

Здружение на граѓани „Еко-свест“
Скопје

УРБАН ШИНСКИ СООБРАЌАЈ НА ГРАДОТ СКОПЈЕ

Изработил м-р Гордан Стојиќ, дипл. сооб. инж.

Скопје, август 2006 год.

СОДРЖИНА

1.ВОВЕД	3
2.ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ШИНСКИОТ ГРАДСКИ И ПРИГРАДСКИ СООБРАЌАЈ	4
2.1. Трамваи.....	4
2.2. Лесни шински системи	5
2.3. Метро.....	6
2.4. Градско-приградска железница	6
2.5. Неконвенционални шински системи.....	7
3.ЈАВЕН ГРАДСКИ ПРЕВОЗ	8
3.1. Градот Скопје и неговиот јавен градски сообраќај.....	8
3.2. Квалитет во јавниот градски превоз.....	8
4.ШИНСКИ СИСТЕМИ НА ПРЕВОЗ ВО ГРАДСКИОТ И ПРИГРАДСКИОТ СООБРАЌАЈ НА СКОПЈЕ	12
4.1. Искуства од европските земји	12
4.2. Идејно решение за организација на градско-приградскиот сообраќај на градот Скопје	13
4.2.1. Лесен шински сообраќај во Скопје	17
4.2.2. Брза градско-приградска железница.....	23
4.2.3. Автобуски и автомобилски сообраќај.....	24
5.ЗАКЛУЧОК	25
ЛИТЕРАТУРА	27

1. ВОВЕД

Под шински сообраќај се подразбираат сите видови сообраќај каде што во основа патот го сочинуваат шините.

Големите градски населби претставуваат стопански, трговски, административни и културно-економски центри кај кои често административно-управните подрачја не се совпаѓаат со местата на стопанската гравитација и, како резултат на тоа, се јавува потреба за често и интензивно комуницирање со населението во рамките на еден градски регион. Од овде произлегува прашањето за интензивната потреба за градски превоз, како и за масовноста и зачестеноста на планираните и реализираните патувања на регионалното население во текот на денот.

Со сè поголемата потреба за превоз на патници во градските и приградските населби, се појавила и потребата за изнаоѓање оптимално превозно средство. Со развојот на превозните средства, особено на оние наменети за масовен превоз, се појавува потреба за редефинирање на сегментите на градскиот простор со зголемување на мобилноста на населението.

При разгледување на можноста за развој на градскиот и приградскиот превоз на патници на еден град (урбан шински превоз), треба да се согледа јадрото на проблемот, а тоа е степенот на моторизација, дневниот обем на патување на жителите, уличната мрежа на градот и др. Аерозагаденоста е фактор кој денес сè повеќе и сè почесто е присутен во одлучувањето за оптимално превозно средство за јавен градски превоз. Светските искуства потврдуваат дека решението на градскиот и приградскиот сообраќај треба да биде во компатибилна врска помеѓу автобускиот и шинскиот систем на превоз.

Во последните години, во низа средини и големи градови, застапеноста на шинскиот сообраќај во превозот на патници е многу позачестен и секој ден станува сè позначаен. Тоа најдобро го потврдуваат податоците од големите градови во Европа, каде што уделот на шинскиот систем за превоз на патници изнесува околу 25% во Амстердам, 48,6% во Барселона, 55% во Хамбург, 67% во Виена и до 70% во Осло и во Минхен.

Покрај тоа, во последните години во светот сè поголемо внимание се посветува на загаденоста на воздухот во урбаните зони, пред сè, од емисиите на штетните издвувни гасови (аерозагадување).

Во Европската унија е утврдено дека 1/3, па дури и 1/2 од штетните материји во атмосферата ги емитува сообраќајот. Од тоа повеќе од 94% ги емитува патниот сообраќај.

Трошоците што ги предизвикува аерозагадувањето изнесуваат од 0,5 до 3% од националниот доход.

Можност за организирање градско-приградски сообраќај во Република Македонија постои само за градот Скопје. Градот Скопје се задушува од градскиот сообраќај, како од индивидуалниот така и од јавниот. Степенот на моторизација се зголемува и понатаму. Капацитетот на сообраќајниците е проектиран за осумдесеттите години. Можно решение за сообраќајниот колапс во Скопје е воведување нов вид сообраќај, кој ќе овозможи масовен превоз за релативно кратко време, без многу вкрстувања и допирања со постојниот градски сообраќај.

Предмет на ова истражување е поставување на идејата за утврдување начин за решавање на градско-приградскиот сообраќај на градот Скопје.

2. ОСНОВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ШИНСКИОТ ГРАДСКИ И ПРИГРАДСКИ СООБРАЌАЈ

Под приградски сообраќај се подразбира сообраќајот во гравитациското подрачје на градската агломерација со радиус до 50 км.

Основна карактеристика е големиот број патници и нивното пристигнување и заминување од станиците. Според бројот на превезени патници, приградскиот сообраќај зазема значајно место во вкупниот превоз на патниците. Основни карактеристики на приградскиот сообраќај се:

- кратки релации за превоз од 10 до 50 км;
- нерамномерност по сезони, месеци, денови во неделата и часови во денот; коефициентот на дневната нерамномерност се движи од 1,5 до 2,5; месечната нерамномерност се движи од 1,3 до 1,8;
- нерамномерна распределба на приградските текови на патници во пределите на приградската делница;
- често запирање на возовите; растојанието помеѓу запирањата во поблиските зони изнесува од 1,5 до 2 км, а на подалечните 3 до 4 км;
- приградскиот сообраќај бара посебни пруги;
- брзините на возовите мора да бидат големи;
- сигнализацијата мора да овозможи минимален временски интервал на следење;
- за сообраќајот мора да се обезбедат возови со локомотиви на двата краја.

Во рамките на превозниот шински систем во градовите и приградските подрачја постојат:

- трамваи;
- лесни шински системи¹;
- системи на класична железница;
- специјални железници кои претставуваат неконвенционални системи (моножелезница со гумени тркала и сл.).

Со помали исклучоци, класичната железница бара секогаш сопствена траса. Еден од исклучоците е железницата да се вкрстува во ниво со патот. Вкрстувањата од овој тип не се компатибилни кај железници со голем интензитет на сообраќајот, па поради тоа по правило не се наоѓаат кај метрото и S-Bahn-системот. Кога се зборува за градско-приградскиот превоз на патници, се разликуваат два вида класични железници:

- метро;
- градско-приградска железница.

2.1. Трамваи

Првите генерации на трамваите се движеле главно по улиците со мошне комплексна мрежа на траси и линии (слика 1). Растојанието помеѓу станиците е 350 до 550 метри. Заштитниот појас помеѓу пругите на овие стари системи често се ограничува на ширината на возилото од 2,2 до 2,4 метри, а некои системи, посебно во Швајцарија, имаат ширина на колосек од еден метар. Иако се користат модерни зглобни возила, тие често можат да сообраќаат во една насока и имаат врати само од десната страна. Според тоа, потребна им е завртница на сите терминали и не можат да користат средишни платформи (перони) за влез на патниците. Такви модернизирани трамваи постојат уште во Амстердам и Цирих.

Поголемиот дел од постојните трамваи се развиле од првата генерација трамваи. Франција ги отфрли сите типови трамваи од првата генерација и изгради неколку наполно нови трамваи со слични карактеристики во Гренобл, Стразбург, Руан и во Париз. И овие системи се главно улични системи (слика 2). Често се тоа тесни улици, а системите имаат кривини со мали радиуси. Користат тесни возила (од 2,3 до 2,4 метри). Новите трамваи имаат целосна предност во однос на постарите трамваи и физички се издвоени од другиот сообраќај (слики 3, 4 и 5). Нивните сообраќајници се издигнати, тие користат системи на автоматско управување и имаат предност на семафорите. Разместеноста и меѓусебната раздалеченост помеѓу станиците е непропорционална и мала, па комерцијалната брзина кај овие систем е околу 20 km/h. Сигурноста и лесната достапност на овие системи, заедно со користењето нископодни лесни шински возила и

¹ Во земјите од Источна Европа (Русија) наместо терминот *лесни шински возила* се употребува терминот „брз трамвај“.

внимателната интеграција со линиите на автобусите и трамваите, придонесе за нивниот голем успех . Важно е да се напомене дека воведувањето на модерните трамваи оди паралелно со мерките за дестимулација на возењето со патнички автомобили и унапредување на животната средина, вклучувајќи воведување пешачки зони во центарот на градот и озеленување на трамвајските траси.

2.2. Лесни шински системи

Според дефиницијата на Меѓународната унија за јавен сообраќај (UITP – Union Internationale des Transports Publics), лесен шински систем (Light Rail Transit / Métro légère / Sneltram / Metropolitana leggera) е, пред сè, шински систем кој сообраќа на сопствени, резервирани пруги, во значителна должина на патот, кои исто така можат да бидат опремени (но и не мора) со систем за сигнализација, во кои по правило има перони кои се специјално конструирани за тој систем.

Може да го опслужува и строгиот центар на градот, сообраќајќи на трамвајски шини со ниво на улиците, а исто така и во тунели, а може дури да се движи и на целосно опремена железничка пруга.

Кога сообраќа во тунелите или, пак, заедно со железницата, потребно е да биде опремен со сигнални системи и со системи за заштита на возот. Тоа е отворен превозен систем на кој не му е неопходна независна траса по целата должина на линијата која е со постојан развој и тенденција на зголемување на степенот на одвоеноста од преостанатиот сообраќај во исто ниво.

Возила кои се користат за лесен шински сообраќај (LRV – Light Rail Vehicles – ЛШВ: лесни шински возила) се прикажани на сликите 6, 7, 8 и 9 , имаат широчина на колскиот сандак од 2,3 до 2,9 метри и должина од 14 до 40 метри (тоа е пропис кој ја регулира експлоатацијата на трамваите во Германија: Betriebsordnung für Strassenbahnen – BOStrab - според кој шинските возила кои го спроведуваат јавниот превоз на улиците не смеат да бидат пошироки од 2,65 и подолги од 75 метри).

Можно е да се спојат до четири возила, кои во тој случај имаат максимална должина до 120 метри. Експлоатационската брзина варира помеѓу 50 km/h на уличните секции на пруга до 100 km/h, на пруги резервирани само за нив и надвор од градските области. Комерцијалната брзина е во опсег 25 - 49 km/h. Возилата се одделени и се со капацитет до 300 места.

Лесен шински систем претставува просечно решение помеѓу класичните трамваи и системот за масовен превоз на патници, вклучувајќи ги и подземната и градската железница. Пругите на лесниот шински систем на сообраќај често настануваат со надградба и/или со проширување на постојните трамвајски линии, а многу системи се и како целосно новоразвиени.

За да биде атрактивен, лесниот шински систем мора да ги задоволи следните услови: да ги опслужува оние дестинации каде што луѓето сакаат да одат, да биде позачестен, брз, удобен, чист, сигурен и точен и да биде финансиски привлечен. Тарифите мора да бидат така поставени за да го дестимулираат користењето на приватните автомобили за превоз во градот. Лесниот шински систем е за масовен превоз. Ако нема масовен превоз, тогаш целиот превоз може да се изврши со автобуси или со класични трамваи, кои во тој случај претставуваат најекономично решение како градски превозници. Поради тоа, не смее да се дозволи паралелен сообраќај на лесни шински возила и автобуси. Потребно е претходно многу внимателно да се утврди од каде доаѓаат и каде сакаат да одат патниците, за да се создаде таков систем на превоз кој нема да го поттикнува користењето на сопствените автомобили и на другите видови јавен превоз. Исто така, треба да се има на ум дека шинските системи не се флексибилни, т.е. скапо е да се вршат какви било промени на нив.

Најзначајна разлика помеѓу „лесната железница“ и „класичната железница“ е тоа што возилата на лесната железница се компатибилни со уличните патни сообраќајници, т.е. можат да функционираат на сообраќајни ленти кои ги делат со патниот сообраќај и на издвоени траси.

Лесните шински возила ги имаат следните карактеристики:

- контактните водови имаат напон од 600 до 700 V еднонасочна струја;
- профилот на тркалата е компатибилен со изглебената шина (трамвајски тип);
- максималната ширина на возилата е компатибилна со ширината на сообраќајната лента (ширина до 2,65 метри);
- способноста за совладување на остри кривини (минимален радиус 25 метри а понекогаш и 15-20 метри);
- максималната должина на возилото е компатибилна со сообраќајот на улиците и раскрсниците, а обично изнесува околу 60 метри;

- способноста за совладување големи угорнини 40 – 50%, а исклучително 80 -100%; кај метрото максимално 30 – 40%, а приградската железница 10 – 30 %;
- големата зачестеност на нагли кочења (обично 2,5 - 3,0 m/s²);
- можноста патниците да влегуваат од висина на улицата или тротоарот.

Во светот постојат околу 350 лесни шински системи кои имаат карактеристики од традиционални трамваи до издвоени градски железници (слика 10).

Капацитетите на лесните шински возила за јавен превоз се одредени од должината и од протокот (зачестеноста) на возовите.

Капацитетот на сообраќај на 60-зглобни лесни шински возила на час изнесува од 10.000 до 12.000 патници на час по насока. Кај лесните шински возила во композиција, протокот може да биде само 40 воза на час, меѓутоа капацитетот се зголемува на 14.000-16.000 патници на час по насока.

Некои стручњаци во категоријата на лесни шински системи го вклучуваат јавниот шински превоз, кој единствено се извршува на посебно издвоени траси и не се вкрстува со патните сообраќајници. Системите од тој тип порано се викаа „лесно метро“.

2.3. Метро

Во САД метрото е познато како „rail rapid transit“- „брз јавен превоз со железница“, а во Германија како „U-bahn“ (слика 11). Метрото претставува електрифицирана железница изградена единствено за градски патнички превоз и целосно одвоена од уличниот и шинскиот сообраќај (слика 12). Метрото во центарот на градот обично се движи подземно, но често оди по површината и над површината на земјата. На метрото сообраќаат електромоторни состави на возови составени од 4 до 8 вагони. Возилата обично се долги од 18 до 22 метри, а широки од 2,65 до 3,1 метар. Обично имаат многу врати и релативно ограничен број седишта. Просечната оддалеченост помеѓу станиците е од 900 до 1.000 метри (слика 13).

Станиците имаат високи перони за да овозможат брзо влегување и излегување на патниците. Сите метроа користат систем на еднонасочна струја. Минималниот радиус на кривините се движи од 200 до 300 метри. Издвоената траса им овозможува да имаат големи брзини (комерцијални 30 – 40 km/h), голема фреквенција (30 и повеќе возови на час), доверливост и капацитет (обично 10.000 – 40.000 патници на час по насока). Меѓутоа, метрото е исклучително скапо за градење, бидејќи мора да биде одвоено според висината на целата должина и има многу високи стандарди за трасирање. Затоа метроата одговараат само за градови со над еден милион жители и само за коридори со најголем интензитет на сообраќај во тие градови. Во светот постојат околу 100 града во кои постои метро.

2.4. Градско-приградска железница

Во близина на големите градови се формираат приградски населби од кои и за кои се превезуваат голем број патници, така што големината на патничките текови зависи од размештеноста на тие населби, од индустријата во нив, од вработеноста на населението и др. По правило, интензитетот на патничките текови опаѓа со зголемувањето на растојанието од градската агломерација. Градско-приградскиот шински систем на превоз е составен дел од главната железница. Се гради по стандард (ширина на колосек, структура на колосек, систем на електрификација, сигнализација итн.) кој овозможува користење од страна на патничките и товарните возови на редовни линии. Се користат од страна на оние патници што патуваат во просек од 5 до 50 и повеќе километри.

Во превозот на приградските и градските патници треба да се разликува: класична железница, брза градско-приградска и регионална железница. Карактеристиките на овие железници се дадени во табелата 1.

За градско-приградската железница обично се користат моторни гарнитурни, а поретко возови со класична влеча со локомотива. Системот на електрификација е високонапонски (15 или 25 kV) со наизменична струја. Растојанието помеѓу станиците се движи од 2 до 5 километри, а во градското подрачје може да биде и на 1.000 метри. Овие возови поминуваат поголеми растојанија, имаат поголеми максимални брзини, помали вредности на забрзување и забавување, поголем број патници седат и имаат помал број врати. Не е редок случајот да се користат и двокатни возови (слика 12).

Системи на приградски железници се наоѓаат околу многу поголеми градови во светот, меѓу кои се приградските линии на British Rail во Лондон, Long Island Railroad во Њујорк, S-Bahn“ во Германија (слика 13), мрежи на Јапонските железници околу градовите Токио и Осака и др.

Опис	Класична железница	Современи железници	
		Брза градска железница	Регионална железница
Радиус на опслужување (km)	> 100	30-50	80-100
V_{\max} (km/h)	80-120	80-120	80-130
Запирање (m)	5000-10000	1000-3500	7000-12000
$V_{\text{ком}}$ (km/h)	50-65	45-65	до 80
Сообраќај	мешан	Одвоен делумно мешан	по правило одвоен
Возен ред	редок тактен	тактен	тактен
Интервал на следење	не редовен	20, 30, 40 min.	60/30 min.
Перони	ниски/средни	високи	високи (средни)
Капацитет	зависи од % на застапеност на друг сообр.	многу висок (до 4000 пат/h)	многу висок (до 4000 пат/h)
Доверливост	зависи од % на бр.на коли и % на искорист. на друг сообр.	многу висока	многу висока
Безбедност	висока	многу висока	многу висока
Врски со централни делови од градот	Градски сообр.	крајно поволна	градска железница

Табела 1. Техничко-експлоатациони карактеристики на железниците во градскиот и во приградскиот сообраќај

2.5. Неконвенционални шински системи

Поголемиот дел од неконвенционалните системи на шини користат возила со гумени тркала, кои се движат по водилка на бетонска или челична конструкција. Главни примери се:

1. метро-систем со гумени тркала;
2. автоматски воден систем на јавниот превоз;
3. моношински (monorail) системи (слика 14).

Главна предност на овие системи е што имаат помала бучавост поради гумените тркала. Издвоени траси на сообраќање имаат нетипичност на возилата, поголема потрошувачка на енергија, произведуваат поголема топлина, големи трошоци на одржување и условуваат помали димензии на возилата поради гумените тркала. Ги има во Франција, Мексико, Чиле и во Јапонија.

3. ЈАВЕН ГРАДСКИ ПРЕВОЗ

3.1. Градот Скопје и неговиот јавен градски сообраќај

Главниот и најголемиот град на Република Македонија, според пописот од 2002 година, има вкупно 467.257 жители. Во согласност со светските искуства, најчести патувања остваруваат жителите од 16 до 59 години², а најмногу патуваат жителите на возраст од 30 до 49 години³. Според тоа, бројот на жители на возраст од 16 до 59 години, кои најчесто патуваат во Скопје, е 282.911 или околу 60%. Сигурно дека овие бројки се многу поголеми, земајќи го предвид фактот дека Скопје претставува голем стопански центар во кој постојат голем број претпријатија, универзитети, специфични установи и училишта, кои ги нема во другите градови во Македонија воопшто, или не во тој обем. Не е мал бројот на работници, студенти и ученици кои патуваат секојдневно до Скопје на работа или на училиште, посебно од градовите Куманово, Велес и Тетово (слика 15). Некои од нив имаат и привремено живеалиште во Скопје. Тоа ни укажува дека бројот на корисници на услугите на јавниот градски сообраќај е многу поголем од претходно споменатиот. Според некои процени, дневно во Скопје се превезуваат над 600.000 луѓе.

На територијата на Скопје не се вршени посериозни истражувања за старосната и социо-економската структура на патниците.

Градот Скопје се задушува од градскиот сообраќај, како од индивидуалниот така и од јавниот. Степенот на моторизација се зголемува и понатаму. Капацитетот на сообраќајниците е проектиран за осумдесеттите години. Покрај тоа, и транзитниот сообраќај (за Косово, Тетово, Гостивар, Кичево, Охрид, Струга и др.), кој поминува низ Скопје, има големо влијание за сообраќајниот метеж.

Бројот на жителите во Скопје е во постојан подем. Во наредниот период се очекува да продолжи трендот на прилив на жители (постојани или привремени) во Скопје, бидејќи постојната државна политика нема подеднаква и потребна грижа за развој на другите градови во Република Македонија, а пред сè, за развој на стопанството и вработување на населението⁴. Од претходно наведените причини се проценува дека во наредниот десетгодишен период бројот на жители во Скопје ќе се зголеми за 40 - 50%. Тоа значи дека во блиска иднина треба да се очекува Скопје да стане милионски град.

Од друга страна, покрај малото зголемување, или поинаку кажано заменување на постојниот застарен и одамна економски експлоатиран возен парк на Јавното сообраќајно претпријатие на Градот „Скопје“, сериозни мерки за решавање на сообраќајниот проблем на градот немало. Само одвреме-навреме се појавуваат одредени лица, повеќе политички отколку стручни, кои повеќе го апострофираат проблемот отколку што нудат издржани решенија. Посебен проблем во јавниот градски сообраќај се приватните превозници, кои градот сè уште не може да ги вклопи во единствениот градски сообраќаен систем.

Решение за сообраќајниот колапс во Скопје е воведување нов вид сообраќај кој ќе овозможува масовен превоз за релативно кратко време, без многу вкрстувања и допирања со постојниот градски сообраќај.

3.2. Квалитет во јавниот градски превоз

Во последно време сè повеќе се потенцира квалитетот на превозот, кој сè повеќе станува филозофска а сè помалку инженерска категорија. Според ИСО-стандардот, „Квалитет е сеопфатност на одликите и карактеристиките на производите или услугите кои се однесуваат на способноста да ги задоволат сите потреби“. Приспособен кон транспортните услуги, корисникот на превозните услуги не го интересира технологијата на превозот, туку квалитетот на превозната услуга што ја обезбедува соодветниот вид превоз и на тој начин ги задоволува неговите барања и потреби. За комитентот, но и за државата (локалната самоуправа), најважни се следните карактеристики: превозната брзина и способност, безбедноста, доверливоста, удобноста, аерозагадувањето, бучавата, економичноста на превозот и зафаќањата од земјиштето.

Од наведените карактеристики на квалитетот на превозната услуга, патниците се особено чувствителни на оддалеченоста на станиците на јавниот превоз од местото на живеење и за времето на чекање на превозното средство (интервал на сообраќање). Иако ова време е земено

² Најчесто ученици, студенти и работници.

³ J. E. Baerwald (Ed), „*Transportation and Traffic Engineering Handbook*“, Prentice-Hall Inc, New Jersey.

⁴ Се проценува дека приближно 40% од населението на Република Македонија е невработено. Во послабо развиените места процентот на вработеноста е поголем.

предвид кај карактеристиката „брзина“, многу често се издвојува посебно, бидејќи времето на чекање на превозното средство на патниците им изгледа подолго отколку што вистински изнесува. Тоа издвојување се врши преку карактеристиката „интервал на доаѓање“ или „фреквенција на возилата“, како мерка на квалитет кај јавниот превоз на патниците.

За споредување на конвенционалните видови превоз се избрани следниве фактори: превозна брзина, превозна способност, безбедност на движењето, доверливост, удобност, аерозагадување, бучава, економичност на превозот, зафаќање од земјиштето, фреквенција на возилата и др.

1. Превозна брзина (комерцијална брзина) претставува значаен фактор на квалитетот на јавниот градски превоз (табела 2). Перформансите на возилата, меѓустаничните растојанија и условите во коишто се извршува сообраќајот, исто така битно влијаат на превозната брзина. Кај современите површински видови превоз, градската и приградската железница битно отскокнуваат од другите видови сообраќај.

Видови превоз	Меѓустанично растојание (m)	Превозна брзина (km/h)
Автобус - тролејбус	280 – 600	16 – 23
Трамвај	350 – 550	16 - 23
Лесно шинско возило	550 – 750	22 - 30
Метро	900 – 1000	30 – 40
Градско-приградска железница	2000 – 5000	35 - 60

Табела 2. Превозни брзини кај одредени видови превоз

2. Превозна способност на одреден вид јавен превоз зависи од капацитетот на превозните единици и од превозната брзина, и претставува еден од најбитните фактори за избор на видот на превозот, имајќи го предвид ефектот на едно превозно средство, при ист број превезени патници, ефектот е поголем доколку патуваат со поголема брзина (табела 3). За меѓусебно споредување на одделни видови, посебно значење има *ефикасноста*-фактор што ја опфаќа и превозната брзина.

Вид превоз	Просечна брзина на превоз (km/h)	Превозна способност (места/h)	Ефикасност (1000 места/h)
Автобус - тролејбус	20	9000-10000	180-200
Трамвај	20	13500-18000	270-360
Лесно шинско возило	26	20000	480
Метро	35	40000	1480
Градско-пригр. жел.	45	50000	2250

Табела 3. Превозна способност кај одредени видови превоз

3. Безбедност на движењето на возилата на јавниот превоз е фактор што во најголема мера зависи од видот на трасата и од можноста за ефикасно и безбедно запирање на возилата во случај на ненадејна пречка. Возилата со целосно одвоена траса на движење имаат неспоредливо поголем степен на безбедност од оние кај кои постои можност на конфликт со другите видови. Според спроведените истражувања во студијата на ABB HENSCHEL од Германија⁵, утврдено е дека безбедноста на железничкиот сообраќај е 24 пати поголема од безбедноста на автомобилскиот, а 2,5 пати поголема од автобускиот сообраќај (слика 16).

4. Доверливост подразбира гаранција дека превозот ќе се изврши во одредено време кое може однапред да се предвиди. На тој начин е возможно однапред да се предвиди времето на пристигнување на крајната дестинација.

5. Удобност (комфор) претставува квалитативен фактор кој битно влијае на изборот меѓу индивидуалниот и јавниот превоз. На овој фактор влијаат повеќе елементи, од кои најбитни се: брзото и лесно влегување и излегување на патниците, непреченото минување низ возилото, удобните седишта, доброто осветление, проветрување и греење, исполнетоста на возилото, угодното возење со постепено забрзување и запирање, прифатливото ниво на бучава при

⁵ Planco Consulting Studie

возењето, распоредот, бројот и широчината на вратите, ефикасноста на системот за наплата, редовноста, опременоста на постојките и поволните елементи на трасата.

Кај современите видови сообраќај не постојат битни разлики кај наведените елементи. Најзначајните предности на шинските возила во однос на автобусите се во начинот на поаѓање, односно во континуираната промена на брзината.

6. Аерозагадување - Возилата што користат електрична енергија, практично не претставуваат загадувачи и имаат голема предност во однос на возилата со погон на течни горива.

Патниот сообраќај има емисија на штетни материи кои, според испитувањата спроведени во ABB HENSCHTEL, кај автомобилскиот превоз изнесуваат 8,3 пати повеќе од шинскиот превоз, додека кај товарниот патен дури 30 пати повеќе (слика 17). Сообраќајот предизвикува загадување на воздухот со емисија на: јаглеродмоноксид, сулфурдиоксид, оксиди на азот, јаглероводороди и олово. Утврдено е дека 1/3, па дури и 1/2 од штетните материи во атмосферата ги емитува сообраќајот, првенствено патниот сообраќај. Штетните влијанија на емисијата на издувните гасови врз луѓето, околината и климата се прикажани на табелата 4.

Патниот сообраќај учествува дури со 92,2% во вкупното аерозагадување, а железничкиот со 1,7%. Со употреба на електрична влека на шински возила аерозагадувањето од железничкиот сообраќај е нула.

7. Бучава предизвикана од сообраќајот во одредени земји, посебно на одредени локалитети, претставува сериозен проблем. Таа предизвикува штетни ефекти врз здравјето на луѓето, влијае на меѓусебната нивна комуникација, како и на нивното однесување. Во многу земји, но и кај нас се преземаат мерки за намалување на бучавата, со донесување разни правилници во кои се дефинира нивото на дозволената бучава од возилата. Врз основа на испитувањата во регионот, утврдено е дека повеќе од 85% од бучавата ја создава патниот сообраќај.

Загадувач	Ефекти на:			
	Луѓе	Вегетац. и Екосистем	Клима	Материј. и згради
Јаглероводороди	Директни, дури и канцерогени ефекти на одделни компоненти	Загадување на растителната храна	Зголемен ефект стаклена градина	/
Азотни оксиди	Иритирање и морфолошки промени на респираторниот систем	Киселост за земјиштето, оштетување на коренот	Многу висок ефектот стаклена градина (озон)	Корозија
Озон	Иритирање на респираторниот систем и прерано стареење на белите дробови	Зголемен ризик на оштетување на коренот и на листот	Ефектот стаклена градина	Декомпозија на полимери
Јаглерод-моноксид	Неадекватно снабдување со кислород, посебно на срцето, циркулацијата и ЦНС ⁶	/	Индириктно преку озонот	/
Тврди честички	Оштетување на респираторниот систем, токсична содржина	Намалување на асимилацијата	/	Валкани згради
Саѓи	Карциногеност	/	/	Валкани згради
Јаглерод-диоксид	/	/	Важен гас за ефектот стаклена градина	/
Бучава	Значителни пречки, поголем здравствен ризик	/	/	Намалена вредност

Табела 4. Штетни влијанија на издувните гасови

⁶ Централен нервен систем

8. Економичност на превозот – за корисникот на превозот претставува вкупен износ на директни и индиректни трошоци кои треба да се платат за превозот. Најголем влијание на директните трошоци има потрошувачката на погонската енергија. Од аспект на потрошувачката на погонската енергија, според испитувањата спроведени во ABB HENSCHTEL, шинските системи за превоз се за 3,5 пати поекономични од автомобилскиот превоз (слика 18).

8. Зафаќање од земјиштето – Проблематиката на зафаќање од земјиштето, која е потребна за изградба на сообраќајници, како и на сите придружни содржини, кои се неопходни за нивно нормално функционирање, претставува значаен показател кој се вбројува во групата критериуми за односот на сообраќајот кон животната средина. Просечното зафаќање од површината на земјата при градење сообраќајници, по видови сообраќај, е прикажано на сликата 18. И тука се гледа дека најмал простор за градење на двоколосечна пруга, која може да одговори на проток на патна сообраќајница со 4 ленти, е 13,7 метри, додека за патниот сообраќај 37,5 метри. Треба да се има на ум дека колосеците за трамвајски двоколосечни пруги и пруги за лесни шински возила можат да заземаат помал простор од 8 до 10 метри, па дури и помалку од 8 метри. Тоа е овозможено не со ширината на колосекот, туку со техничките карактеристики за ширината на возилата, која кај трамваите се движи од 2,2 до 2,4 метри, а кај лесните шински возила од 2,3 до 2,9 метри.

9. Фреквенција на возилата (интервал на доаѓање) го претставува времето што ќе помине од едно до следно наидување на возило. Оваа фреквенција (зачестеност) го одредува времето на чекање на превозните средства од страна на патникот. Шинскиот сообраќај има мала предност над патниот сообраќај во услови на издвоени траси во однос на патните сообраќајници, затоа што честите метежи, блокади и др. пречки на улиците, посебно во најфреквентните периоди⁷, предизвикуваат доцнења на автобусите. Предноста на шинскиот сообраќај се губи во случаите на чести вкрстувања со патниот сообраќај.

Претходно наведените карактеристики на квалитетот многу често го одредуваат изборот на превозното средство од патникот. Осврнувајќи се на искуството од регионот, треба да се има предвид фактот дека квалитетот на услугите во превозот не може да се промени „со крупни чекори“, односно „преку ноќ“. Тоа е процес кој трае повеќе години. Самата либерализација⁸ на транспортниот пазар често придонесува до забрзано подобрување на квалитетот на превозот.

⁷ Попознати како „шпицови“.

⁸ Според експертите, конкуренцијата во јавниот сообраќај на градот Скопје е во своите „пионерски“ фази подолго време.

4. ШИНСКИ СИСТЕМИ НА ПРЕВОЗ ВО ГРАДСКИОТ И ПРИГРАДСКИОТ СООБРАЌАЈ НА СКОПЈЕ

4.1. Искуства од европските земји

Со зголемување на потребата за превоз на патници, во градските и приградските населби се појавува потребата за изнаоѓање оптимално превозно средство. Со развојот на превозните средства, особено на оние наменети за масовен превоз на патници, се појавува потреба за рedefинирање на сегментите на градскиот простор со зголемување на мобилноста на населението.

Покрај тоа, сè поголемо внимание се посветува на аспектот на загаденоста на воздухот во урбаните зони, со емисии од штетни издувни гасови кои ги емитуваат патните возила на градските сообраќајници. Во некои метрополи се воведуваат и посебни санкции и забрани за движење на возилата кај кои емисијата на издувни гасови е голема.

Најнов став кој се појави кај урбанистите во големите градови, како и кај планерите на мрежите на сообраќајници во централните градски подрачја, каде што се појавуваат големи превозни текови, е превозот да се решава со вградување трамвајски шини. На нив, во зависност од обемот на градскиот сообраќај, се воведуваат класични трамваи или, пак, лесни шински возила.

Во случаи на големи и распространети градски урбани зони, како и на одвоени урбани зони, се пристапува кон воведување брзи градски и приградски железници.

Одредени земји имаат донесено нормативни акти со кои точно се врши распределба на патувањата на одредени видови превозни средства. Таков начин за планирање на градски и приградски сообраќај се употребува најмногу во Источна Европа (Русија)⁹.

Иако решавањето на проблемот на градскиот и приградскиот сообраќај за секој град е речиси различен, па дури и во иста држава, сепак експертите од светот даваат препорака за избор на видот сообраќај во зависност од бројот на жители. Според неа:

- за град со 50.000 – 100.000 жители ⇒ автобус;
- за град со 100.000 – 250.000 жители ⇒ автобус и тролејбус;
- за град со 250.000 – 500.000 жители ⇒ автобус, тролејбус и трамвај;
- за град со 500.000 – 1.000.000 жители ⇒ автобус, тролејбус и лесни шински возила (брз трамвај);
- за град со над 1 милион жители ⇒ автобус, тролејбус, трамвај, лесни шински возила, подземна железница и градска брза железница, во зависност од бројот на жителите.

Во однос на одредени правци на патување, експертите препорачуваат:

- ако се помалку од 8.000 патници/h ⇒ автобус;
- ако се 8.000 – 9.000 патници/h ⇒ тролејбус;
- ако се 9.000 – 14.000 патници/h ⇒ трамвај;
- ако се 14.000 – 28.000 патници/h ⇒ лесни шински возила (брз трамвај);
- ако се 28.000 – 45.000 патници/h ⇒ подземна железница (метро)
- ако се 45.000 – 65.000 патници/h ⇒ брза приградска и градска железница.

Од претходно кажаното може да се види дека секој град кој има од 250.000 до 300.000 жители треба да размислува за воведување шински сообраќај. Во табелата 5 е прикажано учеството на шинскиот сообраќај, конкретно на градската и приградската железница во превозот на патници во некои градови во Европа. Сепак, ова се градови кои се поголеми од Скопје.

Во табелата 5 се дадени техничките карактеристики на следните шински возила кои се употребуваат во одредени градови во Европа.

⁹ Русија е земја со најдобро организиран градски сообраќај во светот, а посебно се истакнува со подземната железница (метро).

Град	Број на жители - центар / со предградија (милиони)	Вкупен број на превезени патници годишно (милиони)	Градски железници			Приградски и регионални железници		
			Број на превезени патници годишно (милиони)	Број на линии	Долж. на пруга (km)	Број на превезени патници годишно (милиони)	Број на линии	Долж. на пруга (km)
Келн	1/1,3	382		3	40		14	503
Минхен	1,3/2,4	529	221	9	405	45,9	6	72,7
Штутгарт	0,6/2,3	280	82	6	174			
Нирнберг	0,5/1,6	166	21,1	15		6,6	2	24,9
Виена	1,5/2,3	669	90	10	437			
Брисел	1,1	210					10	
Варшава	1,7						8	
Милано	1,5/4	892		4	60	42,4		184
Лондон	8	1923	0,42/ден	10				
Барселона	1,7/2,6	456	42,5		142	78	4	419
Париз	2/11	2371	83,8	4	366	554	37	1263

Табела 5. Учество на железниците во градскиот, приградскиот и регионалниот превоз на патници во некои градови во Европа

4.2. Идејно решение за организација на градско – приградскиот сообраќај на Градот Скопје

Основни услови кои се поставуваат при изборот на оптимален вид јавен градско-приградски превоз на патници се: избраниот систем треба да овозможи точно и рамномерно функционирање на овој вид превоз со соодветен превозен капацитет, со поголема брзина, задоволителна удобност, добра информираност на патниците, обезбедување соодветна економичност и заштита на човековата околина.

Во рамките на овие согледувања треба да се има предвид дека успешен и економичен јавен градски патнички превоз во големите градови не може да се организира со еден вид превоз, земајќи ги предвид измените во структурите на градовите, проширените градски подрачја и создавањето населби-сателити, како и разновидноста на превозните барања.

Се смета дека сите видови превозни средства, како што се: автобусот, тролејбусот, трамвајот, лесните шински возила, приградската и градската железница, што се во рамките на градската агломерација, треба да претставуваат еден интегрален систем со координирано дејствување на сите застапени видови и планирање на понатамошниот развој на целосниот градски сообраќаен систем.

Германската ABB HENSCHTEL, врз основа на анализите, направи преглед колку пати повеќе чини воведување на патниот во однос на шинскиот сообраќај, земајќи ги предвид карактеристиките: аерозагадување, оптоварување на земјиштето, бучава, сообраќајни несреќи, економичност и зафаќање од земјиштето (слика 20).

Како што може да се види од сликата 20, околу 5,5 пати поголеми негативни ефекти има патниот во однос на шинскиот сообраќај.

При изборот на видот на градскиот сообраќај треба да се земат предвид и екстерните трошоци¹⁰. Последните испитувања за структурата на екстерните трошоци¹¹ се претставени во табелите 6 и 7.

Вид сообраќај	Патнички (%)	Товарен (%)	Просечно (%)
Патен	78,1	88,9	83,5
Железнички	5,1	5,7	5,4
Воден	–	3,3	1,6
Воздушен	16,8	2,1	9,5
Вкупно	100,0	100,0	100,0

Табела 6. Структура на екстерни трошоци на сообраќајот според сообраќајните гранки и видот

¹⁰ Екстерни трошоци на сообраќајот се: трошоците за сообраќајни несреќи, застојот во сообраќајот, бучавата, загадувањето на воздухот, зафаќањето од земјиштето и др.

¹¹ „Процена на вкупните екстерни трошоци во СФРЈ“ - Сообраќаен институт ЦИП, Белград, 1990 год.

Вид трошоци	Патен (%)			Железн. (%)	Воздуш. (%)	Вкупно (%)
	автомобили	автобуси	Вкупно			
Сообр. незгоди	89,1	9,3	98,4	1,6	–	100,0
Бучава	38,3	42,6	80,9	7,6	11,5	100,0
Аерозагадување	45,5	25,7	71,2	5,9	22,9	100,0

Табела 7. Структура на екстерните трошоци во патничкиот сообраќај

Во 1990 год. екстерните трошоци на сообраќајот на СФРЈ изнесувале 689 милиони долари или 2,6 % од националниот доход. Како што може да се види од табелата 6, најголеми екстерни трошоци предизвикува патниот сообраќај, и тоа околу 83,3 % (патничкиот 78,1 %). Табелата 7 прикажува дека најголемите трошоци за сообраќајните незгоди (98,4 %), бучавата (80,9 %) и аерозагадувањето (71,2 %), ги прават автомобилите и автобусите главно во градските подрачја.



Понови истражувања за екстерните трошоци на сообраќајот не се вршени на територијата на Република Македонија. Сепак, процентуалните односи претставени во табелите 6 и 7 се реални и за денешни услови се слични на поновите истражувања извршени во повеќето европски земји.


Се очекува населението во Скопје во наредниот десетгодишен период да се зголеми 40 – 50 % и дека ќе има повеќе од 800.000 жители. Со прилив на луѓе од други градови, можно е да достигне до еден милион. Согласно со искуството од светот, произлегува дека решението мора да се бара во шинскиот превоз. Покрај тоа, шинскиот сообраќај нема загадување на околината и има помала бучавост.

Веќе е кажано дека решението на сообраќајниот колапс во Скопје треба да се бара во нов вид сообраќај кој ќе овозможува масовен превоз за релативно кратко време, без многу вкрстувања и допирања со постојниот градски сообраќај. Најдобро решение е градење метро (подземна железница). Меѓутоа, градењето подземна железница е исклучително скапа инвестиција. Решение може да се бара и во градење трамвајска пруга, која од своја страна е многу поевтина инвестиција, но има многу допирни точки со постојниот градски сообраќај и прашање е дали може проблемот со сообраќајот во Скопје да го доведе на потребното ниво. Во одредени развиени земји трамвајскиот сообраќај се смета за надминато и неповолно решение, поради што, најчесто со надградба, се заменува со лесен шински систем.

Се поставува прашањето: „Каков шински систем на превоз треба да воведат Скопје“?

Идеално решение е изградба на денивелиран шински систем во однос на постојните булевари и улици. Тоа ќе биде возможно со изградба на подземна железница (метро) или моношински (monorail) систем. Меѓутоа, тоа се прескапи системи за кои Градот тешко ќе може да обезбеди средства за нивна изградба, експлоатација и одржување. Така на пример, изградба на 1 километар метро во Париз чини околу 173 милиони евра (117 мил. фунти), а во Лондон 333 милиони € (225 мил. фунти) без возила. Цената на некои моношински системи е дадена во табелата 8 (цените се без возила).

	Вид на системот	Цена	Статус
	Воздушна железница	\$25-30 милиони/милја	предложено
	Bombardier MVI Las Vegas	\$88 милиони/милја (7 станици на 4 милји)	во изградба
	Futrex System 21 (moonbeam)	\$20-25 милиони/милја	предложено
	Hitachi Tokyo-Haneda	\$15 милиони/ km	во изградба
	Hitachi Kitakyushu	\$62 милиони/ km	во изградба
	Hitachi Okinawa	\$27 милиони/ km \$44 милиони/ милја	во изградба
	Intamin Carr West, England	\$4.08 милиони/ km \$6.52 милиона/ милја	во изградба на неколку локации
	Colorado	\$10-25 милиони/ милја	предложено
	Malaysia Kuala Lumpur	\$36 милиони/ km	во изградба
	OTG HighRoad	\$23 милиони/ милја	предложено

	Titan Global	\$25 милиони/ милја	предложено
---	--------------	---------------------	------------

Табела 8. Цени за изградба на некои моношински системи

Трамвајот како решение за градски превоз на Скопје нема соодветно да одговори на очекувањата за решавање на проблемот на градскиот сообраќај. За негово воведување во класична верзија требало да се размислува порано, најмалку пред десет години. Затоа треба веднаш да се воведат лесен шински систем (брзи трамваји). Многу градови од светот ги заменуваат трамваите и воведуваат нови системи на лесни шински возила.

Задолжително мора да се воспостави врска помеѓу градската железничка мрежа и мрежата на пругите во железничкиот јазол на градот Скопје заради поврзување со градовите кои гравитираат кон него (Куманово, Тетово и Велес). Со ЈП „Македонски железници“ да се направи план за воведување „брза градско-приградска железница“, која ќе ги поврзува градовите Куманово, Тетово и Велес со Скопје.

Воведувањето на лесни шински возила треба да биде претходница за можно воведување на класично или „лесно“ метро во подалечна иднина. Класичниот трамвајски систем на превоз потешко и многу поскапо се приспособува кон метрото.

Разликата во начинот, па дури и во инвестирањето, за воведување трамвајски систем на превоз или лесен шински систем не е многу голема.

Лесните шински системи се компатибилни со патниот сообраќај и можат да функционираат и на сообраќајни ленти, кои ги делат со други возила на патниот сообраќај, и на издвоени траси.

Ширината на колосекот на лесниот шински систем треба да биде 1435 mm заради предвиденото поврзување на системот со колосеците на Скопскиот железнички јазол кое ќе биде објаснето понатаму во трудот.

Пругата за лесните шински возила треба да се протега низ сообраќајниот рбет (коридор) на градот кој поминува низ населбите Горче Петров, Влае, Карпош (Тафталиџе), Центар и Аеродром.

Институциите на Градот треба да спроведат дестимулативни мерки за користење на патничките автомобили, паркирање, унапредување на околината, воведување пешачки зони и сл.

Јавниот градски превоз на преостанатите приградски и градски линии да се решава со автобуски превоз.

Автобускиот превоз во приградските линии треба да завршува на местата каде што се наоѓаат терминалите на лесниот шински систем или на станиците на брзата приградска железница.

Појдовните терминали на приодите кон Скопје и поважните терминали на лесниот шински систем треба да бидат опремени со паркинг-простори за патните возила, за оставање на автомобилите и понатамошно продолжување со шински градски превоз.

Тоа значи дека во Скопје треба да егзистираат три вида јавен градско-приградски сообраќај: автобуски сообраќај, лесен шински систем и брза приградска железница. Сите мора меѓусебно да координираат и да претставуваат заеднички систем.

б) II Варијанта

Втората варијанта на трасата, исто така со два колосека, за секоја насока по еден, и исто така во должина од околу 14 километри, би поминувала по следниве булевари и улици: ул. Горче Петров, ул. Адолф Цибровски, ул. Митрополит Теодосиј Гологанов, бул. Македонија, бул. Крушевска Република, бул. Кузман Јосифовски Питу, бул. Јане Сандански, бул. Видое Смилевски Бато и ул. Февруарски поход (слика 22).

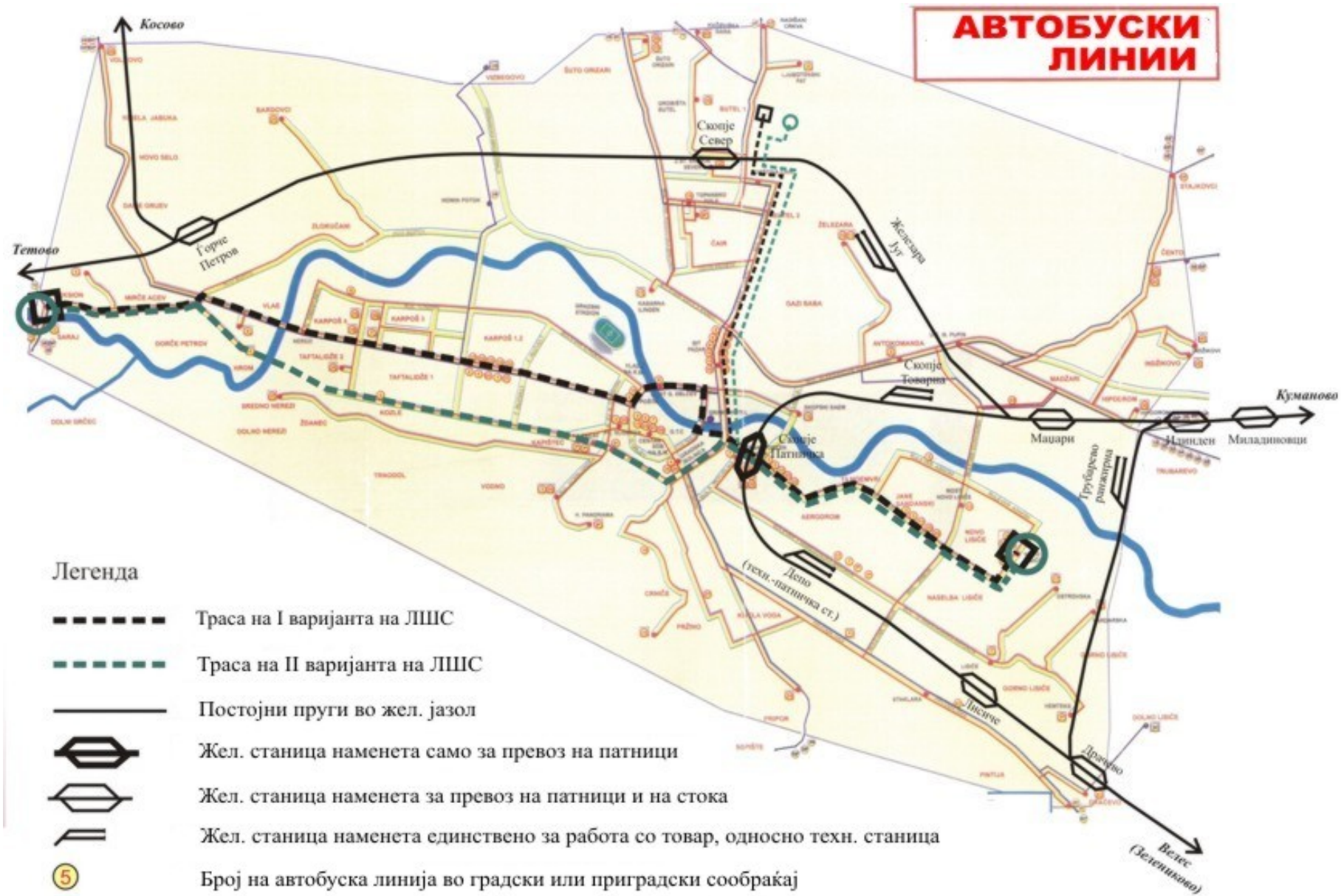
Периодот на изградба би се движел од 5 до 9 години и изградбата би се одвивала во две фази.

Првата фаза од изградбата би почнала од населбата Горче Петров, па до раскрсницата на ул. Митрополит Теодосиј Гологанов со бул. Свети Климент Охридски. На тој дел од трасата, во услови на неизграденост на т.н. „Јужен булевар“, постои поголем инвестициски и градежен зафат за поврзување со бул. Македонија.

Потребно време за изградба е од 3 до 5 години.

Втората фаза би опфатила продолжување на изградбата на трасата до населбата Ново Лисиче. Потребно време за изградба е од 2 до 4 години.

Подоцна би можело да се изведе шинско поврзување од железничката ст. Илинден со аеродромот „Скопје“ крај Петровец. Исто така, во некоја подоцнежна фаза е можно да се изгради уште една пруга за лесен шински систем од населбата Чаир (Бутел 1) до центарот на градот по бул. Христијан Тодоровски Карпош, ул. Цветан Димов и бул. Кочо Рацин. На тој начин би се заокружил шинскиот превоз во градско-приградското подрачје на градот Скопје.



Слика 22. Мрежа на лесен шински систем (ЛШС), брза приградска железница и автобуски сообраќај во Скопје

Секоја од варијантите има свои предности и недостатоци. Првата варијанта има повеќе вкрстувања со другите улици и булевари, што повлекува забаванье (доцнење) на шинскиот сообраќај, а со тоа и подолго време на патување, а од друга страна, поминува (дели) низ најгусто населените населби: Карпош I, II, III и IV, и Влае. Покрај тоа, поминува речиси низ строгиот центар на градот. Дава можност за користење и од патници кои доаѓаат од населбите Чаир, Бутел и др. Честите вкрстувања со патниот сообраќај можат во задоволителна мера да се решат со системите за автоматско регулирање на сообраќајот, за да се овозможи приоритетно и брзо движење на лесните шински возила (слика 23).

Сигурно дека идеално решение би било да се изврши денивелирање на трасата на лесниот шински систем од патниот сообраќај, на пр. со издигнување на колосекот на столбови и сл., но таквото решение бара премногу големи инвестициски средства (слика 24).

Изградба на траса на лесниот шински систем според втората варијанта треба да биде истовремено со градење на т.н. „Јужен булевар“. Апсурдно е да се гради трасата на лесниот шински систем, а подоцна да се прави булеварот. Трасата нема блиски допирни точки за жителите на населбите Карпош I, II, III и IV, каде што живее значителен број од населението и не поминува низ строгиот центар на градот. Позитивно е што има помалку вкрстувања со патниот сообраќај.

Во табелата 9 се дадени техничките податоци за веќе воведени лесни шински системи по одредени градови.

Град Карактеристики	Хановер	Есен	Франкфурт	Диселдорф	Штутгарт	Хановер	Келн	Балтимор	Утрехт
Год.испорака	1974-92	1991	1995-98	1981-93	1985-90	1998-2000	1994-98	1991-98	1983
Број на коли	260	15	39	88	55	48	120	53	27
Тип	6000	M8C	U4	B80D	DT8	TW2000	K4000		
Должина (m)	27	25,88	24,49	26,85	37,64	25,66	28,4	28	29,3
Ширина (m)	2,40	2,30	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,896	2,73
Висина на под (mm)	943	880	870	1000	1000	960	400/580	1016	1055
Висина на скали(mm)	388+294+261	280+3x2200	-	340+3x220	340+3x220	245+3x205	-	356+3x220	-
Маса (празен) (t)	38,8	31	37,4	39	54,5	39,85	35,8	46	37,5
Број на врати	5	2+2+2+1	4	5	4	4	4	4	4
Ширина на врати (mm)	5x1300	3x1300+650	4x1300	4x1300+700	4x1300	4x1300	4x1305	4x1500	4x1300
Коеф. врати (mm/m)	240	226	212	226	138	202	183	214	177
Распоред на оски	B'2'2'B'	B'2'2'B'	Bo'2'Bo'	B'2'B'	B'B'+B'B'	Bo'2'Bo'	Bo'2'Bo'	Bo'2'Bo'	B'2'B'
Растој. на обртни основи (m)	3 x 6,4	3x6,2	2x8,95	2x10	12+12	2x7,3+3,78	2x10,7	2x9,144	2x10,4
Раст. на осен склоп (mm)	1800	1800	1900	2100	2000	1800	1800	2286	1920
Радиус на тркало (mm)	730	981	720	740/710	740	730	630	711	720
Напон (V)	600	750	750	750	750	750	750	750	750
Осен погон	На оска	На оска	Еластичност	На оска	Еластичност	Еластичност	Еластичност	Еластичност	Еластичност
Еластичност	Мономоторно	Мономоторно	Трансферзално	Симотрац	Мономоторно	Трансферзално	Трансферзално	Трансферзално	Мономотор.
Часовна моќн. (kW)	2x218	2x185	4x130	2x235	4x222	4x146	4x120	4x160	2x228
Тип на мотор	ABS3321	-	BASu 4858/6	-	CUSC 5668b1		4LXA 1442		CUSC 5668b2
Макс. брз. (km/h)	80	70	80	80	80	80	80	90	80
Отпорн. сопир.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Комб., рекупер. и отпорн. сопир.	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Хидраул. сопир.	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Возд. сопир.	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Шинска сопир.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Произведувач на	Duewag	Duewag	Duewag	Duewag	Duewag	LHB	Bombardier	ABB(Dk)	SIG

колски сандак									
Произведувач на обртни основи	Duewag	Duewag	Duewag	Duewag	Duewag	Siemens SGP	Bombardier	ABB(Dk)	SIG
Произведувач на влечни мотори	Siemens	Garbe Lahm.	AEG	Siemens	AEG	Siemens	Gec Alsthom	ABB(S)	BBC
Вид управување	Чопер Sibas 16	GTO чопер MICAS	GTO-PWM SIBAS 16	VVF Sibas 16	ABB чопер SIBAS 16	2xIGBT SIBAS 32	2xGTO PWM MPC	2xGTO PWM TRACS	Електронне в. релее
Седишта	46	57	63	70	110	54	70	84	98
Стоеење (4 пат/м ²)	104	86	111	103	141	101	116	89	107
В к у п н о	150	143	174	173	251	155	186	179	205

Табела 9. Технички податоци за лесни шински возила

Други градови со приближна големина, која се прогнозира за Скопје за десетина години, кои имаат изградено урбан шински систем (лесен), се: Бирминген (Велика Британија) со 971.000, Бремен (Германија) со 850.000, Краков (Полска) со 760.000, Хелсинки (Финска) со 780.000, Лион (Франција) со 570.000 жители и др.

Некои цени на лесни шински возила и на трамваи се дадени во табелата 10. Како што може да се види, разликата во цената помеѓу трамваите и лесните шински возила не е голема. Најчесто употребувани возила се возилата на Bombardier (сликите 6 и 25), па на Siemens (сликите 26 и 27), а во последно време и на Шкода (сликата 7).

Производител	Лесно шинско возило			Трамвај		
	Bombardier	Siemens	Škoda	Alstom	AMT	Škoda
Цена во мил. €	2,0 - 2,9	1,50 – 2,4	околу 2,0	2,0 - 2,5	преку 2,5	околу 1,5

Табела 10. Цени на лесни шински возила кај најзапазените производители во светот

Цената за изградба на еден километар колосек¹² е различна за секој град одделно, а во одредени места може да достигне и до износ од 18 милиони евра¹³. Последните испитувања извршени од Group Planning CV, Rhein Consult GmbH, за изградба на колосек за лесни шински возила во ниво, во Брисел изнесува просечно од 1 до 2 милиона евра¹⁴. Првични процени се дека во Скопје изградба на еден километар колосек ќе чини од 0,8 до 1,5 милиони евра. Сигурно дека за утврдување на точната вредност ќе биде потребно да се извршат посебни истражувања.

Значи, за изградба на предвидената траса на колосекот за лесни шински возила на коридорот (според двете варијанти), цената ќе изнесува од 15 до 20 милиони евра без трошоците за набавка на возила и без кракот кон населбата Чаир (Бутел 1) и аеродромот „Скопје“ крај Петровец.

Во согласност со сегашниот план на сообраќај на автобуси (соло или зглобни), на предложените коридори од страна на ЈСП „Скопје“ се предвидени 14 градско-приградски линии (линии бр. „2“, „3“, „4“, „5“, „7“, „8“, „12“, „15“, „19“, „21“, „22“, „24“, „35“ и „59“) на кои сообраќаат во просек дневно 61 соло-автобуси, плус 27 зглобни автобуси, вкупно 88 автобуси плус линиите на приватните превозници. На линиите на ЈСП „Скопје“ едночасовниот проток на патници на споменатиот коридор се движи околу 5000 патници/х (табела 11). Кај приватните превозници ваков податок не е статистички утврдуван, но според податоците на приватните превозници „Слобода превоз“ и „Макекспрес“ на посочениот коридор се превезуваат околу 3500 патници/х¹⁵, што значи дека приватниот превоз учествува во вкупниот јавен превоз со околу 30 – 40 %. Тоа значи дека едночасовниот проток на патници на посочениот коридор изнесува околу 8000 – 8500 патници/х. Доколку јавниот превоз е со поголем квалитет, многу жители нема да ги користат сопствените автомобили и, веројатно, едночасовниот проток би бил околу 9500 – 10000 патници/х. За десетина

¹² При одредување на цената по километар во градовите секогаш се зема предвид двоколосечна пруга.

¹³ Според последните истражувања во Франција (Париз, Гренобл, Монпелје и Лион), за изградба на пруга за лесни шински возила, најчесто деневелирана, за еден километар треба да се издвои од 15 до 18 милиони €. Во Лондон од 7,4 до 12, а за суперквалитет до 20 милиони €.

¹⁴ Поточно од 1,18 до 1,72 милиони € во зависност од варијантата и делот од градот. Брисел има околу 140000 жители.

¹⁵ „Слобода превоз“: линија „12“ превезува по 600, „19“ и „23“ превезуваат по 880, а „22“ превезува околу 770 патници/х; „Макекспрес“ на линијата „22“ околу 400 – 500 патници/х.

години¹⁶, кога реално би завршила изградбата на предвиденото решение за шински превоз на градот Скопје, со обезбедување соодветен квалитет на превозот, може да се очекува овој едночасовен проток да биде над 14000 патници/h. Тоа е уште еден аргумент кој укажува на фактот дека треба да се размислува за воведување лесен шински систем.

Бр. на линија	Проток на патници на час (врвен период)	Соло автобуси	Зглобни автобуси	Вкупно ЈСП
„2“	582	4	9	13
„3“	445	5	/	5
„4“	182	4	/	4
„5“	689	2	12	14
„7“	344	9	/	9
„8“	269	4	/	4
„12“	199	1	/	1
„15“	367	1	5	6
„19“	398	7	/	7
„21“	96	2	/	2
„22“	680	10	/	10
„24“	419	9	/	9
„35“	164	2	1	3
„59“	92	1	/	1
Вкупно	4926	61	27	88

Табела 11. Проток на патници/h и број на автобуси по линии на ЈСП „Скопје“

Со изградбата на колосекот нема да постои потреба од сообраќање на автобуси на на линиите бр. „2“, „3“, „4“, „5“, „7“, „8“, „12“, „15“, „19“, „21“, „22“, „23“¹⁷, „24“, „35“ и „59“. Земајќи ја просечната брзина на лесните шински возила (22 – 30 km/h) и потребниот интервал на следење на возовите во најфреквентните периоди од 5 до 10 минути, а во вонфреквентниот период од околу 15 минути, ќе бидат потребни од 12 до 14 лесни шински возила (вклучувајќи резерва). Инвестицијата за нивна набавка е од 20 до 25 милиони евра.

Значи, вкупната инвестиција за изградба на пруга и набавка на возила би изнесувала од 35 до 45 милиони евра. Толку приближно ќе чини изградба на само еден километар метро или на околу два километра моношински систем.

¹⁶ Според очекувањата, населението ќе се зголеми 40 – 50 %.

¹⁷ Автобуска линија што ја користат само приватни превозни претпријатија.

4.2.2. Брза градско–приградска железница

Искуствата на многу европски градови (Виена, Минхен, Келн, Брисел, Мадрид, Истанбул, Букурешт, Белград, Софија итн.) за ангажирање на железничкиот сообраќај за приградски и градски превоз се исклучително поучни. Сите овие градови ја имаат интегрирано железницата во својот комунален транспортен систем и на тој начин многу успешно го имаат решено меѓусебното поврзување со поважните урбани делови и со опкружувањето.

Овие примери покажуваат дека железницата на подрачјето на Скопје може и треба значително да го зголеми своето учество во јавниот градски, а особено во приградскиот превоз на патници.

Скопскиот железнички јазол е составен од 5 станици и делови од пругите, кои се наоѓаат во централното градско подрачје, како и од 7 станици во приградскиот дел на градот, кои се отворени за прием и за превезување на патници.

Покрај наведените станици, кои се наоѓаат на пристапните пруги, постојат и стојалишта кои поврзуваат одредени приградски населби со централните делови на градот. Припадноста на стојалиштата на железничките станици и на железничките пруги е дадена во табелата 12.

П р у г а	Станици во градско подрачје	Станици во приградско подрачје	Стојалишта
Скопје - Табановци	Скопје – Патничка - Маџари	Илинден - Миладиновци	Товарна - Хиподром
Скопје - Кичево	Скопје Север - Горче Петров	Радуша	Пиварница - Железара - Ново Село - Сарај - Сулари
Скопје - Велес	Лисиче	Драчево - Јане Сандански - Зелениково	Ново Зелениково

Табела 12. Службени места во Скопскиот железнички јазол

Во наши услови, на релациите Велес – Скопје, Куманово – Скопје и Тетово – Скопје и обратно, современата концепција на организацијата на приградскиот сообраќај ги подразбира следните интервали на сообраќање помеѓу возовите:

- во фреквентниот час 30 мин¹⁸;
- во фреквентниот период вонфреквентниот час 60 мин;
- во вонфреквентниот период 120 мин.

За воведување брза приградска железница е потребна набавка на современи електро и дизелмоторни возови. Цената на овие возови се движи од 1 до 3 милиони евра. Нормално, постојат и многу попкапи.

Со Генералниот урбанистички план, на сите постојни и идни пруги на подрачјето на Скопскиот железнички јазол е потребно да се приспособат станиците и стојалиштата, како и придружните железнички објекти и постројки (индустриски колосеци, магацини, манипулативни рампи, работилници и др.), во услови на постојана урбанизација.

Железницата е најкрута гранка на јавниот градски и приградски превоз на патници, поради што другите потсистеми мора да се усогласат со неа.

Со цел да се растовари центарот на градот од патничките автомобили и да се обезбеди прастапност до железничките станици и стојалишта, собирните улични мрежи мора да се приспособуваат и развиваат така што ќе овозможат непречен трансфер на патниците. Заедно со постојките на ЈСП „Скопје“ и такси-возилата, паркинзите (обичните и во системот „park and ride“¹⁹), велосипедските и пешачките патеки ќе овозможат квалитетно поврзување на железничките станици и стојалишта со урбаното опкружување. За овие простори е потребно посебно анализирање и планирање.

За зголемување на атрактивноста на железничките станици и стојалишта надвор од подрачјето на Генералниот урбанистички план, се потребни терминали кои ќе имаат функција на напојни – секундарни системи за превоз на патници, како што се: завртници на линиите на минибусите, такси-стојалишта, постројки за оставање велосипеди и систем „kiss and ride“ и сл. На

¹⁸ Фреквентните периоди се од 6 до 9 часот наутро и од 13 до 16 часот попладне. Фреквентните часови се од 7 до 8 наутро и од 15 до 16 часот.

¹⁹ Комбиниран превоз, индивидуално возило - јавен превоз („park and ride“);

тој начин се прошируваат гравитациските подрачја на овие железнички станици и стојалишта, се зголемува бројот на патниците во приградскиот сообраќај, се намалува користењето на патничките автомобили и се остварува повеќекратен позитивен ефект – намалување на потребата за изградба на паркинг-простори во центарот на градот и патната инфраструктура, се намалува загадувањето на човековата околина, се зголемува брзината на патувањето итн.

Можностите за формирање приградски автобуски терминали треба да се разгледуваат во зоните на градовите: Куманово, Велес и Тетово, потоа во областа на Транспортниот центар²⁰ и населбите Горче Петров (Влае) и Ново Лисиче во Скопје. Со изградба на шински систем до населбата Чаир (Бутел 1) е потребно да се изгради и автобуски терминал на тоа подрачје.

При планирањето на интегралниот систем на јавниот градско-приградски превоз на патници е потребно да се пронајде решение за шинско поврзување на лесниот шински систем со колосеците на Скопскиот железнички јазол, со што ќе се овозможи шинско поврзување на одредени населби (на пр. помеѓу населбите Горче Петров, Карпош и Драчево; и Лисиче, Илинден, Маџари и Горче Петров и др.).

4.2.3. Автобуски и автомобилски сообраќај

Со Основниот урбанистички план на Скопје е предвиден радијално-кружен систем на основната улична мрежа, која е делумно реализирана. Во основа треба да го сочинуваат експресни градски магистрала кои в долж и попреку го сечат градското подрачје и, во однос на центарот, заедно со артериските и колекторските улици формираат радијален тип на мрежа.

Јавниот превоз на патници на градско-приградските линии го извршува ЈСП „Скопје“ и приватни претпријатија. Според сегашната организација, превозот на патници се врши на вкупно 67 линии, и тоа 26 градски и 41 приградска линија (табела 13).

Автобуски линии	Број на линии	Вкупна должина на линиите во km	Просечна должина на линиите во km
Градски линии	26	265	10,19
Приградски линии	41	738	18,00
Вкупно автоб. линии	64	1003	14,97

Табела 13. Податоци за автобуски линии на Градот Скопје

Со воведување на лесниот шински систем ќе нема потреба од сообраќање на линиите бр. „2“, „3“, „4“, „5“, „7“, „8“, „12“, „15“, „19“, „21“, „22“, „23“, „24“, „35“ и „59“. Значи бројот на автобуските линии, од кои повеќето се градски, би се намалил најмалку за 15 (околу 60%). Многу од линиите ќе мора да претрпат измени. Всушност, целиот концепт на јавниот автобуски превоз на Градот Скопје ќе претрпи измени. Новиот концепт, главно, ќе има²¹ превозна функција до терминалите на лесниот шински систем и брзата градско-приградска железница (урбан шински систем). Сигурно е дека ќе постојат автобуски линии кои ќе ја задржат постојната функција на превозот, посебно кон оние населени места што ќе немаат допирни точки со предложениот урбан шински систем. Земајќи ги предвид овие факти, веројатно нема да има потреба од набавка на автобуси за предложениот концепт на ова истражување. Но, сигурно е дека ќе биде потребно нивно постепено осовременување.

Со давањето соодветен квалитет во јавниот градски превоз на Скопје се очекува значително намалување на користењето на автомобилите. Покрај квалитетот за намалување на користењето на автомобилите, истовремено треба да се преземат мерки за дестимулација на возењето со патнички автомобили, унапредување на животната средина, вклучувајќи воведување пешачки зони во центарот на градот, и озеленување на трасите на пругите. За помало користење на автомобилите може да влијае и постојаното зголемување на цената на суровата нафта на светскиот пазар. За поголема проточност на автомобилите, кои понатаму би се употребувале на посочениот коридор, потребно е на одредени улици да се воведат еднонасочен сообраќај и да се изгради заобиколницата околу Скопје.

²⁰ Транспортниот центар ќе има најголема функција при поврзувањето на предвидените три системи на превоз на градско-приградските патници (лесен шински, железнички и автобуски превоз).

²¹ Посебно со изградбата на кракот кон Бутел 1 (Чаир) и поврзувањето со брзата градско-приградска железница.

5. ЗАКЛУЧОК

Проблемот на јавниот превоз на населението во урбаните места постои во многу градови во светот. Пристапот кон решавање на проблемот е различен. Повеќето решенија се стремат кон намалување на користењето на автомобилите како најголеми причинители на сообраќајните метежи во градовите, кои, од друга страна, имаат директно влијание на квалитетот на јавниот превоз. На лошиот квалитет на јавниот превоз уште влијае и зголемувањето на бројот на населението, несоодветната организација на јавниот превоз, недоволниот капацитет на сообраќајниците, застарениот возен парк и др.

Лошиот квалитет на јавниот превоз влијае на неговото послабо користење. Населението во такви случаи, доколку има можности, сè повеќе се решава за користење на сопствените превозни средства.

Решавањето на проблемот на јавниот превоз главно зависи од финансиската моќ на градовите. Помалите и помалку финансиски моќните градови, колку-толку успеваат да го решат проблемот на јавниот превоз со добро организирање на автобускиот сообраќај. Во одредени градови, покрај автобуските, воведени се и трелејбуски линии. Поголемите градови главниот акцент кај јавниот градски и приградски превоз го ставаат на шинското решавање на проблемот. Помалку финансиски моќните градови воведуваат трамваи, лесни шински возила, а побогатите и метрополите - метроа, градски железници и моношински системи.

Градот Скопје, кој моментно има над половина милион жители, е еден од градовите кој подолго време нема направено ништо сериозно за подобрување на квалитетот на јавниот градски и приградски сообраќај.

Истражувањето прикажано во овој труд има цел да даде одговор на прашањето: „Кој би бил оптималниот начин на организација на јавниот градско – приградски превоз на Градот Скопје?“.

За давање одговор на поставеното прашање беа презентирани најновите начини на решавање на урбаниот превоз во градовите кои постојат во светот, беа наведени неколку искуства во решавање на поставениот проблем, посебно во градовите кои имаат приближна големина како Скопје, беа согледани просторните можности, постојната инфраструктура, потребите на Градот, беше земен предвид очекуваниот тренд на пораст на бројот на населението и гравитациското подрачје на жителите од градовите: Куманово, Тетово и Велес, поради својата близина (од 30 до 50 километри).

При согледување на претходнонаведените фактори беше заклучено дека парцијалното решавање на проблемот нема да ги даде очекуваните резултати. Истакнато е дека не е можно решавање на проблемот „преку ноќ“ и дека тоа е континуиран процес кој трае повеќе години.

Констатирано е дека градот Скопје треба да има свој заеднички систем на јавен градско-приградски превоз, во кој ќе егзистираат три типа: лесен шински систем, брза приградска железница и автобуски сообраќај. Многу важно е тоа што сите мора да бидат во меѓусебна корелација (интегрален систем на јавен превоз).

Главниот потег (коридор) на кој треба да се воведат лесен шински систем на превоз, се протега низ сообраќајниот рбет на градот, кој поминува низ населбите: Горче Петров, Влае, Карпош (Тафталиџе), Центар и Аеродром. Во подоцнежните фази на комплетирање на системот е потребно да се изврши шинско поврзување со населбата Чаир (Бутел 1).

Лесниот шински систем е компатибилен и со железничкиот и со патниот сообраќај. Потребно е да се изврши шинско поврзување на лесниот шински систем со колосеците на Скопскиот железнички јазол, со што ќе се овозможи шинско поврзување на одредени населби (на пр. помеѓу населбите Горче Петров, Карпош и Драчево; и Лисиче, Илинден, Маџари и Горче Петров и др.).

Вториот сегмент во системот на јавниот превоз треба да биде брза приградска железница која може успешно да изврши превоз на патници на релациите Велес – Скопје, Куманово – Скопје и Тетово – Скопје и обратно, но и на патници од приградските населби на Скопје (Миладиновци, Илинден, Маџари, Лисиче, Драчево, Зелениково и др.). Нормално, за да се реализира тоа, потребни се одредени интервенции во организацијата и инфраструктурата и набавка на современи превозни средства. Меѓутоа, главниот елемент што треба да се решава е интегрирањето на брзата приградска железница во заедничкиот систем на јавниот градско-приградски превоз во Скопје.

Третиот сегмент треба да го сочинува автобускиот сообраќај. Тој ќе ја има превозната функција од и до терминалите на лесниот шински систем и брзата градско-приградска железница. Покрај тоа, ќе постојат автобуски линии кои ќе ја задржат постојната функција на превозот, посебно кон оние населени места што ќе немаат допирни точки со предложениот урбан шински систем. Тоа значи дека таков автобуски сообраќај треба да има нов концепт на организација.

Се очекува понудата на квалитетен и поевтин јавен превоз, дестимулацијата од страна на локалната самоуправа, развојот на еколошката свест, создавањето услови за пријатно патување,

поскапувањата на нафтените деривати и др., да влијаат за намалување на користењето на автомобилите.

Воведувањето на интегралниот систем на јавен превоз во Скопје, составен од: лесен шински систем, брза приградска железница и автобуски сообраќај, ќе придонесе за намалување на сообраќајните метежи, сообраќајните незгоди, аерозагадувањето, бучавата, безбедноста на сообраќајот и др., што значи дека ќе се намалат екстерните трошоци на сообраќајот на градот.

За утврдување на точната вредност на инвестицијата за воведување интегрален систем на јавен превоз, треба да се направи физибилити студија. Првичните пресметки укажуваат дека за воведување на лесниот шински систем, кој е нов систем во градот, ќе бидат потребни од 35 до 45 милиони евра, за инфраструктура, превозни средства и автоматика. За брзата приградска железница ќе бидат потребни инвестиции само во превозните средства, од 10 до 12 моторни воза, значи околу 20 – 25 милиони евра. Во првите фази, само за изградба на автобуските терминали ќе бидат потребни најмногу до 1 милион евра инвестиции во автобускиот сообраќај.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Planco Consulting Studie ABB HENSHCEL AG, Manheim, Germany, 2 001
- [2] A.P. Artinov, N.U. Dmitriev, „Prigorodnie pasažirske perevoski“, Transport, Moskva, 1985.
- [3] R. Banković, „Planiranje javnog gradskog putničkog prevoza“, Gradjevinska knjiga, Beograd, 1998
- [4] B.T. Bazliss, „Methodische Probleme von Verkehrsprognosen“, Institut für Verkehrswissenschaft and der Universität Münster, Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1997
- [5] M.E. Beesley, „Urban Transport: Studies in Economic Policy“, Butterworths, London, 1993
- [6] Honduis, H., What is Light Rail? It's Origins, Today's State of the Art and its Importance through the World, Railway Technical Review, No. 1, 1998
- [7] Dinić, D., Metro i sistemi za masovni prevoz putnika, Dinex, Beograd, 1998
- [8] Railway Gazette, April 2003, May 2003, April 2001, March 1997
- [9] International Railway Journal, May 1998, September 1998
- [10] Rail Review, ALSTOM's International Transport Magazine, No. 7, 1999/2000
- [11] Bombardier Tram-Train, 1997
- [12] Abbott, J., Eastern European operators take stock, European Rail Review, Issue 4, 2002
- [13] InnoTrans 2004 Report, No. 1, April 2003
- [14] Low Floor Light Rail Vehicle SL95, ANSALDO & FIREMA Transporti.
- [15] Light Rail Vehicle – Turin, ANSALDO Transporti.
- [16] Novales, M., Orro, A., Bugarin, m., Light Rail over Railway Lines in Operations, World Congress of Railway Research, Cologne, 2001
- [17] Schwartz, H-J., Pfeiffer, R., Wheel Creep Control for Light Rail Vehicles, Railway Technical Review, No. 2, 2000
- [18] J. Black, „Urban Transportation Planning – Theory and Practice“, Croom Helm, London, 1981.
- [19] R. L. Creighton, „Urban Transportation Planning“, University of Illinois Press, Chicago, 1970.
- [20] J. W. Dickey, „Metropolitan Transportation Planning“ Scripta Book Co, Wahington, D. C. 1975.
- [21] T. Domencich, G. Kraft, J. Valette „Estimation of Urban Passenger Travel Behaviour: An Economic Demand Model“, Highway Research Record 238, Washington, D. C. 1968.
- [22] M. Čičak, S. Vesković, „Organizacija železničkog saobraćaja II“, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2005.
- [23] N. Jovanović, „Planiranje saobraćaja“, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1992.
- [24] J. Jović, „Planiranje saobraćaja u gradovima“, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1996.
- [25] V. A. Judin i D. S. Samoilov, „Gorodskoj transport“, Stroj-izdat, Moskva, 1975.
- [26] Т. Ушев, Г. Стојиќ, „Шински системи на превоз во градски и приградски сообраќај на Скопје“, II симпозиум „Сообраќај и комуникации на прагот од XXI век“, Охрид, 2000.
- [27] B. V. Martin, F. W. Memmott, A. J. Bone, „Principles and Techniques of Predicting Future Demand for Urban Area Transportation“, M. I. T. Press, Cambridge, 1997.
- [28] Metropolitan Toronto and Regional Transportation Study, Calibration of a Regional Traffic Prediction Model for the A. M. Peak Period, Toronto, Ontario, 1967.
- [29] P. R. Stopher, A. H. Meyburg, „Urban Transportation Modeling and Planning“, Lexington Books, Lexington, Mass., 1975.
- [30] U. S. Department of Transportation, Federag Highway Administration, „Urban Transport Planning, General Information“ Washington, D. C. 1972.
- [31] V. Vučić, „Javni gradski prevoz“, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- [32] Light Rail Study, Group Planning CV, Rhein Consult GmbH
- [33] „Процена на вкупните екстерни трошоци во СФРЈ“ - Сообраќаен институт ЦИП, Белград, 1990 год
- [34] Internet