћаја), адаптивнило управљање реагује на оно што се дешава на мрежи и може ефикасно искористити капацитет раскрснице. Изузетно је прилагодљив када је детекција возила у питању јер може да користи било који тип детекције на различитим позицијама. Основна архитектура система се састоји из два нивоа: тактичког и локалног. Тактички је представљен MacroBALANCE модулом који прорачунава оквирне сигналне



планове. У почетку је коришћен хеуристички приступ, а касније генетски алгоритми. У периоду између 5 и 15 min одређује просечне дужине редова по сигналним групама, просечне временске губитке по сигналним групама, по раскрсницама или на мрежи, степен zasiћења токова по сигналним групама и податке о изворима и циљевима кретања. Управљање на локалном нивоу се обавља путем MicroBALANCE модула или логичких алгоритама. MicroBALANCE на свакој раскрсници користи технику rolling horizon и микроскопски модел са корацима од 1 s. Сваке секунде се генеришу подаци о максималним и просечним дужинама редова, временски губици по сигналним групама и временски губици возила јавног превоза. Због успостављања координације користи се иста дужина циклуса одређена на бази оптерећења критичне раскрснице. За давање приоритета јавном превозу се не користи модел већ скуп логичких услова на локалном нивоу. За offline симулације се користе софтвери Aimun2, NONSTOP и VISSIM.

PTV EPICS

Ово је софтвер првенствено намењен за адаптивно управљање светлосном сигнализацијом, са циљем ефикасног избегавања "стани-крени" режима саобраћаја у граду. Израђен је специјално за појединачне раскрснице и функционише унутар контролне јединице. Процес заснован на моделу се састоји у "посматрању" локалних услова саобраћаја, израчунавајући бројне опције контроле сваке секунде. PTV EPICS затим користи свој интерни модел да процени различите опције контроле пре примене оне најбоље. У овом процесу узимају се у обзир сви видови превоза - од појединачног моторизованог саобраћаја, преко саобраћаја пешака до приоритетног јавног превоза.

PTV VISTAD

Као својеврсна електронска мапа, PTV VISTAD је софтверски систем за прикупљање, валидацију и анализу података о саобраћајним незгодама. Софтвер једноставно визуализује незгоде на мапи и скоро све детаљне информације могу се користити као критеријуми за филтер. Чак и дигиталне шематске скице незгода се могу увести директно у систем и приказати на одговарајући начин. Поред тога, подаци о саобраћајној незгоди се могу филтрирати географски и према бројним карактеристикама из прикупљених података о незгодама.

PTV VISWALK

PTV VISWALK је софтверско решење за микросимулацију токова пешака са великим бројем функција понашања кретања пешака у 3Д окружењу. Симулација кретања појединачног пешака или групе пешака може се моделирати до најситнијег детаља. Могу се анализирати интеракције између пешака у групи, па и интеракције између пешака и других видова превоза, као што су железничка, аутобуска станица, аеродром. Најважнији циљеви PTV VISWALK-а се огледају кроз анализу понашања кретања пешака, планирање мера безбедности и евакуације и процену капацитета у објектима и јавним просторима. PTV VISWALK може дати одговоре на питања: да ли су тротоари довољне ширине да задовоље пролазак одређеном број пешака у јединици времена, да ли је површина објекта довољно велика да на комфоран начин задовољи потребе посетилаца за све који су планирали да присуствују планираном догађају.



ДОСАДАШЊИ КОРИСНИЦИ PTV ПРОГРАМА У БЕОГРАДУ

- ЦЕП Центар за планирање урбаног развоја,
- Секретаријат за саобраћај,
- Секретаријат за јавни превоз,
- Саобраћајни факултет Универзитета у Београду,
- Дирекција за грађевинско земљиште и изградњу Београда ЈП,
- ЈУП Урбанистички завод Београда,
- ЈКП Београдски метро и воз,
- Институт за путеве,
- Саобраћајни институт ЦИП,
- Elcom,
- CesTRA,
- T-Mode,
- Gistec, itd.

4.3.1. Квантификација PTV програма по градовима у свету

PTV BALANCE&EPICS су системи који су имплементирани у следећим градовима широм света:

Градови са адаптивним системима управљања саобраћајем

Град	Опис	Број раскрсница	Година имплементације
Ремшајд	PTV Balance – центар града	33	2003
Хам	PTV Balance – центар града	15	2004
Хамбург	PTV Balance – Bramfelder Straße	40	2004/2007
Инголштат	Примарна мрежа TRAVOLUTION	46	2008
Регенсбург	PTV Balance – Nordstadt	35	2010
Салцбург	PTV Balance – примарна мрежа	30	2014/2016
Краков	PTV Balance, PTV Epics – Botewa, Bronowicka	30	2012/2013
Гдањск, Гдинија	PTV Balance, PTV Epics – примарна мрежа	150	2012/2015
Лублин	PTV Balance, PTV Epics и PTV Optima	70	2015/2016
Стразбур	PTV Epics	6	2018
Тајчунг (Тајван)	PTV Balance и PTV Optima	31	2018/2019
Рас ел Хајма (УАЕ)	PTV Balance, PTV Epics	17	2019
Тајпеј (Тајван)	PTV Balance	8	2019
Београд	PTV Balance, PTV Epics	5	2020



Показатељи ефикасности у по градовима

Град	Број раскрсница	Број заустављања	Брзина	Време путовања ПА	Временски губици	Време путовања ЈГПП
Хамбург	40	-	-	-10%	-	-
Инголштат	46	-17%	-	-	-21%	
Беч	18	н/а	н/а	н/а	н/а	-10%
Регенсбург	35	-6%	+9%	н/а	-	-
Салцбург	6	-7% CO ₂ и потрошња горива				
Краков	30	-	-	-14%	-20%	-11%
Гдањск, Гдинија	150	н/а	-	-18%	н/а	-10%
Чандигар	3	-43%	+23%	н/а	-48%	н/а
Тајчунг (Тајван)	31	н/а	+6% до +8%	-5% до -10%	н/а	н/а
Стразбур	6	-9%	-5% CO ₂ и NO _x -8% после подне			

Системи и контролери примењени у градовима

Град	Опис	Година примене	Систем	Сигнални контролери
Хамбург	PTV Balance	2005	GEVAS	Swarco / Dambach
Инголштат	PTV Balance	2009	GEVAS	Swarco / SBH, STM
Регенсбург	PTV Balance	2010	GEVAS	Swarco / Dambach
Краков	PTV Balance, PTV Epics	2012	GEVAS	GT системи
Гдањск, Гдинија	PTV Balance, PTV Epics	2013	GEVAS, Qumak	MSR
Лублин	PTV Balance, PTV Epics	2015	Qumak	MSR
Салцбург	PTV Balance	2016	GEVAS	Siemens C900v
Чандигар	PTV Epics	2017	ISSD	RR electronics
Тајчунг (Тајван)	PTV Balance	2018	FarEasTone	Sunky
Стразбур	PTV Epics	2018	Fareco	Fareco
Рас ел Хајма (УАЕ)	PTV Balance, PTV Epics	2019	Tamas	Swarco ITC
САД / LATAM	PTV Balance	2019	Peek / Semex	Peek/Semex



4.4. КОМПАРАЦИЈА СОФТВЕРА У ОБЛАСТИ OFFLINE САОБРАЋАЈНИХ ПРОГНОЗА И МОДЕЛИРАЊА ПРЕДИКЦИЈЕ САОБРАЋАЈА

Моделирање предикције саобраћаја је иновативан приступ управљању саобраћајем који користи податке о стању саобраћаја на транспортној мрежи у реалном времену, заједно са симулацијом заснованом на моделу, да би пружио информације о деловима мреже без мониторинга и блиском будућем стању саобраћаја, као и шта би се догодило ако се примене одређене стратегије управљања саобраћајем.

Типични случајеви употребе модела предикције саобраћаја су:

- Формирање свеобухватне, кохерентне слике о уоченом стању саобраћаја (брзине, густина тока и присуство редова) на свим елементима уличне мреже, базираним на мерењима укључујући и путање возила
- Проширење мерења извршених на само неколико елемената на остатак мреже која је без мониторинга и на будуће временске интервале, чиме се добија процена стања саобраћаја комплетне мреже и еволуирање овог стања саобраћаја у будућности
- Предвиђање стања саобраћаја у односу на тренутне инциденте и стратегије управљања саобраћајем (нпр. контрола светлосне сигнализације или знакови са изменљивим садржајем), побољшавајући способности оператера за доношење одлука чак и пре него што се појаве проблеми
- Обезбеђивање прилагодљивих кључних показатеља ефикасности који омогућавају оператерима у центрима за управљање саобраћајем да брзо процене квалитет саобраћаја у граду
- Пружање подршке одлучивању како би се омогућило оператерима центра за управљање саобраћајем да проактивно реагују на познате (нпр. најављене радове на путу) и неочекиване догађаје (нпр. саобраћајне незгоде) путем унапред дефинисаних сценарија реаговања са противмерама
- Обезбеђивање стања адаптивбилног система управљања саобраћајем са повећаном флексибилношћу за случај недостајућих или оштећених детектора
- Обезбеђивање контроле градског подручја и адаптивбилне системе контроле сигнала са прорачунатим проценама и предикцијама протока саобраћаја, редова и кашњења, омогућавајући проактивно управљање и контролу саобраћаја
- Континуирано прикупљање информације о тренутним измереним условима саобраћаја из различитих извора података и различитих врста (стања саобраћаја, стања сигнала, путање возила, инциденти, радови на путу, ...)
- Пружање оператеру упозорења која се односе на прилагодљиве услове мреже
- Дистрибуција прикупљених и израчунатих информација о саобраћају путем различитих комуникационих протокола и канала, осигуравајући висок степен интероперабилности и на тај начин делујући као "центар података и информација о саобраћају"
- Функционисање у реалном времену, односно континуирано ажурирање процене стања мреже и времена путовања на основу података који се континуирано прикупљају током времена.

Предности су:

- Прогноза заснована на real-time моделу може кохерентно у простору и времену "ширити" уска грла створена незгодама или другим догађајима
- Прогнозе саобраћаја у реалном времену надгледају читаву мрежу упркос ограниченој количини података и примају детаљне прогнозе за период до 60 минута - чак и за непредвидиве догађаје
- Поуздана подршка у одлукама о управљању саобраћајем да би се проценило која је акција најбоља и треба ли је извршити за тренутни, предстојећи или конкретан догађај кроз процену сценарија засновану на КПИ



Карактеристике анализираних софтвера

	Опис	PTV Group	Siemens - Aimsun	Swarco - Mizar
Техничка основа модела предикције	Заснован на динамичком моделу	Пуна подршка за Микро/Мезо и Макро	Да, за микро/мезо, макро није динамичан	N/A Није применљиво
	Прогноза статичког модела	Динамички модел надмашује статичко моделирање у верној репродукцији загушења	Макро моделирање је статично, тако да има малу тачност код загушења/незгода	Да, врло ограничено у репродуковању незгода са загушењима
Хоризонт предикције	Краткорочни, до 30 минута	Прогноза до 1h	Наша претпоставка је да микро/мезо не може прећи преко 20.000 линкова за 30-минутну прогнозу са временским размацима од 5 минута	Ограничено (само са статичком равнотежом)
	Дугорочно до једног дана	Предикција до 1 недеље	N/A Није применљиво	Ограничено (само са статичком равнотежом)
	Променљиви хоризонт	Доступно	Доступно, али прогноза се заснива на подударану са историјским матрицама; подаци бројања се не користе директно у управљању протоком већ само за подударане праве матрице	Доступно, али прогноза се заснива на подударану са историјским матрицама; подаци бројања се не користе директно у управљању протоком већ само за подударане праве матрице
Аутоматско само-учење и самостално ажурирање основних података		Уживо од детектора који прилагођавају предикцију на основу модела, од догађаја, промена сигналних планова и од техника за рекалибрацију offline модела	N/A Није применљиво	N/A Није применљиво
Доказане перформансе модела	Добро уклапање резултата теста и стопе грешака	Пример погодности Таичунг-а (једини доступни јавни показатељи)	Нису познати јавни резултати	Нису познати јавни резултати
	Локација примене	Више од 10 великих (широм града) инсталација на Блиском Истоку, Европи, Азији, Аустралији	5 објављених инсталација, углавном малих коридора	Више од 10 великих инсталација (широм града)
	Компатибилност са доступним подацима из Дубаија	Да	ОК - али нема стварне употребе података FCD на мрежи за побољшање прогнозе	ОК - али нема стварне употребе података FCD на мрежи за побољшање прогнозе



5. ПРЕГЛЕД СИСТЕМА УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈЕМ ИМПЛЕМЕНТИРАНИХ У ВЕЛИКИМ СВЕТСКИМ ГРАДОВИМА

Адаптибилни системи за управљање саобраћајем који имају могућност предикције саобраћајног оптерећења у неком периоду времена представљају потребу великих градова у којима је присутно повећање степена моторизације и саобраћајних загушења. Анализом система који дају предикцију саобраћајног оптерећења дошло се до закључка да произвођачи дају само одређену количину информација о начину рада. Широм света у великим градовима су имплементирани системи различитих произвођача, па су неки од њих представљени у наредном поглављу. Једна од главних предности ових система је активно управљање саобраћајем и потражњом, као и предикција саобраћајног оптерећења у периоду до 60 минута. Прогнозираним саобраћајним оптерећењем оператери могу управљати из контролног центра, а предлоге за најбоље решење им дају софтвери који су имплементирани у граду.

Предности ових система се односе на идентификацију саобраћајних загушења на мрежи на основу података са детектора у реалном времену, а самим тим до повећања брзине кретања и смањења времена путовања.

Системи који су анализирани су:

- Aimsun Live,
- PTV OPTIMA,
- RITM³ систем,
- GEVAS системи.

5.1. AIMSUN LIVE

Програм Aimsun Live симулира саобраћај великих површина у реалном времену, омогућавајући саобраћајним оператерима да предвиде и реше саобраћајне гужве пре него што се догоде.

Користи се како за "паметно" управљање саобраћајем, тако и за поређење стратегија управљања саобраћајем у реалном времену, формирање индекса перформанси примењених стратегија, односно оцена мера ефикасности, технике динамичке расподеле саобраћаја унутар једне симулације као и поређење прогнозе са стањем на мрежи.

5.1.1. Примери имплементације Aimsun Live система

Aimsun Live систем је имплементиран у следећим градовима широм света:

- Сан Дијего, од 2011.
- Сиднеј, 2020.
- Оксфорд,
- Визбаден,
- Сингапур

Сан Дијего, САД

Наручилац пројекта је "San Diego Association of Governments" (SANDAG) који очекује да ће пројекат интегрисаног система управљања коридором (Integrated Corridor Management System – ICMS) помоћи у примени мултимодалних и напредних принципа, побољшати безбедност на целом коридору, поспешити механизме за информисање путника, институционална партнерства и умрежене транспортне системе, како током редовних, тако

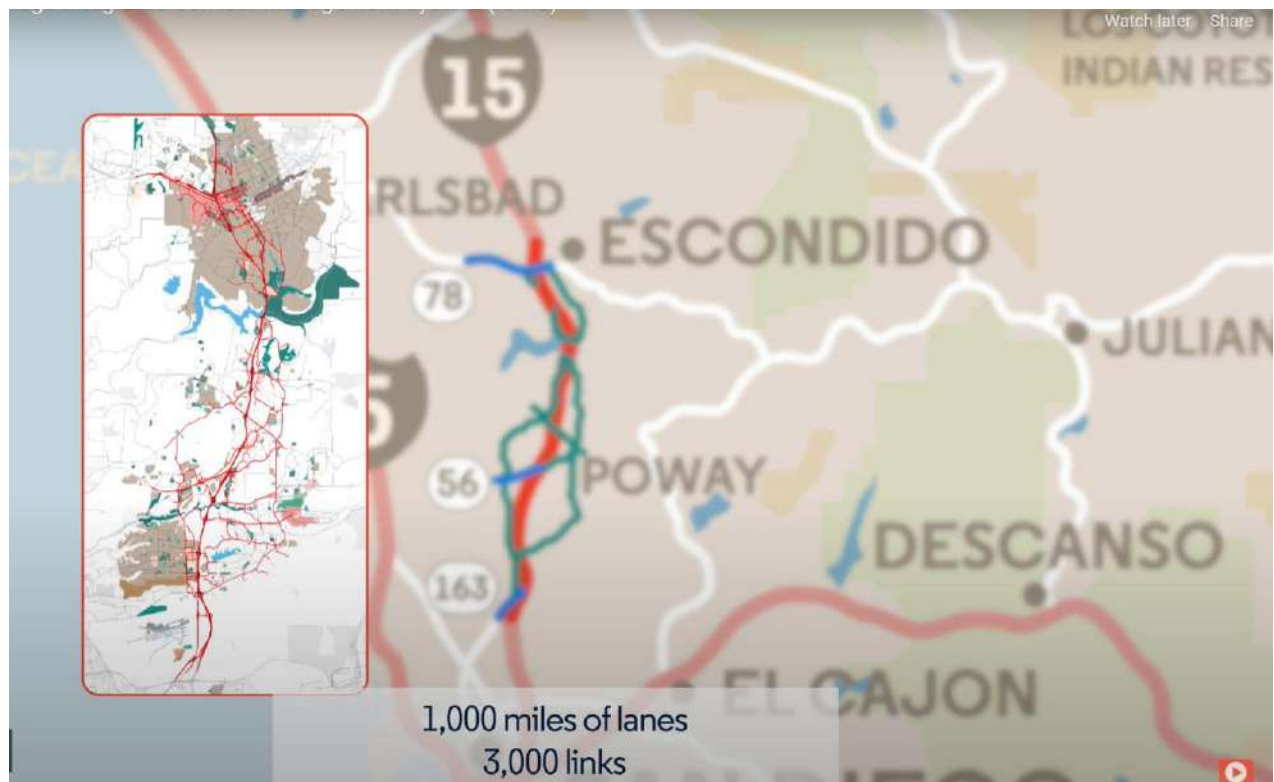


и током ванредних услова саобраћаја. Крајњи циљ је увођење ICMS -а широм земље, тако да сваки већи град може извући неку корист из онога што се постиже у Сан Диегу.

Као део развоја и испоруке интегрисаног система управљања на коридору I-15, Aimsun Live пружа аналитичка предвиђања и предикцију засновану на моделима широм мреже, омогућавајући оператерима саобраћајних центара да идентификују потенцијалне проблеме и загушења и да процене вишеструке планове ублажавања помоћу симулације у реалном времену. Ово је помогло да се смањи загушеност изазвана ванредним догађајима.

Aimsun Live пројекат на I-15 заснован је на моделу микросимулације који прецизно предвиђа у скоро реалном времену (испод 5 минута) у наредних 60 минута и пружа типичне саобраћајна мерења у временским интервалима од 15 минута. Ова мерења укључују: протоке; брзине; времена путовања; кашњење; стварање редова; односе проток/капацитета; бројање итд.

Мерења се примењују према потреби на различитим нивоима: на нивоу мреже; руте, сектора/ деонице, чвора и нивоу скретања.



Обухват пројекта: 1000 миља саобраћајних трака, 3000 линкова, 270 сигналисаних раскрсница

Aimsun Live ради 24/7/365, помажући у пружању показатеља који подржавају процес доношења одлука и управљање коридором као што су знакови са изменљивим садржајем, светлосна сигнализација и контрола приступа возила на рампама.

Кључни подаци који се уносе у Aimsun Live су подаци са детектора (бројања и брзине) који се обједињују и комбинују из више извора како би се створио одговарајући приказ тренутне потражње на мрежи.

Сиднеј, Нови Јужни Велс, Аустралија

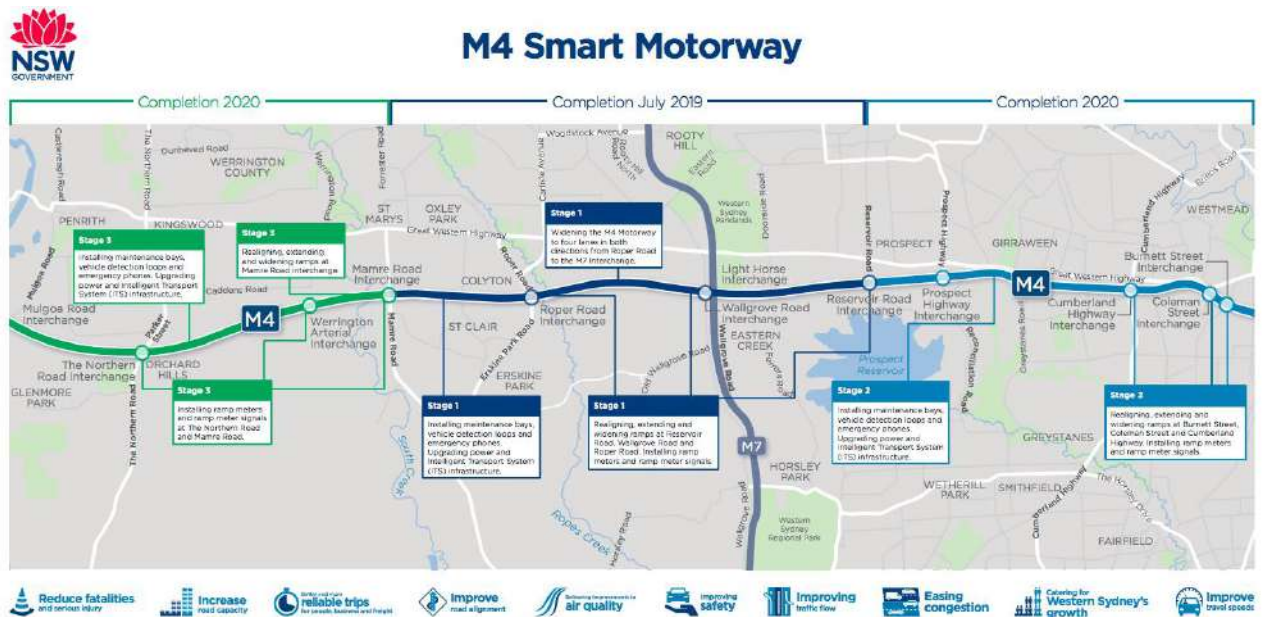
Влада Новог Јужног Велса улаже 600 милиона долара у пројекат М4 паметни аутопут, који ће увести интелигентну технологију на 48 километара дугом аутопуту М4 и његовим магистралним путевима.



Циљ је интегрисати алате за информације, комуникацију и управљање саобраћајем у реалном времену како би возачи могли да доживе сигурније, брже и поузданије путовање. Путовање са мање стани–крени режима кретања такође значи нижу потрошњу горива, што ће помоћи у смањењу емисија.

За реализацију паметног М4 аутопута у Сиднеју, Transport for New South Wales је изабрао компанију Тусо (сада Johnson Controls International plc) за систем интегратора а Aimsun Live систем за подршку одлучивању за управљање саобраћајем у реалном времену.

Ово је водећи пројекат за Aimsun Live: не само да је то први паметни аутопут за Нови Јужни Велс, већ је и први систем предикције заснован на симулацији икада примењен у Аустралији.



Увођење интелигентне технологије на Аутопуту М4, Сиднеј, Аустралија

Пројектом је између осталог предвиђено:

- Знакови са изменљивим садржајем који на аутопуту и прилазним путевима информишу возаче о очекиваном времену путовања и условима саобраћаја који им предстоје, омогућавајући им да боље планирају путовање или да изаберу алтернативну руту.
- Контрола приступа на улазним рампама током вршних периода управља протоком возила која улазе на аутопут - уливање возила чини сигурнијим и глаткијим и смањује ризик да возачи на главном коридору изненада морају да закаче.
- Отварање и затварање трака коришћењем интегрисаног знака за брзину и употребу траке (Integrated Speed and Lane Utilisation Sign - ISLUS) као одговор на инциденте и мењање ограничења брзине ако је густ саобраћај, саобраћајна незгода или лоше време.
- Додатни сензори за саобраћај и камере за видео надзор како би се континуирано надгледали услови у саобраћају.



5.2. PTV OPTIMA

Кључни софтвер за успешно управљање саобраћајем. Заснован на моделу, он нуди прецизне информације о саобраћају у реалном времену за целу саобраћајну мрежу и даје поуздане прогнозе за наредних 60 минута.

Ефикасно управљање саобраћајем не представља само усмеравање саобраћаја даље од места где се догодила саобраћајна незгода или су затворене траке због грађевинских радова. Оно је више припрема плана одговора пре него што је он уопште потребан кроз софистициране симулације и моделе, поуздане податке и прецизне прогнозе.

Захваљујући PTV OPTIMA, центри за управљање могу својим тимовима и учесницима у саобраћају аутоматски обезбедити тренутне и будуће информације о саобраћају. Да би се ово постигло, софтвер комбинује проверено offline моделовање са подацима и алгоритмима у реалном времену.

Тренутно стање саобраћаја

Подаци "плутајућег возила" (Floating Car Data - FCD), аутоматско препознавање регистарских таблица (Automatic Number Plate Recognition - ANPR), информације са детектора, информације о саобраћајним незгодама и градилиштима - PTV OPTIMA омогућава сакупљање, упоређивање, валидацију и комбиновање података из различитих извора. Поред тога, захваљујући приступу заснованом на моделу, могу се допунити чак и подаци за путеве на мрежи за које не постоје мерења детектора или FCD информације. Ово ствара кохерентну и детаљну слику тренутног стања саобраћаја.

Прогнозе у реалном времену

Загушења се могу детектовати коришћењем локалних мерења брзине, протока и обима саобраћаја или преко брзина проистеклих из времена путовања. Она имају и временске и просторне ефекте на саобраћај. Чак и неочекивани догађаји као што су саобраћајне незгоде могу се анализирати кроз приступ заснован на моделу.

За разлику од чисто статистичког приступа, који упоређује временске профиле са историјским узорцима, моделски базирани симулацијски приступ се ослања на физичко тумачење саобраћајне мреже и услова. Основни модел који описује ове односе омогућава симулацију за израчунавање информација чије мерење није могуће или је могуће са тешкоћама. Ово омогућава симулацију будућег саобраћајног стања и сагледавање ефеката различитих комбинација мера управљања саобраћајем и поремећаја у његовом функционисању.

Подршка за доношење одлука

Центри за управљање саобраћајем, код саобраћајних застоја, постављају различите циљеве који се могу мерити коришћењем индикатора функционисања (Key Performance Indicators - KPI), који пружају агрегиране информације о укупној ситуацији у мрежи и пружају добру основу за брзо доношење одлука. KPI се могу флексибилно подешавати у PTV OPTIMA - без обзира да ли је циљ корисника спречавање застоја и штетних емисија, побољшање поузданости саобраћајне мреже, смањивање времена путовања или смањење негативних ефеката планираних и непредвидивих догађаја. Такође је могуће израчунати кључне безбедносне индикаторе (Key Safety Indicators - KSI) захваљујући беспрекорној интеграцији са PTV VISUM Safety. Светлосна сигнализација, отварање трака за принудно заустављање, знаци са измењивим садржајем и информације о саобраћају које се емитују путем радија и интернета, су типични алати за решавање загушења. Да би се све ово оптимално применило, требало би да се унапред тестира у виртуелном окружењу.



ETA (estimated time arrival) прогнозе у јавном превозу

До сада је PTV OPTIMA био алат број један у пружању прогнозе за саобраћај путничких аутомобила, омогућавајући оператерима да одмах реагују на било коју непланирану ситуацију и пруже корисне информације возачима. Нови PTV OPTIMA Public Transport ETA модул сада омогућава управљачима јавног превоза активно учествовање у управљању, омогућајући им да јавни превоз учине поузданијим и тачнијим, са правовременим информацијама доступним путницима.

5.2.1. Примери имплементације PTV OPTIMA система

PTV OPTIMA је систем који је имплементиран у следећим градовима широм света:

- Ерфурт, 2014.
- Торино, 2014.
- Москва, 2014-2015.
- Минхен, 2015.
- Катанија, 2015.
- Беч, 2015.
- Лублин, 2015.
- Абу Даби, 2016.
- Париз, 2016.
- Лондон, 2016.
- Дубаји, 2017.
- Тајчунг, 2018.
- Рим, 2021.

У даљем тексту биће детаљније описано какви су резултати неких од поменутих градова и како су градске власти уводиле систем PTV OPTIMA.

Тајчунг , Тајван

Новопримењени систем интелигентног саобраћаја у граду Тајчунг , заснован на платформи немачке компаније за транспортни софтвер PTV Group, освојио је награду Distinguished Honor као најбољи ИТС пројекат на Тајвану током 2018. године.

Број становника града Тајчунг са популацијом од 2,8 милиона становника и даље се повећава. Узок повећања броја становника је и повећање саобраћајних загушења на коридорима како за време вршних часова, тако и за време празника. Како би решили проблеме загушења у граду, а притом искористили максимално постојећу инфраструктуру, градски саобраћајни биро је у сарадњи са Far EastOne Telecommunications (FET) и компанијом PTV Group надоградио постојећи систем ИТС-а. Систем је имплементиран у градском центру за контролу саобраћаја са оперативним системом у реалном времену.

Нов ИТС систем је PTV OPTIMA који користи податке у реалном времену за управљање саобраћајем, који комбинује податке у реалном времену са моделским подацима добијених на основу PTV VISUM програма. Омогућава тачне информације о саобраћају у реалном времену и динамичне прогнозе за временски период до 60 минута.

PTV OPTIMA даје могућност оптимизацију изменљиве саобраћајне сигнализације широм мреже, као и давање алтернативних рута за возаче. Током петомесечне фазе пројекта од октобра 2017. до фебруара 2018. године, технологија PTV побољшала је капацитет саобраћајница, омогућавајући возачима да брже и удобније стигну до циља путовања. Програм је ефективно смањио просечно време путовања за цело подручје за 9,4%, побољшао просечну брзину саобраћаја за 8,4% и повећао проток саобраћаја за 7,6%.



Ерфурт, Немачка

Град Ерфурт је 2015. године у свој систем управљања саобраћајем увео и систем PTV OPTIMA, које је ажуриран 2016. Главни циљ је оптимизација протока саобраћаја улицама мале ширине целе области Thuringian и демонстративно смањење утицаја саобраћаја на животну средину уз помоћ управљања саобраћајем у реалном времену.

Број становника области Thuringian износи 2,1 милиона становника. Како број становника расте из године у годину градске власти су забринуте за утицај саобраћаја на животну средину иако је један плус што се 60% дневних путовања обавља пешке, бициклом или јавним превозом, а остатак путничким аутомобилима. Није лак задатак управљати саобраћајем на начин који штити животну средину и чува расположиве ресурсе, а самим тим смањити емисију загађујућих честица.

Град Ерфурт је решење пронашао у интелигентном систему управљања мобилношћу за процену и пружање најновијих информација о стању у саобраћају. Чак 10 партнера је учествовало у изради овог пројекта који је финансиран од стране Министарства Економије, укључујући Bauhaus-Universität Weimar и Thomas Kraus из rwp-systems, који су специјалисти у имплементирању интелигентних саобраћајних система.

Користећи већ постојећи систем за средњорочно и дугорочно планирање саобраћаја PTV VISUM било је логично кренути са коришћењем PTV OPTIMA како би следећи корак било динамично управљање саобраћајем у реалном времену. Систем заснован на реалним подацима користе постојеће саобраћајне моделе како би постали динамички, код стандардизовани интерфејси омогућавају лаку интеграцију у постојеће системско окружење,

PTV OPTIMA након представљања и ажурирања ради на основу следећих података у реалном времену: проток саобраћаја (преко детектора), обима паркирања, промене режима саобраћаја (зоне радова на путу, догађаји итд.) и реалних података из локалне мреже јавног превоза у граду Ерфурт.

Резултати који се добију са PTV OPTIMA програма комбинују се са еколошким и другим подацима преко rwp Traffic Management платформе за управљање саобраћајем у сврху управљања подацима, мониторинга и анализе.

Пример 1: Комуникација са учесницима у саобраћају путем динамичких дисплеја. Када постоји велика потражња за паркирањем, динамички дисплеји усмеравају кориснике према најближем паркиралишту и саветује кориснике да користе јавни превоз.

Пример 2: У случају да се управља саобраћајем семафорским сигналимa у центру града на радијалним саобраћајница могу да се пројектовати тако да мање возила иде ка граду.

Пример 3: Саобраћај се такође може преусмерити кроз центар града у случају саобраћајне незгоде на аутопуту. Када се догоди саобраћајна незгода, систем за управљање саобраћајем ће прилагодити семафорске сигнале како би обезбедио ефикасније одвијање саобраћаја.

Пијемонт регион, град Торино, Италија

Градске власти и саобраћајни инжењери града Торино од 2013. године користе PTV OPTIMA програмски пакет како би могли да омогуће својим становницима динамичко управљање саобраћајем, односно управљање у реалном времену.

PTV OPTIMA комбинује проверену методу моделирања саобраћаја на рачунару која није у реалном времену са подацима и алгоритмима у реалном времену. За процес се користи транспортни модел направљен у програму PTV VISUM који омогућава саобраћајно оптерећење радним даном, вршним сатом или викендом за изабрано подручје. Моделирање



се врши на основу матрица кретања између зона. У РТV ОРТIМА програму подаци се користе у реалном времену како би се капацитет саобраћајнице, брзина кретања и проток из транспортног модела из РТV VISUM-а прилагодио реалном подацима на мрежи и условима у саобраћају.

У области Пијемонт је имплементирано 1400 индукционих петљи, као и 200 стационарних сензора (радара и инфраред сензора) што је довело до нових података у реалном времену који се односе на алгоритме који омогућавају реално управљање саобраћајем на 5 минутним интервалима. Ова опрема омогућава да се анализира половима саобраћајне мреже, док други обимнији део саобраћајне мреже покрива програмски пакет РТV ОРТIМА.

Могућност предвиђања понашања возача у саобраћају је кључна да би тим за управљање саобраћајем могао динамички управљати саобраћајем. У граду се користи симулација за 60 минутни временски оквир који се касније на 5 минута прерачунава и мења у зависности од параметара који се посматрају. Ово омогућава мерење ефеката на обим саобраћаја, брзину и поремећаје на различитим деоницама саобраћајница.

Систем се активира на основу две главне промене на мрежи саобраћајница. Једна је када саобраћајни оператер добије информацију од надлежног полицијског органа о поремећају саобраћаја у вези са саобраћајном незгодом или да је дошло до демонстрација у неком делу града. Друга промена се односи на унапред дефинисане граничне вредности параметара у условима саобраћаја, па ће систем у зависности од вредности послати упозорење саобраћајним инжењерима.

Посао саобраћајних инжењера је да на добијене информације одговоре одговарајућим мерама, што укључује отварање додатних саобраћајних трака, промена саобраћајних знакова на изменљивој саобраћајној сигнализацији или слање информација учесницима у саобраћају путем текстуалних порука, интернет страница, мобилних апликација или радија. Како се град налази у близини Алпа у овом делу региона има пуно тунела које је потребно затворити по потреби ако дође до лоших временских услова. Затварањем тунела долази до загушења у саобраћајној мрежи, али систем аутоматски препознаје ову промену и предлаже стратегију интервенције оператеру саобраћаја.

Саобраћајни инжењери развијају статичке стратегије пре него што се примене на програму РТV ОРТIМА где се процењују, упоређују и пондеришу користећи податке у реалном времену. Инжењери затим прослеђују своје резултате оператерима са седиштем у центру за управљање саобраћајем. РТV ОРТIМА даје директне резултате тако што саобраћај враћа у услове саобраћајног тока пре загушења.

Беч, Аустрија

ИТС Беча је сконцентрисан на прикупљању валидних информација о локалном саобраћају и превозу и подржава динамичко управљање градским саобраћајницама. Градске власти су 2014. године одлучиле да уведу систем РТV ОРТIМА у управљање саобраћајем, па је систем имплементиран следеће године.

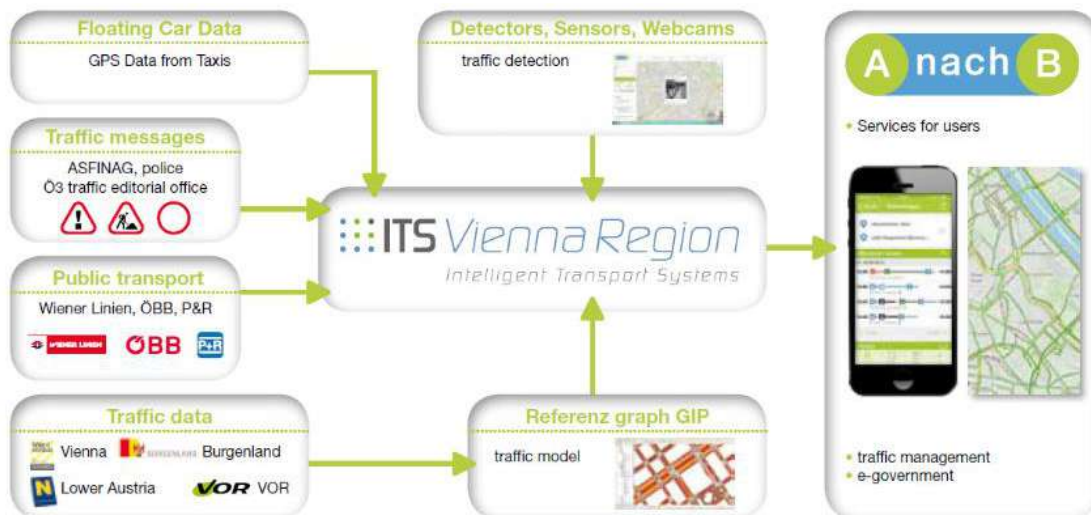
Саобраћајни инжењери да би имали одговор на питање: колико траје време путовања кроз главни коридор или колико људи је заглављено у саобраћајном загушењу у наредних 30 минута, морају да имају ефикасан и одржив систем који ће бити предодређен становницима града и вредан живота у граду. Није изненађујуће да општа потражња за динамичким управљањем у реалном времену постане све већа и већа.

Предикција коју нуди РТV ОРТIМА даје драгоцене информације и побољшава одлуке у управљању саобраћајем тако што помаже оператерима у њиховом свакодневном животу и заузврат помажући свим учесницима у саобраћају.



PTV OPTIMA у условима статичног управљања саобраћајем и информација о инфраструктури и саобраћајним захтевима за вршни час користи транспортни модел у програму PTV VISUM. Модел користи све типове учесника у саобраћају, раскрснице и покрива површину од 2.700 km². Простор је подељен у 1.096 зона и 149.678 секундарних и 50.000 примарних улица.

Да би осигурао највећи квалитет и поузданост својих услуга, центар ИТС-а у Бечу следи решења PTV-а. Програми PTV-а покривају дугорочно складиштење података (PTV OPTIMA модул Traffic Data Warehouse), транспортни модел за статичко управљање PTV VISUM и предикција и предвиђање саобраћајног оптерећења PTV OPTIMA. Са предвиђањем PTV OPTIME, ИТС Беча такође добавља податке за национални планер рута који је базиран на PTV HyperPath.



Систем у ИТС-а у Бечу

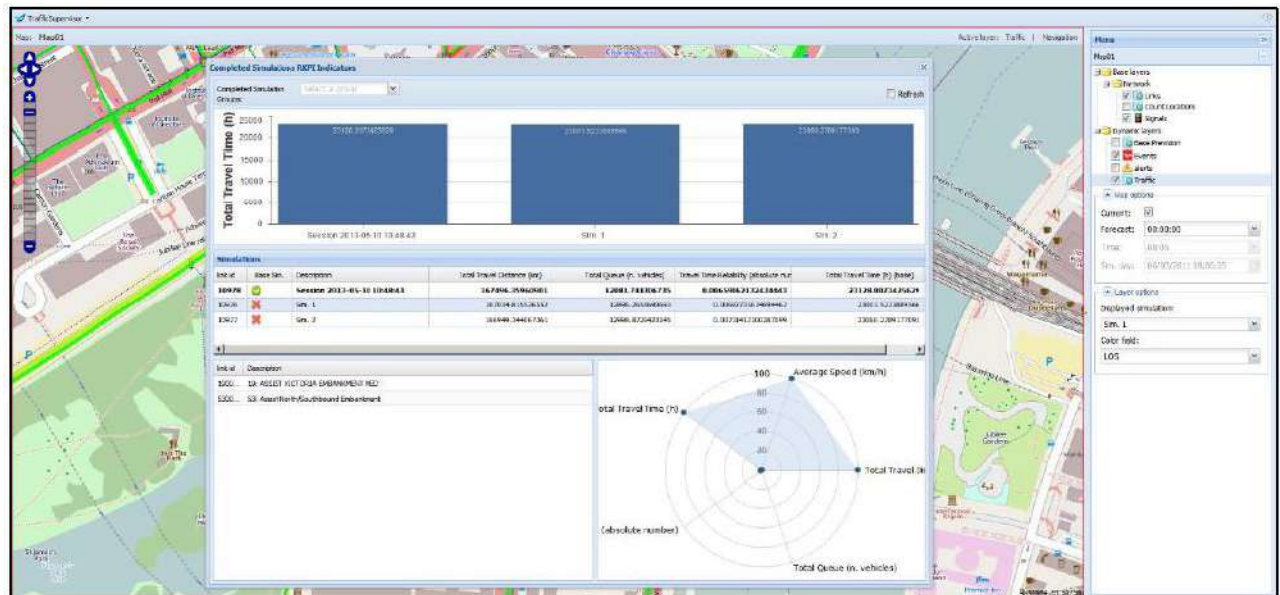
Лублин, Пољска

Визија власти у Лублину је да обезбеде ефикасан и безбедан транспортни систем који доприноси економском развоју, побољшању квалитета живота и еколошкој одрживости за све становнике. Мисија града је да регулише, планира и развије ефикасан транспортни систем који служи јавном интересу становника, јачањем мобилности и пружањем сигурног, безбедног и еколошки прихватљивог јавног превоза.

Током овог пројекта који је трајао од марта 2015. до марта 2016. PTV Group је инсталирао своје програмске пакете за управљање саобраћајем на основу реалних података (PTV OPTIMA, PTV BALANCE and PTV EPICS) и PTV VISION програм за град Лублин. Циљ је да се успостави нови систем управљања на 66 раскрсница који је базиран на адаптивним системима за локално и управљање у реалном времену, са могућношћу мониторинга и приказивања реалног саобраћаја на мрежи. Такође један од циљева је да се обезбеди предикција саобраћајног оптерећења у наредних сат времена, као и да се на основу тих података обезбеде информације на изменљивој саобраћајној сигнализацији.

Компанија MSR traffic је инсталирала PTV EPICS локално у контролере саобраћаја. Они омогућавају адаптивно локално управљање саобраћајем на бази детекторских вредности (интервал слеђења или присуство возила на детектору). Веза између контролера и центра за управљање је подржана кроз интерфејс програма PTV OPTIMA.

PTV такође омогућава и TrafficSupervisor кориснички интерфејс који показује реално стање на мрежи саобраћајница са детаљним прегледом за оператере у управљачком центру, али и путем веб странице за грађане Лублина. Грађани тако могу да направе руте свог путовања и избегну саобраћајне гужве.



Изглед TrafficSupervisor корисничког интерфејса

Париз, Француска

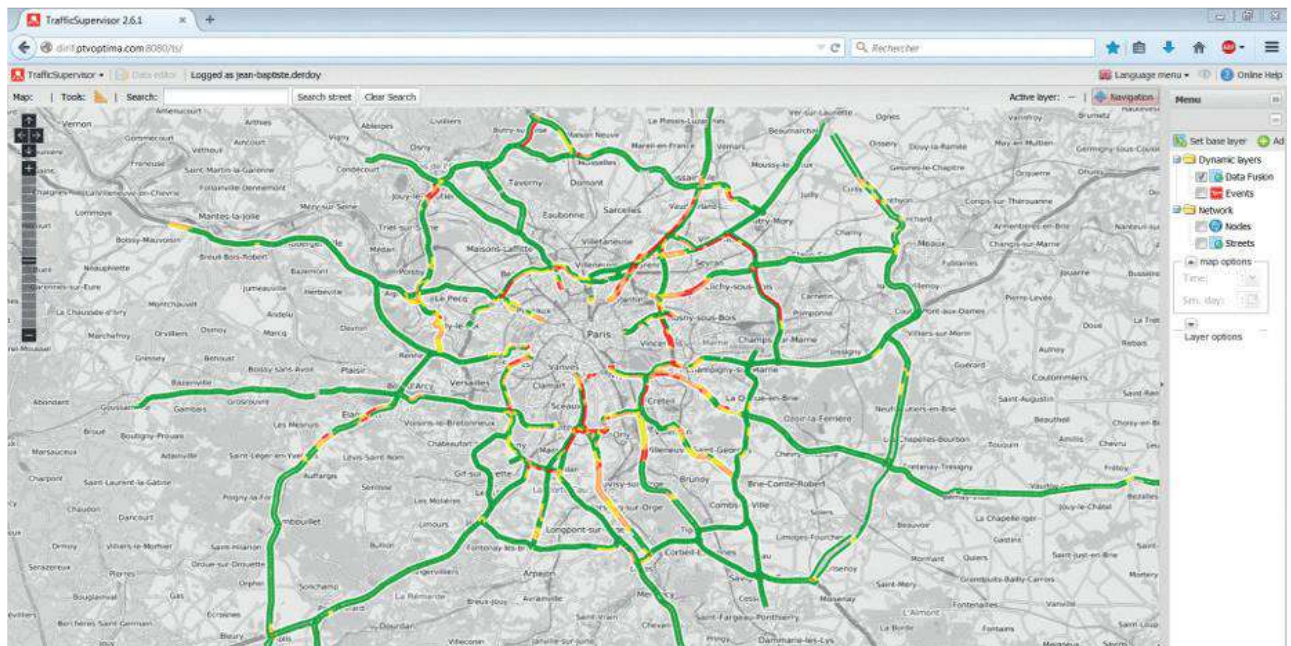
Број становника Париза износи 2,2 милиона, према попису из 2019. године. Direction des Routes d'Île-de-France (DiRIF) је надложно предузеће за 1.300 km дугу мрежу путева у граду Паризу. DiRIF су бројањем утврдили просечан годишњи дневни саобраћај, који износи 4 милиона возила.

DiRIF функционише из 5 различитих центара за управљање саобраћајем, са више од 20 саобраћајних инжењера који се брину за ефикасно и безбедно одвијање саобраћаја и кретање људи. Оперативни тим је задужен за саобраћајне незгоде, радове на путу или грађевинске радове и то на сваких 15 минута. Повишено саобраћајно оптерећење свакодневно проузрокује 200 km дуге шок таласе у јутарњем и поподневном вршном сату који трају и по 3 до 4 сата. Због повишеног саобраћајног оптерећења која свакодневно оптерећују мрежу, DiRIF региструје 17.000 саобраћајних незгода годишње и једну блокаду неке деонице дневно у граду.

Да би побољшао квалитет саобраћајних информација DiRIF функционише на основу аналитике података у реалном времену које покреће PTV OPTIMA. Програм истражује и процењује податке на основу "плутајућег возила" (Floating car data - FCD) које је обезбедила компанија за анализу транспорта, Inrix. Ово је поузданије и јефтиније решење које производи тачне податке који се уносе у систем PTV OPTIMA.

Иако су претходни подаци прикупљани са детектора деоница пута на 2500 локација на мрежи, FCD се шири на целу мрежу. Алгоритам који је развијен од стране PTV-а омогућава комуникацију између Inrix-а и FCD-а. Учесници у саобраћају имају више прецизне и податке у реалном времену на сајту sytadin.fr, тако да могу да провере и планирају своје руте кретања базиране на реалним подацима и условима у саобраћају и буду информисани о промени режима саобраћаја, саобраћајним незгодама и загушењима.

Кориснички интерфејс PTV OPTIME има јасан и структуриран дизајн који је максимизира употребљивост кроз лаку визуализацију свих расположивих опција што је био захтев DiRIF. Подаци о сваком сегменту су доступни на неколико кликова и могу се појединачно погледати у засебном прегледачу. PTV Group пружа француским властима за аутопутеве техничку подршку на бази 24/7, односно нуди техничку помоћ управљања у року до сат времена.



Кориснички интерфејс на интернету

Румунија

Пројекат који је покренут у децембру 2011 се односио на имплементацију интелигентног транспортног система у Румунији. Пројекат је урађен у сарадњи ELSOL - Electronic Solutions, инжењерско и консултантском фирмом и ИТС Румуније. Циљ је био да се имплементира интелигентни транспортни систем у Румунији.

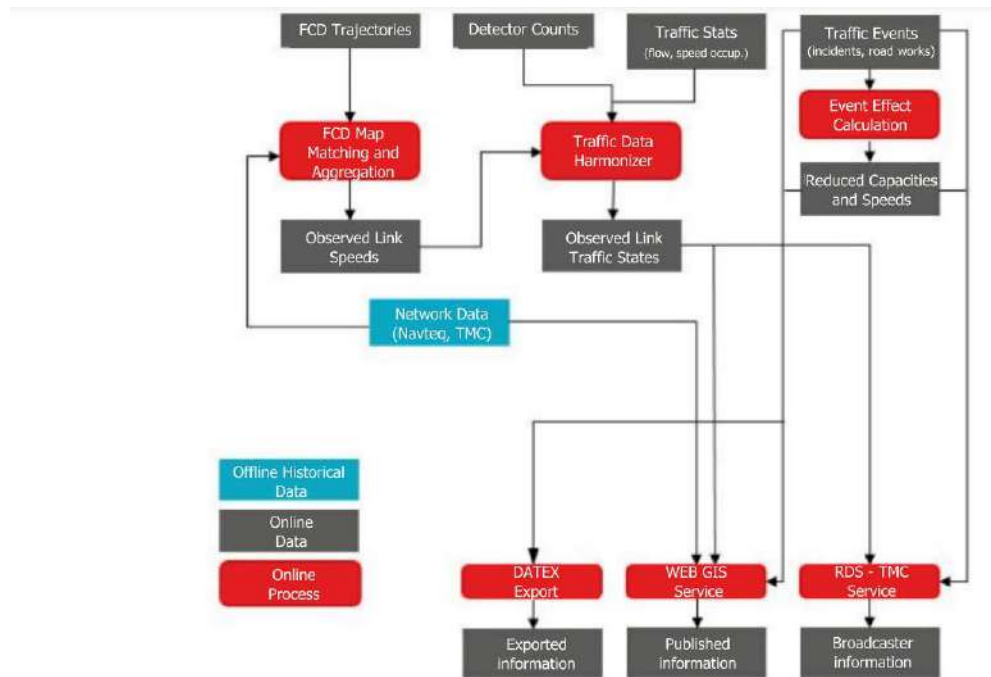
PTV OPTIMA представља централни програм и циљ је да се мапирају све информације о саобраћају и да се пруже могућности оператерима да управљају саобраћајем у реалном времену путем веб платформе.

Пројекат обухвата 250.000 линкова, мониторинг око 80.000 km саобраћајница. Због великог обухвата градске власти су биле приморане да нађу решење. Решење које би могло да прикупи податке од различитих произвођача детектора и у различитим форматима и протоколима података. Поред свега, решење је морало да омогући и аутоматско приказивање података о саобраћају, али уз минимални напор, а кроз много информативних канала. PTV OPTIMA је програм који је Румунији испунио све наведене захтеве.

Да би све расположиве информације о саобраћају биле одрађене потребно их је удружити и обрадити. PTV OPTIMA прикупља податке са "плутајућих возила" (Floating car data - FCD), детектора, аутоматских читача регистарских ознака возила и извештаја о саобраћајној незгоди и радовима на коловозу. Подаци се затим упоређују, потврђују, усклађују и спајају. Извори информација су динамички пондерисани како би омогућили лакше прилагођавање локалним околностима. Захваљујући овим решењима, PTV OPTIMA може оператерима саобраћаја пружити свеобухватну слику брзине, густине и загушења на мрежи.

Возила која су опремљена RDS-TMC навигацијом и локацијским таблицама (Location tables) могу да приме податке о реалном стању у саобраћају у року од 5 минута. Захваљујући отвореном приступу и детаљној обуци коју је пружила компанија PTV Group, сада оператери самостално могу да повежу нове изворе података са овим системом.

ELSOL такође наглашава да је уз модул PTV OPTIME могуће предвидети саобраћај до 60 минута унапред и да је то план који хоће да реализују у блиској будућности.



Архитектура интелигентног транспортног система у Румунији



5.3 RITM3

RITM³ Real time Integration Transport Measurements Modeling Management представља еволуцију програма TransInfo који је развијан од стране компаније SIMETRA (раније A+S Transproject). Дигитална платформа RITM³ дизајнирана је за моделирање саобраћајних оптерећења градова, као и за управљање саобраћајем у реалном времену. У наредним делу текста биће описана искуства примене дигиталне платформе RITM³ у Москви.

Руски стручњаци процењују да неефикасан и небезбедан рад у саобраћају доприноси губицима од 8 до 10 процената друштвеног бруто производа града и урбаних подручја. Између осталог, утицај друмског саобраћаја доводи до великих последица на животну средину, као и на последице саобраћајних незгода.

Утицај саобраћаја на загађење животне средине осећају сви становници урбаних и руралних насеља смештених уз аутопутеве. Током 2008. године друмски саобраћај у Русији је емитовао више од 17 милиона тона загађујућих материја у атмосферу, што чини 46% укупне количине емисије, укључујући емисију из непокретних извора. Последњих година обим емисије и удео у друмском саобраћају само се повећавају. У 2012. години у Русији се догодило више од 200.000 саобраћајних незгода, са скоро 28.000 погинулих и више од 250.000 повређених.

Важност побољшања система управљања саобраћајем је препозната у руским градовима на законодавном нивоу. Уредбом Владе Руске Федерације и наредбама Министарства саобраћаја Русије усвојено је успостављање стандарда за пројекте саобраћаја. Приоритетни циљ Русије препознат је као модернизација система управљања саобраћајем у градовима. Циљ је потврђен у пројекту "Сигурни и квалитетни путеви", који ће бити у имплементацији до 2025. Пројекат укључује 36 руских зваличника и има буџет од 540 милијарди рубаља.

За моделирање саобраћајних токова користи се руска дигитална платформа RITM³, која је компатибилна са производима PTV Group-е и са програмима PTV VISUM и PTV OPTIMA. Компаније су покренуле сарадњу 2010. године.

У Русији је 2012. године компанија A+S Transproject (тренутно SIMETRA), развила статички транспортни модел града Москве и области Москве. Овај модел се налазио у одељењу за саобраћај као алат за доношење одлука у вези са управљањем градском транспортном политиком. Касније је на основу статичког транспортног модела и података у реалном стању у саобраћају (детектори, радови на путу и други догађаји) направљен је динамички транспортни модел Москве, способан за предвиђање саобраћаја до 45 минута.

За управљање саобраћајним токовима развијен је домаћи програм и интегрисана дигитална платформа за управљање саобраћајем у градовима TransInfo за примену у Центрима за управљање саобраћајем, планирање саобраћаја и диспечерским центрима Москве.

Тренутно је у употреби друга генерација програма која представља скуп алата за стварање и употребу ITMS (Integrated Traffic Management Scheme) и PIDTI (Programs of Integrated Development of Transport Infrastructure).



RITM³ је потпуно дигитална платформа која примењује картографске и ГИС технологије за моделирање транспортне мреже и издавање препорука у оквиру ITMS-а. Поред њих користи и модуле контролног центра, мониторинга и отпремање робе, моделовање транспортних токова и појединачна решења за мерење густине саобраћаја и мониторинг јавног превоза и стајалишта.

Основне идеје за развој RITM³ су:

1. Математички модели у основи саобраћајно-транспортне дигиталне платформе са свим неопходним алатима,
2. Јединствена база података за град/округ/државу,
3. Јединствени приказ и приступ свим релевантним система кроз једноставан кориснички интерфејс.



Пример изгледа података у облику карте, графикана

5.3.1. Примери имплементације RITM3 система

Пројекти за развој ITMS који користе RITM³ не користе се само у Москви, већ и у градовима у Русији:

- Оренбург,
- Грозни,
- Чељабинск и
- Алмати, Казахстан.

Искуство употребе RITM³ у Москви је најиндикативније. Москва је као резултат постигла пораст просечне брзине саобраћаја и смањење броја саобраћајних незгода. Резултати 2015. године у Москви показали су раст просечне брзине за 12%, смањење броја саобраћајних незгода за 30% и саобраћајних незгода са погинулим лицима за 25%. Москва је 2016. године награђена наградом ITF Transport у категорији "за посебна достигнућа у транспорту".



Пројекат RITM³ је у 2017. години препознат као најбоље информационо-аналитичко решење за паметан град на конкурс најбољих информациони аналитички алати у 2017. години коју су организовали стручни сарадници Владе Русије.



Како интегрисати RITM³ у центар за управљање саобраћајем

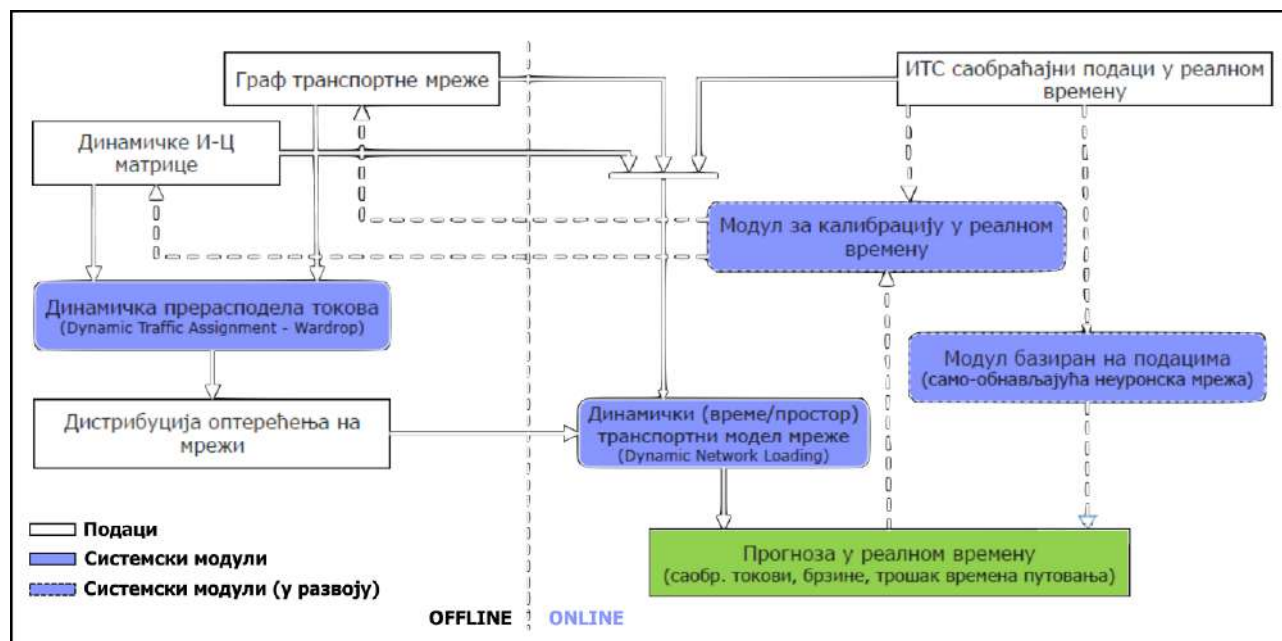
Алати који се користе у RITM³ :

- Анализа саобраћајних незгода,
- Графикони и подаци,
- ГИС и ПОУМ дигитални приказ,
- Саобраћајно моделовање,
- Управљање саобраћајем у реалном времену,
- Диспечерско праћење возила (ЈГПП, такси),
- Листа стајалишта и линија ЈГПП-а,
- Адаптибилно управљање светлосном саобраћајном сигнализацијом (систем ради са свим типовима и врстама контролера саобраћајне сигнализације, укључујући повезивање кроз отворени ОМТС кориснички интерфејс),
- Информације (медији, портали).

Прорачуни и прогнозе се односе на:

1. Прорачун базиран на подацима у реалном времену од детекторских уређаја, покретних посматрача и инцидената на мрежи,
2. Двосмерна комуникација за системом за адаптивилно управљање светлосном саобраћајном сигнализацијом,
3. Прогноза базирана на математичком моделирању које укључује и вештачку интелигенцију,
4. Прогнозе у реалном времену,
5. Динамичка прерасподела токова,
6. Анализа утицаја инцидената и планирање мера за ублажавање последица.

Дигиталну платформу користи центар за организацију друмског саобраћаја Владе Москве и током неколико година рада платформа је показала своју ефикасност као главно средство за управљање транспортним системом. Конкретно RITM³ омогућава управљање саобраћајем у реалном времену користећи динамички транспортни модел. Модел омогућава краткорочну прогнозу саобраћаја (до 45 минута), на основу неколико сценарија "шта ако ...". Резултати таквог моделирања омогућавају предвиђање саобраћајних загушења и могу значајно утицати на побољшање квалитета одлука за оптимизацијом саобраћајног оптерећења.



Адаптибилно управљање кроз модел RITM^Р

За побољшање функционисања транспортних система у градовима неопходно је решити низ сложених задатака, који се пре свега тичу организације интеракција између различитих заинтересованих страна (програмера, јавних власти, инвеститора, становника итд.). Још једно важна област је обука стручњака за планирање превоза и да током рада користе савремене методе и алате за моделирање и управљање.

5.4 GEVAS

GEVAS је основан 1980. године и све време се залаже за иновативна решења у саобраћајној технологији. Почевши од програма за управљање светлосним сигнаlima, компанија је наставила са развојем и постала једна од водећих компанија добављача центара за управљање саобраћајем у Европи.

Програми који се користе у оквиру GEVAS компаније које су доказане и најпоузданије за саобраћајне инжењере су: CROSSIG, VTmanager, PUBLIQ®, VTanalyzer и апликација TrafficPilot.

CROSSIG

CROSSIG користе саобраћајни инжењери за моделирање, анализу и тестирање сигналних програма како би обезбедили ефикасно и безбедно реализовање саобраћаја. Најважније карактеристике CROSSIG-а се огледају кроз независност опреме за управљање светлосним сигнаlima, флексибилност у складу са инжењерима, квалитет који ради већ 40 година. У комбинацији са програмом TRENDS који се примењује у контролној опреми, системи светлосних сигнала се могу директно снабдевати подацима са мреже. Програм се користи у 29 земаља света.

Основна верзија CROSSIG-а има могућности:

- Управљања и прављења сценарија раскрсницама које су у режиму светлосне сигнализације,
- Дефинисање система светлосних сигнала за појединачне раскрснице и зоне раскрсница и коридора,
- Графичко приказивање прилаза и излаза из раскрснице,
- Аутоматско одређивање критичних тачака токова,
- Функције ГИС-а,



- Рачунање међузелених времена, укључујући и сигнале за возила јавног превоза,
- Израда плана фаза,
- Аутоматско, оптимизовано прављење међуфаза и прорачун сигналних програма,
- Објектно оријентисано окружење са могућношћу графичког уређивања сигналних планова,
- Управљање међу зеленим временима,
- Смернице и информације о капацитету за Немачку, Аустрију, Швајцарску, Пољску и Луксембург,
- OCIT - центар и OCIT - Instation VD излаз из програма,
- Могућност прављења VISSIG фајла који је потребан за програмски пакет VISSIM,
- Континуирано, интегрисано снабдевање подацима у складу са OCA.
- Мрежна компатибилност.

Додатне опције CROSSIG-а се односе на пројектовање линијске координације, објектно оријентисано пројектовање таласа, пројектовање таласа са јавним превозом и приказ рута јавног превоза у таласима.

Програм омогућаја и прављење алгоритама у складу са RiLSA протоколима, користећи програмски језик TRELAN (Traffic Engineering Language). Направљени програми могу се имплементирати у контролу са програмом PTV BALANCE.

PUBLIQ

PUBLIQ је програм који пружа оптимално решење оријентисано према кориснику за пројектовање свих делова који се односе на управљање јавног превоза. Укључена су подручја корекције реда вожње, карата за посебне врсте корисника (ученици), интермодални систем контроле превоза који се може лако интегрисати у аутобуски подсистем и динамичке системе са информацијама за путнике.

Главна предност PUBLIQ-а је управљање редом вожње и представља поуздану платформу на којој могу радити транспортне компаније и транспортна предузећа. Неколико стандарда које програм користи омогућавају да сви корисници система јавног превоза буду обавештени о реду вожње на одговарајући начин. Максимална употребљивост обезбеђена је ГИС системом. Следећи модули који се могу користити у оквиру овог програма су планер путовања, планирање рута, оптимизација и евалуација планирања саобраћаја.

Локалне заједнице и градске власти, приватне транспортне компаније, транспортна удружења у Немачкој и Аустрији већ дуги низ година примењују PUBLIQ како би решавали своја питања о реду вожње.

Информације о возилима јавног превоза у реалном времену основа су за поуздане информације које путници требају имати на стајалиштима. Подаци дају тачне информације о временским губицима и возачима дају предвиђено време доласка. Интермодални систем контроле транспорта прикупља податке у реалном времену од возила јавног превоза и израчунава могуће временске губитке. Тачне и поуздане информације о возилима у саобраћају су од највеће важности. Возачи јавног превоза могу преко програма PUBLIQ да пријаве специјалан догађај са мреже и то директно контролном центру. Возачи такође могу директно слати поруке на паное у оквиру стајалишта и дати информације путницима у реалном времену.

VTanalyzer

Контрола саобраћаја и управљање саобраћајем заснивају се директно или индиректно на подацима са детектора. Због великог броја детектора, није могуће ручно надгледање и управљање детекторима.



VTanalyzer пружа аутоматизовано праћење квалитета и процену података са детектора. Помаже у брзој и једноставној идентификацији проблема на детекторима и у везама између управљачког центра и детектора.

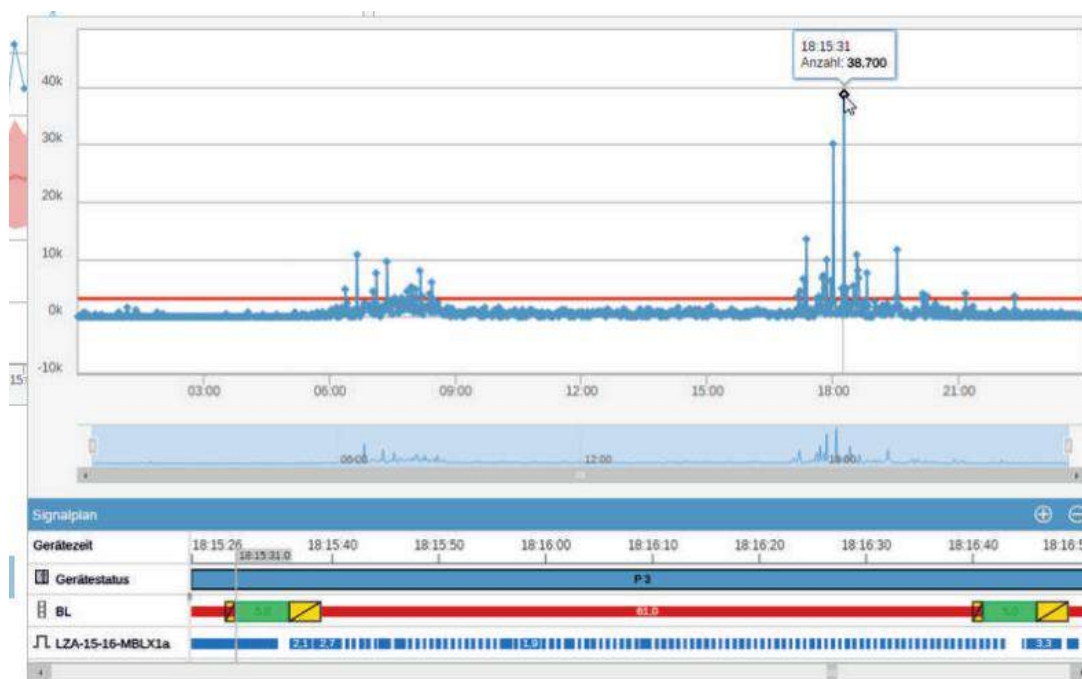
Предности VTanalyzer:

- Даје високо аутоматизовану контролу квалитета података са детектора,
- Ради без тест процедура,
- Оператере упозорава на могуће грешке,
- Доступан је као апликација на интернету без инсталација,
- Повезан је са различитим системима управљања градским саобраћајем путем стандардних корисничких окружења.

VTanalyzer нуди многе могућности за анализу података са детектора и резултата испитивања:

- Даје приказ дијаграмима који су посебно прилагођени поступцима испитивања,
- Приказује различите табеларне податке са могућношћу извоза из програма,
- Нуди могућности филтрирања и сортирања према различитим критеријумима,
- Генерише свеобухватне извештаје.

VTanalyzer проверава податке са детектора помоћу више од 20 различитих поступака испитивања, а резултати су груписани према следећим аспектима квалитета: доступност, исправност, ажурност. Програм проналази неисправност помоћу корелационе анализе суседних детектора, такође упоређује проток на прилазу и излазу из раскрснице за детекторске системе зона. Анализира саобраћајно оптерећење према историјским подацима са детектора и препознаје промене на детекторима упоређујући га са сигналним планом што се може приметити на слици испод.



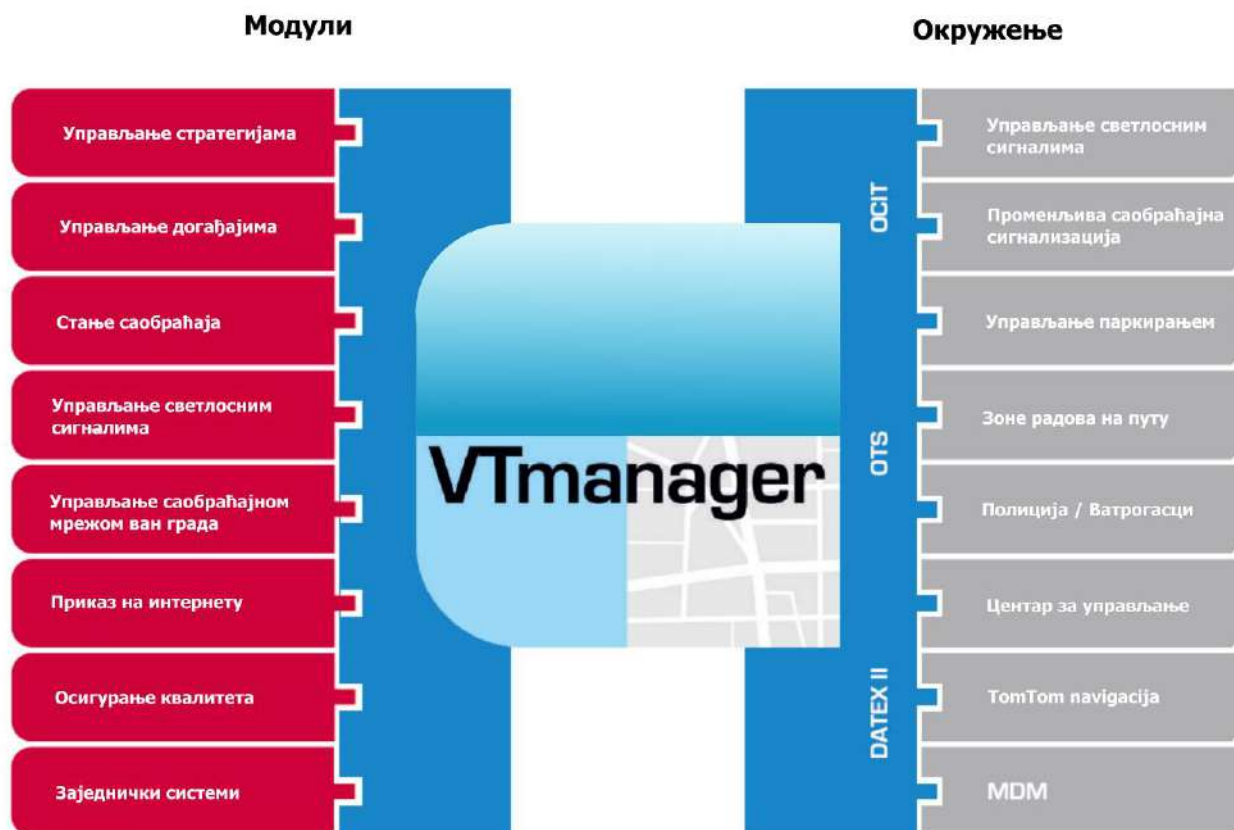
Поређење стања детектора са сигналним планом

VTmanager

VTmanager систем управљања саобраћајем комбинује контролу саобраћаја и саобраћајне информације у реалном времену, како би се оптимално искористила саобраћајна инфраструктура у градовима и урбаним срединама.



Систем управљања саобраћајем идентификује деонице на којима не постоји саобраћајно загушење и стратешки врши интервенције и обавештава учеснике у саобраћају путем паноа, радио порука, на таблетима или паметним телефонима. Поред тога, управљање саобраћајем пружа произвођачима возила и добављачима додатне опције при куповини, као што су навигациони уређаји и таблети са могућношћу добијања информација о саобраћају.



Могућности рада програма VTmanager

Управљање стратегијама омогућава аутоматску реакцију на дефинисане саобраћајне сценарије, па самим тим долазу до слања порука у случају саобраћајног загушења или појаве саобраћајне незгоде. Сви подаци се прикупљају са мреже саобраћајница и могу изменити саобраћајну сигнализацију и проследити корисницима информације о саобраћају.

Управљање догађајима омогућава снимање промена саобраћајног оптерећења на догађајима као што су: саобраћајна незгода, утакмица или концерт, радови на путу или нагла саобраћајна загушења. Након снимања и анализе саобраћајног оптерећења могуће је прослеђивање информација корисницима, како би били обавештени пре креирања своје руте путовања.

VTmanager са модулима осигурања квалитета, осигурава повећање квалитета и ефикасности саобраћајног система на одржив и доказан начин. Примери су убрзање јавног превоза у Берлину, квалитет детектора у Лајпцигу и линијска координација у Дизелдофу.



DRIVERS

DRIVERS је модел заснован на управљању саобраћајем за паметнији град. Прецизне информације о саобраћају се рачунају у реалном времену и дају предикцију саобраћаја до 60 минута. Стварне и предвиђене информације о саобраћају могу се аутоматски послати корисницима на мрежи. Са програмским пакетом DRIVERS, град постаје још паметнији.

У центру за управљање саобраћајем информације се скупљају из различитих извора. Подаци о плутајућим возилима FCD (Floating Car Data), подаци са детектора, упозорења о саобраћајним незгодама и информације о радовима на путу само су неке од примера података из којих се прибављају информације. DRIVERS омогућава прикупљање свих наведених информација, њихово упоређивање и спајање у реалном времену. Приступ заснован на моделу попуњава празнине у мрежи и даје резултате свеобухватне приказане саобраћајне ситуације.

Програмски пакет DRIVERS за одређени специјални догађај може урадити предикцију и просторног и временског утицаја на околни саобраћај. Алгоритам који користи програмски пакет DRIVERS омогућава проактивно управљање саобраћајем. Тренутне и будуће информације о саобраћају приказују се истовремено. Одговарајућим мерама у граду могуће је да не дође до појаве уских грла. Програмски пакет DRIVERS су основни елемент интелигентног транспортног система у управљању саобраћајем.

Програмски пакет DRIVERS поседује отворени интерфејс, па је могућа интеграција у било који центар за управљање саобраћајем. Поседује и опције које омогућавају неограничен опсег нових функција за унапређење система.

Функције које омогућава су:

- Предикција информација на детекторима,
- Израчунавање, предикција и прављење матрица саобраћајног оптерећења,
- Прорачун у реалном времену и предикција саобраћајног оптерећења,
- Интеграција информација динамичких система управљања светлосних сигнала,
- Интеграција и симулација статичких система управљања светлосних сигнала из OIVD,
- Интеграција података о плутајућим возилима на мрежи/ Bluetooth,
- Интеграција података о догађајима (радови на путу, затварање саобр. трака итд.),
- Приказ информација у реалном времену.

5.4.1. Примери имплементације GEVAS система

Програмски пакет DRIVERS се користи у следећим градовима:

- Франкфурт,
- Гдањск,
- Гдинија,
- Салзбург,
- Регенсбург,
- Београд.

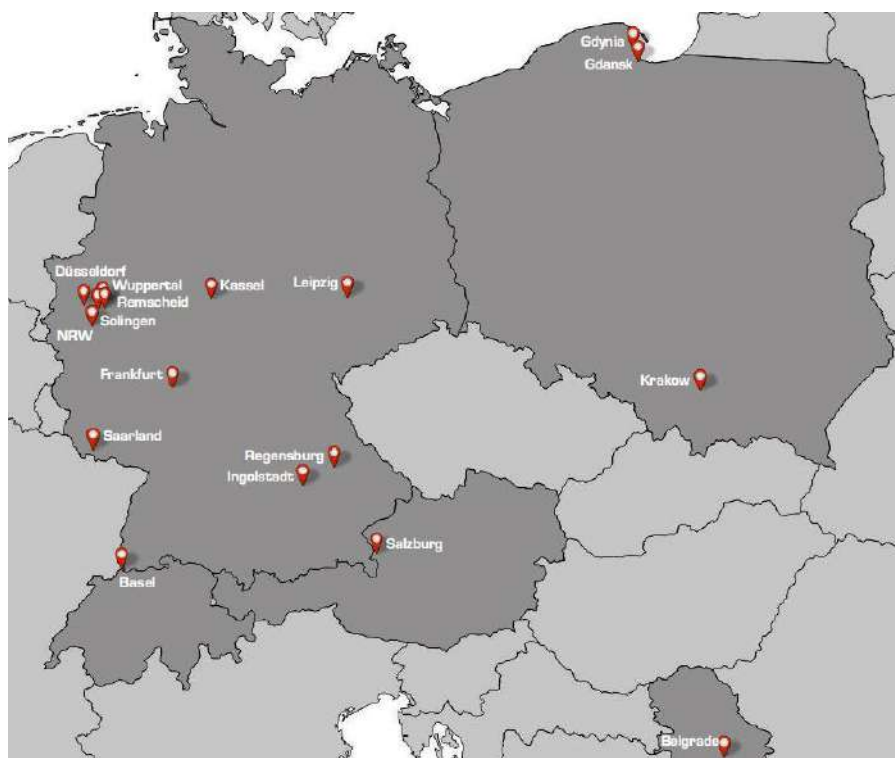
Повезивање возила и инфраструктуре помоћу интелигентних транспортних система и мреже 5G наставља да се побољшава, па самим тим VTmanager пружа разне функције у оквиру управљања саобраћајем.

Градови у којима су примењени GEVAS програмски пакети:

- Дизелдорф (Изузетно међусобно повезано и умрежено управљање саобраћајем са V2I (Vehicle to Infrastructure Platform) технологијом и GLOSA (Green Light Optimal Speed Advisory) системом.
- Салзбург (Адаптибилно управљање саобраћајем са посебним освртом на екологију).
- Гдањск (TRISTAR - највећи пољски пројекат интелигентни транспортни системи).



- Ризелсхајм (Најсавременији процесор саобраћаја, планирања и изградње система светлосних сигнала).
- Келн (Планирање и изградња система светлосних сигнала: OCIT (open communication interface for road traffic control systems) контролне јединице и миграционе компоненте за повезивање постојећих система).
- Берлин (побољшање јавног превоза, планирање и изградња система светлосних сигнала, контролна јединица OCIT и CROSSIG).
- Минхен (побољшање јавног превоза и савремена контрола саобраћаја, контролна јединица OCIT и CROSSIG).
- Хановер (Модел мрежног саобраћаја са системом за подршку одлучивању и GLOSA).
- Инголштат (Контрола саобраћаја оријентисана ка будућности са V2I, контролне јединице, управљање саобраћајем и OCIT процесор).
- Вупертал (Центар за контролу светлосне сигнализације, модул осигурања квалитета и GLOSA).
- Антверп (Центар за контролу светлосне сигнализације за другу по величини луку у Европи, процесор OCIT).
- Касел (Управљање саобраћајем са V2I и GLOSA. Систем управљања у граду).
- Лајпциг (Центар за контролу светлосне сигнализације, модул осигурања квалитета).
- Регенсбург (Контролне јединице, CROSSIG и управљање саобраћајем).
- Тел Авив (побољшање јавног превоза, савремена контрола саобраћаја и CROSSIG).



Градови у којима се примењују GEVAS програмски пакети



6. ПРЕДЛОГ АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈЕМ У БЕОГРАДУ

Савремено управљање саобраћајем на градској уличној мрежи је доминантно засновано на коришћењу светлосне (семафорске) сигнализације, као извршне компоненте управљачког система, којом се обезбеђује безбедна и ефикасна реализација саобраћајног процеса на раскрсници, као критичној функционалној компоненти саобраћајне мреже. Захваљујући актуелној информационој и комуникационој технологији, која је саставни и суштински део савременог управљања саобраћајем, систем за управљање треба да у реалном времену прилагођава управљачко деловање на начин да се оптимално искористе расположиви (ограничени) капацитивни ресурси саобраћајне мреже и инфраструктуре, обезбеде ефикасно и безбедно кретање саобраћајних токова и минимизирају неизбежне неповољне последице саобраћајног процеса у урбаним оквирима (доминантно еколошког карактера). Такође, поред временске компоненте управљања, која обезбеђује брзу реакцију система на актуелан саобраћајни захтев, значајну компоненту управљања представља и његова просторна функционалност, односно потреба просторне интеграције управљања на суседним објектима (раскрсницама). Следећи линијску логику кретања саобраћајних токова, координисани рад сигнала на раскрсницама дуж саобраћајног потеза знатно боље прати просторну компоненту динамике процеса и обезбеђује ефикаснију реализацију саобраћајног процеса на потезу. Међусобно укрштање низа координисаних потеза на ширем простору урбане саобраћајне мреже такође захтева одговарајућу синхронизацију на њима примењеног управљачког деловања, како би се максимизирала ефикасност јединственог саобраћајног процеса на обухваћеном простору мреже, тако да је шире-просторно интегрисано управљање неопходан атрибут савременог управљачког приступа.

Овај систем одликује висок ниво усклађености управљачког деловања са променљивим саобраћајним захтевом у реалном времену (на микро и макро нивоу), што се поред ефикасне детекције свих релевантних компонената актуелног захтева, унапређује коришћењем напредних техника краткорочне предикције његове динамике (у оквиру релевантних наредних пар минута) и благовременим прилагођавањем управљачких параметара које потом систему шаље на извршење (посредством семафорских контролера и спољне сигналне опреме).

Концепт развоја система светлосне сигнализације и интеграције адаптивилног управљања у Граду Београду треба да је у складу са неспорним дугорочним стратешким пословним и развојним опредељењима Секретаријата за саобраћај, као градске установе која је стручна и надлежна управо за предметну проблематику. Нека од основних начела Секретаријата која су поштована приликом формулације развоја система интегрисаног управљања светлосном сигнализацијом су и следећа:

- Тежити увођењу најнапреднијих расположивих технолошких решења и стратегија управљања саобраћајем на урбаној саобраћајној мрежи, која су већ верификована у референтним градовима развијеног света, првенствено са европских простора,
- У избору и реализацији напредних управљачких решења ослањати се на сарадњу и партнерство са афирмисаним светским произвођачима опреме и софтвера, како би се што успешније извршио трансфер неспорно врхунске технологије и знања у локалну средину, њене управе и институције и предузећа која послује у том сектору,
- Подржавати стручну, развојну и оперативну интеграцију домаће привреде са иностраним партнерима, ради њеног суштинског стручног и технолошког напредовања, као реалног предуслова за стварање локалних ресурса расположивих за квалитативно, ефикасно и економично непосредно пројектовање, имплементацију, одржавање и даљи развој система, уз висок ниво самосталности, креативности и ефикасности,



- Подржавати принцип конкурентности у оквиру система управљања, кроз имплементацију међусобно компатибилне и интеграбилне опреме и решења више (два до три) различитих референтних произвођача, као антимонополски приступ и подстицај својеврсне квалитативне утакмице међу њима, и као потенцијал за пословну сарадњу у интересу и Града и имплементатора решења (у складу са Уредбом ЕУ бр. 1025/2012, ЕВРОПСКОГ ПАРЛАМЕНТА И ВЕЋА од 25. 10. 2012. - "Државна тела би приликом наручивања хардвера, софтвера и услуга информационе технологије требала да на најбољи начин користити све одговарајуће техничке спецификације, на пример, одабиром техничких спецификација које могу спровести сви квалификовани добављачи, да се омогући већа конкурентност и смањи ризик везивања за само једног добављача" итд.),
- У процесу модернизације система рационално располагати постојећим технолошким ресурсима који још нису у потпуности амортизовани, тако што ће, у складу са њиховим реалним потенцијалима, они бити ангажовани/ измештани на позиције у систему где тиме неће бити умањена или ограничена оптимално конципирана системска функционалност,
- У развоју софтверске базе интегрисаног система управљања саобраћајем потребно је водити рачуна о рационалном комбиновању нових међусобно компатибилних специјалистичких софтвера и софтверских апликација са напредним софтвером и апликацијама већ присутним у градским институцијама, пројектантским кућама, у образовном и производном сектору. Тиме се подржава даље усавршавање и јачање креативних људских капацитета у тој области, што подстиче ефикасност у деловању у свим фазама експлоатације не само саобраћајно управљачког процеса, него и комплементарних урбаних подсистема.

Изражена динамика саобраћајног захтева, чије је ефикасно опслуживање управо предмет управљања, ставља пред управљачки систем на сваком од његових нивоа обухватности (градска улична мрежа, саобраћајни потез, појединачна раскрсница) изражен захтев за флексибилношћу и што бољим усаглашавањем рада сигнала са тренутним саобраћајним захтевом.

Неспорно велике могућности ИТ и комуникационе технологије, које су расположиве и у рационалним инвестиционим оквирима примерене оперативним захтевима управљања саобраћајем, мотив су за став да све раскрснице саобраћајног система Града Београда треба оспособити и функционално експлоатисати у неком од режима непосредне зависности управљања од саобраћајног захтева у реалном времену.

Једно од опредељења које је утицало на структуру предложеног концепта модернизације и интеграције система је да сада бројчано (локацијски) доминантан fixed time режим рада сигнала треба да у скорој будућности преостане само као резервни начин рада уређаја у ситуацијама када дође до неисправности или хаварије у делу система који обезбеђује напредније управљачко деловање. То значи да се за сваки од постојећих и новоизграђених саобраћајних објеката контролисаних сигнаlima надлежни управљач система практично опредељује између тзв. детекторског (vehicle actuated) и адаптивбилног начина рада.

Детекторски начин може бити реализован у широком дијапазону решења (према условима за које је надлежан Секретаријата за саобраћај), од оног где се детектују само поједини од меродавних саобраћајних токова, критичних појава процеса или показатеља саобраћајног захтева, па до комплетне детекције захтева свих саобраћајних токова. Флексибилан начин управљања подразумева и примену plan selection стратегија, заснованих на детекцији тактички одабраних параметара захтева, као репрезента саобраћајног захтева у реалном времену меродавног за цео објекат (или систем повезаних објеката), а систем "препознаје" саобраћајну слику и бира оптималан начин рада сигнала из претходно оптимизираних и складиштених сетова одговарајућих управљачких параметара.



Реализација наведеног циља има своју временску димензију, јер се више стотина објеката свакако не могу у том смислу реконструисати у кратком периоду. Међутим, намера да се то уради је неспорна, па ће се према листи приоритета поједине локације обрађивати у складу са расположивим ресурсима и инвестиционим потенцијалом Града.

С обзиром на наведено опредељење, у оквиру овог материјала било је неопходно извршити на саобраћајној функционалности засновану расподелу два прихваћена управљачка модалитета (детекторског и адаптивбилног) на све светлосним сигналимa контролисане саобраћајне објекте Града Београда. Критеријуми који су том приликом поштовани везивани су за ранг потеза коме поједини саобраћајни објекти припадају, континуитет вођења токова и конзистентног управљања, бонитет и карактера урбаних садржаја непосредног окружења, референтне развојне планове урбаног система и саобраћајне мреже.

6.1. МЕТОДОЛОГИЈА ФОРМИРАЊА КОНЦЕПТА РАЗВОЈА СИСТЕМА

Усвојене методолошке поставке у развоју концепта модернизације и интеграције система управљања засноване су на околностима постојећег стања система управљања, расположивој управљачкој инфраструктури, критичком разматрању већ започетих активности/ пројеката модернизације који су у фази реализације, урбанистичким развојним опредељењима Града, и на стратешким опредељењима Секретаријата за саобраћај у домену развоја система управљања.

Будући да је актуелни пројекат модернизације управљања на 322 раскрснице ("Пројекат 322") опремом и софтверским апликацијама производње Siemens својим просторним обухватом већ покрио велики број приоритетних потеза и саобраћајница највишег ранга, пажња је превасходно усмерена на преостале компоненте основне уличне мреже Града и то на територији градских општина (тзв. континуално изграђеног урбаног простора, тј. подручје ГУП Београда).

Како пројектни задатак Студије захтева просторно целовиту стратегију и интеграцију система управљања на нивоу Града, критички је размотрена и предложене су логичке промене и у оквиру или на ободу система који је у просторном обухвату "Пројекта 322".

Објекти који припадају саобраћајном мрежи приградских општина нису изгледни за имплементацију адаптивбилног управљања, тако да они нису били предмет разматрања расподеле двеју опционих стратегија управљања. Њима су по локацијској логици и према карактеру припадајућег саобраћајног процеса примерена решења заснована на детекторском управљању.

Примењена методологија развоја концепта модернизације и интеграције система може се формулисати кроз кораке засноване на претходним поставкама и логичком редоследу активности:

- Прво је разматран концепт модернизације система управљања примењен у оквиру текућег "Пројекта 322" са гледишта функционалне логике и континуитета референтних саобраћајних токова који су у оквиру и на ободима његовог просторног обухвата третиран, изостављени или би њихов третман по мишљењу обрађивача Студије могао бити функционално рационалнији и ефикаснији;
- Сви семафорисани саобраћајни објекти на територији Града Београда, а ван обухвата "Пројекта 322" су предмет разматрања Студије, с тим да је највећа пажња посвећена континуално изграђеном подручју Града (територијално – градским општинама или просторном обухвату Генералног урбанистичког плана);
- Предмет Студије нису били разматрање нити предлог семафоризације нових саобраћајних објеката, већ се пажња задржала на постојећем фонду објеката, а нови



објекти које Секретаријат за саобраћај има у својим плановима развоја система, када на њихову реализацију дође ред, биће логично усаглашени са усвојеним концептуалним решењима Студије;

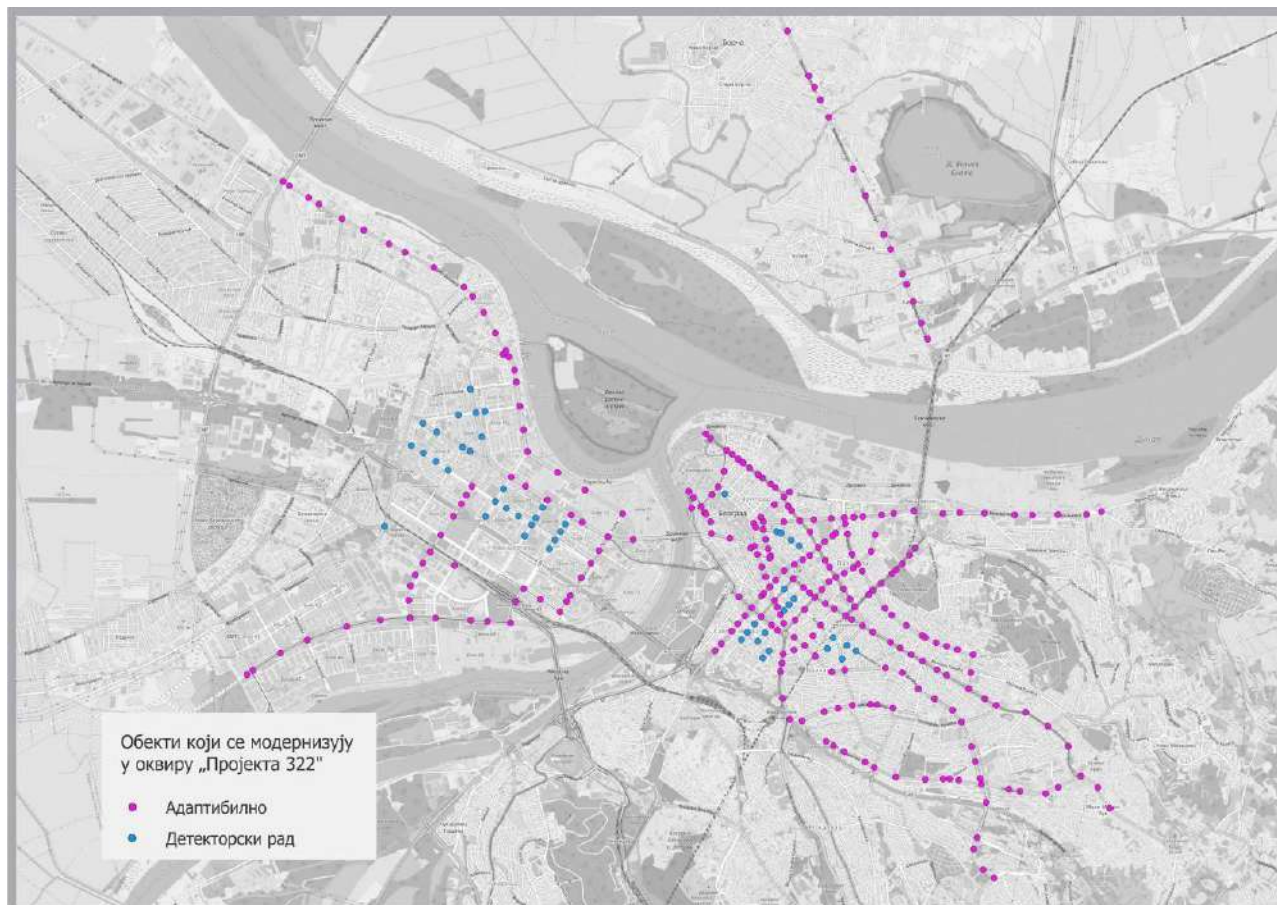
- Сви разматрани семафорисани саобраћајни објекти на територији Града Београда вредновани су и опредељивани у оквиру концепта на оне који треба да буду део адаптибилног управљања саобраћајем и оне којима се квалитетно може управљати неком од варијаната детекторског режима рада сигнала;
- Семафорисани саобраћајни објекти у простору приградских општина као једину рационалну управљачку опцију имају детекторски рад, као унапређење са сада доминантног fixed time режима рада, док ће тип и обим детекције бити усклађени са специфичним околностима и захтевима сваке локације објекта, када се приступи непосредном пројектовању;
- Код формирања мреже објеката намењених управљању у оквиру адаптибилног система доминантни критеријуми су били функционални ранг мреже, континуитет кретања доминантних токова и карактер непосредног урбаног окружења.

Како је основни носилац опслуживања саобраћајних токова на градској уличној мрежи саобраћајни потез, извршена је идентификација најзначајнијих саобраћајних потеза који обезбеђују одговарајућу међусобну повезаност уводних праваца и рационалну саобраћајну покривеност свих градских простора. При том је вођено рачуна о правцима њиховог пружања и континуитетом основних саобраћајних токова које претежно опслужују.

На наредним мапама приказани су основна улична мрежа града и расподела потеза основне уличне мреже на оне покривене "Пројектом 322" и преостале за модернизацију. У оквиру основне уличне мреже Града дефинисани су њени доминантни потези, првенствено вођено правцима њиховог пружања и континуитетом основних саобраћајних токова које претежно опслужују.



Основна улична мрежа Београда



Просторна диспозиција објеката који се модернизују у оквиру "Пројекта 322"

Дуж сваког од препознатих потеза већег значаја на ширепросторном мрежном плану, разматрана је функционална оправданост прикључивања сваке од на њима присутних семафорисаних раскрсница систему адаптибилног управљања, који у свом коначном облику треба да представља јединствен функционално интегрисан систем управљања саобраћајем на нивоу основне уличне мреже целог континуално изграђеног простора Града.

На мапи су приказани само њени потези који у свом склопу располажу семафорисаним раскрсницама које треба да постану функционални део интегрисаног адаптибилног система Града. Сви преостали семафоризовани објекти присутни на уличној мрежи у постојећем стању потребно је да се оспособе за одговарајући детекторски рад, што ће бити детаљно дефинисано у саобраћајним пројектима посвећеним појединачним и просторно функционално повезаним објектима.

6.2. РАСПОДЕЛА ОБЈЕКТА ПРЕМА ПРЕДВИЂЕНОЈ СТРАТЕГИЈИ УПРАВЉАЊА СИГНАЛИМА

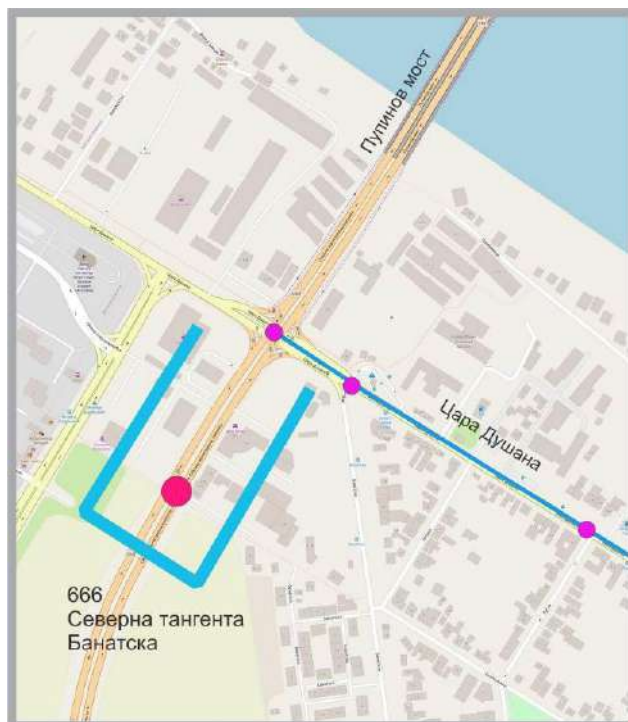
Како је предмет разматрања ове документације јединствен систем интегрисаног управљања саобраћајним процесом на основној уличној мрежи Града Београда, разматрани су критички и обухват и структура мреже обрађене "Пројектом 322" (адаптибилно управљање под контролом Siemens MOTION система). Уочен је низ детаља који могу да концептуално унапреде сам "Пројекат 322", али и да допринесу логичнијој и функционално ефикаснијој формулацији адаптибилних инстанци у граничној зони обухвата пројекта:

1. Проширење зоне оригиналног "Пројекта 322" додатним суседним објектима под адаптибилним управљањем (14 објеката, 5 зона):

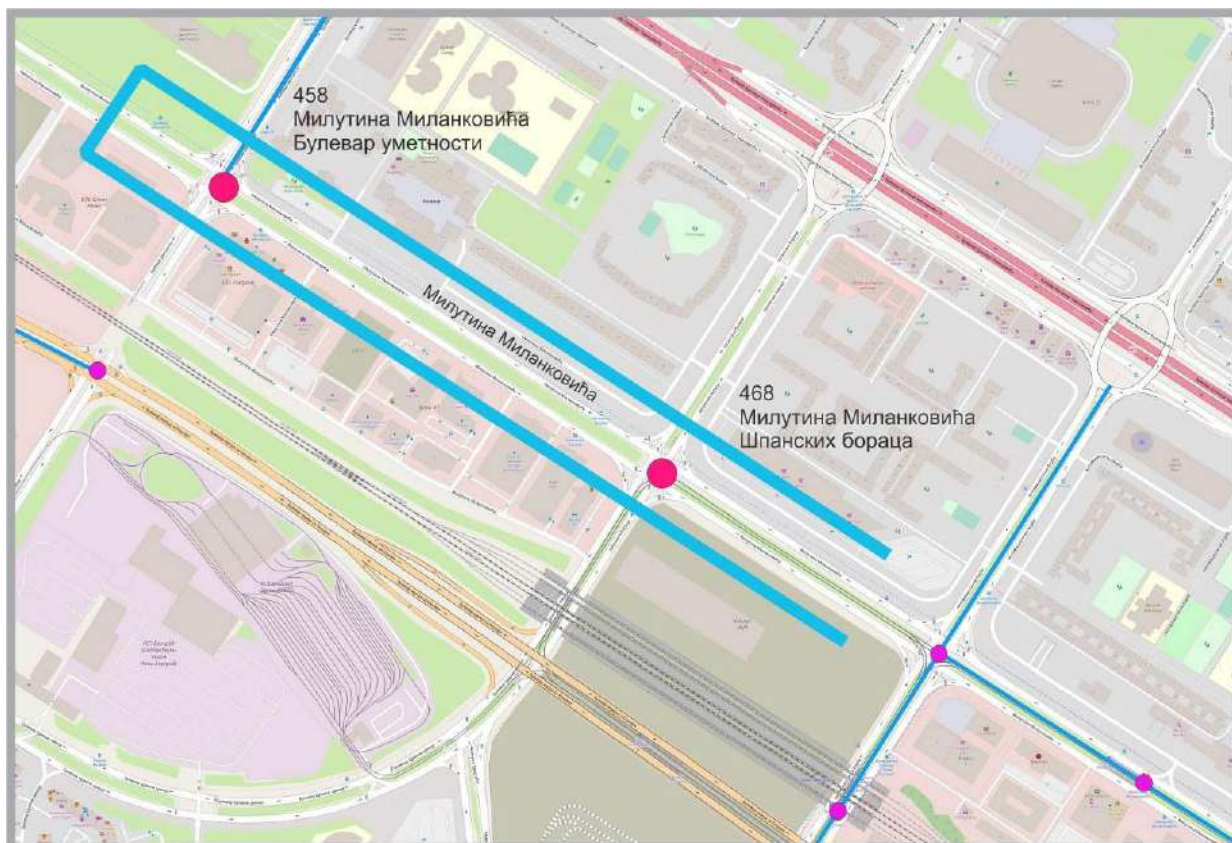


- a. Потез Ул. цара Душана/ Земун (1 објекат):
 - i. Северна тангента – Банатска (666, СЗС база);
 - b. Потез Бул. Милутина Миланковића/ Нови Београд (2 објекта):
 - i. Бул. Бул. Милутина Миланковића – Бул. Уметности (458),
 - ii. Милутина Миланковића – Шпанских бораца (468);
 - c. Потез Владимира Поповића/ Нови Београд (5 објеката):
 - i. Владимира Поповића - "GENEX" (101),
 - ii. Владимира Поповића - "Интерконтинентал" (100),
 - iii. Владимира Поповића - Велики паркинг (99),
 - iv. Владимира Поповића - пешачки прелаз Н11 (98),
 - v. Јурија Гагарина – Подвожњак (97);
 - d. Потез Венизелосова/ Стари град (5 објеката):
 - i. Цвијићева – Ватрослава Лисинског (719),
 - ii. Цвијићева – Поенкареова (169),
 - iii. Венизелосова – Кнежопољска (143),
 - iv. Венизелосова – Поенкареова – Вој. Добрњца (144),
 - v. Венизелосова – Херцег Стјепана (152);
 - e. Потез Максима Горког (1 објекат):
 - i. Максима Горког – Господара Вучића (573);
2. Суужење зоне оригиналног "Пројекта 322" прикључењем објеката суседним инстанцама адаптивбилног управљања (4 објеката, 2 зоне):
- a. Потез Париска/ Стари град (3 објекта):
 - i. Бул. вој. Бојовића – Трамвајски прелаз (112),
 - ii. Париска – Карађорђева – Бул. вој. Бојовића (113),
 - iii. Карађорђева – Велике степенице (114);
 - b. Потез Немањина/ Савски венац (1 објекат):
 - i. Немањина – Балканска – Хајдук Вељков венац (320);
3. Промена стратегије управљања објекта у обухвату "Пројекта 322" увођењем адаптивбилности (4 објекта, 2 зоне):
- a. Потез Бул. Михајла Пупина, секција Општана Нови Београд – Џона Кенедија:
 - i. Бул. М. Пупина – Алексиначких рудара (45),
 - ii. Бул. М. Пупина – Гоце Делчева (49),
 - iii. Бул. М. Пупина – Џона Кенедија (50);
 - b. Потез Хероја са Кошара/ Нови Београд (1 објекат):
 - i. Тошин Бунар - Николе Добровића (58);

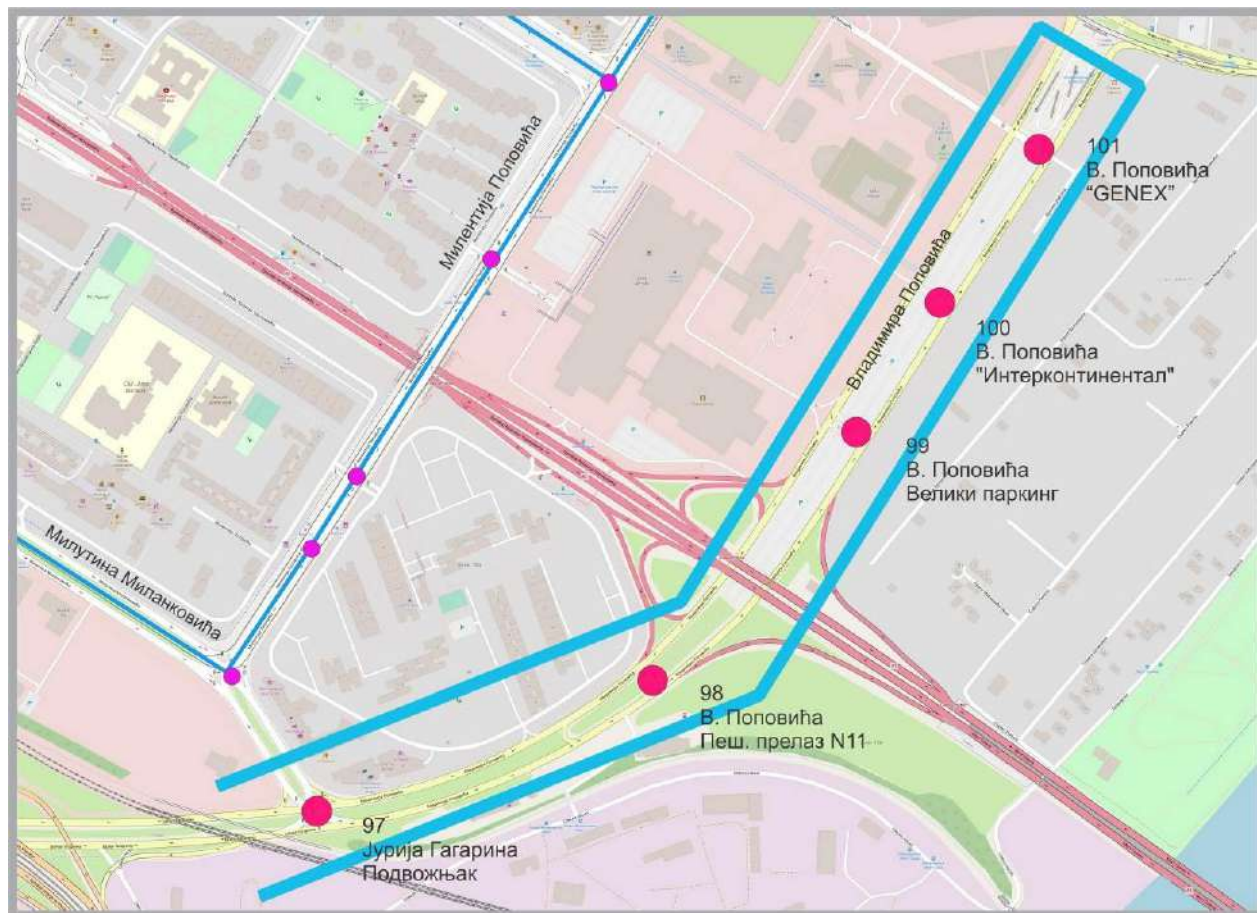
Ради јаснијег сагледавања, предложене промене у обухвату "Пројекта 322" су приказане на наредним изводима из мапе уличне мреже и детаљнијим тумачењем промене у поднасловима. Семафорисане раскрснице су означене званичним ознакама из базе података Секретаријата за саобраћај.



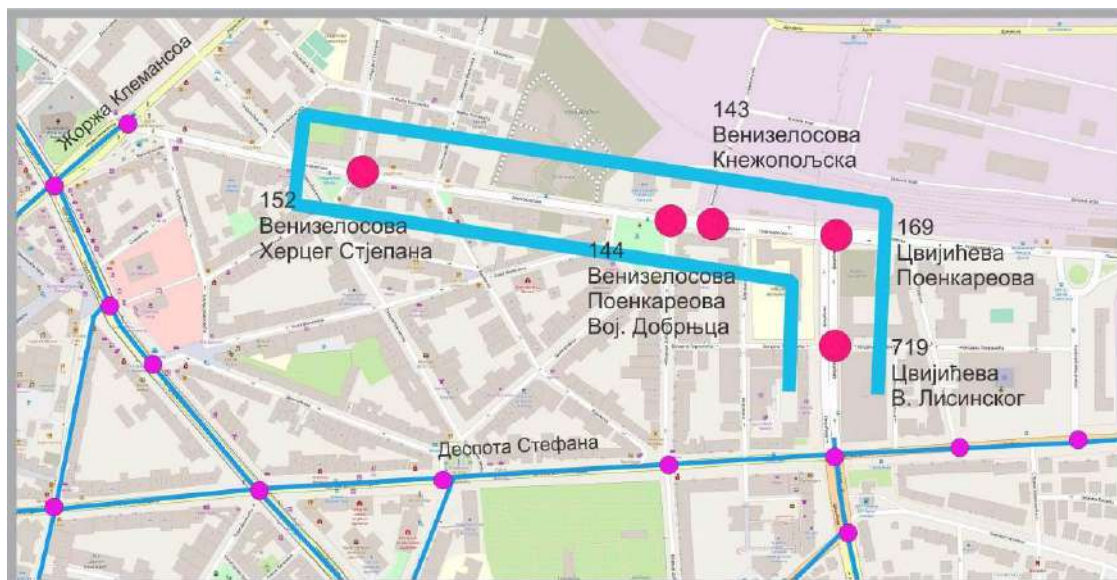
Постојећи ElcomBgd уређај се замењује Siemens уређајем



Постојећи уређаји ван обухвата "Пројекта 322" се замењују Siemens уређајима



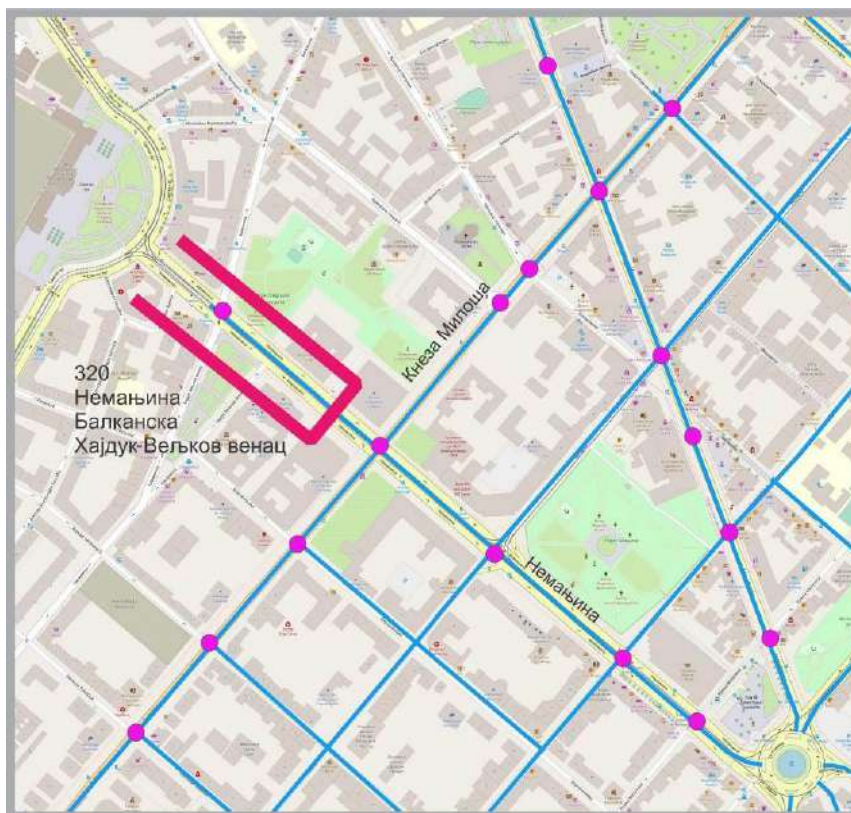
Постојећи уређаји ван обухвата "Пројекта 322" се замењују Siemens уређајима



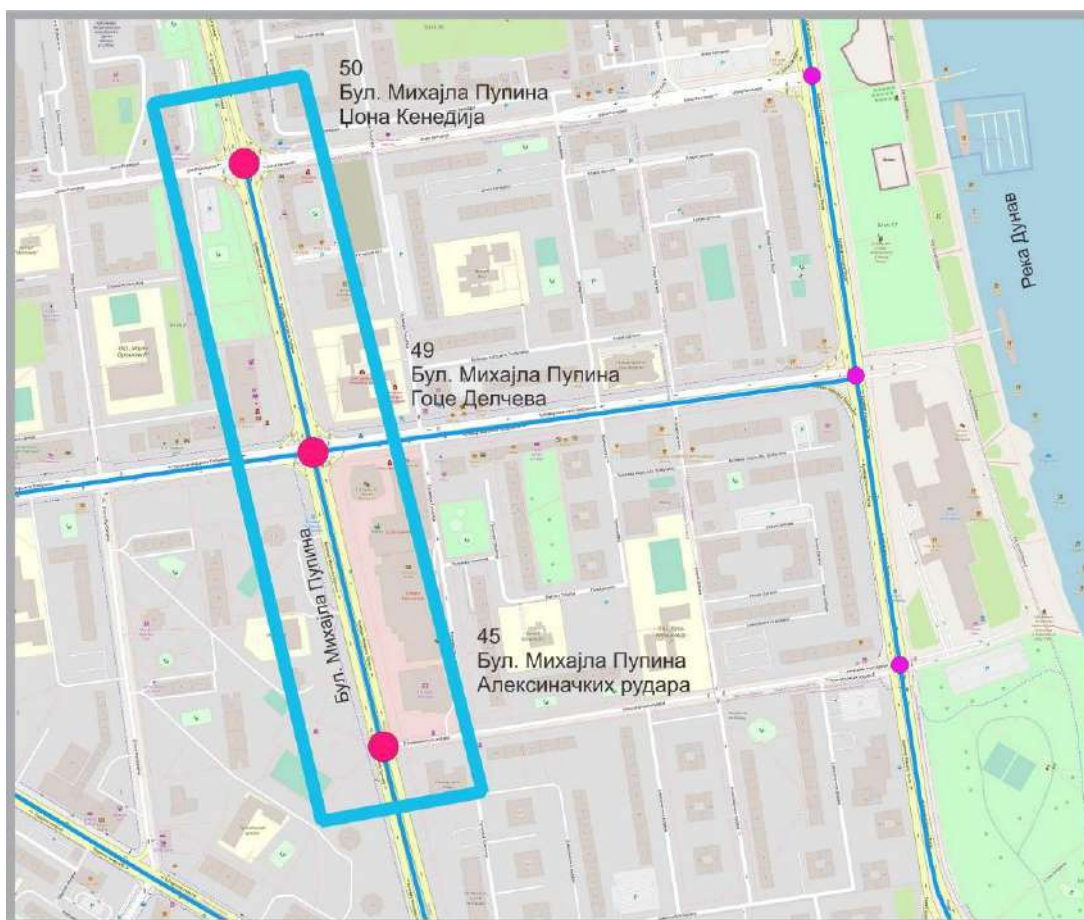
Постојећи уређаји ван обухвата "Пројекта 322" се замењују Siemens уређајима



Siemens уређаји из обухвата "Пројекта 322" се замењује уређајима ElcomBgd



Siemens уређај из обухвата "Пројекта 322" се замењује уређајем ElcomBgd



Уређаји из "Пројекта 322" се из уместо детекторског имплементирају у адаптивном режиму



Уређаји из "Пројекта 322" се из уместо детекторског имплементирају у адаптивбилном режиму



Уређаји (саобраћајни објекти) предвиђени за адаптивбилно управљање саобраћајним процесом приказани су у наредним табелама, сврстани на потезе основне уличне мреже Београда.

број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
1	УМП Секција Б. коса	Марка Челебоновића ↓	510	Марка Челебоновића Т6 улица 2а - 2а	1			0			
			512	Марка Челебоновића Норвешка	1	1					
			489	Марка Челебоновића Др Хуга Клајна	1		1				
		Николе Добровића ↓	60	Партизанске авијације Николе Добровића	1	1					
			470	Данила Лекића Николе Добровића	1			1			
			58	Тошин Бунар Николе Добровића	1				S		
1 УМП (Унутрашњи Магистрални Прстен) - Секција Бежанијска коса					6	2	1	1	0	0	4
2	СМП Секција Борска	Бул. вој. Мишића ↓	562	Булевар вој. Мишића Паштровићева	1	1					
			568	Булевар вој. Мишића Трамвајска пруга	1	1					
			417	Патријарха Димитрија Пере Велимировића	1	1					
		Патријарха Павла Борска ↓	498	Борска Пере Велимировића	1		1				
			701	Бахтијара Вагабзадеа Пут за Бањичко гробље	1	1					
			536	Борска Баштованска	1	1					
		Црнотравска ↓	704	Бахтијара Вагабзадеа Пеш. прелаз (5 солитера)	1		1				
			400	Црнотравска Борска	1			1			
			398	Црнотравска Паунова	1			1			
			396	Булевар Ослобођења Саве Машковића	0	0					
2 СМП (Спољни Магистрални Прстен) - Секција Борска					9	5	2	2	0	0	9



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
3	СМП - Секција Браће Јерковић	Саве Машковића ↓	396	Булевар Ослобођења Саве Машковића	0	П2					
		Кружни пут	394	Војводе Степе Саве Машковића	1		1				
			281	Кумодрашка Кружни пут	1			1			
			638	Браће Јерковић Пеш. прелаз код бр. 123	1			1			
		Браће Јерковић ↓	679	Браће Јерковић код броја 189	1		1				
		Светозара Радојчића ↓	278	Браће Јерковић Окретница 26	1			1			
			445	Светозара Радојчића Драгице Кончар	1	1					
			276	Војислава Илића Светозара Радојчића	SA					S	
3	СМП (Спољни Магистрални Прстен) - Секција Браће Јерковић				6	1	2	3	0	0	6
4	Батајнички пут	Батајнички пут ↓	642	Северна тангента Цара Душана/ Земун	SA				S		
		Мајора Зорана ↓ Радосављевића	19	Батајнички пут Нова Галеника	1		1				
			502	Батајнички пут С3 (код OMV пумпе)	1			1			
			507	Батајнички пут С 5 (код Coca-Cola)	1			1			
			518	Батајнички пут С 10 - код фабрике лименки	1		1				
			20	Батајнички пут С 11 - Јурија Ракитина	1			1			
			21	Батајнички пут С 10 а	1	1					
			718	Батајнички пут Скрет. за COVID болницу	1	1					
			572	Маора. 3. Радосављевића Стевана Дубајића		1					
			22	Мајора 3. Радосављевића Браће Смиљанић		1					
			474	Мајора 3. Радосављевића Станка Тишме		1					
			23	Мајора 3. Радосављевића Царице Јелене				1			
			619	Пуковника М. Павловића Драге Михајловића		1					
4	Батајнички пут				7	6	2	4	0	0	12



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
5	Новосадски пут	Новосадски аутопут ↓	567	Новосадски аутопут С 10 А	1	1					
			24	Новосадски аутопут С 11 - Јурија Ракитина	1			1			
			506	Новосадски аутопут С 10 - OMV	1		1				
			522	Новосадски аутопут С3 - МЕТРО	1		1				
			547	Новосадски аутопут С1 - Мала Пруга	1	1					
			503	Новосадски аутопут Т6 Ратарски пут	1	1					
			641	Новосадски аутопут Северна тангента	1		1				
5	Новосадски пут				7	3	3	1	0	0	7
6	Саобраћајница Т6	Северна тангента ↓	642	Северна тангента Цара Душана	SA				S		
			666	Северна тангента Банатска	1		0		1		
			641	Новосадски аутопут Северна тангента	A		П5				
			25	Новосадски аутопут Т6 Угриновачка	1		1				
			26	Новосадски аутопут Т6 Солунска	1		1				
			521	Новосадски аутопут Т6 М. Решетара/ Плави хоризонти	1		1				
			511	Кванташ Т6 - Улица 1а - 1 а	1			1			
			510	Марка Челебоновића Т6 - Улица 2а - 2а	A			П1			
6	Саобраћајница Т6				5	0	3	1	1	0	5
7	Сурчински пут	Сурчински пут ↓	699	Војвођанска Крушедолска			1				
			39	Војвођанска Браће Пухаловић/ Сурчин			1				
			514	Војвођанска Николе Зрињског/ Сучин		1					
			555	Сурчински пут Пеш. прелаз/ Вила Мара		1					
			40	Војвођанска Пеш. прелаз/ Ледине		1					
			618	Сурчински пут/ "Гранд кафа" Н. Гвозденовића	1		1				
7	Сурчински пут				1	3	3	0	0	0	6



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
8	Недељка Гвозденовића	Недељка Гвозденовића ↓ Др. Хуга Клајна ↓	618	Сурчински пут/ "Гранд кафа" Недељка Гвозденовића	A		П7				
			632	Недељка Гвозденовића- Магеланова	1		1				
			549	Недељка Гвозденовица Милана Вујаклије	1		1				
			548	Недељка Гвозденовића М. Вуковића	"		"				
			59	Љубинке Бобић Недељка Гвозденовића	1			1			
			669	Пеђе Милосављевића Др. Хуга Клајна	1		1				
			489	Марка Челебоновића Др Хуга Клајна	A		П1				
8 Недељна Гвозденовића					4	0	3	1	0	0	4
9	Партизанске авијације	Партизанске авијације ↓	490	Гандијева Партизанске авијације	1		1				
			60	Партизанске авијације Николе Добровића	A	П1					
			61	Партизанске авијације Данила Лекића	1			1			
			62	Партизанске авијације Стојана Аралице	1			1			
			496	Партизанска авијације Благоја Марјановића	1	1					
9 Партизанске авијације					4	1	1	2	0	0	4



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
10	Угриновачка	22. октобра ↓	7	22 октобра Пешачки прелаз	SA				S		
		Вртларска ↓	36	22 октобра Николаја Островског	1			1			
			473	Вртларска Пешачки прелаз	1			1			
		Угриновачка ↓	35	Ивићева Вртларска	1	1					
			616	Јакуба Кубуровића Ивићева/ Тошин Бунар	1	1					
			34	Угриновачка Новоградска	1	1					
			29	Угриновачка Горњоградска	1	1					
			483	Угриновачка Б. Пешића	1	1					
			28	Угриновачка Филипа Вишњића	1	1					
			541	Угриновачка Задругарска	1	1					
			27	Угриновачка Банатска	1			1			
			25	Новосадски аутопут Т6 Угриновачка	A		П6				
10	Угриновачка				10	7	0	3	0	0	10
11	Војвођанска	Војвођанска ↓	564	Војвођанска Душана Вукасовића	1			1			
			63	Војвођанска Нехруова	1			1			
			461	Војвођанска - Гандијева Земунска	1			1			
		Земунска	678	Земунска ЛИДЛ	1	1					
		Тошин бунар ↓	460	Тошин бунар Улаз у ИМТ	1			1			
			459	Тошин Бунар ФОБ	1			1			
			58	Тошин бунар Николе Добровића	A				П1		
11	Војвођанска				6	1	0	5	0	0	6



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
12	Тошин бунар	Тошин бунар ↓	58	Тошин бунар Николе Добровића	A				П1		
			57	Тошин бунар Пеш. прелаз испод пруге	1	1					
			56	Тошин бунар Бул. Милутина Миланковића	1			1			
			55	Тошин бунар Аутопут II	1			1			
			54	Тошин бунар Аутопут I	1			1			
			53	Тошин бунар Студентска/ Др З. Ђинђића	1	1					
			438	Тошин бунар Париске комуне	1			1			
			616	Јакуба Кубуровића Ивићева/ Тошин Бунар	A	П10					
12	Тошин бунар				6	2	0	4	0	0	6
13	Др. Ивана Рибара	Др. Ивана Рибара ↓	670	Др. Ивана Рибара Пешачки прелаз		1					
			66	Јурија Гагарина Др. Ивана Рибара	SA				S		
			65	Др. Ивана Рибара Европска				1			
13	Др. Ивана Рибара				0	1	0	1	0	0	2
14	Д. Вукасовића	Душана Вукасовића ↓	68	Јурија Гагарина Душана Вукасовића	SA				S		
			76	Европска Душана Вукасовића				1			
			77	Јапанска Душана Вукасовића		1					
			564	Војвођанска Душана Вукасовића	A			П11			
14	Душана Вукасовића				0	1	0	1	0	0	2
15	Нехруова	Нехруова ↓	69	Јурија Гагарина Нехруова	SA				S		
			74	Европска Нехруова				1			
			75	Јапанска Нехруова				1			
			63	Војвођанска Нехруова	A			П11			
15	Нехруова				0	0	0	2	0	0	2



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
16	Гандијева	Гандијева ↓	70	Јурија Гагарина Гандијева	SA				S		
			463	Гандијева Пеш прелаз "Младост"				1			
			72	Европска Гандијева		1					
			73	Јапанска Гандијева				1			
			461	Војвођанска - Гандијева Земунска	A			П11			
			490	Гандијева Партизанске авијације			1				
		Љубинке Бобић ↓	59	Љубинке Бобић Недељка Гвозденовића	A			П8			
			668	Грчка/ Норвешка Љубинке Бобић			1				
16	Гандијева				0	1	2	2	0	0	5
17	Алексиначких рудара	Алексиначких рудара ↓	2	Бул. Николе Тесле Алексиначких рудара	SA				S		
			47	Алексиначких рудара Улаз у блок 11ц				1			
			46	Алексиначких рудара Улаз у блок 11б				"			
			45	Бул. Михајла Пупина Алексиначких рудара	SA				S		
17	Алексиначких рудара				0	0	0	1	0	0	1
18	Бул. Црвене армије	Бул. Црвене армије ↓	94	Јурија Гагарина Бул. Црвене армије	SA				S		
			566	Бул. Црвене армије Уроша Мартиновића	1			1			
			628	Ђорђа Станојевића Бул. Црвене армије	1			1			
			682	Хероја са Кошара Бул. Црвене армије	SA				S		
18	Бул. Црвене армије				2	0	0	2	0	0	2



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
19	Ђорђа Станојевића	Ђорђа Станојевића ↓	561	Омладинских бригада Ђорђа Станојевића	SA				S		
			628	Ђорђа Станојевића Булевар Црвене армије	A			П18			
			546	Ђорђа Станојевића Аутобуски депо	1			1			
			545	Ђорђа Станојевића Трамвајски депо	1			1			
			545*	Ђорђа Станојевића Марка Христића	1			1			
			712	Мост на Ади Ђорђа Станојевића	1		1				
			468	Бул. Милутина Миланковића Шпанских бораца	1	0			1		
19	Ђорђа Станојевића				5	0	1	3	1	0	5
20	Бул. Милутина Миланковића	Бул. Милутина Миланковића ↓	97	Јурија Гагарина Бул. Милутина Миланковића	1	0			1		
			90	Милентија Поповића Бул. Милутина Миланковића	SA				S		
			467	Бул. Милутина Миланковића Пеш. Прелаз	SA				S		
			466	Бул. Милутина Миланковића Антифашистичке борбе	SA				S		
			468	Бул. Милутина Миланковића Шпанских бораца	SA				П19		
			458	Булевар уметности Бул. Милутина Миланковића	1	0			1		
			444	Омладинских бригада Бул. Милутина Миланковића	SA				S		
			443	Бул. Милутина Миланковића Народних хероја	1	1					
			56	Тошин бунар Бул. Милутина Миланковића	A			П12			
20	Бул. Милутина Миланковића				3	1	0	0	2	0	3
21	Владимира Поповића	Владимира Поповића ↓	101	Владимира Поповића GENEX	1	0			1		
			100	Владимира Поповића "Интерконтинентал"	1	0			1		
			99	Владимира Поповића Велики паркинг	1	0			1		
			98	Владимира Поповића Пешачки прелаз N11	1	0			1		
			97	Јурија Гагарина/ подвожњак Бул. Милутина Миланковића	SA	П20			S		
21	Владимира Поповића				4	0	0	0	4	0	4



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
22	Карађорђева 1	Бул. војводе Бојовића ↓	162	Бул. вој. Петра Бојовића Дунавска	SA		1		S		
			556	Бул. вој. Петра Бојовића Кула Небојша			1				
		Карађорђева ↓	112	Бул. вој. Петра Бојовића Трамвајски прелаз	1		1		0		
			113	Париска - Карађорђева Бул. вој. Петра Бојовића	1		1		0		
			114	Карађорђева Велике степенице	1		1		0		
			708	Карађорђева - Пеш. прелаз код стајалишта тур. аутобуса	1		1				
			709	Карађорђева - Пеш. прелаз код стазе за доставна воз.	1		1				
			715	Карађорђева Црногорска	1		1				
22 Карађорђева 1					6	0	8	0	0	0	8
23	Карађорђева 2	Савски трг ↓	321	Савски трг Немањина	1		1				
		Карађорђева ↓	322*	Савски трг/ Пеш. прелаз 2	1		1				
			324	Карађорђева Каменичка/ Стари мост	1		1				
			323	Карађорђева Загребачка	1		"				
			326	Карађорђева Херцеговачка	1		1				
			115	Карађорђева Црногорска	A		П22				
23 Карађорђева 2					5	0	4	0	0	0	4
24	Гаврила Принципа	Гврила Принципа ↓	328	Балканске - Адм. Гепрата Гаврила Принципа	1		1				
			327	Гаврила Принципа – Пеш .п. код ОШ "Исидора Секулић"	1		1				
			626	Гаврила Принципа Каменичка	1		1				
			116	Гаврила Принципа Југ Богданова	1		1				
24 Гаврила Принципа					4	0	4	0	0	0	4



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
25	Сарајевска	Сарајевска ↓	576	Сарајевска Дурмиторска	1		1				
			316	Сарајевска Вишеградска	1		1				
			317	Сарајевска Милоша Поцерца	1		1				
			465	Сарајевска Војводе Миленка	1		1				
			319	Сарајевска Рисанска	1		1				
		Балканска ↓	320	Немањина - Балканска Хајдук Вељков венац	1		1		0		
		Гаврила Принципа ↓	328	Балканска - Адм. Гепрата Гаврила Принципа	A		П24				
25 Сарајевска					6	0	6	0	0	0	6
26	Београд на води/ CAO 1	Београд на води/ CAO 1	326	Карађорђева Херцеговачка	A		П18				
			705	CAO 8 - CAO 9	1		1				
			xx	CAO 1 - CAO 4	1		1				
			703	CAO 1 - CAO 3	1		1				
			702	CAO 1 - CAO 2	1		1				
			715	CAO 1/ Галерија пеш. прелаз	1		1				
			716	CAO 1 - БУС терминус	1		1				
			717	CAO 1 - CAO 6	1		1				
			-	Бул. вој. Мишића CAO 1							
26 Београд на води/ Сао 1					7	0	7	0	0	0	7
27	Вишеградска	Вишеградска ↓	313	Кнеза Милоша Вишеградска	SA		1		S		
			316	Сарајевска - Вишеградска	A		П25				
		Николаја Кравцова ↓	698	Савска - Вишеградска Н. Кравцова/ CAO 2	1		1				
			702	CAO 1 - CAO 2	A		П26				
27 Вишеградска					1	0	2	0	0	0	2



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
28	Савска	Савска ↓	321	Савски трг Немањина	A		П23				
			-	Савски трг Пеш. прелаз 1	1		1				
			318	Савска Милоша Поцерца	1		1				
			698	Савска Вишеградска/ Н. Кравцова	A		П27				
			565	Савска Дурмиторска	1		1				
			315	Савска Дринска	1		1				
28	Савска				4	0	4	0	0	0	4
29	Бул. војводе Мишића	Бул. војводе Мишића ↓	315	Савска Дринска	A		П28				
			358	Бул. вој. Мишића МОСТАР	1					1	
			-	Бул. вој. Мишића Вудроа Вилсона							
			359	Бул. вој. Мишића Руска	1		1				
29	Бул. војводе Мишића				2	0	1	0	0	1	2
30	Радничка	Радничка ↓	361	Радничка Паштровићева	1		1				
			362	Радничка Савска магистрала	1		1				
			509	Савска магистрала Светолика Лазаревића	1		1				
			447	Радничка Обалских радника	1		1				
			382	Радничка Стругарска	1	1					
			379	Радничка Пеш. прелаз	1	1					
			378	Маршала Толбухина (Трговачка) - Радничка	1	1					
30	Радничка				7	3	4	0	0	0	7



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
31	Трговачка	Трговачка ↓	378	Маршала Толбухина (Трговачка) - Радничка	A	П30					
			380	Маршала Толбухина Милорада Јовановића	1	1					
			381	Маршала Толбухина (Трговачка) - Ваљевска	1	1					
			371	Трговачка Водоводска	1			1			
			372	Трговачка - Пеш.п. између Водоводске и А. Јоксимовића	1			"			
			373	Водоводска Поручника Спасића	1			1			
			375	Трговачка Солунских Бораца	1			1			
			376	Трговачка Јабланичка/ Бело врело	1			1			
		Ибарска магистрала ↓	575	Ибарска магистрала Нови МЕТРО		1					
31	Трговачка				8	3	0	5	0	0	8



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
32	Пожешка	Паштровићева ↓ Кировљева ↓ Пожешка ↓	361	Радничка Паштровићева	A		П30				
			388	Паштровићева Висока	1		1				
			363	Кировљева Љешка	1		1				
			364	Кировљева Тургењевљева	1		1				
			365	Пожешка Кировљева	1		1				
			387	Пожешка Кнеза Вишеслава	1		1				
			623	Пожешка В. Радовановића	1		1				
			562	Бул. вој. Мишића Паштровићева	A	П2					
			366	Пожешка Пеш.прелаз ОШ Ј. Панчић	1		1				
			367	Пожешка П. Мећаве (Дом здравља)	1		1				
			497	Пожешка Пеш. прелаз код бр. 79-128	1		1				
			368	Пожешка Београдског батаљона	1		1				
			369	Пожешка Благоја Паровића	1		"				
			464	Пожешка Ваљевска	1		1				
			370	Пожешка Требевићка	1		1				
			371	Трговачка Водоводска	A			П31			
32	Пожешка				13	0	12	0	0	0	12
33	Кнеза Вишеслава	Кнеза Вишеслава ↓ Патријарха Јоакинија	416	Кнеза Вишеслава Ватрогасци	1	1					
			415	Кнеза Вишеслава Ратка Митровића	1			1			
			538	Ратка Митровића Јабланичка	1			1			
			414	Пилота М. Петровића Кнеза Вишеслава	1			1			
			413	Видиковачки венац Патријарха Јоаникија	1			1			
33	Кнеза Вишеслава				5	1	0	4	0	0	5



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
34	Пилота Петровића	Мишка Крањца Пилота М. Петровића ↓	504	Мишка Крањца пеш. прелаз СО Раковица	1	1					
			442	Пилота М. Петровића Мишка Крањца	1	1					
			410	Пилота М. Петровића Маричка	1			1			
			574	Пилота М. Петровића Пеш. прелаз		1					
			487	Пилота М. Петровића Стевана Луковића				1			
			414	Пилота М. Петровића Кнеза Вишеслава	A			П33			
34	Пилота Петровића				3	3	0	2	0	0	5
35	Патријарха Димитрија	Патријарха Димитрија ↓	417	Патријарха Димитрија Пере Велимировића	1	1					
			519	Патријарха Димитрија Варешка	1		1				
			406	Патријарха Димитрија Мишка Крањца	1		1				
			408	Патријарха Димитрија Ослободилаца Раковице	1		1				
			409	Патријарха Димитрија Сервис "21. Мај"				1			
35	Патријарха Димитрија				4	1	3	1	0	0	5
36	Борска	Борска ↓	498	Борска Пере Велимировића	A	П2					
			401	Борска Српских ударних бригада	1	1					
			517	Борска VI личке	1	1					
			402	Борска Вукасовићева	1	1					
			520	Борска Пеш. прелаз Канарево брдо	1	"					
			471	Борска Ивана Мичурина	1	1					
			403	Борска Варешка	1	1					
			404	Борска Станка Пауновића	1	1					
			405	Борска Челебићка	1	1					
			504	Мишка Крањца Пеш. прелаз СО Раковица	A		П34				
			442	Пилота М. Петровића Мишка Крањца	A		П35				
			406	Патријарха Димитрија Мишка Крањца	A		П35				
36	Борска				8	7	0	0	0	0	7



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
37	Бул. кнеза Александра	Бул. кнеза Александра ↓	425	Бул. кнеза Александра Бул. војводе Путника	1			1			
			424	Бул. кнеза Александра Ботићева	1	1					
			423	Бул. кнеза Александра Др Милутина Ивковића	1	1					
			627	Бул. кнеза Александра Пеш. прелаз Вила Јелена	1			1			
			422	Бул. кнеза Александра Љутице Богдана	1			1			
			421	Бул. кнеза Александра Теодора Драјзера	1			"			
37 Бул. кнеза Александра					6	2	0	3	0	0	5
38	Војводе Степе	Војводе Степе ↓	645	Аутокоманда/ кружна раскрсница	1		1				
			647	Војводе Степе Трише Кацлеровића	1		1				
			648	Војводе Степе Адмирала Вуковића	1		1				
			390	Војводе Степе Боже Јанковића	1		1				
			649	Војводе Степе Пуковника Пурића	1		1				
			392	Војводе Степе Витановачка	1		1				
			650	Војводе Степе Никшићка	1		1				
			651	Војводе Степе Мите Ценића	1		1				
			652	Војводе Степе Капетана Завишића	1		1				
			393	Војводе Степе Љубе Вучковића	1		1				
			653	Војводе Степе/ Пеш. прелаз Саобраћајни факултет	1		1				
			394	Војводе Степе Саве Машковића	A		ПЗ				
			282	Војводе Степе Кумодрашка		1					
			441	Војводе Степе Пеш. прелаз/ Кумодраж		1					
38 Војводе Степе					11	2	11	0	0	0	13



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
39	Кумодрашка	Кумодрашка ↓	645	Аутокоманда/ кружна раскрсница	A		П38				
			501	Кумодрашка Љубићка	1		1				
			283	Кумодрашка Витановачка	1		1				
			577	Кумодрашка/ Љубе Вучковића - Зларинска	1		1				
			280	Браће Јерковић Дарвинова	1			1			
39	Кумодрашка				4	0	3	1	0	0	4
40	Миријевски булевар	Миријевски булевар ↓	609	Миријевски булевар Др Драге Љочић	1	1					
			610	Миријевски булевар Ладне воде	1	1					
			611	Миријевски булевар Пеш. прелаз VII гимназија	1	1					
			612	Миријевски булевар Витез. Карађорђево звезде	1	1					
40	Миријевски булевар				4	4	0	0	0	0	4
41	Венизелосова	Венизелосова ↓	151	Жоржа Клемансоа Венизелосова	SA				S		
			152	Венизелосова Херцег Стјепанова	1			0	1		
			144	Венизелосова Кнежополска	1	0			1		
			143	Венизелосова Војводе Добрњца	1	0			1		
			169	Цвијићева Поенкарева	1		0		1		
			719	Цвијићева Ватрослава Лисинског	1		0		1		
41	Венизелосова				5	0	0	0	5	0	5
42	Крушевачка	Крушевачка ↓	287	Ибарска Тодора Дукина		1					
			479	Крушевачка Пеш. прелаз Ђорђа Кратовца	1			1			
			286	Устаничка Крушевачка	SA				S		
			285	Мишка Јовановића Хусова	1			1			
42	Крушевачка				2	1	0	2	0	0	3



број	ПОТЕЗ	СЕКЦИЈА	СЗС број	РАСКРСНИЦА	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
43	Теодора Драјзера	Бул. вој. Мишића ↓	568	Бул. војводе Мишића Трамвајска пруга	A	П2					
		Теодора Драјзера ↓	426	Бул. вој. Мишића - Бул. вој. Путника - Теодора Драјзера	1			1			
			421	Бул. кнеза Александра Теодора Драјзера	A			П37			
43	Теодора Драјзера				1	0	0	1	0	0	1
44	Максима Горког	Максима горког ↓	289	Јужни булевар Максима Горког	SA				S		
			573	Максима Горког Господара Вучића	1			0	1		
		Тодора Дукина	287	Ибарска Тодора Дукина		П42					
44	Максима Горког				1	0	0	0	1	0	1

Напомена уз табелу:

- СЗС број је ознака саобраћајног објекта (раскрснице или пешачког прелаза) из базе података Секретаријата за саобраћај,
- У колони "A", означеној зеленом бојом наведен је статус управљања саобраћајним процесом на објекту у погледу адаптивности:
 - "1" означава да је на објекту овим документом предвиђено адаптивно управљање,
 - "SA" означава да је на објекту већ предвиђено или имплементирано адаптивно управљање у оквиру "Пројекта 322",
 - "A" означава да је на објекту овим документом предвиђено адаптивно управљање, а у неком од претходно наведених Потеза је та околност већ означена и "убројана" у скуп таквих објеката предвиђених Студијом,
 - Празно поље значи да је на објекту предвиђен детекторски рад система,
- У пет наредних колона табеле са називима произвођача семафорских контролера (четири најзаступљенија и сви остали под ознаком "остали":
 - број "1" се налази у колони која припада произвођачу уређаја који је на раскрсници тренутно инсталисан,
 - када је објекат већ присутан у неком од претходно наведених потеза, ознака "П" са придруженим бројем означава Потез у оквиру кога је уређај већ наведен,
 - број "0" означава да се уређај одређеног произвођача, на основу препоруке овог документа, мења уређајем производње SIEMENS,
 - када се у колони "SIEMENS" налази ознака "S", то значи да је на објекту "Пројектом 322" већ предвиђен или инсталисан одговарајући уређај,
 - када се колони "SIEMENS" налази ознака "1", то значи да се на објекту предвиђа постављање SIEMENS уређаја који није предвиђен "Пројектом 322".

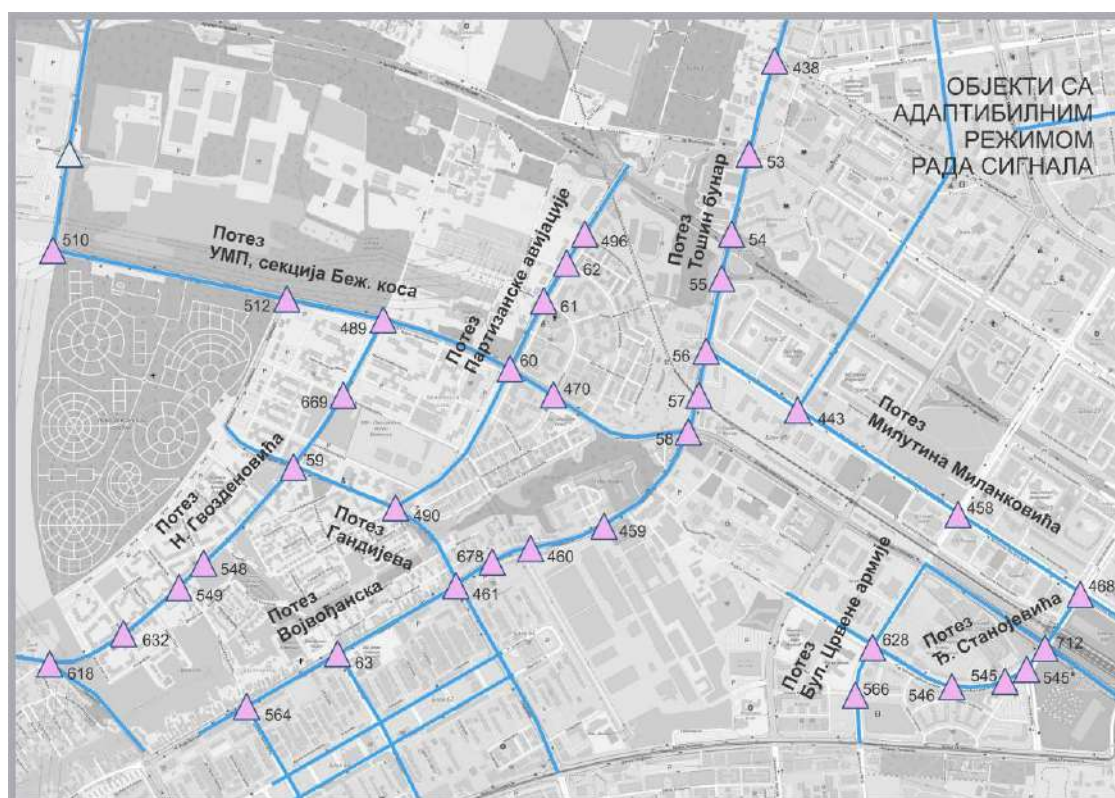
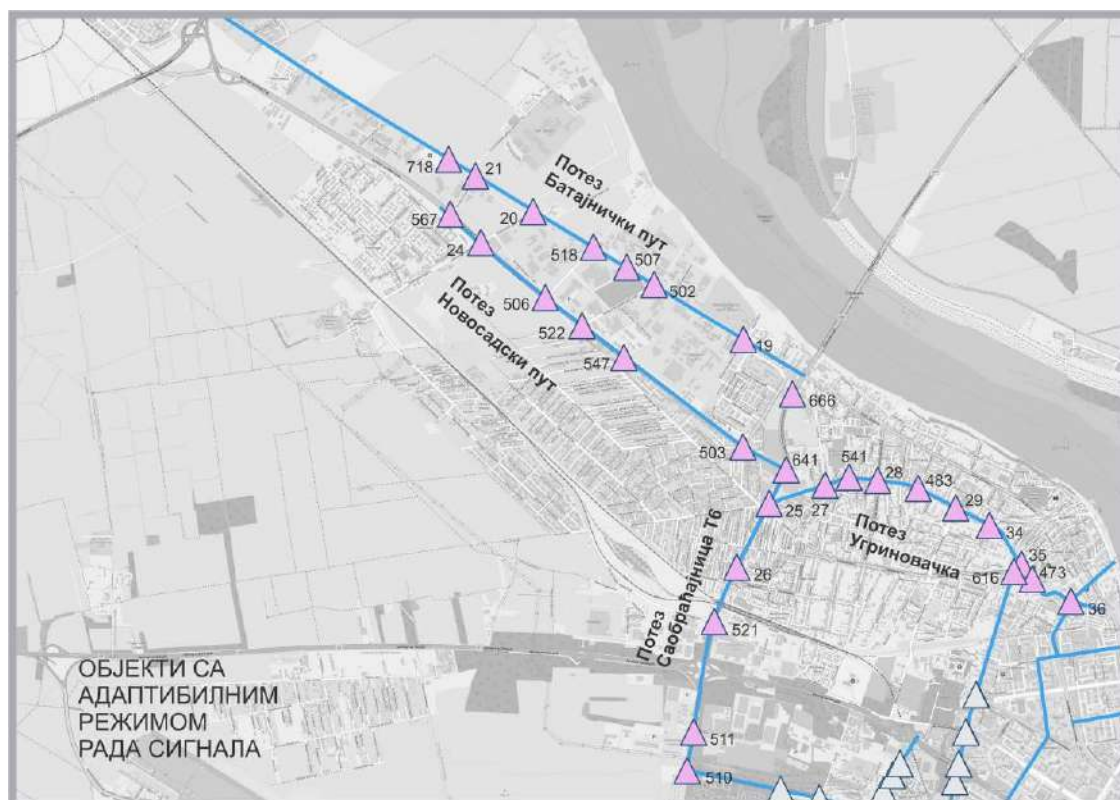
Збирна табела представља сажети приказ постојећих или предвиђених (SIEMENS) уређаја по раскрсницама свих разматраних потеза основне уличне мреже. Расподела на уређаје произвођача Беоелектро, ElcomBgd и Пупин представља постојеће стање, које је, скупа са технолошким карактеристикама и функционалношћу ових уређаја основа за стратегију замене уређаја "Пупин" и одговарајући распоред уређаја преостала два произвођача на локације саобраћајних објеката намењених адаптивном и детекторском начину рада.

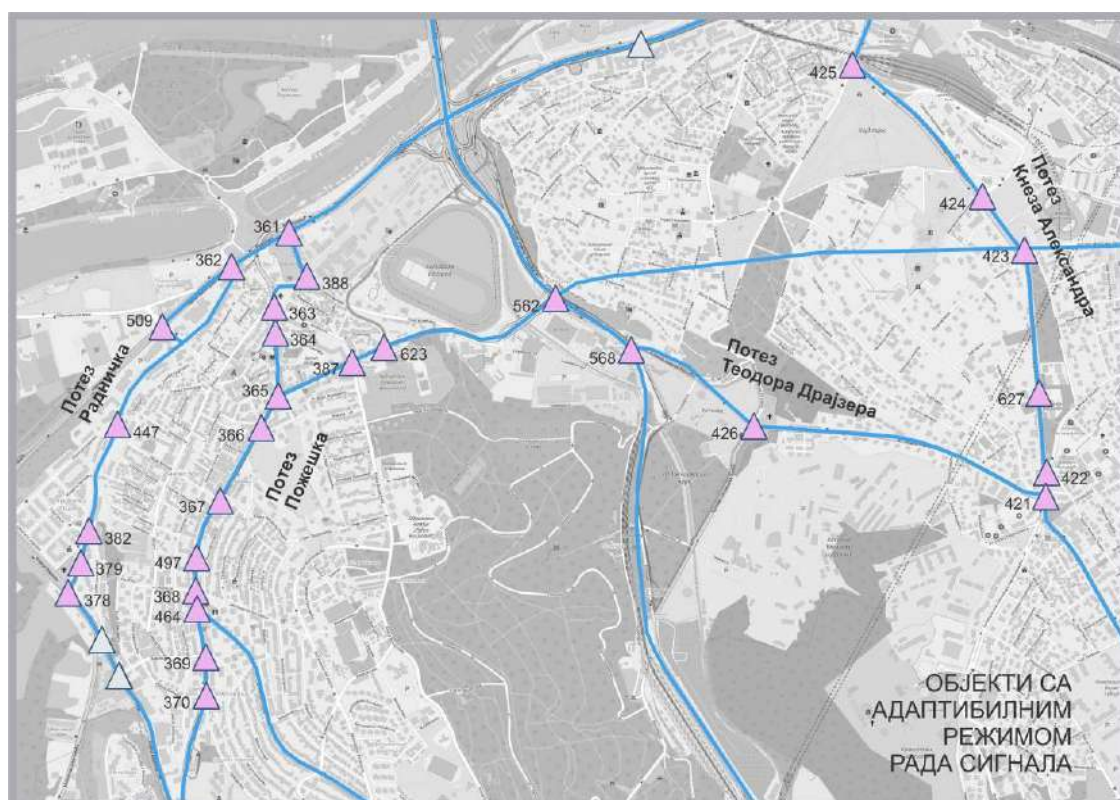
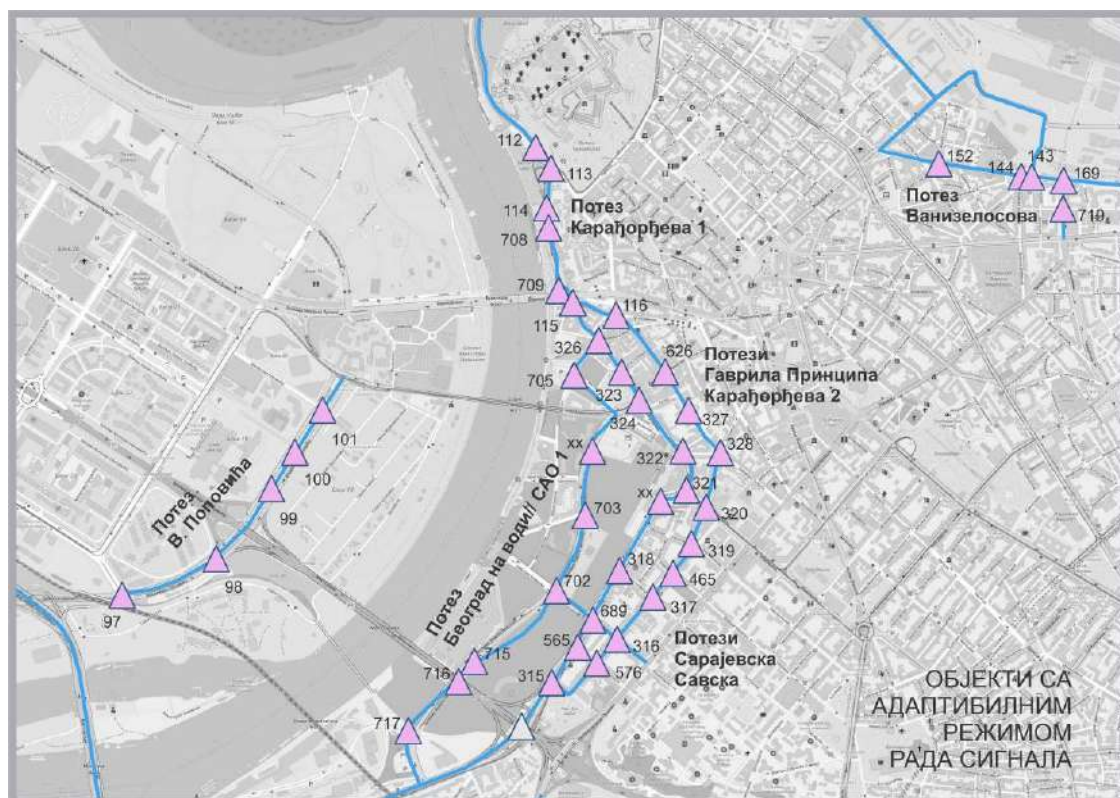


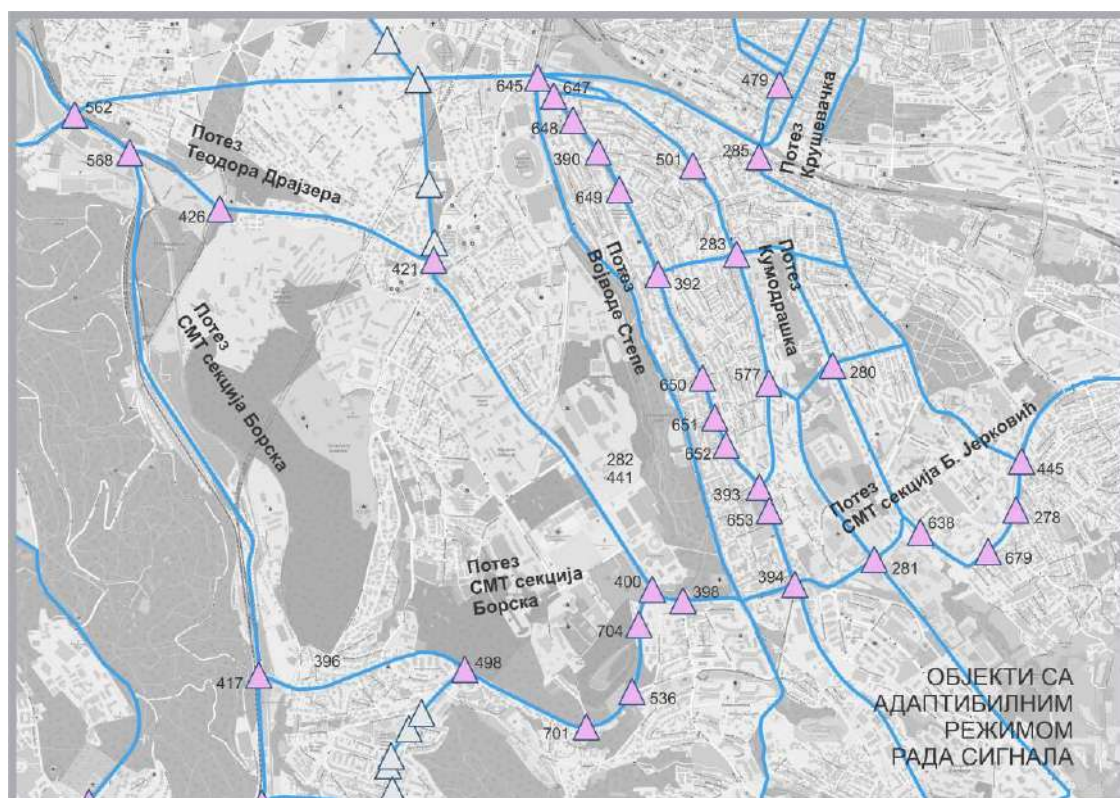
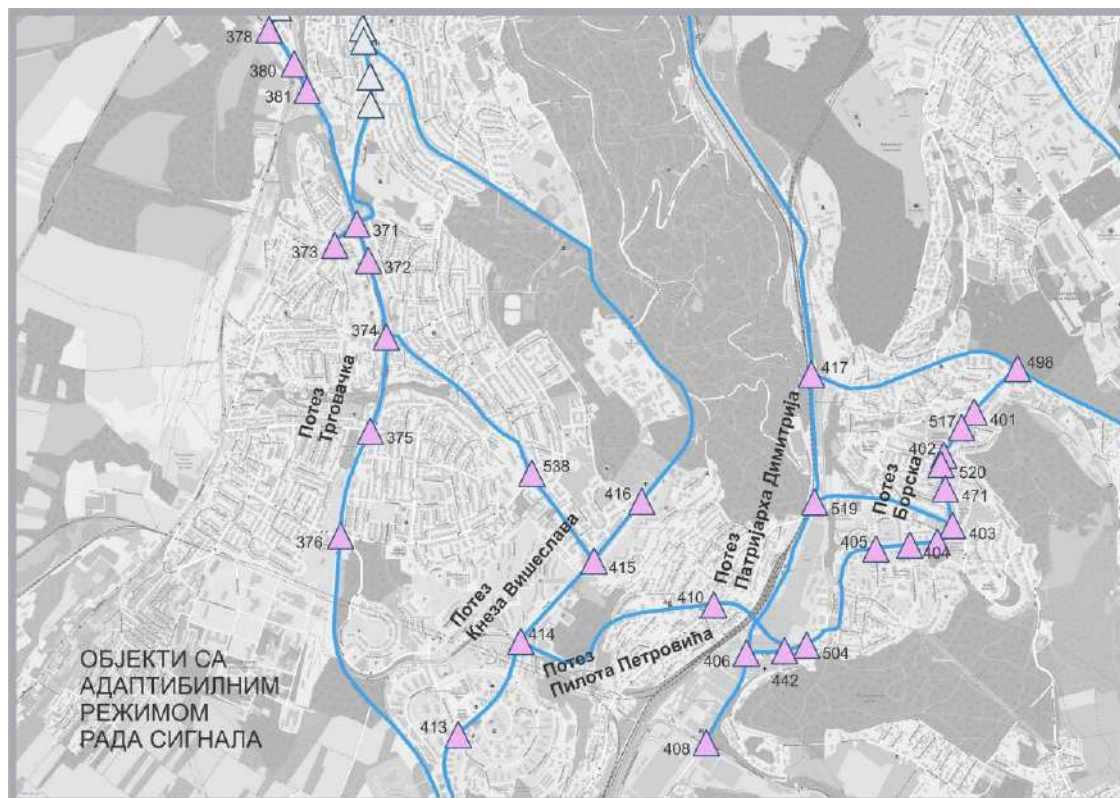
Расподела уређаја на саобраћајним објектима према начину управљања (адаптибилно или детекторски) и према произвођачу тренутно инсталисаног или предвиђеног семафорског уређаја

Потези основне уличне мреже са адаптибилним објектима	A	Беоел.	ElcomBgd	Пупин	SIEMENS	Остали	УКУПНО
1 УМП (Унутрашњи Магистрални Прстен) - Секција Бежанијска коса	6	2	1	1	0	0	4
2 СМП (Спољни Магистрални Прстен) - Секција Борска	9	5	2	2	0	0	9
3 СМП (Спољни Магистрални Прстен) - Секција Браће Јерковић	6	1	2	3	0	0	6
4 Батајнички пут	7	6	2	4	0	0	12
5 Новосадски пут	7	3	3	1	0	0	7
6 Саобраћајница Т6	5	0	3	1	1	0	5
7 Сурчински пут	1	3	3	0	0	0	6
8 Недељна Гвозденовића	4	0	3	1	0	0	4
9 Партизанске авијације	4	1	1	2	0	0	4
10 Угриновачка	10	7	0	3	0	0	10
11 Војвођанска	6	1	0	5	0	0	6
12 Тошин бунар	6	2	0	4	0	0	6
13 Др. Ивана Рибара	0	1	0	1	0	0	2
14 Душана Вукасовића	0	1	0	1	0	0	2
15 Нехрובה	0	0	0	2	0	0	2
16 Гандијева	0	1	2	2	0	0	5
17 Алексиначких рудара	0	0	0	1	0	0	1
18 Бул. Црвене армије	2	0	0	2	0	0	2
19 Ђорђа Станојевића	5	0	1	3	1	0	5
20 М. Миланковића	3	1	0	0	2	0	3
21 Владимира Поповића	4	0	0	0	4	0	4
22 Карађорђева 1	6	0	8	0	0	0	8
23 Карађорђева 2	5	0	4	0	0	0	4
24 Гаврила Принципа	4	0	4	0	0	0	4
25 Сарајевска	6	0	6	0	0	0	6
26 Београд на води/ Сао 1	7	0	7	0	0	0	7
27 Вишеградска	1	0	2	0	0	0	2
28 Савска	4	0	4	0	0	0	4
29 Бул. војводе Мишића	2	0	1	0	0	1	2
30 Радничка	7	3	4	0	0	0	7
31 Трговачка	8	3	0	5	0	0	8
32 Пожешка	13	0	12	0	0	0	12
33 Кнеза Вишеслава	5	1	0	4	0	0	5
34 Пилота Петровића	3	3	0	2	0	0	5
35 Патријарха Димитрија	4	1	3	1	0	0	5
36 Борска	8	7	0	0	0	0	7
37 Бул. кнеза Александра	6	2	0	3	0	0	5
38 Војводе Степе	11	2	11	0	0	0	13
39 Кумодрашка	4	0	3	1	0	0	4
40 Миријевски булевар	4	4	0	0	0	0	4
41 Венизелосова	5	0	0	0	5	0	5
42 Крушевачка	2	1	0	2	0	0	3
43 Теодора Драјзера	1	0	0	1	0	0	1
44 Максима Горког	1	0	0	0	1	0	1
УКУПНО ОБЈЕКТА:	202	62	92	58	14	1	227

На наредним сликама приказани су потези из претходних табела са наведеним саобраћајним објектима намењеним адаптибилном управљању. Објекти су, ради јасне идентификације, означени бројевима из базе СЗС.





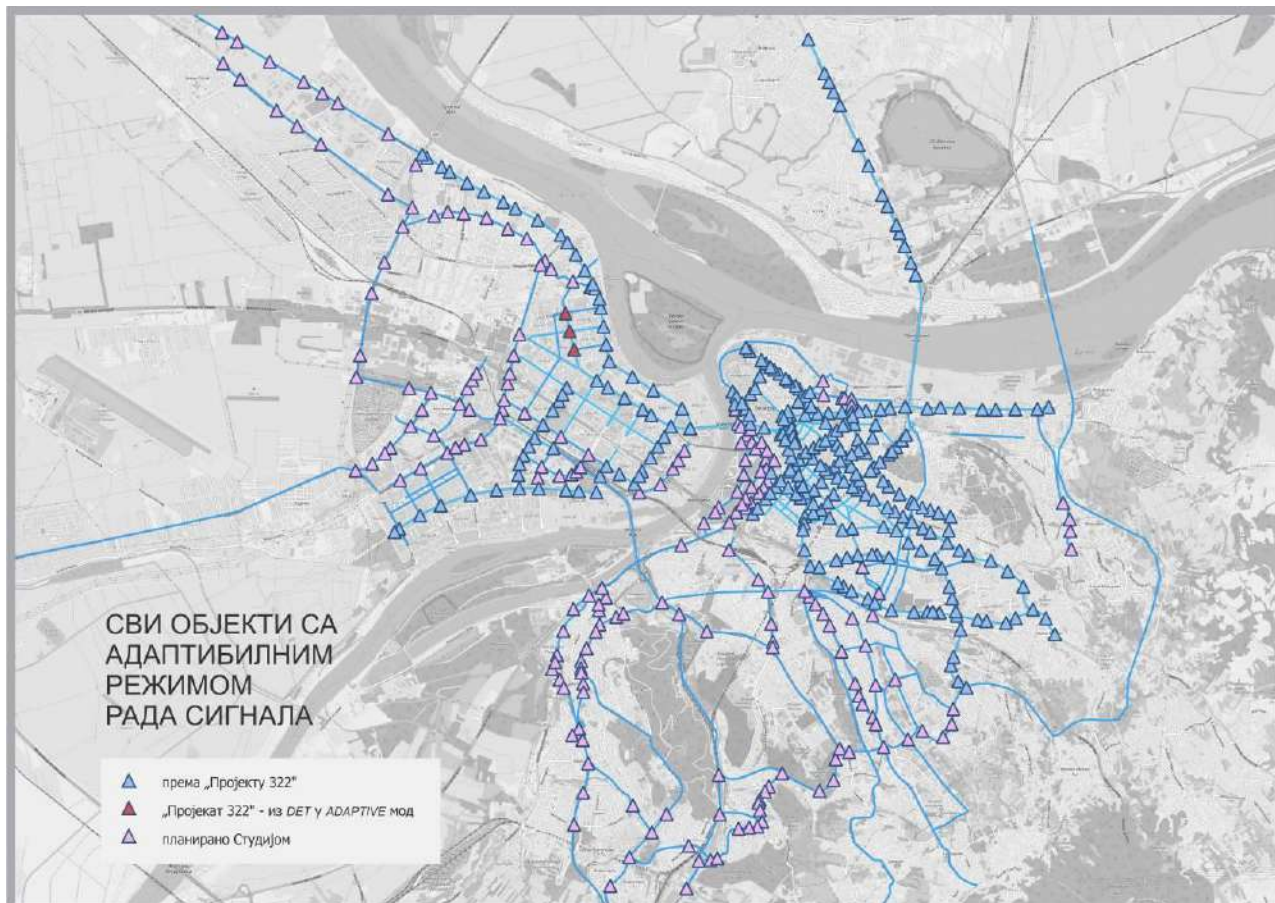
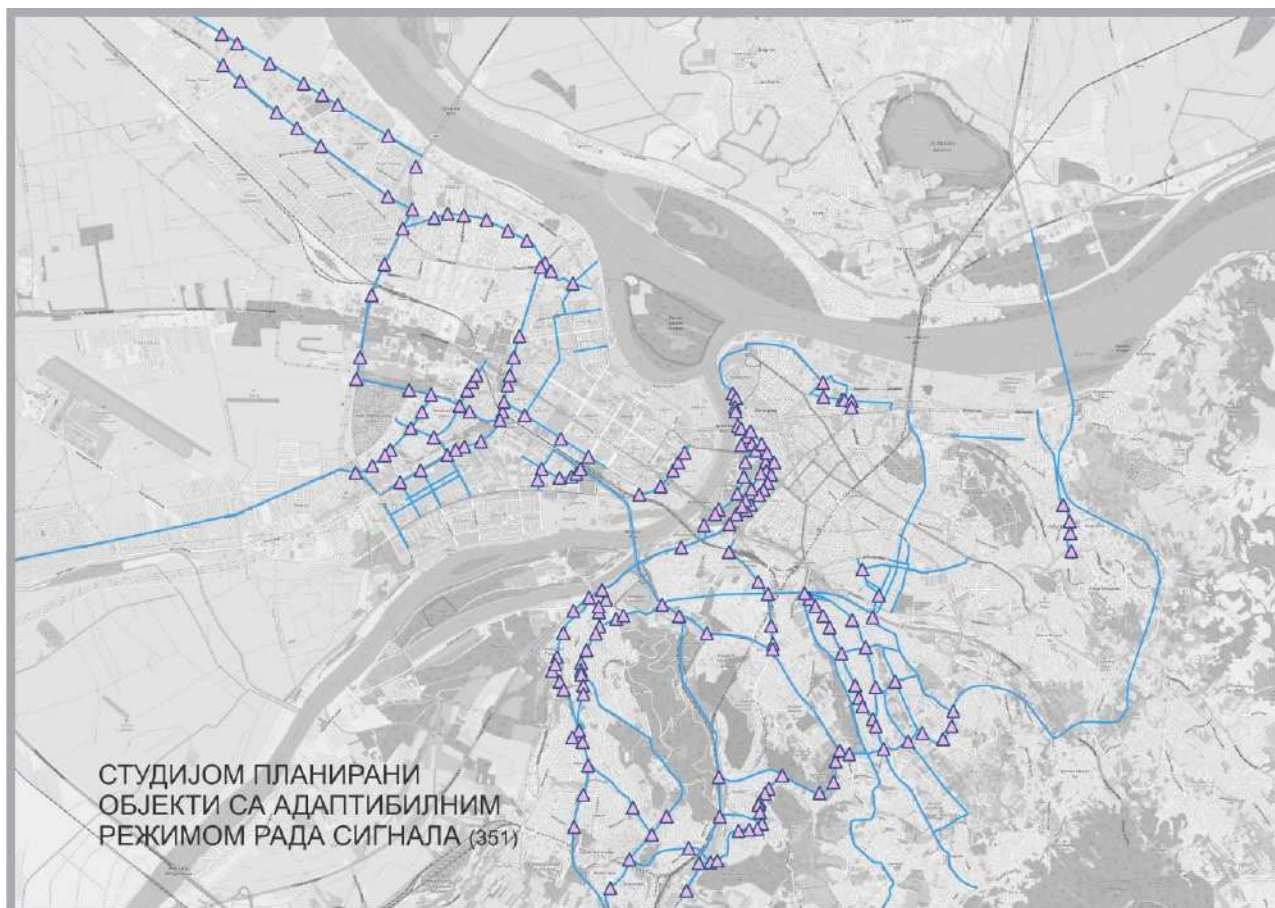




Наведени потези основне уличне мреже Града дуж којих су предвиђени низови суседних семафорисаних саобраћајних објеката у адаптивном раду представљају појединачне инстанце адаптивног управљања. Њима обухваћени објекти су у оквиру софтвера за адаптивно управљање третиране у функционалном смислу јединствено, опслужујући на оптималан начин саобраћајни захтев који у просторном смислу у оквиру инстанце деле. Појединачне инстанце адаптивног управљања могу садржати и успешно интегрисати више десетина семафорисаних објеката, а у пракси не више од 50 објеката (контролера).

На ширем мрежном простору већи број адаптивних инстанци се међусобним интегрисаним приступом функционално синхронизује, чиме се обезбеђује додатно унапређење ефеката управљања. Будући да су у систему светлосне сигнализације Београда већ сада функционална два различита система адаптивног управљања (SIEMENS, заснован на софтверском пакету MOTION, и ElcomBgd, заснован на софтверском пакету PTV BALANCE), за целовиту интеграцију адаптивног управљања на нивоу Града неопходно је да оба система буду под контролом компатибилног њима надређеног софтвера. Такав је управо софтверски пакет PTV OPTIMA, који је у потпуности компатибилан са PTV BALANCE адаптивним системом, а успешно комуницира и контролише инстанце које су под MOTION адаптивним системом.

С обзиром да је предвиђено да сви светлосним сигналом контролисани објекти на територији Града Београда буду комуникационо повезани са центром управљања у Секретаријату за саобраћај и да ће са сваког од њих, било да је адаптивно или детекторски контролисан, подаци о саобраћају у реалном времену бити доступни и складиштени у јединствену базу података на серверу у центру, сви уређаји су предвиђени да раде под PTV OPTIMA системом, односно да PTV OPTIMA располаже јединственом информационом основом о саобраћајном захтеву у реалном времену на основној уличној мрежи целокупног Града Београда.





6.3. ПРЕДЛОГ АКТИВНОСТИ СА СТАНОВИШТА ПОБОЉШАЊА УСЛОВА ЗА ВОЗИЛА ЈГП

Стратегије које се користе у циљу унапређења поузданости функционисања линије јавног масовног транспорта према моменту примене могу бити подељене у две групе: превентивне и корективне.

Циљ превентивних стратегија је спречавање појаве непоузданости функционисања, док се корективне стратегије примењују када је непоузданост функционисања већ присутна. Свака од стратегија се примењује како би унапредила одређени аспект поузданости функционисања, а сама примена одређене стратегије значајно зависи од доступних података о функционисању линије.

Једна од **превентивних** стратегија је и давање приоритета за возила система јавног транспорта путника. Давање приоритета возилима система јавног транспорта путника обухвата:

- Законске приоритете (прописи којима се систем јавног превоза изузима из општих законских прописа, нпр. Предност приликом укључивања у саобраћај са стајалишта итд.);
- Физичке приоритете (тип трасе, жуте траке, физички подужно издвојене траке, резервација одређене уличне површине за возила јавног превоза и сл.;
- Оперативне приоритете (приоритет у смислу давања посебног режима кретања возилима јавног превоза, нпр. Изузеће од забране скретања, приоритет на светлосним сигналимa итд.).

Ова мера подразумева обезбеђивање комуникације између возила и сигналних инсталација дуж трасе како би се обезбедио приоритетни пролаз кроз раскрснице или приступ стајалишту. Давање приоритета може бити условно, у зависности од функционисања у односу на планирани ред вожње. Такође, приоритети се обезбеђују кроз имплементацију ексклузивних оперативних права применом посебних резервисаних трака.

Превентивне мере се заснивају на примени савремених информационих и комуникационих технологија у мониторингу и контроли функционисања линије у реалном времену и активном управљању реализацијом планираног реда вожње. Уколико је дошло до нарушавања плана, управљач може активирати неку од корективних стратегија како би се унапредила поузданост функционисања линије. Спровођење превентивних мера је већином надлежност органа локалне управе.

Корективне стратегије се активирају само у случају када превентивне стратегије нису адекватно спроведене и не дају жељене резултате.

Давање приоритета возилима система јавног градског транспорта путника могуће је на два нивоa: централизовано, када се одлуке доносе на нивоу централне јединице, и локално, када те одлуке доноси контролер (уређај) на раскрсници. Треба омогућити селективно давање приоритета возилима система према дефинисаним критеријумима (нпр. само возилима која касне у односу на планирани ред вожње, само возила одређених подсистема или свим возилима).

Централизовано давање приоритета возилима система јавног градског транспорта путника захтева софистицирану опрему који у својој спецификацији захтева постојање модула за процену времена доласка возила система јавног градског транспорта путника на тачкама на мрежи линија (раскрснице, стајалишта, итд.). Овај модул треба да буде интегрисан у центар за управљање системом јавног градског транспорта путника у Секретаријату за јавни



превоз. Употреба историјских и статистичких података о функционисању система јавног превоза, али и података у реалном времену, за прогнозе кретања возила, Секретаријату за јавни превоз омогућило би доношење сложених одлука, чак и у случају неочекиваних догађаја, узимајући у обзир саобраћајне незгоде, застоје и прекиде у раду линија итд. Подешавање реда вожње је једна од најважнијих превентивних стратегија у циљу обезбеђивања поузданости функционисања линије, мада би се могло рећи да квалитетно планирање величина времена превоза и времена терминирања возила није само питање поузданости, већ и ефикасности функционисања линије. С друге стране, систем би омогућио давање путницима поузданих информација о функционисању система јавног превоза и оптимизацију њиховог путовања у систему.

Постоји више могућих критеријума на основу којих се врши локална оптимизација: минимизација временских губитака, броја заустављања, времена путовања, тачности јавног превоза и сл.



7. ПРЕДЛОГ АКТИВНОСТИ НА РАСКРСНИЦАМА, КОМУНИКАЦИОНОЈ ИНФРАСТРУКТУРИ И ЦЕНТРУ ЗА УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ

7.1. КОМУНИКАЦИОНА МРЕЖА НАМЕЊЕНА ИНФОРМАЦИОНОМ ПОВЕЗИВАЊУ ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА УПРАВЉАЊА САОБРАЋАЈЕМ

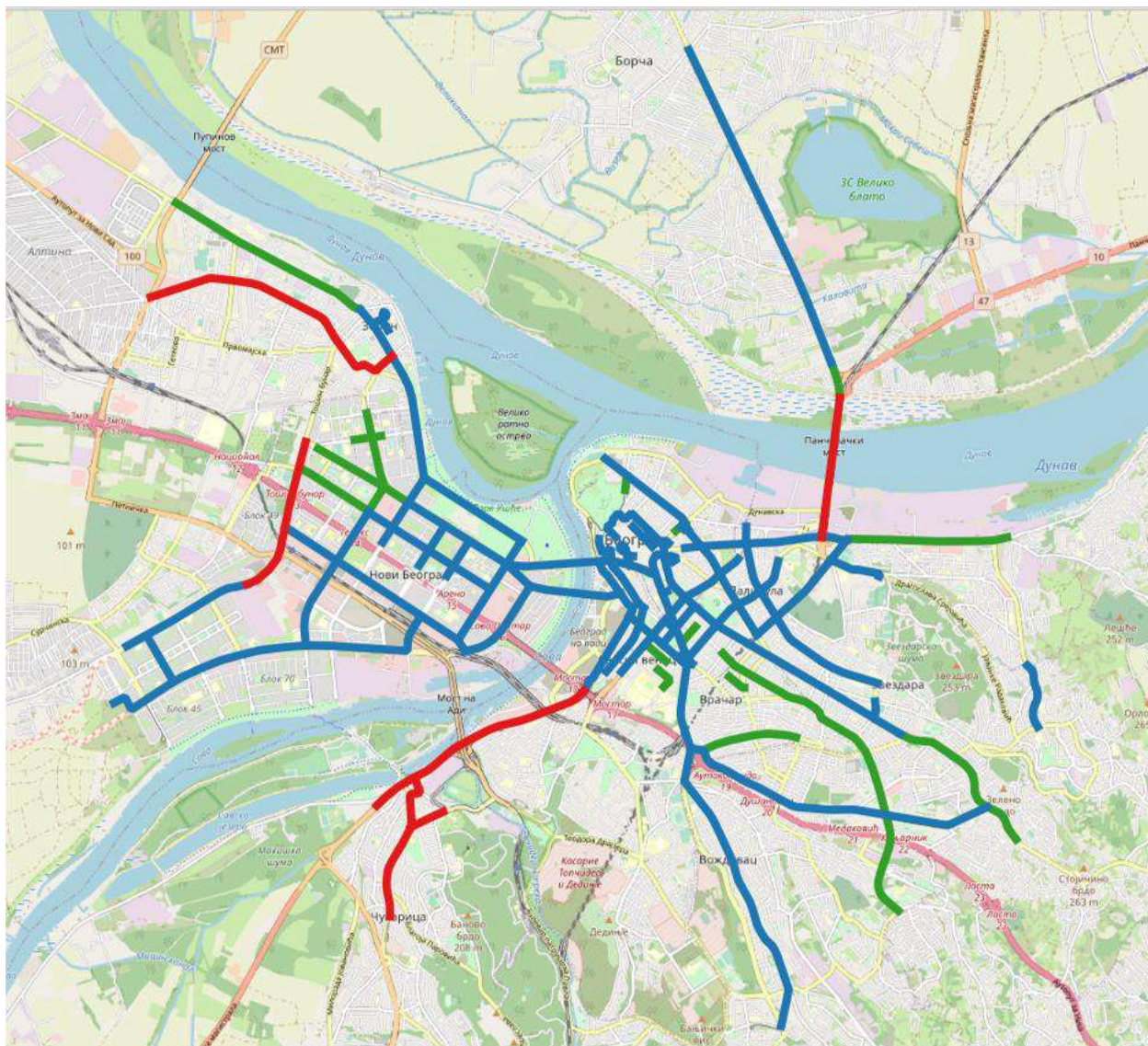
Основни технолошки предуслов обезбеђењу интегрисаног саобраћајно управљачког система на територији Града Београда јесте да се сви светлосним сигналимa контролисани објекти комуникационо повежу са Секретаријатом за саобраћај, што последично подразумева да ће и њихова међусобна веза у том оквиру бити обезбеђена. Два су начелна концепта комуникационог повезивања могућа: жични и бежични. При том се под термином "жична" подразумева физичка, кабловска веза између удаљених тачака у простору (контролера и центра управљања).

Тренутно је једино функционално одговарајуће технолошко решење примерено захтевима и потенцијалнимa савремених ИТ система оптичка кабловска веза/ мрежа. У питању је комуникациони ресурс који је стратешки и функционално важан део урбане инфраструктуре на коме су засновани бројни постојећи комунални подсистеми и функције, а такође и њихови развојни планови и потенцијали.

Улична мрежа Града Београда која припада историјском његовом центру (практично, популарном "кругу двојке") и простору Новог Београда, има релативно добру покривеност комуникационим мрежом оптичких каблова, који су на располагању систему управљања саобраћајем. Када се посматра шири, ванцентрални простор Града, само неколико магистралних праваца је покривено или се наводи у плановима Секретаријата за саобраћај за наредну етапу ширења мреже оптичких комуникација (мапа оптичке мреже СЗС у наставку текста).

Оптика јесте пожељан комуникациони ресурс за потребе система даљинског надзора и интегрисаног управљања саобраћајем, јер представља стабилан, висококапацитиван комуникациони преносни пут. Конкурентна предност оптичког преносног пута је да, захваљујући брзини, капацитету и невеликој цени преноса информација, погодује преносу видео сигнала са камера евентуално ангажованих у видео надзору саобраћајних објеката. Међутим, недостатак оптике дуж појединих потеза основне уличне мреже или у ширим и ободним зонама града, као и у погледу семафорисаних објеката у приградским општинама, не представља објективну сметњу и не спречава оптималан развој саобраћајног управљачког система, који треба да је првенствено и претежно заснован на функционалним потребама саобраћаја и његовог референтног окружења.

Технолошко решење повезивања појединачних тачака (семафоризованих објеката) посредством бежичног преносног пута, засновано на GPRS уређајима и услугама преноса података које обезбеђују провајдери мобилних комуникационих мрежа, представља врло конкурентну алтернативу оптици, која, извесно је, има и одређених предности. Једна од предности је управо у томе што просторни континуитет (надовезивања) тачака које су "умрежавају" у овом случају уопште није потребан. Свако комуникационо чвориште (семафорски уређај) је независна комуникациона тачка, која се са сваком од осталих или са свима њима може комбиновати (повезати, синхронизовати или вршити размену информација). Могу се ефикасно следити и краткорочне потребе система, јер се бежична мрежа увек може лако преконфигурисати, захваљујући флексибилности и једноставности своје природе, пратеће технологије и софтверској контроли целокупне функционалности комуникационог система.



Оптичка мрежа Секретаријата за саобраћај
(**плаво** – постојећа, **црвено** – будућа, **зелено** – у функцији текућег пројекта 322)

Ваља напоменути да бежична комуникациона мрежа има и завидну поузданост, у смислу постојаности континуалног рада, као и брзог опоравка система у евентуалним случајевима прекида комуникације. Прекид комуникационе функције ове мреже је централизован догађај (осим када је узрок локални, у комуникационом уређају појединачног контролера) и истовремено погађа и све друге на њу повезане клијента (рецимо јавну мобилну телефонију). Врховни интерес и брига оператера је да непрекидно унапређује поузданост система и превентивно или хитро реагује на све евентуалне претње или инцидентне догађаје, између осталог, и да би одржао квалитет и конкурентност своје понуде на тржишту провајдера мобилних услуга, па да од тога сви корисници имају користи.

Насупрот томе, оптичка мрежа је осетљива на физички прекид преносног пута (оптичког кабла) дуж целе његове трасе, што је реална претња у постојећем стању система бројних подземних комуналних инсталација, као и у актуелној пракси извођења грађевинских радова. Сваки такав инцидентни догађај, који погађа поједине правце или делове мреже, нема "драматичност" ширепросторног губитка комуникације који се мора у кратком року отклонити. Уз то, интервенција захтева монтажне и евентуално грађевинске радове да би се кабл у прекиду демонтирао и у целости (између везних тачака на својим крајевима), заменио новим, што изискује додатно трошење и временских и новчаних ресурса.



Када се све наведено сумира, ради се о два битно различита технолошка система који се међусобно не искључују, нити су у практичном смислу конкурентни, него се допуњују у оквиру рационалног динамичког развоја система чијем информационом повезивању су намењени. На управљачки важним објектима би и њихова истовремена присутност (редундантност) погодовала квалитетном и високо поузданом континуираном преносу информација, практично без релевантних технолошких ограничења капацитета и брзине преноса.

Из наведених разлога се у развоју система интегрисаног управљања саобраћајем треба посветити следећу објективних потреба саобраћаја, а комуникациона мрежа ће увек, у једном или другом облику успешно обезбеђивати неопходну технолошку подршку рационалним потребама функционално оптимизираног управљачког система.

Сагледиви планови развоја мреже оптичких комуникација на нивоу Града не морају се нужно мењати поводом стратегије интегрисања саобраћајно управљачког система коју Град буде следио, али, уколико су извесне промене могуће, онда је добро да се њима узму у обзир и потребе система интегрисаног управљања саобраћајем.

Даљински приступ у циљу надгледања и неопходног управљачког деловања на раскрсницама/уређајима лоцираним у приградским општинама Београда као једину рационалну опцију има бежичну технологију. То практично значи да је потребно да се сваки од семафорских уређаја на том подручју опреми одговарајућим комуникационим уређајем GPRS технологије. Он треба да обезбеди његово повезивање на мобилну мрежу провајдера са којим Град послује и континуалан двосмерни пренос (између семафорског уређаја и командног центра Секретаријата за саобраћај) оне количине података која је неопходна за одговарајући ниво приступа и активности које Секретаријат дефинише као потребне у сваком конкретном случају (на свакој од постојећих локација светлосном сигнализацијом контролисаног објекта).

Сличан комуникациони третман имају и остале семафорисане раскрснице које су лоциране у оквирима континуално изграђеног подручја Београда (ГУП Београда 2016), а нису изгледне или нису присутне у краткорочним плановима развоја мреже оптичких комуналних инсталација.

7.2. СТРУКТУРА СИСТЕМСКЕ РАЧУНАРСКЕ И КОМУНИКАЦИОНЕ ОПРЕМЕ ЛОЦИРАНЕ У ЦЕНТРУ ЗА УПРАВЉАЊЕ САОБРАЋАЈЕМ И СЕМАФОРСКИМ КОНТРОЛЕРИМА

Неопходна хардверска основа интегрисаног управљачког система која обезбеђује функционисање комплексног управљачког софтвера, формирање и манипулативне активности око база података о саобраћају и управљању у реалном времену, као и архивираних података за референтан историјски период, као и опрема за комуникационо повезивање и интеграцију свих компонената система светлосне сигнализацији лоцирају се у просторима Центра за управљање саобраћајем Секретаријата за саобраћај.

За прикупљање информација о раду семафорских уређаја на терену потребно је у центру обезбедити сервер на коме би се налазила апликација која би:

- Прихватала долазне TCP конекције од семафорских уређаја,
- Смештала прикупљене податке о раду семафорског уређаја у MySQL базу података,
- Посеђовала REST API, преко кога би прикупљене информације о раду семафорских уређаја достављала другим апликацијама у њима одговарајућим форматима.



Препоручени ресурси које је потребно обезбедити за несметани рад једне такве апликације или препоручене карактеристике једног таквог сервера (Dell Power Edge R440) су следеће:

- Процесор: XEON Silver 4208
- Рам меморија: 64 GB
- Хард диск: 2 x 2TB SSD Samsung конфигурисани у RAID1.

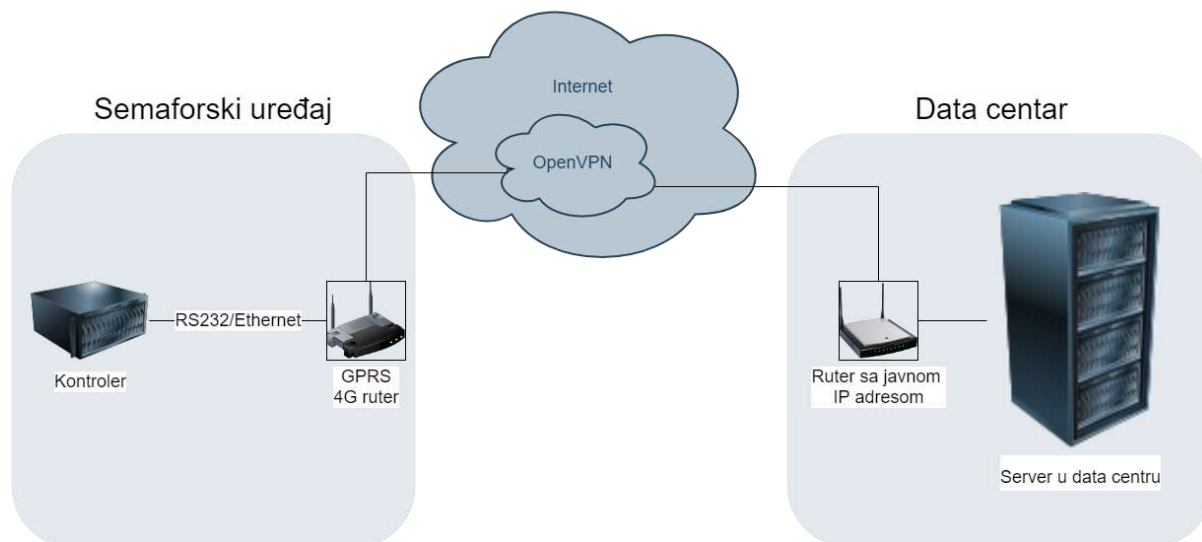
Сервер мора да има приступ отичкој мрежи Центра на којој се налазе контролери конектовани на њу посредством оптичке мреже. Такође мора поседовати јавну IP адресу, преко које би посредством OpenVPN система/ софтвера били конектовани остали контролери повезани GPRS 4G рутером са центром.

Енкапсулација комуникације кроз OpenVPN конекцију омогућује велику поузданост и сигурност размене података између контролера и самог сервера.

Функционални капацитет оваквог пријемног сервера у Центру с обзиром на његову намену, јесте комуникација са максимално 650 контролера, и он би био у стању да чува за последњих месец дана регистроване податке о свим контролерима (као оквирни просек је узето да сваки контролер шаље 1Kb информација секундно центру. Апликације би са других севера преузимале информације о раскрсницама по потреби, а чувале локално податке који се односе на претходних месец дана рада система.

Сагласно стању расположивости оптичке мреже на урбанизованом простору Града Београда, и контролери светлосне сигнализације се комуникационо повезују са системским управљачким софтверима смештеним у Центру за управљање посредством оптичке мреже или бежичном GPRS опцијом.

За повезивање семафорског контролера са центром преко GPRS 4G рутера потребно је обезбедити место у ормару семафорског уређаја, као и напајање од 220 VAC на које се рутер прикључује. Сам контролер мора да располаже опцијама за повезивање са рутером посредством RS232 или преко Ethernet конекције, како би се информације о раду семафорског уређаја путем мобилне мреже прослеђивале центру.



Повезивање семафорског контролера са центром преко GPRS 4G рутера

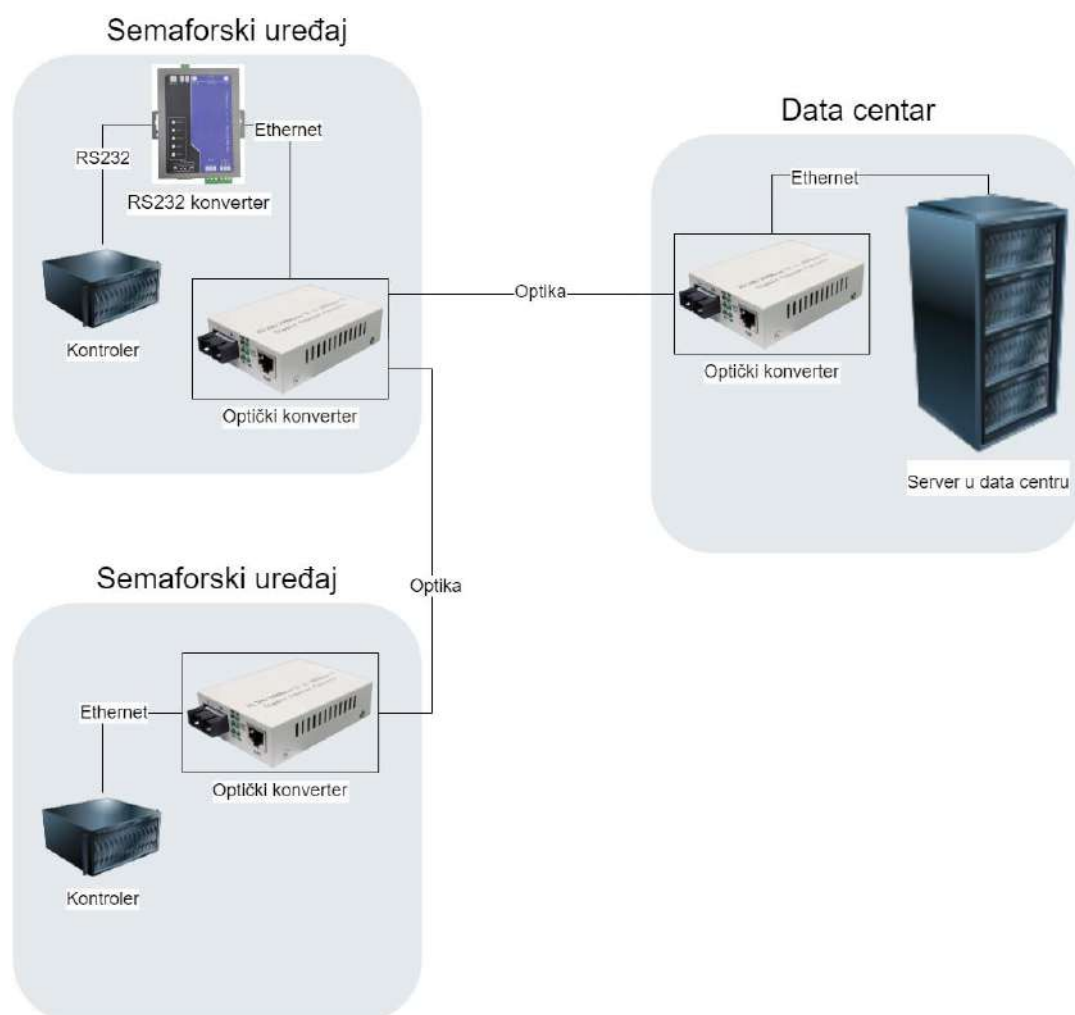
Рутер мора да поседује RS232 конектор, минимално један LAN конектор, а мора да подржава OpenVPN систем, који омогућава сигурну point-to-point комуникацију у оквиру VPN (Virtual Private Network) мреже.

Количина података који се размењују између сваке локације семафорског контролера и Центра за управљање зависи од конструктивне специфичности контролера и његовог



софтвера (бројности и формату података о раду уређаја, који се шаљу Центру), од детаљности детекције саобраћаја на припадајућем саобраћајном објекту (типови и бројност на објекту ангажованих детектора саобраћаја) и чињеници да ли локација располаже видео опремом (тип и број камера видео надзора). Сразмерни интензитету размене података преко мобилне мреже су и трошкови информационог саобраћаја који се надокнађују провајдеру мобилне мреже.

За конектовање семафорског контролера на Центар и за повезивање са суседним контролерима путем оптичке мреже потребно је да се у ормару самог семафорског уређаја обезбеди место за RS232 конвертер, за оптички конвертер, као и за њихово напајање. У случају да контролер има Ethernet конекцију, потребно је само у његовом орману инсталирати оптички конвертер, а уколико контролер поседује само RS232 конекцију потребно је инсталирати оба уређаја.



Повезивање семафорских уређаја са центром и суседним уређајима путем оптичке мреже



8. САГЛЕДАВАЊЕ КОРИСТИ ОЧЕКИВАНИХ ПРЕДЛОЖЕНИМ ПОБОЉШАЊЕМ ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА БЕОГРАДА

8.1. ОЧЕКИВАНЕ КОРИСТИ ПРЕДЛОЖЕНИМ ПОБОЉШАЊЕМ ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА

Захваљујући свом специфичном карактеру, транспорт је саставни део и важна компонента готово свих човекових индивидуалних, као и привредних и друштвених активности. Његов функционални пратилац – саобраћај, није толико пожељна манифестација, али је нужан, захваљујући несавршености расположивих технолошки решења и немогућности да се сав неопходан транспорт реализује на рационалан начин, минимизацијом саобраћаја и свих његових негативних пратећих појава.

Технолошко унапређење система управљања саобраћајем у Београду увођењем адаптивбилног управљања и интеграцијом целокупног управљачког система прати низ позитивних резултата у различитим областима урбаног живота и функционалности урбаног система. Неки од њих се исказују кроз подршку друштвеној/ урбаној мобилности, општој ефикасности, унапређења безбедности и еколошких параметара, подстицај развоју и модернизацији сектора државне управе, комуналних делатности и увећање привредних потенцијала.

У фази студијског разматрања није могуће учинити другу квантификацију очекиваних резултата, осим осврта на остварене резултате сличних пројеката спроведених у другим светским градовима. Након имплементације, не само комплетног система, него већ у оквиру фазног комплетирања његових подсистема, на располагању ће бити материјал за детаљно вредновање ефеката. Захваљујући снажној информатичкој (IT) основи система и детаљној детекцији саобраћајног захтева, управљачки систем обезбеђује базу врло веродостојних података о вредности референтних показатеља саобраћајног процеса (брзине тока, временски губици, број заустављања возила, време путовања), а они су основа за процену и на њима заснованих изведених показатеља из домена еколошке, енергетске, економске тематике.

8.1.1. Унапређење мобилности и транспорта

Индивидуална и друштвена мобилност су предуслови привредне активности и друштвеног раста у највећем броју грана и делатности, као предуслови за промет добара и услуга, функционисање низа услужних и комуналних делатности. Неефикасан транспортни сектор спутава бројне активности, увећава њихове оперативне трошкове, узрокује неефикасно и неекономично располагање ресурсима, нарочито временом, као посебно критичним и необновљивим ресурсом и у животном и у пословном оквиру.

Повољнија модална расподела кретања у урбаном простору, са већим уделом колективног транспорта, немоторизованих и шинских кретања, спадају у дугорочне, евентуално средњорочне активности у циљу подршке и унапређења мобилности. Увећања капацитета саобраћајне мреже и урбанистичко-грађевинско исправљање њених девијација и недостатака су догорочне активности, које неспорно доприносе увећању урбане мобилности.

Међутим, ефикасније управљање постојећим саобраћајем у постојећим мрежним оквирима представља практично једину краткорочну меру која је у рационалним оквирима градској администрацији на располагању и која има реалан потенцијал у подршци мобилности



саобраћајног и комплетног урбаног система. Светлосна сигнализација је изразито флексибилан управљачки алат, који се лако прилагођава израженој динамици промене саобраћајног захтева, како у ширем временском оквиру (сезонске, дневне и сатне неравномерности), тако и у знатно краћим интервалима који се мере минутима.

Адаптибилно управљање саобраћајем помоћу светлосних сигнала, као тренутно најнапреднији модалитет управљања, обезбеђује и компоненту предвиђања промене саобраћајног захтева са основној уличној мрежи у периоду од наредних неколико десетина минута, и благовремене аутоматске промене начина рада сигнала, како би се управљање (и његови вишеструки позитивни ефекти на реализацију процеса, па тиме и мобилност унутар система) очекиваним променама што боље прилагодило.

8.1.2. Унапређење безбедност саобраћаја и урбаног живота

Саобраћајни системи по природи имају безбедносну компоненту као свој значајан саставни део, с обзиром да по правилу садрже компоненту физичког кретања возних јединица (велико присуство кинетичке енергије у процесу), активно или пасивно учешће или блиско присуство људи, што у одређеним неповољним околностима може угрозити здравље или људски живот, или узроковати велику материјалну штету.

Ефикасније управљање саобраћајем на градској уличној мрежи обезбеђује боље одржање континуитета динамике саобраћајног процеса и кретања саобраћајних токова, мањи број заустављања возила, промена режима њиховог кретања, смањују се ризик настанка саобраћајних незгода и њихових здравствених и материјалних последица по учеснике, нервоза корисника, која умањује њихову концентрацију у саобраћају, али и опште психичко стање, расположење, животни став, па коначно и елан и радну способност.

Целовито рационално контролисани и корисницима јасно дефинисани технолошки процеси, а такав је и реализација саобраћајног процеса контролисана светлосном сигнализацијом, смањују неизвесност, утицај случајности, увећавају ауторитет система и управљача код корисника, његову дисциплину и степен задовољства, што све повољно утиче на безбедносни аспект система.

8.1.3. Допринос очувању животне средине

Једна од најизраженијих негативних последица урбаног саобраћаја је свакако његов неповољан утицај на квалитет животне средине. У актуелној ситуацији и степену развијености нашег друштва и захваљујући низу околности у различитим референтним секторима друштвеног живота, околности за реализацију саобраћајног процеса у Београду су прилично неповољни са гледишта очувања еколошког квалитета средине:

- Возни парк, посебно у приватном поседу, који доминантно чине индивидуални путнички аутомобили, има врло неповољну старосну структуру, што има утицаја на техничку исправност погонских агрегата, али и на велику заступљеност технолошки застарелих и еколошки агресивних моторних возила,
- Велик обим возног парка, као резултат ниског просечног личног стандарда становништва и доступности половних возила из Европе, толерантног става према контроли и либералног тумачења критеријума исправности, непостојање висококапацитивног ЈГТП-а (јавног градског транспорта путника), резултују великим бројем индивидуалних путничких аутомобила у структури саобраћајног тока, као предуслова саобраћајних засићења и загушења,
- Историјским урбаним наслеђем Београда, непланским развојем или недостатком средстава и воље да се предузму радикалнији корективни захвати, расположива конфигурација и структура уличне мреже су у приличној мери неповољни и, скупа са саобраћајним токовима великог обима, погодују неефикасном кретању и еколошки неповољним последицама саобраћаја.



Технолошки и функционално напредним управљањем саобраћајем на градској уличној мрежи обезбеђује се ефикаснија реализација саобраћајног процеса, што значи и еколошки погоднија просечна динамика кретања саобраћајног тока, мање застоја и саобраћајних загушења, саобраћајне буке, инцидентних ситуација које ремете саобраћајни процес, мања потрошња погонског горива и емисија њихових непожељних продуката, ефикасније кретања возила јавног масовног превоза путника, скраћено време путовања (време које путници проводе у околностима неповољних микро-климатских и еколошких чинилаца).

8.1.4. Подизање квалитета јавне и комуналне услуге

Транспортни сектор и транспортна услуга су део највећег броја осталих индивидуалних и друштвених активности, делатности и процеса у оквирима урбаног система. Његова ефикасност непосредно утиче на могућност, начин и квалитет реализације низа активности и догађаја који су сваком појединцу и заједници неопходни за егзистенцију, развој и обезбеђење одговарајућег квалитета живота. Квалитет и конкурентност јавног масовног превоза путника у оквиру урбаног транспортног и саобраћајног система су значајан сегмент комуналног сервиса који је град дужан да својим становницима непосредно обезбеди.

У оквирима управљања саобраћајем на градској уличној мрежи посебан акценат се ставља на третман ЈГТП-а (као и на немоторизована кретања). Оптимизацијом мреже линија, карактера мреже, возног парка, транспортних капацитета и тарифном политиком подстиче се конкурентност овог вида транспорта, која погодује и саобраћајном процесу који га прати. Повољнија модална расподела кретања, која подразумева већи удео колективног транспорта у опслуживању транспортних потреба града, има за резултат смањење броја индивидуалних возила на саобраћајницама. Знатан допринос конкурентности ЈГТП-а даје приоритетан третман његових подсистема и појединачних возила у оквиру управљања саобраћајним процесом.

Напредни системи управљања саобраћајем у великој мери се ослањају на детекцију саобраћајног захтева, препознавање различитих категорија корисника, возила, па међу њима посебан значај има препознавање и давање приоритета возилима ЈГТП-а, као и што квалитетнији третман пешака и немоторизованих видова кретања. Посредно, добробит од резултата оваквог деловања одражава се и на мобилност, квалитет животне средине, безбедност и степен задовољства корисника.

8.1.5. Подстицај дигитализације у јавном сектору

Напредно управљање саобраћајем помоћу светлосних сигнала, а посебно његова адаптивна варијанта у великој мери се заснивају на детекцији саобраћајног захтева, која се остварује детекцијом појаве и понашања у систему сваког од учесника. Свака саобраћајна трака на прилазу раскрсници је покривена детекторима појаве и/или присуства возила, мерењем њиховог интервала слеђања у саобраћајном току и времена заузећа детектора, возила ЈГТП-а, трамваји се детектују на прилазу раскрсници и након опслуживања, пешаци се детектују или најављују иницијализацијом тастера за најаву.

Када су адаптивним управљањем покривени поједини потези основне уличне мреже или њене зоне, онда је велик број информација у дигиталном облику основа не само за генерисање и оптимизацију непосредног управљања (рада светлосних сигнала), него се они обрађују и складиште/ архивирају у генералној бази података о саобраћају. Ова база се непрекидно допуњује и ажурира, тако да се тиме ажурира и транспортни модел града, комплексни дигитални модел функционисања транспорта и саобраћаја на нивоу целог града. Изводи из транспортног модела града представљају основу за квалитетну формулацију и планирање развоја града, одговора на стратешка питања и решавање текућих и развојних проблема и планова у свим секторима урбаног развоја.



Дигитализовани подаци о саобраћају су на располагању и за низ јавних сервиса, који различитим корисницима пружају услуге у домену предикције времена путовања од тачке започињања путовања до њиховог одредишта на градској мрежи, информисања о локацији и интензитету саобраћајних засићења или застоја, основа су за генерисање оптималних путања корисника према критеријумима најкраћег очекиваног времена путовања с обзиром на тренутно стање саобраћајног процеса, избора алтернативних путања у случају блокада појединих потеза или раскрсница. Навигациони системи који се све чешће користе у службеним и приватним возилима, на основу актуелних података о саобраћају, његовом интензитету, просечним или тренутним брзинама кретања тока дуж појединих потеза, генеришу и корисницима сугеришу повољније или "оптималне" руте кретања у корист самих корисника, али и саобраћајног система, јер се тиме у извесној мери олакшавају засићења на потезима и у зонама где су параметри саобраћајног процеса тренутно неповољни.

8.1.6. Унапређење потенцијала управе и развој иновативног предузетништва

Широка употреба врхунских информационих технологија у практичним комуналним пословима и сервисима намењеним јавном сектору, а адаптивно управљање саобраћајем то свакако јесте, унапређује се и оперативни потенцијал градских институција и служби, а њихов кадар оспособљава за све изазовније проблеме са којима се сложени урбани системи суочавају, кроз приступ и ефикасно коришћење напредних наменских софтверских алата. Прецизна дијагностика, проверени приступи и алгоритми решавања карактеристичних проблема и расположивост егзактних дигиталних измеритеља кључних параметара функционисања система омогућују боље праћење и вредновање ефеката примењених мера, корективно деловање и прилично објективна валоризација ефикасности примењених мера, ангажованих софтверски алата или способности надлежних стручњака да се са проблемом успешно суоче.

Увођење напредних, у свету већ проверених и афирмисаних информационих технологија у системе јавних сервиса и управљања комуналном инфраструктуром доприноси развоју креативних потенцијала и привредних субјеката који на имплементацији, развоју и одржавању таквих система раде. Освајање и успешан трансфер такве технологије значе да се систем креће напред, да се прате развојни трендови развијеног света, што је и предуслов замајца сопственог развоја, боље комуникације и интеграције са страним партнерима, као боље припремљености за учешће у заједничким развојним пројектима, што је веома важно ради каснијег преузимања иницијативе у даљем развоју заједнички уведених система и технологија, или у најмањем случају ради успешног и економичног техничког одржавања таквих система током њихове дугогодишње експлоатације која следи имплементацију.

8.2. ОЧЕКИВАНЕ КОРИСТИ У СИСТЕМУ ЈГТП

Услуга коју систем јавног градског транспорта путника (ЈГТП) пружа корисницима је системски организован процес чији су резултати произашли из низа међусобно повезаних активности превозника (оператора) и пословног окружења у циљу задовољења захтева корисника услуге (путника).

Савремени приступ управљању системом јавног транспорта путника данас захтева да се тежиште са циљева базираних на максималној производној и економској ефикасности усмери на квалитет рада система и услуге уз високу еколошку подобност. У том смислу, задовољење стварних потреба и захтева корисника је, с једне стране, средство да се постигне задовољство корисника и управља транспортним захтевима у смислу повећања обима, а са друге стране, доводи до континуираних унапређења структуре и функционисања система, што има као последицу побољшање ефикасности и ефективности.

Многе међународне студије, као и студије рађене у нашој земљи, показују да су најзначајнија својства квалитета услуге која утичу на модалну расподелу путовања, управо



она везана за поузданост функционисања система. Константан економски развој и повећање квалитета живота уопште доводе до повећања вредности времена и вредности поузданости услуге коју пружа систем. Истраживање урађено током последњих деценија показује да је поузданост услуге коју пружа транспортни систем одлучујући фактор у избору понашања људи. Поузданост функционисања може бити пресудни фактор приликом избора како вида транспорта становника града, тако и избора одређене линије у оквиру система јавног масовног транспорта путника. Поузданост услуге јавног масовног транспорта сматра се критично важном за већину корисника, јер на њих негативно утичу последице повезане са непоузданошћу, као што су додатно време чекања на стајалиштима, кашњење или чак и превремен долазак на дестинацију и пропуштене везе (преседања), што повећава њихову анксиозност и неугодност. Многи истраживачи су у својим анализама дошли до закључка да је, након безбедног стицања на планирано одредиште, поузданост функционисања најважније својство квалитета услуге коју систем пружа.

На основу овога може се рећи да непоузданост функционисања система проузрокује смањење постојећег броја корисника система и одбијање потенцијалних корисника. Непоузданост функционисања коначно доводи до изгубљеног прихода система и јавне подршке, када путници одустају од система јавног масовног транспорта у потрази за алтернативним видовима транспорта.

Постоји широк спектар дефиниција концепта поузданости функционисања система јавног транспорта путника. Поузданост услуге се може дефинисати и као варијација својстава услуге и ефеката те варијације на понашање корисника (путника), али и на перформансе оператора. Пружање поуздане услуге значи одржавање планираног распореда рада (реда вожње), одржавање константног интервала и минимизације варијације максималног протока путника. Мерење перформанси услуге и ефеката побољшања поузданости додатно сложеним чине разлике у перцепцији поузданости између корисника услуге (путника) и пружаоца услуге (оператора).

Време вожње из перспективе корисника и оператора представља заједнички показатељ поузданости функционисања. Поред вредности времена вожње, значајан утицај на поузданости има и варијација времена (одступање од просечних реализованих или одступање од планираних вредности). Свакодневна варијација времена путовања погоршава поузданост система кроз повећање времена вожње и времена чекања корисника на стајалиштима. Смањење варијације времена путовања је веома цењено од стране корисника. Поред тога што смањује анксиозност и стрес изазван неизвесношћу, смањење варијације времена путовања утиче и на избор времена почетка путовања, као и на избор трасе односно у случају система јавног транспорта путника линије која ће бити коришћена за реализацију путовања.

Редукција варијације времена путовања има исти или већи значај од редукције просечног времена путовања. Варијација времена путовања може бити усвојена и као мера перформанси, пошто утиче на поузданост система јавног транспорта путника. Познавање варијације времена путовања је веома значајно и у процесу креирања редова вожње за линије јавног масовног транспорта путника, посебно због супротстављених циљева, где планери покушавају да кроз креирање реда вожње у исто време смање оперативне трошкове, али и повећају тачност и равномерност у раду.

У свим системима јавног градског транспорта, без обзира на њихову величину и број корисника који опслужују, време путовања и поузданост функционисања далеко најзначајнија два својства квалитета транспортне услуге.

Давање приоритета возилима система јавног градског транспорта путника на сигналисаним раскрсницама (обезбеђивањем комуникације између возила и сигналних инсталација дуж



трасе како би се обезбедио приоритетни пролаз кроз раскрснице или приступ стајалишту) може бити условно у зависности од функционисања у односу на планирани ред вожње.

Време обрта и транспортни захтеви су базне величине које представљају улаз за пројектовање реда вожње. Време обрта је самим тим један од најважнијих динамичких елемента рада линије јавног градског транспорта путника. Редом вожње се усклађују понуђени транспортни капацитети са испостављеним транспортним захтевима, тако да су базне величине за пројектовање реда вожње истовремено и кључни фактори који утичу, с једне стране, на квалитет функционисања и услуге, а са друге стране, на производну и економску ефективност и ефикасност, као и на искоришћење ресурса (возила, запослени финансије, енергија и сл.) и утицај на околину.

Једна од најважнијих превентивних стратегија које се користе у циљу унапређења поузданости функционисања линије јавног градског транспорта је подешавање реда вожње. Подешавање реда вожње се пре свега односи на квалитетно планирање величина времена превоза и времена терминирања возила као улазних елемената за његову израду. Планирана вредност се најчешће усваја на основу реализованих вредности времена обрта на линији.

Приликом израде технолошког пројекта линије у пракси често се дешава да се жељени квалитет услуге дефинише очекиваном вредношћу интервала. Том приликом, број возила на раду постаје изведени елемент функционисања и директна је последица усвојеног времена обрта и очекиване вредности интервала, односно величина времена обрта и ангажовани број возила имају позитивну линеарну зависност за фиксни интервал. У случају повећања времена обрта на линији неопходно је обезбедити додатна возила на раду како би се испунио планирани интервал, што директно утиче на трошкове функционисања линије. Из претходне констатације следи да свака промена вредности времена обрта утиче на трошкове функционисања линије, што значи да квалитетно планирана вредност времена обрта приликом креирања реда вожње за линију, поред поузданости функционисања, утиче и на трошкове функционисања линије, односно у крајњем излазу и на трошкове функционисања целине система јавног транспорта.

С друге стране, минимална промена наведених планских величина може значајно да допринесе побољшању квалитета или смањењу трошкова функционисања. Такође, могуће је усвојити минималне и максималне вредности улазних величина, што би омогућило креирање опсега могућих решења која задовољавају одређене предефинисане критеријуме, а све у циљу проналажења оптималних вредности динамичких елемената којима би се постигао баланс између квалитета функционисања система (испоручене транспортне услуге) и трошкова функционисања, који се превасходно огледају у трошковима ангажованих ресурса (возила, запослени, финансије, енергија и сл.) и трошковима путовања корисника. Квалитет, односно поузданост функционисања линије јавног масовног транспорта путника, могуће је изразити и помоћу трошкова који се најчешће односе на трошкове непоузданости, трошкове кашњења возила или трошкове прековременог рада возача и сл.

8.2.1. Трошкови ангажованих ресурса

Код уговора о производњи бруто транспортне услуге, који је тренутно актуелан у систему јавног транспорта у Београду, ризик производње (возилокилометара или местакилометара – бруто транспортни рад) преузима оператор, док ризик прихода (укупног прихода по свим основама) преузима орган локалне управе (ОЛУ), који додељује право коришћења тржишта транспортних услуга, дефинише планирани ниво квалитета транспортне услуге и дефинише тарифну политику. Разлика између реализованих и пројектованих трошкова производње уговореног обима транспортне услуге иде на рачун оператора, док разлика између стварних и пројектованих (очекиваних) прихода иде на рачун ОЛУ.



Када је планирани интервал фиксна величина и укупан број километара је фиксан, док је број ангажованих возила у том случају директна последица планираног времена обрта возила на линији. У случају када је укупан број километара који ангажована возила треба да реализују непроменљива величина, вредност јединичне цене по километру директно зависи од (односно у функцији је) броја ангажованих возила.

Јединична цена по километру не може бити идентична у случајевима када дефинисани укупни транспортни рад за линију, изражен у возилокилометрима, оствари различит број возила, односно када се разликује просечан број остварених километара по ангажованом возилу. То значи да је јединична цена по километру у функцији броја ангажованих возила. За утврђивање трошка производње транспортне услуге за одређени временски период неопходно је јасно и недвосмислено утврдити релације између јединичног трошка по километру (самим тим и јединичне цене) и броја ангажованих возила.

8.2.2. Трошкови путника

Трошкови путника у систему јавног транспорта се пре свега везују за утрошено време неопходно за реализацију своје (сопствене) транспортне потребе. Ако се проблем сведе на једну линију јавног транспорта, укупно време које корисник утроши користећи услуге система транспорта путника на реализацију свог путовања састоји се од времена вожње и времена чекања на стајалишту.

Трошкови времена путовања су производ времена потрошеног на путовање и јединичних трошкова. Вредност јединичне цене (трошкова) времена путовања зависи од категорије корисника, сврхе путовања, услова путовања, од субјективних приоритета путника и сл.

Јединични трошкови путовања се рачунају у зависности од просечних примања корисника јавног транспорта путника, уз одређене факторе који могу утицати на варијацију њихових вредности:

- Вредност времена вожње корисника се уобичајено процењује од 25% до 50% од вредности времена рада, односно од примања корисника;
- Јединични трошкови времена вожње расту са повећањем примања и нижи су за децу и незапослене;
- Јединични трошкови времена вожње расту са недостатком комфора, недостатком сигурности и приликом засићења саобраћајног тока (непланираних застоја);
- Јединични трошкови времена вожње расту са варијацијом времена и несигурности доласка на одредиште, а нарочито су високи за неочекивана одлагања током активности са стриктним распоредом временских тренутака почетка и краја путовања, ово је највише изражено код корисника чија је сврха одлазак на посао;
- Јединични трошкови времена чекања корисника су од 2 до 5 пута већи од јединичних трошкова времена вожње;
- Степен развоја система за информисање, посебно на стајалиштима, утиче на смањење јединичних трошкова времена чекања корисника;
- Јединично време кашњења се вреднује 3 до 5 пута више него трошкови времена вожње.

8.2.3. Трошкови квалитета услуге

Време кашњења, односно позитивна разлика између реализованих и пројектованих вредности времена превоза по смеровима на линији, негативно утиче на квалитет транспортне услуге, чиме се продукују додатни трошкови рада линије. Пад квалитета транспортне услуге, односно поузданости функционисања линије јавног масовног транспорта путника, могуће је изразити помоћу трошкова који се најчешће односе на трошкове прековременог рада возача, трошкове кашњења возила или трошкове непоузданости и сл.



9. ВРЕМЕНСКИ И ФИНАНСИЈСКИ ОКВИР ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ ПРЕДЛОЖЕНОГ НАПРЕДНОГ УПРАВЉАЧКОГ СИСТЕМА

Модернизација система управљања саобраћајем и имплементација интегрисаног управљачког решења заснованог на адаптивном управљању саобраћајним процесом на основној уличној мрежи је комплексан подухват, за кога се припрема техничке документације, набавка опреме, софтвера и непосредна реализација реално могу планирати само на вишегодишњем нивоу. Као рационална мера, инвестиционо, функционално и потенцијалима расположиве оперативне одржива опција предвиђена је трогодишња реализација, с тим да се приликом планирања њене фазности руководило логичним и оперативном достижним годишњим обимом радова и постепеним увођењем система у пуну функционалност.

Функционално посматрано, почетни период реализације пројекта везан је у великој мери за саобраћајно пројектовање, израду саобраћајног симулационог модела објеката управљања, набавку, конфигурисање и параметризацију управљачког софтвера за реализацију адаптивног управљања на појединачним инстанцама система – саобраћајне мреже (функционално повезаним саобраћајним објектима, чију основу представља саобраћајни потез, са припадајућим "бочним" везама од већег утицаја или значаја).

У погледу ангажовања временских и производних ресурса, међу замашније сегменте свакако спада хардверска припрема управљачке опреме на терену, што подразумева обезбеђење adaptive ready семафорских контролера на свим објектима који су предвиђени за адаптивно управљање и имплементација детекционе спољне опреме на свим семафорисаним објектима саобраћајне мреже Град Београда (најпре оним намењеним адаптивном, а потом и на преосталим намењеним детекторском раду).

Оквирно, у средишњем периоду реализације Пројекта треба да почну активности и радови на реализацији интеграције адаптивног управљачког система на нивоу Града у јединствен управљачки ресурс, који ће постепено обухватати све већи број адаптивних објеката, да би се у завршној фази Пројекта Граду обезбедила пуна функционалност планираног јединственог, централно контролисаног адаптивног управљачког система, предложено је, под окриљем софтверског система PTV OPTIMA.

Процењени финансијски оквири за реализацију појединих позиција Пројекта интегрисања управљања приказани су у наредној табели. Сва комплексност и разноврсност опреме и радова који су у појединим областима и структурним фазама реализације неопходни, обједињени су у процени трошкова садржајно укрупњених, тематски препознатљивих позиција. Методолошки су исказани кроз упросечене јединичне трошкове по раскрсници као јединици посматрања, која у процесу имплементације система бива третирана инсталацијом опреме, апликацијом софтвера или реализацијом радова садржаних у свакој од наведених позиција. Такве јединичне цене се потом примењују на одговарајући број раскрсница које функционално припадају свакој од позиција. Цене су приказане у распону између две процењене вредности, минималне и максималне.

Просторни и функционални обухват Пројекта интегрисаног управљања чине све светлосним сигнаlima управљане раскрснице на територији Града Београда, које већ нису у програму модернизације која се тренутно реализује "Пројектом 322" (Имплементацији напредног управљачког решења произвођача SIEMENS на 322 саобраћајна објекта). Осим објеката из званичног програма тог пројекта, према налазима ове Студије, још 14 објеката је логично и рационално прикључити обухвату "Пројекта 322", тако да од београдских 687 семафорисаних објеката, за примену Студијом предвиђене модернизације система преостaje



351 објекат. Међу њима је 188 објеката планирано за имплементацију адаптивбилног управљања, а 163 преостала су предвиђени за модернизацију и примену напредног детекторски контролисаног начина рада сигнала.

У завршној фази пројекта интеграције управљања предвиђено је да се софтвер РТВ ОПТИМА на одговарајући функционално најефикаснији начин имплементира над свим саобраћајним објектима (контролерима светлосне сигнализације) централизовано контролисаним из командног центра Секретаријата за саобраћај.

		Позиција у Пројекту		Јед. цена		Вредност	Вред. са PDV	
МОДЕРНИЗАЦИЈА И ИНТЕГРАЦИЈА ПОСТОЈЕЋИХ РАСКРСНИЦА	Обезбеђење лиценци и имплементација софтвера за адаптивно и детекторско управљање	мин.	12,950	351	раск.	4,545,450	5,454,540	
		макс.	13,355			4,687,605	5,625,126	
	Моделовање раскрснице у симулационом програму VISSIM	мин.	2,200	351	раск.	772,200	926,640	
		макс.	2,270			796,770	956,124	
	Саобраћајно пројектовање адаптибилног и детекторског управљања на раскрсници	мин.	2,350	351	раск.	824,850	989,820	
		макс.	2,425			850,750	1,020,900	
	Имплементација детекторске спољне опреме раскрсници	мин.	6,550	351	раск.	2,299,050	2,758,860	
		макс.	6,755			2,371,005	2,845,206	
	Обезбеђење <i>adaptive ready</i> контролера (унапређење постојећих и набавка нових) и бежично повезивање	мин.	6,850	351	раск.	2,404,350	2,885,220	
		макс.	7,065			2,479,815	2,975,778	
						мин.	10,845,900	13,015,080
						макс.	11,185,945	13,423,134
ИНТЕГРАЦИЈА СИСТЕМА	Лиценца и имплементација софтвера <i>OPTIMA</i>	мин.	7,500	687	раск.	5,152,500	6,183,000	
		макс.	7,735			5,313,945	6,376,734	
					Укупно EUR	мин.	16,000,000	19,200,000
						макс.	16,500,000	19,800,000

Фазност у реализацији Пројекта је планирана и приказана везујући неопходне набавке опреме, софтвера и различите категорије пратећих радова за број предвиђених саобраћаних објеката за модернизацију у категоријама адаптивбилне и детекторске функционалности током једногодишњег периода трајања фазе. У позадини сваке од позиција налази се читав низ комплексних и међусобно синхронизованих активности везаних за пројектовање, моделирање система, набавку софтвера, постепено, у функционалном смислу фазну, имплементацију појединих инстанци управљања, комуникационо повезивање семафорисаних објеката са Командним центром и слично.

АВАНС 2021. год.			20%	мин.	3,200,000	3,840,000
				макс.	3,300,000	3,960,000
ФАЗА 1	Модернизација раскрсница - адаптибилан режим рада	85 раск.		7,249,220	8,699,064	
2022. год.	Оспособљавање раскрсница за детекторски рад	63 раск.		7,454,173	8,945,008	
ФАЗА 2	Комплетирање свих преосталих адаптивбилних раскрсница	103 раск.		4,600,624	5,520,749	
2023. год.	Имплементација <i>OPTIMA</i> софтвера - прва фаза - израда прој. док.			4,761,661	5,713,994	
ФАЗА 3	Интеграција целокупног система софтвером <i>OPTIMA</i>	687 раск.		4,150,156	4,980,187	
2024. год.	Оспособљавање преосталих раскрсница за детекторски рад	100 раск.		4,284,165	5,140,998	
			Укупно EUR	мин.	16,000,000	19,200,000
				макс.	16,500,000	19,800,000



10. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Оперативни циљ овог студијског документа је формирање конкретног и реално остваривог/ одрживог концепта модернизованог саобраћајно управљачког система који у својој основи има **напредно адаптивбилно управљање саобраћајем интензивно примењено над саобраћајним објектима** (углавном раскрсницама и пешачким прелазима) основне уличне мреже Града Београда.

Вођени јасним стратешким опредељењем Секретаријата за саобраћај (институције градске управе компетентне и надлежне за експлоатацију и развој саобраћајног система Града Београда) за примену најнапреднијих и у пракси развијеног света већ афирмисаних управљачких технологија и решења, за развојем и трансфером врхунских технологија и знања, развојем и унапређењем локалних капацитета и ресурса у домену овладавања и напредне примене савремених софтвера и комуникационе технологије, Студијом је предвиђена **одлучна и темељита модернизација саобраћајно управљачког система** Града. Процена је да тренутни инвестициони потенцијали Града и расположиви људски и технолошки ресурси у домену обезбеђења одговарајућих напредних хардверских решења и имплементације врхунских софтверских решења представљају **реалну основу за ефикасно краткорочно оспособљавање управљачког система да функционише на квалитативно високом нивоу и допринесе унапређењу мобилности и ефикасности урбаног система**, као и знатном ублажавању негативних пратећих последица у постојећем стању нефлексибилно и неоптимално контролисаног саобраћајног процеса.

Једно од, у том смислу карактеристичних оперативних опредељења, подржаних Студијом јесте да се у **релативно кратком периоду од неколико година сви светлосним сигнаlima контролисани саобраћајни објекти у Граду доведу до нивоa управљања саобраћајним процесом** зависно од саобраћајног захтева у реалном времену. Тиме су управљачке опције на нивоу раскрснице сведене на **адаптибилно и детекторско управљање**, док је тренутно најзаступљенији fixed time режим рада сигнала у будућности виђен тек као резервно решење, које је активно тек у ситуацијама техничке неусаглашености или кварова у сектору детекционих ресурса или мало вероватних сметњи и прекида у функционисању комуникационе мреже која систем на ширем простору повезује и синхронизује.

Сви тренутно семафорисани саобраћајни објекти (њих 687), лоцирани на континуално изграђеном простору (просторном обухвату ГУП Београда из 2016. године) и у приградским општинама (Лазаревац, Младеновац, Обреновац, Сопот, Гроцка итд.) треба да буду **комуникационо повезани са командним центром Секретаријата за саобраћај**, чиме ће бити обезбеђени надзор и одговарајуће даљинско управљање њиховим радом, као и размена информација о саобраћајном захтеву у реалном времену и њихово одговарајуће прикључење систему интегрисаног управљања на нивоу Града. Део комуникационих потреба у том смислу биће **обезбеђен посредством оптичке комуникационе мреже** која је реализована и додатно се развија у просторима ширег градског центра, где скупа са њеним ускоро очекујућим проширењима покрива око 394 постојећа семафорисана објекта и повезује их са Секретаријатом за саобраћај. За преостала 293 објекта постоји врло функционална и поуздана опција бежичног повезивања посредством GPRS технологије и 4G комуникационе мреже, тако да **тренутно расположиви комуникациони ресурси нису објективна сметња** одговарајућем саобраћајним захтевима дефинисаном развоју јединственог централизованог управљачког система.

Неспорно значајан ресурс, у новчаном и функционалном смислу, којим Град располаже су и контролери светлосне сигнализације који су тренутно инсталирани на семафорисаним



саобраћајним објектима. Они су различите, изразито хетерогене структуре у погледу своје технолошке основе, физичке очуваности/степенa амортизованости, компатибилности и генерално потенцијала за унапређење и прикључење корпусу напреднијих управљачких решења. Потребно их је у оквиру рационалне стратегије обезбеђења функционалне и поуздане хардверске основе будућег интегрисаног система сврстати у неку од категорија намењених локацијском измештању у складу са њиховим реалним функционалним потенцијалом, технолошком унапређењу и оспособљавању за захтеве интегрисаног управљања, или их отписати и заменом новим уређајима. **Циљ је да се у релативно кратком периоду од неколико година сви контролери технолошки доведу до такозваног *adaptive ready* нивоа**, односно да су функционално спремни да буду прикључени на систем адаптивбилног управљања у моменту када се за тим препозна потреба и стекну услови у њиховом системском/мрежном окружењу.

У оквиру Секретаријата за саобраћај, али и других градских институција, комуналних предузећа, пројектантских кућа и академских институција у дугогодишњој и широкој употреби су врхунски програми компаније PTV (VISUM, VISSIM, VISWALK итд.). Ова компанија је у сарадњи са локалним извођачем реализовала, један од два у Београду, успешно имплементирана система - софтверска решења за адаптивбилно управљање. Поред тога што се ради о врхунском управљачком софтверу неспорне ефикасности и функционалног квалитета, **Град већ сада има на располагању завидне креативне ресурсе, обучен и оспособљен кадар**, чијим се рационалним ангажовањем може остварити **висок ниво рационализације напора и трошкова, скратити рокови имплементације, обезбедити непосредно и економично одржавање и унапређење система** и пратећих апликација.

PTV OPTIMA представља програмско решење које је препознато и планирано као одговарајући **систем интегратор различитих инстанци адаптивбилног управљања** присутних или предвиђених за скору имплементацију у Београду. Користећи јединствену информациону основу о саобраћајном захтеву у реалном времену, формирану на основу детекције саобраћаја на свим даљински повезаним раскрсницама на систем Секретаријата за саобраћај, PTV OPTIMA генерише управљачке оквири који потичу од квалитетног и комплетног сагледавања саобраћајног процеса на ширем простору, и функционално на оптималан начин повезује различите управљачке подсистеме који су у реалном систему већ повезани међузависношћу реалног саобраћајног процеса чији се утицај шири знатно изван сваке од појединачних управљачких инстанци (простора).

Адаптивбилно управљање у потпуности, а детекторско у великој мери, зависно од примењеног пројектантског приступа сваком од објекта, **обезбеђују сагледавање саобраћајног захтева у реалном времену**, као основу флексибилног и од реалног саобраћаја зависног рада светлосних сигнала. Све информације прикупљене интензивном детекцијом саобраћајног захтева на микро локацијама широм основне уличне мреже града представљају **велики информациони потенцијал**, који своју употребну вредност не налази само у оквирима саобраћајног управљачког система, већ и кроз бројне јавне и пословне/комуналне корисничке сервисе и апликације. У домену јавног саобраћаја то су свакако навигационе и route guidance апликације, VMS сигнализација, ITS системи и информације о тренутном стању саобраћаног процеса од значаја за планирање рада комуналних служби, минимизацију времена путовања интервентних екипа и слично.

Поуздана основа и предуслов заиста оптималног управљања саобраћајем у оквиру адаптивбилних система јесте **што потпунија и квалитетна/веродостојна информација о саобраћају у реалном времену**. Функционална одлика сваког од на тржишту расположивих опционих адаптивбилних решења јесте да на неки начин, ангажовањем комплексног математичког приступа, техникама из домена вештачке интелигенције, неуронских мрежа, применом генетских алгоритама, обезбеђује завидно поуздану



предикцију саобраћајног захтева у краткорочном периоду од наредних пет до десет минута. То управљачком систему омогућује да генерише оптимална решења не само за тренутни захтев, него за саобраћајни захтев који ће, врло вероватно, бити актуелан за неколико циклуса рада сигнала унапред. Тиме се минимизира утицај кашњења примене оптимизираниог управљања због инерције управљачког система и немогућности да се оптимизовано решење примени одмах.

Једном успостављен, у хардверском и у софтверском смислу, **систем адаптивбилног управљања** омогућује у будућности ефикасно прилагођавање новонасталим захтевима, усвојеним управљачким и другим референтним стратегијама на нивоу Града. Захваљујући дигиталној основи целог система и врхунским симулационим ресурсима интегрисаним у управљачки систем, показатељи ефикасности су непосредном кориснику/управљачу системом доступни у широком опсегу и на високом нивоу детаљности, што је одлична **основа за додатно подешавање система и параметризацију** којом ће он обезбедити још квалитетније резултате.

Потребу за што квалитетнијом **информационом основом са детаљним подацима о саобраћајном захтеву** у референтном историјском периоду и сагледавањем карактера урбаног система који захтев генерише адаптивбилно управљање најнепосредније задовољава функционалним повезивањем и интегрисањем са **транспортним моделом система** над којим се управљање примењује. Комбиновањем информације о саобраћајном захтеву у реалном времену са подацима о пореклу, карактеру и утврђеној карактеристици урбаног и саобраћајног система, коју обезбеђује транспортни модел, **софтверски пакети намењени адаптивбилном управљању долазе до знатно поузданије и вероватније предикције** очекиваних промена саобраћајног захтева у референтном будућем периоду.

У Београду је још увек у експлоатацији **транспортни модел** који је последњи пут ажуриран 2015. године. Актуелни транспортни модел је развијен на јединственој PTV VISION платформи (VISUM version 11.52). Формиран је, у складу са временом настанка, на релативно скромном функционалном нивоу, као једностепени, са редукованом информационом основом. **Транспортни систем Београда** у односу на 2015. годину када је урађено последње ажурирање транспортног модела, је претрпео значајне измене у погледу **намене површина, матрице кретања, саобраћајне слика, степена моторизације**, итд.

Ажурирањем транспортног модела обезбеђује се реална и врло квалитетна основа за додатно побољшање управљачких потенцијала система интегрисаног управљања. Модел за базну годину треба да буде четворостепени модел транспортних захтева на основу кога би се прогнозирали будући утицаји кључних проблема, укључујући промену намене површина, адаптивбилне системе управљања, преусмеравања захтева на друге видове превоза, итд.



ЛИТЕРАТУРА

- [1.] План одрживе урбане мобилности Београда, ЦЕП Центар за планирање урбаног развоја, ЦеС.ТРА, Београд, 2020.
- [2.] Безбедност пешака у саобраћају, Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије, 2020.
- [3.] Andrey Burmistrov, Maria Siniavina, Olga Rasskazova, и Igor Alexandrov, RITM3 as the Digital Platform for Traffic Management in Smart Cities, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia, 2020.
- [4.] Д. Радивојевић и др. Системи за адаптивнило управљање саобраћајем на градској мрежи, UDC:656.13.07:711, ТЕХНИКА – САОБРАЋАЈ, Београд, 2017.
- [5.] СМАРТПЛАН – Саобраћајни мастер план Београд", Београд, 2017.
- [6.] План генералне регулације грађевинског подручја седишта јединице локалне самоуправе – град Београда; "Службени лист града Београда", бр. 20/16, 97/16, 69/17 и 97/17
- [7.] Генерални урбанистички план Београда; "Службени лист града Београда", бр. 11/16
- [8.] Акустичко зонирање дела централне зоне Београда; ИБС, Нови Сад; ЦЕП, Београд; Градски завод за јавно здравље, Београд; 2016.
- [9.] Квалитет животне средине у Београду у периоду 2012-2015; Градски завод за јавно здравље, Београд 2016.
- [10.] Транспортни модел Београда 2015; Саобраћајни факултет, ЦЕП; Београд, 2015.
- [11.] PTV Group, PTV-Optima_success-story_5T-in-Piedmont_EN_07-2018.
- [12.] PTV Group, PTV_Optima_Success_Story_ITSViennaRegion_EN_07-2018.
- [13.] PTV Group, RefSheet_Optima-Balance_Lublin.
- [14.] PTV Group, PTV_Optima_180606_Success_Story_EN_06-2018_DiRIF.
- [15.] PTV Group, SUC_PTV-Optima-in-Romania_EN.
- [16.] PTV Group, PTV_Optima_Success_Story_EN_12-12-2018_Taichung_final.
- [17.] DRIVERS_2018_EN, 2018.
- [18.] GEVAS_CROSSIG_EN, 2017.
- [19.] GEVAS_PUBLIQ_2016_EN, 2016.
- [20.] VTanalyzer_2016_EN, 2016.
- [21.] VTmanager_2016_EN, 2016.
- [22.] <http://gis.beoland.com/visios/gisBeoland>
- [23.] <https://www.itsinternational.com/its4/its5/its8/news/ptv-wins-rome-traffic-contract>, посећено 4. 6. 2021.
- [24.] <https://www.traffictechnologytoday.com/news/traffic-management/ptv%C2%92s-optima-forecasts-traffic-flow-and-protects-environment-in-historic-german-city.html>, посећено 25. 5. 2021.
- [25.] www.ritm3.ru/en, посећено 05.06.2021.
- [26.] www.simetragegroup.com, посећено 05.06.2021.
- [27.] www.ptv-vision.ru, посећено 02.06.2021.
- [28.] <https://gevas.eu/en/wpdm-package/companybrochure/?wpdmdl=13765&refresh=60d086fadaa101624278778>, посећено 6. 6. 2021.