



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Logistično inženirstvo
Modul: Cestni promet

LPP IN ALTERNATIVNA GORIVA

Mentor: mag. Janez Blaž
Lektorica: Saša Ekmečič Jakič, prof.

Kandidat: Tomaž Grm

Kranj, maj 2010

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, mag. Janezu Blažu za nasvete pri izdelavi diplomske naloge z naslovom LPP in alternativna goriva.

Zahvaljujem se tudi lektorici Saši Ekmečič Jakič, prof., ki je lektorirala mojo diplomsko nalogo.

Posebej pa se zahvaljujem ženi Mojci in otrokom Lari, Andražu in Timu za potrpežljivost in razumevanje ob odsotnosti zaradi šolskih obveznosti.

IZJAVA

»Študent Tomaž Grm izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Janeza Blaža.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne 1. 6. 2010

Podpis:

POVZETEK

V diplomskem delu je predstavljena zgodovina ljubljanskega potniškega prometa in podjetje Ljubljanski potniški promet (v nadaljevanju LPP), ki opravlja avtobusne prevoze potnikov v Ljubljani in njeni okolici. V podjetju se trudijo, da bi čim manj onesnaževali okolje, kar je pri tolikšnem številu prevoženih kilometrov težko doseči. LPP se vključuje v različne ekološke projekte, ki jih priporoča Evropska unija. Pri sodelovanju v enem od projektov je LPP testiral biodizel. V nalogi je podrobno predstavljena primerjava med običajnim gorivom (D2) in biodizlom. Da bi se čim bolj preudarno odločili glede nakupa novih avtobusov, občasno testirajo različne modele. Predstavljeno je testiranje hibridnega vozila in analiza dobljenih podatkov. Na koncu diplomskega dela je prikazan tudi mogoč razvoj LPP-ja v prihodnosti.

KLJUČNE BESEDE

Ljubljanski potniški promet
Mestni potniški promet
Biodizel
Gorivo
Avtobus

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Diplomarbeit stellte ich die Geschichte des Ljubljanaer öffentlichen Personennahverkehrs dar und auch das Unternehmen Ljubljanski potniški promet (im Weiterem: BVG), das Bus-Transporte der Fahrgäste in Ljubljana und seiner Umgebung betreibt. In unserem Unternehmen bemühen wir uns um möglichst kleinere Umweltverschmutzung, was aber bei so vielen gefahrenen Kilometern, schwierig zu erreichen ist. Das Unternehmen LPP nimmt an verschiedenen, von der Europäischen Union empfohlenen Projekten, teil. Als Folge der Teilnahme an einem der Projekte, hat LPP Biodiesel geprüft. In der vorliegenden Diplomarbeit habe ich den Vergleich zwischen dem normalen Kraftstoff (D2) und Biodiesel sehr genau dargestellt. Um sich für den Kauf der neuen Busse möglichst besonnen entschließen zu können, werden gelegentlich verschiedene Prüfungen an Bussen durchgeführt. In meiner Diplomarbeit wird das Prüfen eines Hybridfahrzeugs und die Analyse der erhaltenen Daten behandelt und dargestellt. Zum Schluss dieser Diplomarbeit habe ich auch die Entwicklungsmöglichkeiten des Unternehmens LPP präsentiert.

SCHLÜSSELWÖRTER

Ljubljanaer öffentlicher Personenverkehr
Innerstädtischer Personenverkehr
Biodiesel
Kraftstoff
Bus

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	NAMEN RAZISKAVE	1
1.3	METODE RAZISKOVANJA.....	1
1.4	ZGRADBA DELA	2
2	ZGODOVINA JAVNEGA PROMETA V LJUBLJANI.....	3
2.1	TRAMVAJ	3
2.2	TROLEJBUS.....	4
2.3	AVTOBUS.....	5
3	LPP DANES	7
3.1	POSLANSTVO.....	7
3.2	VIZIJA.....	7
3.3	PREDSTAVITEV MESTNEGA LINIJSKEGA POTNIŠKEGA PROMETA	8
4	VOZNI PARK MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA.....	10
4.1	VRSTE VOZIL V VOZNEM PARKU MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA	10
4.2	OPREMLJENOST VOZIL.....	11
4.3	STAROSTNA STRUKTURA VOZNEGA PARKA MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA	13
4.4	REALIZACIJA OBRATOVALNIH UR IN TOČNOST ODHODOV PO VOZNEM REDU.....	17
5	LPP IN OKOLIJSKI VIDIK.....	18
5.1	IZPUSTI MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA	19
5.2	PORABA GORIVA V VOZNEM PARKU MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA	20
5.3	PREIZKUSNI AVTOBUSI.....	21
5.4	UČINKI OBNOVE VOZNEGA PARKA	22
5.5	MIDI AVTOBUSI	22
6	TESTIRANJE BIODIZLA	23
6.1	BIODIZEL – USPEŠNA ZAMENJAVA ZA FOSILNI DIZEL	23
6.2	UPORABA BIODIZLA V CESTNIH VOZILIH Z MOTORJI Z NOTRANJIM IZGOREVANJEM.....	23
6.3	REZULTATI RAZISKAV UPORABE BIODIZLA KOT USTREZNEGA NADOMESTILA ZA FOSILNI DIZEL	24
6.4	BIODIZEL KOT POGONSKO SREDSTVO ZA AVTOBUSE MESTNEGA PROMETA	28
6.5	PRIPRAVA AVTOBUSA ZA UPORABO BIODIZLA	28
6.6	REZULTATI DOSEDANJIH TESTIRANJ – IZMERJENE VREDNOSTI NA TESTNIH VOZILIH V DIAGNOSTIČNEM CENTRU LJUBLJANSKEGA POTNIŠKEGA PROMETA	29
6.7	PRIPRAVA NA MERITVE	31
6.8	IZVEDBA MERITEV	33
6.9	REZULTATI: EMISIJE IZPUŠNIH PLINOV	35
7	TEST HIBRIDNEGA PROTOTIPNEGA AVTOBUSA ZNAMKE MAN	38
7.1	STATISTIČNI PODATKI TESTIRANJA VOZILA – HIBRIDNI MAN	41
8	ZAKLJUČKI	43
8.1	OCENA UČINKOV	43
8.2	POGOJI ZA UVEDBO.....	43
8.3	MOŽNOST NADALJNEGA RAZVOJA	43
9	LITERATURA IN VIRI.....	45

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Namen diplomske naloge je predstaviti problem mestnega potniškega prometa. Največja težava mestnega potniškega prometa je predolga potovalna hitrost, zato javni prevoz ostaja nezanimiv za potnike. Druga težava je starost vozil v mestnem prometu, ki se je sicer v zadnjem letu s prihodom novih avtobusov malo znižala, vendar še vedno ni primerljiva z mesti enake velikosti. Na primer v Trstu avtobuse, ki so stari toliko, kot je pri nas povprečna starost vozil, dajo v odpis. S starostjo je povezana tudi naslednja velika težava: ekologija. Novejši avtobusi izpuščajo veliko manj škodljivih emisij od starejših z motorji Euro 0.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Že od nekdaj obstaja tesna povezava med razvojem mest in javnim mestnim potniškim prevozom. Le-ta namreč omogoča hitrejši in okolju prijaznejši prevoz prebivalcev znotraj urbanega središča in tudi prostorsko širjenje mesta. Vzroki za to so predvsem odhod na delo in vrnitev z dela, oskrba, kulturne potrebe, odhod v šolo in vrnitev iz šole, rekreacija, turizem ...

Namen sodobnega javnega prevoza potnikov v urbanih središčih je prevoz velikega števila prebivalcev in da ga pod ustreznimi pogoji lahko vsak koristi. Prednost takega prevoza pred individualnim je ravno v njegovi zmogljivosti, saj pri polni zasedenosti zavzema mnogo manjšo prometno površino v primerjavi s številom avtomobilov, ki bi prepeljali enako število potnikov. Poleg tega dosti manj onesnažuje okolje.

1.3 METODE RAZISKOVANJA

Pri pisanju naloge so bile uporabljene sledeče znanstvenoraziskovalne metode:

- metoda deskripcije in kompilacije (opisovanje in združevanje – navajanje tujih virov),
- metoda pogovora,
- metoda indukcije in dedukcije (sklepanje iz posameznega na splošno in iz splošnega na posamezno),
- metoda računalniške obdelave podatkov,
- statistična metoda (prikaz podatkov s pomočjo tabel in grafov),
- analitična in sintetična metoda (razčlenjevanje in povezovanje elementov v celoto).

1.4 ZGRADBA DELA

Diplomsko delo je razdeljeno na osem poglavij s podpoglavji, ki so med seboj vsebinsko povezana.

V uvodu je predstavljen problem, ki se ga je raziskovalo v diplomski nalogi, in namen te diplomske naloge. Naštete so tudi uporabljene metode dela.

V drugem delu naloge je predstavljena zgodovina javnega prometa v Ljubljani in različna prevozna sredstva javnega prometa.

V tretjem delu je opisano javno podjetje Ljubljanski potniški promet. Izpostavljeno je njegovo poslanstvo, vizija in statistični podatki o njegovi uspešnosti.

V četrtem delu je predstavljena struktura voznega parka MPP-ja.

Peti del diplomske naloge opisuje MPP: njegov okolijski vidik, porabo goriva, izpuste emisij in učinke obnove voznega parka.

V šestem delu je predstavljeno testiranje biodizla za pogonsko sredstvo avtobusov mestnega prometa. Med drugim so predstavljeni rezultati meritev in raziskav laboratorija mariborske Fakultete za strojništvo ter analiza rezultatov, opis in izvedba meritev izpušnih emisij, ki jih je opravila ljubljanska Fakulteta za strojništvo.

V sedmem delu je prikazano testiranje hibridnega vozila znamke MAN.

V osmem poglavju je na kratko predstavljeno nekaj osnovnih ukrepov za mogoč razvoj mestnega potniškega prometa v prihodnosti.

2 ZGODOVINA JAVNEGA PROMETA V LJUBLJANI

Kaj je pravzaprav javni mestni promet? Po definiciji je javni promet to, da nekdo komu plača, da ga ta odpelje ali prenese tja, kamor si želi. Skratka, gre za plačano javno uslugo.

Prvi predhodniki javnega mestnega prometa so bili stolonoše. Leta 1735 je cesar ljubljanskemu Magistratu podelil privilegij, da je smel ustanoviti službo stolonoš. Stolonoše so za manjši znesek v nosilnicah prenašali meščane po mestu. Na stol so levo in desno pritrdili približno trimetrski leseni drogovi. Ko je stranka sedla na stol, sta dva mladeniča prijela konca drogov, dvignila stol in stranko odnesla tja, kamor je zahtevala. Pravzaprav so bili stolonoše predhodniki taksistov, saj niso imeli rednih prog z nosilnicami. Od takrat je minilo že več kot 270 let.

Že leta 1799 so stolonoše izginili iz Ljubljane, saj so njihovo delo v celoti prevzele kočije. Izvoščki so se na ljubljanskih cestah obdržali več kot stoletje. Kočije so se ljudem zelo priljubile, zato izvoščkov ni želel nihče odpraviti. Izvoščki so se obdržali in opravljali svoje delo tudi po uvedbi sodobnejših vrst prevozov po mestu. Šele ko so se v Ljubljani začeli uporabljati avtomobili, so ljudje nehali uporabljati kočije.

Industrijska revolucija je spremenila svet. Železnice so se začele širiti po vsem svetu in tako je leta 1820 začela v idrijskih gozdovih obratovati prva gozdna železnica na svetu za prevoz posekanega lesa. Leta 1846 smo tudi v naših krajih dobili prvo progo Gradec–Celje, ki se ji je leta 1849 pridružila še proga Celje–Ljubljana.

Po prihodu železnice v naše kraje so se pojavili prvi omnibusi tudi v Ljubljani. Zelo znani in priljubljeni so bili že v Postojni, kjer so povezovali železniško postajo in Postojnsko jamo. V Ljubljani so jih kupili vsi veliki hotelirji in vozili potnike med železniško postajo in svojim hotelom.

Omnibus je bil velik, kočijam podoben voz, ki sta ga vlekla najmanj dva konja. Uporabljal ga je lahko vsak, ki je plačal minimalen znesek za prevoz. V duhu tistega časa so tovrstne vozove poimenovali z latinsko besedo omnibus, kar je dobesedno pomenilo, da je to vozilo za vsakogar.

2.1 TRAMVAJ

V Evropi se je javni tramvajski prevoz začel uveljavljati proti koncu 19. stoletja. Tudi v Ljubljani so pričeli razmišljati o njem, saj je število prebivalcev v mestu naraščalo. Ko je imela Ljubljana okoli 40.000 prebivalcev, se je mestna skupščina odločila, da bo uvedla mehanizirana prevozna sredstva. Leta 1900 so ustanovili Splošno malo železniško družbo in tramvaj je v Ljubljani začel voziti 6. septembra 1901 brez posebnih slovesnosti. Na začetku je bila vožnja z njim prava dogodivščina, zato so se navdušeni Ljubljančani vozili bolj za zabavo kot zaradi potrebe. Tako so že prvi dan prodali kar 6.400 vozniških listkov.

Splošna mala železniška družba je bila leta 1901 res zelo majhna, saj je imela le 13 pogonskih vozov, eno prikolico in en voz za soljenje cest v zimskem času, zaposlovala pa je zgolj 64 ljudi. V vsakem pogonskem vozu je bilo prostora za 30 ljudi (16 sedežev in 14 stojšč), tramvaji pa so peljali s hitrostjo do 30 km/uro. Do konca leta 1901 so ljubljanski tramvaji prevozili okoli 136.000 km in prepeljali 330.000 potnikov.

Splošna mala železniška družba, ki je upravljala s tramvaji v Ljubljani, je bila avstrijska zasebna delniška družba, ki jo je upravljalo podjetje Siemens & Halske. Po 25 letih obratovanja cestne železnice je mestu končno pripadla pravica, da je smela odkupiti tramvajsko podjetje.

Leta 1929 se je Splošna mala železniška družba preimenovala v Električno cestno železnico (ECZ) in po letu 1930 se je mesto pospešeno lotilo posodabljanja voznega parka in prog. Kupili so nova in tudi rabljena vozila, tako da so imeli v voznem parku leta 1940 52 enot. Razširili so mrežo tramvajskih prog, središče povezali s predmestjem ter preselili remizo in remontne delavnice na Celovško cesto.



Slika 1: Tramvaj, ki ga še danes hranijo v LPP d.o.o.

Vir: LPP

2.2 TROLEJBUS

Po 2. svetovni vojni se je Ljubljana hitro širila, zato tramvaj ni bil več kos rastočim potrebam v mestu. Ko je začelo naraščati število osebnih avtomobilov, je bil to dodaten razlog za drugačno ureditev prometa na ljubljanskih ulicah, ki bi osebnim avtomobilom jemala manj voznih površin. Maja 1953 je Mestni ljudski odbor Ljubljana ustanovil komisijo, ki je pripravila predlog o prehodu mestnega prometa s tramvaja na trolejbus in avtobus.

Prehod je bil postopen. Sredi 50. let so po ljubljanskih ulicah začeli redno voziti prvi trolejbusi in avtobusi. Leta 1958, ko je tramvaj dokončno nehal voziti, pa se je tedanja ECŽ preimenovala v Ljubljana-Transport. Tramvaj je na svojo zadnjo vožnjo odpeljal 20. decembra 1958, obdan z množico Ljubljančanov. Pred Magistratom se je od njega poslovil Frane Milčinski - Ježek, preoblečen v Franca Jožefa, radio pa je prenašal celotno poslovilno slovesnost, ki se je mnogi meščani in meščanke še danes z nostalgijo spominjajo. Enako kot tramvaji so bili tudi trolejbusi na električen pogon in zato odvisni od napeljanih vodov po mestu. Žal pa izkušnje s trolejbusi niso bile najboljše.

Tokovni odjemnik, imenovan trola, se je trolejbusu pogosto snel in ga je bilo treba ponovno namestiti. Pozimi so dodatne težave povzročali sneg in posipanje cest s

soljo. Slana voda je namreč prihajala v stik z električno napeljavo in povzročala kratek stik. Dogajalo se je celo, da je bila pod napetostjo celotna karoserija trolejbusa. Potnike je močno streslo, če so se le dotaknili kovinskih delov vozila. Trolejbus je po Ljubljani zadnjič vozil 4. septembra 1971 na progi Vižmarje–Vič, nato pa so ga popolnoma zamenjali avtobusi.



Slika 2: Trolejbus

Vir: <http://www.flickr.com/photos/33920880@N08/3151979252/>

2.3 AVTOBUS

Po 1. svetovni vojni se je po vsem svetu začel množično razvijati avtomobilizem. V 1. svetovni vojni se je namreč izkazalo, da lahko vozila z motorjem z notranjim izgorevanjem zelo dobro služijo tudi vojski. Izkazalo se je namreč, da so tovornjaki boljši od takrat odlično razvitih poljskih vojaških železnic, saj so hitreje prevažali opremo, vojsko in ranjence ter bili tudi prilagodljivejši. Bencinske motorje so vgrajevali tudi že v prve tanke, ki so se izkazali kot izredno dobro orožje.

Avtobuse so v tistih časih po navadi sestavljali tako, da so na okvir tovornjaka z dodanim bencinskim motorjem in s kolesi v tovarni ali celo kakšni domači kolesarski delavnici pritrdili leseno ohišje avtobusa.

Tudi v Splošni mali železniški družbi so menili, da bi morali razširiti svoje poslovanje. Denarja za gradnjo novih tramvajskih prog niso imeli, zato je želelo podjetje v redni promet uvesti tudi avtobuse. Že takrat so namreč razmišljali, ali je avtobus

donosnejši od tramvaja. Tako je bila že 26. julija 1928 Splošni mali železniški družbi podeljena koncesija za uporabo avtobusov v mestu in okolici. Kupili so šest avtobusov proizvajalca Steyr in jih vključili v promet. Avtobusni prevoz je imel ves čas izgube, zato so že aprila 1930 ukinili vse primestne proge.

Leta 1950 je imela Ljubljana že 119.532 prebivalcev, kar je dvainpolkrat več kot pred vojno, v javnem prometu pa se število vozil skoraj ni spremenilo. V tem času so kupili prve klasične avtobuse proizvajalca OM Orione iz Italije. Pet avtobusov modre barve je vozilo na progi v Zalog.



Slika 3: Avtobusi v tridesetih letih v Ljubljani

Vir: Zgodovina mestnega prometa v Ljubljani avtor: Tadej Brate

3 LPP DANES

Javni potniški promet v Ljubljani je rasel in se razvijal z mestom in s potrebami njegovih prebivalcev vse od svojih začetkov leta 1901. Danes predstavlja ožilje mesta in iz leta v leto zagotavlja čedalje kakovostnejše storitve.

Poslanstvo podjetja je prebivalcem ljubljanske urbane regije zagotavljati javni prevoz in z njim povezane storitve.

Ker je to javno podjetje, je za uresničevanje njegovega poslovnega poslanstva izredno pomembno tesno sodelovanje z Mestno občino Ljubljana (MOL) in s primestnimi občinami, ki zastopajo svoje prebivalce in hkrati potnike podjetja. LPP želi svojim potnikom zagotoviti varen, hiter in prijeten prevoz na njihovih vsakdanjih poteh ter bivanje v prijetnem, prometno urejenem mestu.

Danes je javno podjetje Ljubljanski potniški promet d.o.o. družba z omejeno odgovornostjo. Edini lastnik in ustanovitelj LPP d.o.o. je Javni holding Ljubljana d.o.o. Poleg prevoza potnikov v javnem mestnem in primestnem prometu, kar opravljajo kot gospodarsko javno službo, njihove dopolnilne dejavnosti obsegajo tudi vzdrževanje in popravila gospodarskih vozil, tehnične preglede, homologacije in ateste vozil ter proste prevoze doma in v tujini.

Podjetje opravlja javni linijski prevoz potnikov kot gospodarsko javno službo v skladu z Zakonom o prevozih v cestnem prometu. Opravlja tudi javna pooblastila in naloge, ki so mu zaupane kot izvajalcu gospodarske javne službe, ter v manjšem obsegu tudi druge dejavnosti, ki so namenjene boljšemu in ugodnejšemu opravljanju gospodarske javne službe. Javni linijski prevoz potnikov v cestnem prometu se opravlja kot medkrajevni linijski (v sklopu PPP) in mestni linijski prevoz potnikov (v sklopu MPP).

3.1 POSLANSTVO

Ker smo javno podjetje, je za uresničevanje poslanstva izredno pomembno tesno sodelovanje z Mestno občino Ljubljana (MOL) in primestnimi občinami, ki zastopajo svoje prebivalce in naše potnike, ki jim želijo zagotavljati varen, hiter in prijeten prevoz na njihovih vsakdanjih poteh in bivanje v prijetnem, prometno urejenem mestu.

3.2 VIZIJA

Vizija podjetja je obdržati status največjega javnega prevoznika in postati eden od nosilcev integriranega javnega prevoza v ljubljanski urbani regiji (LUR).

Podjetje želi razvijati sodoben, varen in zanesljiv prevoz, ki bo sledil sodobnim tehnologijam, potniškim tokovom in bo ekološko naravnano.

Z vključevanjem v regionalni razvojni program LUR in strategijo trajnostnega razvoja Mestne občine Ljubljana želi LPP spodbujati vzpostavitev pogojev, ki bodo zagotovili, da bo javni prevoz postal najboljša alternativa drugim prevozom.

3.3 PREDSTAVITEV MESTNEGA LINIJSKEGA POTNIŠKEGA PROMETA

MPP poteka na 23 progah, ki so skupaj dolge 292 kilometrov. Letno se največ potnikov pelje na progah št. 6 in št. 1, najmanj pa na progi št. 18. Mreža prog pokriva približno 93 odstotkov urbanega območja MOL, kar pomeni, da je 93 odstotkov ljubljanskih gospodinjstev do najbližjega avtobusnega postajališča oddaljenih manj kot 500 metrov, kar je tudi evropski standard.

Prevoz potnikov na območju MOL je zagotovljen vse dni v letu, vendar v različnem obsegu. Vozni red je prilagojen šolskemu koledarju in poletnim počitnicam, saj takrat število potnikov upade za 70 odstotkov, obseg prevozov pa se zmanjša za 30 odstotkov. Največji obseg prevozov je pozimi in med tednom, v času jutranjih in popoldanskih konic.

V okviru mestnega linijskega potniškega prometa je bilo leta 2009 prepeljanih 80.967.353 potnikov. Leta 2009 je število prepeljanih potnikov v primerjavi z letom 2008 upadlo za 4,1 %. Kljub izboljšanju točnosti odhodov in uvedbi nekaterih novih prog (npr. št. 24, št. 6 B) niso uspeli doseči povišanja števila potnikov. Upadanje števila potnikov je predvsem posledica neustrezne prometne politike, ne samo v MOL, ampak tudi v državi, ki ne spodbuja uporabe javnega prevoza. Javni prevoz je nepriljubljen tudi zaradi neurejenih prometnih razmer in zaostrenih obratovalnih pogojev za javna prevozna sredstva. Prometni zastoji so vsak dan večji, kar povečuje nezadovoljstvo potnikov zaradi dolge vožnje. Pogosto se tudi zgodi, da avtobus ne more ustaviti na postajališču, saj je le-to zaparkirano z osebnimi avtomobili. V podjetju se trudijo, da bi obnovili vozni park. Število prepeljanih potnikov skušajo ohraniti s čim boljšim vzdrževanjem avtobusov in z boljšim odnosom voznikov do potnikov, vendar pa zgolj ti ukrepi ne zadoščajo, da bi se število potnikov povišalo.

V MPP-ju so leta 2009 prevozili 11.640.596 kilometrov, kar je 1 % več kot leta 2008. Povečanje načrtovanega števila kilometrov je posledica sprememb na progah MPP-ja.

Uspešnost in učinkovitost službe MPP-ja se meri tudi s kazalniki. V spodnji tabeli je predstavljenih nekaj pomembnejših kazalnikov uspešnosti in učinkovitosti mestnega potniškega prometa, ki so povezani z doseganjem cilja, izboljšane kvalitete storitev. Podrobnejši opis določenih kazalnikov je podan v nadaljevanju.

Tabela 1: Pomembnejši kazalniki uspešnosti in učinkovitosti MPP-ja

	2008	2009	Načrt za 2010
Število kilometrov	11.480.942	11.654.000	11.733.000
Število potnikov	84.145.269	80.969.745	78.835.511
Število prog	23	23	24
Dolžina prog	292	292	298

Vir LPP

Tabela 2: Indeks kakovosti storitev

	2008	Delež [%]	2009	Delež [%]
Klimatska naprava	115	56,1	172	77,48
Oblazinjeni sedeži	145	70,73	205	92,34
Nizkopodni	131	63,9	188	84,68
Točnost – začetna	93		93,1	
Točnost – vmesna	75		80	
Indeks pritožb	87		87	
	592,73		664	
IKS (indeks kakovosti storitev)	74,09		83,00	

Vir: LPP

Točnost odhodov se je v primerjavi z enakim obdobjem leta 2008 izboljšala s 93 % na 93,1 %. Relativno ugoden rezultat pripisujejo kakovostnejšemu nadzoru, ki ga omogoča sistem Telargo. Točnost odhodov je izredno kakovostno merilo za ocenjevanje izvajanja mestnega potniškega prometa v skladu z objavljenimi voznimi redi.

4 VOZNI PARK MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA

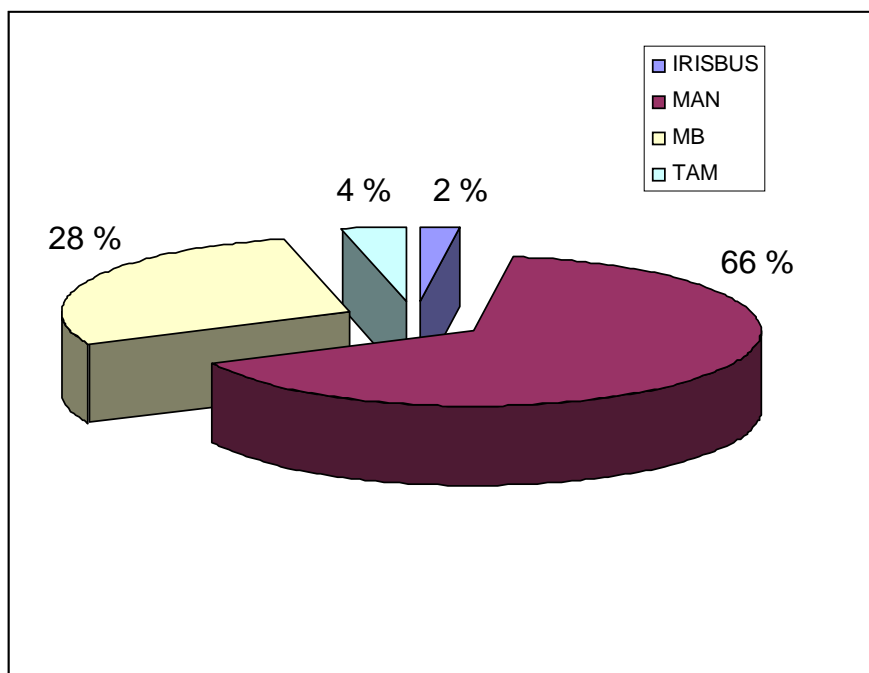
4.1 VRSTE VOZIL V VOZNEM PARKU MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA

Tabela 3: Število avtobusov po znamkah vozil v voznem parku MPP-ja na 31. 3. 2010

Znamka	MPP
IRISBUS	5
MAN	142
MB	61
TAM	8
SKUPAJ	216

Vir: LPP

Konec marca 2010 je bilo v voznem parku MPP-ja skupaj 216 avtobusov. Večina avtobusov je znamke MAN (65,7 %), sledijo avtobusi znamke MB (28,2 %), znamke TAM (3,7 %) in znamke Irisbus (2,3 %).



Graf 1: Število vozil v voznem parku MPP-ja po posameznih znamkah 31. 12. 2007

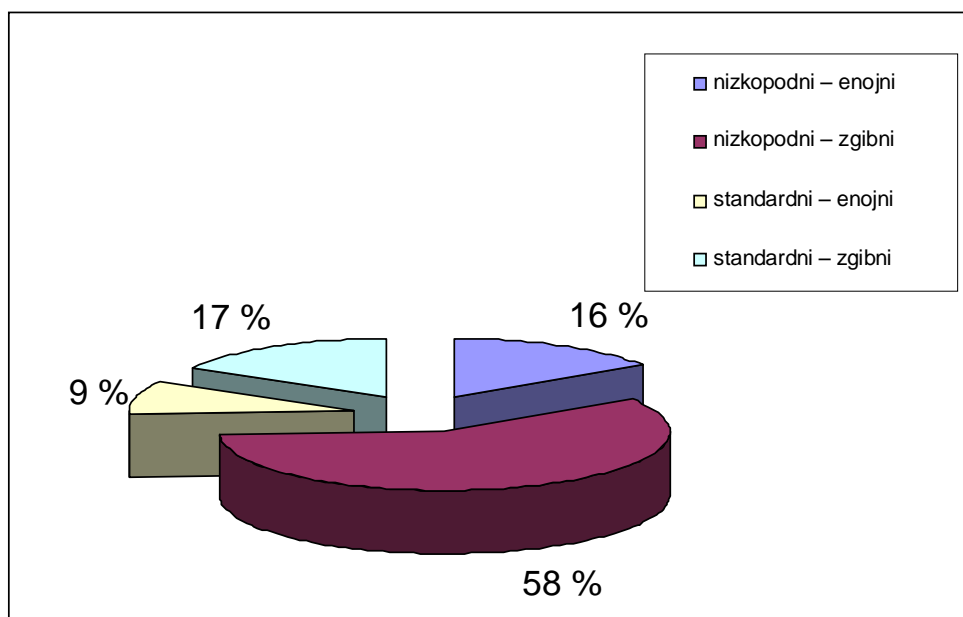
Vir: avtor

Tabela 4: Število vozil v voznem parku MPP-ja glede na obliko 31. 3. 2010

OBLIKA – IZVEDBA	MPP
nizkopodni – enojni	34
nizkopodni – zgibni	126
standardni – enojni	20
standardni – zgibni	36
LPP – skupaj	216

Vir: LPP

Kot je razvidno iz zgornje tabele, je bilo v voznem parku MPP-ja konec marca 2010 216 vozil. Največ je nizkopodnih zgibnih avtobusov (126 vozil), sledijo standardni ali visokopodni zgibni (36), nizkopodni enojni (34) in standardni enojni (20).



Graf 2: Oblika – izvedba vozil v MPP

Vir: Avtor

4.2 OPREMLJENOST VOZIL

Konec leta 2009 je bilo v voznem parku MPP-ja 188 nizkopodnih avtobusov. Klimatske naprave je imelo konec leta 2009 172 avtobusov, kar je 77,48 % vseh avtobusov, konec leta 2008 pa 115. V voznem parku službe MPP-ja ima 129 avtobusov ploščad za invalide in otroške vozičke, v 188 avtobusih so vgrajeni notranji prikazovalniki postajališč, 188 avtobusov je opremljenih z zvočnimi napovedniki postajališč, ki olajšajo vožnjo slepim in slabovidnim potnikom, 35

avtobusov je opremljenih s posebnimi tablamami številke prog, prilagojenih za slabovidne, in 107 avtobusov je opremljenih z varnostnimi kamerami.

Tabela 5: Indeks sodobnosti avtobusov

		2008	Delež [%]	2009	Delež [%]
1	Klimatska naprava	115	56,1	172	77,48
2	Oblazinjeni sedeži	145	70,73	205	92,34
3	Nizkopodni	131	63,9	188	84,68
4	Glasovni napovednik in prikazovalnik postajališč	131	63,90	188	84,68
5	Multimedijski prikazovalnik	0	0,00	0	0,00
6	Nadzor nad obratovanjem (Telargo)	205	100,00	222	100,00
7	Štetje potnikov	16	7,80	73	32,88
8	Elektronski plačilni sistem		0,00	222	100,00
9	Klančina za invalide	72	35,12	129	58,11
10	Namenski prostor za invalide	154	75,12	211	95,05
11	Varnostne kamere	50	24,39	107	48,20
12	Kamera za vzratno vožnjo	16	7,80	73	32,88
13	Elektronski zunanji prikazovalniki	152	74,15	209	94,14
14	Avtomatski menjalnik	156	76,10	213	95,95
15	Stranska oprijemala na sedežih	63	30,73	120	54,05
	ISA (indeks sodobnosti avtobusov)	45,72		70,03	

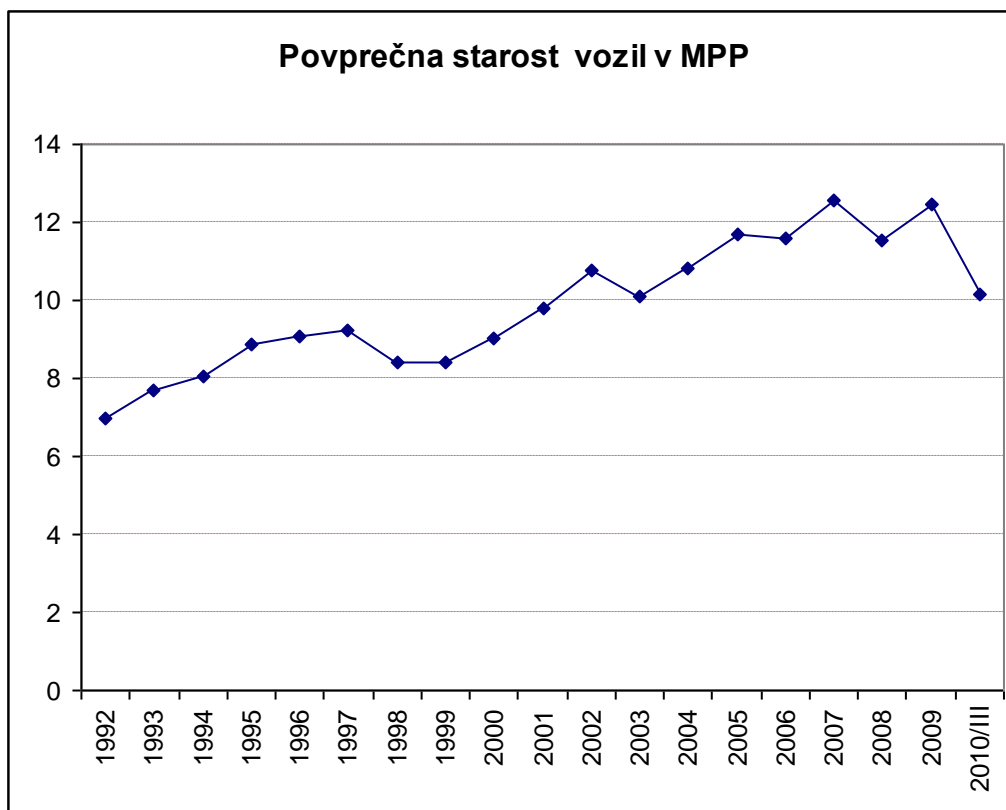
Vir: Letno poročilo LPP 2009

4.3 STAROSTNA STRUKTURA VOZNEGA PARKA MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA

Tabela 6: Povprečna starost vozil MPP-ja 31. 3. 2010

Konec obdobja	MPP
1992	6,98
1993	7,71
1994	8,05
1995	8,85
1996	9,07
1997	9,24
1998	8,43
1999	8,41
2000	9,05
2001	9,78
2002	10,78
2003	10,1
2004	10,8
2005	11,67
2006	11,58
2007	12,54
2008	11,56
2009	12,48
2010/III	10,14

Vir: LPP



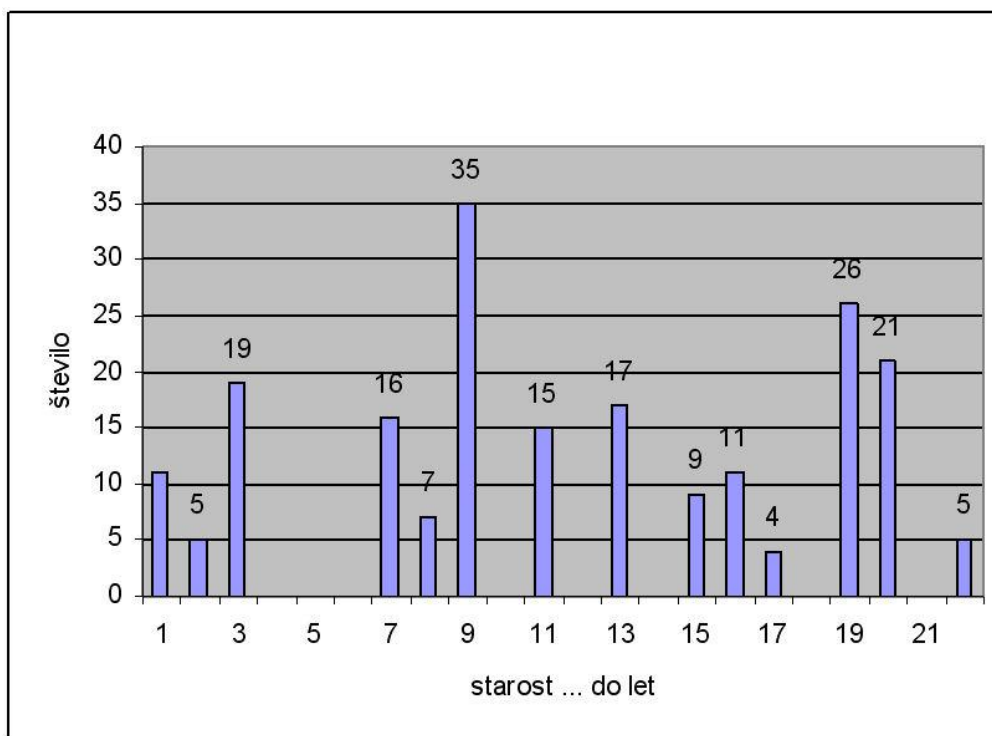
Graf 3: Grafični prikaz starostne strukture vozil MPP-ju od leta 1992 do 31. 3. 2010

Vir: Avtor

Starost avtobusov je eden pomembnejših kazalnikov, saj je s tem povezana tudi izrabljenost avtobusov ter prometnotehnična in ekološka primernost. Konec marca 2010 se je v primerjavi s koncem leta 2009 starost voznega parka znižala za dve leti. V voznem parku MPP-ja je konec leta še vedno vozilo 20 avtobusov, starejših od 17 let. Te avtobuse bodo kljub temu uporabljali, dokler ne bodo kupili novih, saj je treba zagotoviti vsakodnevni izvoz.

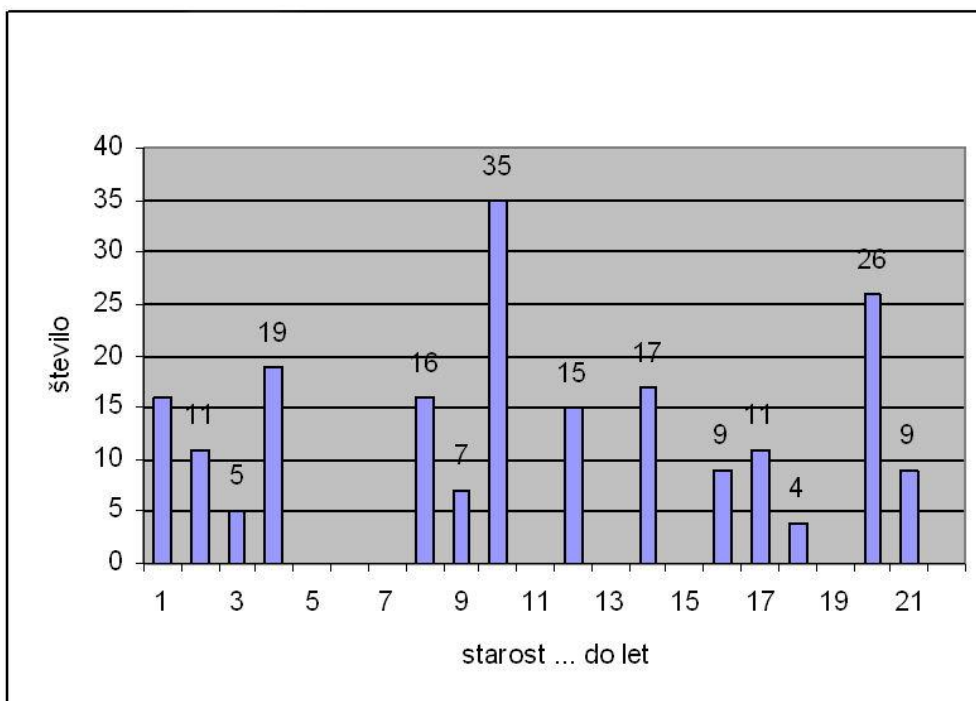
Največja težava pri zagotavljanju varnega, zanesljivega in ekološko sprejemljivega javnega prevoza je zelo iztrošen vozni park. Povprečna starost voznega parka v MPP-ju je deset let, kar je skoraj enkrat več kot v primerljivih evropskih mestih (npr. v Trstu je povprečna starost voznega parka pet do sedem let). Bolj kot povprečna starost pa je problematična starost posameznih avtobusov.

Vsi avtobusi so redno vzdrževani, pred vožnjo v zimskih pogojih pa jih še dodatno pregledajo in preverijo, ali ima osnovna konstrukcija še zadostno nosilnost.



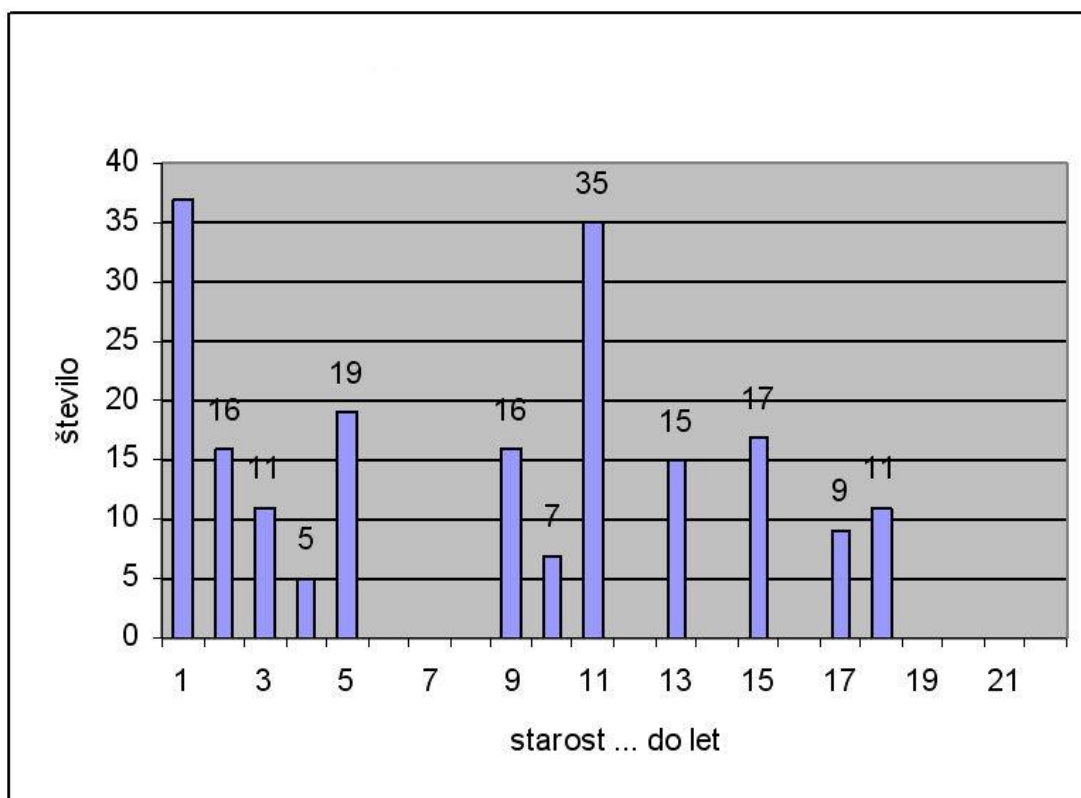
Graf 4: Število vozil po starosti 31. 12. 2007

Vir: Letno poročilo 2007



Graf 5: Število vozil po starosti 31. 12. 2008

Vir: Letno poročilo 2008



Graf 6: Število vozil po starosti 31. 12. 2009

Vir: Letno poročilo 2009

4.4 REALIZACIJA OBRATOVALNIH UR IN TOČNOST ODHODOV PO VOZNEM REDU

Na progah je bilo zaradi okvar ali izpadov opravljenih 782 obratovalnih ur manj, kot je bilo predvideno v delovnih nalogah. To pomeni, da se je v primerjavi z letom 2008 število izpadlih ur povečalo za 19 %. Obseg izpada ni tako problematičen, vendar je eden od pokazateljev, da so razmere, ki so posledica starosti in sestave voznega parka, čedalje bolj zaskrbljujoče. V prometu poleg tega beležijo tudi 31 izpadov zaradi pomanjkanja vozil. V enakem obdobju so v 180 primerih zaradi pomanjkanja zgibnih avtobusov le-te na progi zamenjali z enojnimi. Našteti kazalniki izpadov potrjujejo, da je treba čim prej obnoviti vozni park in reorganizirati vzdrževanje voznega parka.

Če upoštevamo, da v enem dnevu v MPP-ju po voznem redu opravijo skoraj 2.900 obratovalnih ur, obseg izpada zaradi pomanjkanja avtobusov statistično ni zaskrbljujoč, vendar pa je treba upoštevati, da vsak izpad pomeni najmanj 200 nezadovoljnih potnikov. Zaradi tega je treba ustrezno obnoviti vozni park ali pa načrtovati vozni red na podlagi razpoložljivega števila avtobusov.

Točnost odhodov z začetnih postajališč se je nekoliko poslabšala in znaša 93,1 %. Točnost z vmesnih postajališč znaša 70 % in je nižja od pričakovane. To pomeni, da je presledek med avtobusi na progi še vedno zelo neenakomeren. Manjšo točnost odhodov z vmesnih postajališč lahko pripišemo neurejenim prometnim razmeram v Ljubljani. Prav tako se je treba zavedati, da točnost odhodov nadzorujejo le ob dnevih, ko so prometne razmere znosne, kar pomeni, da so lahko povprečna odstopanja še veliko večja. Na podlagi vseh podatkov, ki so pokazatelj točnosti, enakomernosti in zanesljivosti obratovanja avtobusov MPP-ja na vmesnih nadzornih točkah – te so pglavitni pokazatelji kakovosti izvajanja javnega prevoza – lahko zaključimo, da ne dosegajo zadovoljivih rezultatov.

5 LPP IN OKOLIJSKI VIDIK

Ko govorimo o zagotavljanju okolju prijaznega javnega prevoza, mislimo predvsem na uporabo najnovejših avtobusov, ki imajo relativno čist izpuh, porabijo manj goriva na kW proizvedene moči, so manj hrupni kot starejši avtobusi in uporabljajo goriva, pridobljena iz naravnih, obnovljivih virov.

Za boljše razumevanje problematike onesnaževanja okolja, ki ga povzročajo avtobusi z motorji z notranjim izgorevanjem, si moramo najprej ogledati energijsko in okolijsko bilanco mestnega avtobusa. V enem delovnem dnevu mestni avtobus prevozi približno 250 km in porabi 500 kW energije, ki jo dobi z izgorevanjem približno 100 kg dizelskega goriva v motorju. Pri tem porabi še 1.600 m³ oziroma 2.000 kg zraka. Med izgorevanjem nastane 300 kg ogljikovega dioksida (CO₂), ki sam po sebi ni strupen, saj ga pri dihanju proizvaja večina živih bitij. Pomembno je, ali je CO₂ nastal iz fosilnih goriv (metan, plinsko olje) ali iz rastlinskih goriv (etanol, rastlinska olja). Če je nastal iz fosilnih goriv, smo v okolje izpustili dodaten CO₂, ki ga rastline med fotosintezo ne bodo porabile. Odvečni CO₂ se dvigne v višje plasti troposfere (30 km nad Zemljino površino) in povzroča učinek tople grede, katerega posledica je segrevanje Zemljine površine in drugi negativni pojavi. Ravno zato je izredno pomembno, da avtobusi porabijo čim manj goriva, saj so s tem tudi izpusti emisij manjši.

Zaradi nepopolnega izgorevanja nastane v motorju poleg ogljikovega dioksida tudi ogljikov monoksid, ki je pri večji koncentraciji smrtno nevaren, 2 kg dušikovih oksidov, nekaj ogljikovodikov in trdi delci (PM) oziroma saje.

V začetku 80. let prejšnjega stoletja je bilo znanstveno dokazano, da so plini, ki nastajajo pri izgorevanju dizelskega goriva, človeku nevarni ter da saje povzročajo obolenja dihal in pljučnega raka. Evropska skupnost je želela zaščititi okolje in ljudi ter čim bolj zmanjšati količino strupenih plinov v izpustih dizelskih motorjev, zato je sprejela vrsto direktiv, ki predpisujejo najvišje dopustne količine plinov in saj v izpuhkih vozil, ki se prodajajo na območju Evropske unije. Ti standardi so za avtobuse označeni z rimskimi številkami (Euro I, Euro II, Euro III ...).

Spodnja tabela prikazuje razvoj emisijskega standarda po letih in najvišje dopustne vrednosti za dizelske motorje avtobusov.

Tabela 6: Najvišje dopustne vrednosti za dizelske motorje (vse vrednosti so v g/kW)

Emisijski standardi	Datum uveljavitve	CO (ogljikov monoksid)	HC (ogljikovodiki)	NO _x (dušikovi oksidi)	PM (particulate matter) delci oz. saje
Euro 0	1988	12,3	2,2	15,5	0,70
Euro I	1992	4,5	1,1	8,0	0,36
Euro II	10/1996	4,0	1,1	7,0	0,25
Euro III	10/2000	2,1	0,66	5,0	0,10
Euro IV	10/2005	1,5	0,46	3,5	0,02
Euro V	10/2008	1,5	0,46	2,0	0,02

Vir: LPP

Iz tabele je razvidno, da so predpisane vrednosti za standard Euro V bistveno manjše kot za Euro 0. Vrednosti CO so se zmanjšale za osemkrat, HC za 4,8-krat, NO_x za 7,7-krat in vsebnost saj (PM) za 35-krat.

Kam se uvrstijo vozila MPP-ja, če jih primerjamo z evropskimi standardi? Žal moramo ugotoviti, da ima MPP v svojem voznem parku 18 avtobusov, ki ne dosegajo niti standarda Euro 0 iz leta 1988. To pomeni, da pri vsakodnevnem obratovanju izjemno onesnažujejo okolje. Ker so to mestni avtobusi, je situacija še toliko slabša, saj se strupeni plini in saje zadržujejo v urbanem okolju, kjer živijo ljudje.

Poleg omenjenih 18 avtobusov, ki ne dosegajo niti standarda Euro 0, jih 37 dosega standard Euro 0, trije Euro I in 73 Euro II. Če si podrobneje ogledamo najvišje dopustne vrednosti izpustov po posameznih standardih, ugotovimo, da je bistvene izboljšave prinesel šele standard Euro III. Ravno zato bi bilo treba do leta 2013 zamenjati tudi avtobuse, ki dosegajo standarde Euro 0, Euro I in Euro II.

Tabela 7: Motorji v mestnih avtobusih

Motor	MPP 09	MPP III/10
E 0 – 20	36	
E 0	37	37
EURO I	3	3
EURO II	74	73
EURO III	35	35
EURO IV	20	20
EURO V		30
Skupaj	205	216

Vir: LPP

5.1 IZPUSTI MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA

MPP vsako leto izpusti v zrak manj plinov. Kot je razvidno iz spodnje tabele, se z nakupi novih avtobusov moč motorjev povečuje, deleži plinov pa se zmanjšujejo. Primerjava je bila narejena med leti 1992 in 2009. V tem obdobju je moč narasla s 34.029 kW na 40.990 kW, delež CO (ogljikovega monoksida) se je s 465 t znižal na 166 t, HC (ogljikovodiki) so se s 114 t znižali na 41 t, No_x (dušikovi oksidi) so se s 597 t znižali na 322 t in delež trdih delcev oziroma saj se je z 20 t znižal na 9 t.

Tabela 8: Izpusti MPP-ja

	MPP								
	[kg/..] (deljeno s 1000) MNOŽENO S KW						HRUP		Moč
	ŠT.	Vsi kW	CO	HC	No _x	DELCI	SKUPAJ	NA VOZILO	kW na voz.
1992	207	34029	465,07	114,65	597,94	20,01	17802	86,0	164,39
1993	202	33084	447,55	110,26	576,69	19,35	17372	86,0	163,78
1994	213	35091	468,21	114,36	603,26	20,29	18318	86,0	164,75
1995	203	33479	445,17	108,53	573,63	19,31	17454	86,0	164,92
1996	208	35213	426,42	104,26	548,51	18,85	17812	85,6	169,29
1997	211	36435	402,23	98,70	525,36	18,11	17986	85,2	172,68
1998	215	38529	350,27	86,99	492,87	16,38	18162	84,5	179,20
1999	209	37557	336,66	83,59	475,38	15,80	17646	84,4	179,70
2000	204	37338	288,94	72,19	433,11	14,01	17120	83,9	183,03
2001	197	36204	273,06	68,23	412,69	13,33	16518	83,8	183,78
2002	196	36042	270,79	67,66	409,78	13,24	16432	83,8	183,89
2003	200	37548	238,71	59,52	383,37	12,06	16662	83,3	187,74
2004	204	38466	237,10	59,12	385,46	12,01	16939	83,0	188,56
2005	201	37965	230,30	57,42	376,71	11,72	16693	83,0	188,88
2006	202	39205	208,70	52,29	361,31	9,93	16625	82,3	194,08
2007	201	39043	206,44	51,73	358,39	10,84	16539	82,3	194,24
2008	205	40952	169,74	42,34	325,36	9,33	16751	81,7	199,77
2009	205	40990	166,10	41,56	322,92	9,19	16739	81,7	199,95

Vir: LPP

5.2 PORABA GORIVA V VOZNEM PARKU MESTNEGA POTNIŠKEGA PROMETA

V letu 2009 so zabeležili 3,1 % višjo porabo goriva kot leta 2008. Povprečna rast porabe na 100 prevoženih kilometrov se je v primerjavi s prvimi tremi meseci znižala, saj so v prvem trimesečju zabeležili 5 % višjo porabo, v prvih šestih mesecih pa 3,8 % višjo kot v primerljivima obdobjema leta 2008.

Pri pregledu porabe je bilo ugotovljeno, da se poraba avtobusa s klimatsko napravo poviša celo za deset litrov na 100 prevoženih kilometrov. Povprečna poraba avtobusov MAN NG 312 brez klimatske naprave je bila leta 2006 51,4 litra na 100 km. Leta 2007 je bilo teh 16 avtobusov opremljenih s klimatskimi napravami, zato je bila leta 2008 povprečna poraba 61,4 litrov na 100 km. Enako je bilo pri osmih avtobusih MB O405GN, pri katerih se je poraba po vgradnji klimatskih naprav povišala z 51,3 na 61,3 litrov na 100 km. Na podlagi teh ugotovitev lahko zaključimo, da se je povprečna poraba povišala zaradi klimatiziranih avtobusov in močnejših motorjev.

Predvideni ukrepi:

Ker s posodobitvijo voznega parka ni moč znižati porabe goriva, se lahko načrtuje le ukrepe za optimizacijo porabe goriva, in sicer:

1. nadzor tlaka v pnevmatikah,
2. optimalno vzdrževanje motorjev in drugih pogonskih sklopov,
3. nadgradnja sistema Telargo s sprotim informiranjem voznika o trenutni porabi preko vozniškega prikazovalnika,

4. poostren nadzor ugašanja avtobusov na končnih postajališčih.

Za leto 2010 so si v MPP-ju zastavili cilj, da bodo znižali porabo za 5 %, na 50,9 l na 100 km.

Tabela 9: Povprečna poraba goriva v MPP-ju

Opis merila	Stanje I–XII 2007	Stanje I–XII 2008	Stanje I–XII 2009
Povprečna poraba goriva v litrih na 100km	50,84	52,62	53,61

Vir : Letno poročilo 2009

5.3 PREIZKUSNI AVTOBUSI

V podjetju v rednem prometu občasno testirajo najnovejše mestne avtobuse. Če vozila zadostujejo vsem kriterijem, jih vključijo v redni vozni park. V zadnjih letih so bili na preizkušnji naslednji avtobusi:

- MAN SGG 280H (9. do 11. oktober 1985),
- TAM 260 A 180 M (1990) – vključen, toda pozneje prodan Certusu Maribor (sedaj Veolia Transport Štajerska),
- MAN NM 223 (A76), I&I Koper (sedaj Veolia Transport Dolenjska in Primorska) (16. do 22. september 2002–2004),
- Mercedes-Benz Citaro (O530),
- Mercedes-Benz Sprinter LF (16. do 22. september 2004),
- King Long XMQ6121G EU (julij 2008),
- Van Hool A300 Hyb, Connexion št. 4883 (13. junij 2009),
- Van Hool AG300 Hyb, De Lijn št. 5358 (13. junij 2009),
- Solaris Urbino 18 Hybrid (16. do 17. junij 2009),
- MAN Lion's City Hybrid (21. december 2009 do 8. januar 2010),
- Irisbus Iveco Citelis CNG, ZET št. 793.

Vir: Wikipedia

5.4 UČINKI OBNOVE VOZNEGA PARKA

Predvidena obnova voznega parka bi močno vplivala na zmanjšanje stroškov, saj ne bi bilo več treba izvajati vzdrževalnih del na starih vozilih, da se ohranjajo v še zadovoljivem stanju.

Zamenjava starih avtobusov z novimi bo tudi močno zmanjšala obremenitev okolja, saj bo manj škodljivih izpustov v okolje. Ob koncu leta 2013 bodo vsa vozila opremljena z motorji, ki bodo dosegali vsaj standarde Euro III.

Posodobitve bodo najbolj občutili potniki. Ob koncu načrtovanega obdobja bodo vsi avtobusi MPP-ja nizkopodni, zato bo vstop vanje bistveno lažji, zlasti za mobilno ovirane potnike. Vsa nova vozila bodo opremljena tudi s klimatskimi napravami, s čimer se bo povečalo potovalno udobje potnikov.

Izboljšali se bodo tudi delovni pogoji voznikov, saj bodo avtobusi opremljeni z avtomatskimi menjalniki, s sodobnimi vozniki sedeži in z ergonomsko oblikovanim delovnim prostorom ter video nadzornim sistemom.

5.5 MIDI AVTOBUSI

Novost v mestnem prometu bodo midi avtobusi, ki bodo dolgi do 9 m in bodo sprejeli približno 30 do 40 potnikov. Ti avtobusi se bodo uporabljali na manj obremenjenih progah v izvenkoničnem času ter vse sobote in nedelje na večini prog. Z vpeljavo midi avtobusov se bo znižala poraba goriva in s tem se bo zmanjšala tudi količina škodljivih izpustov v okolje. V primerjavi z enojnimi avtobusi naj bi imeli midi avtobusi pri mestni vožnji približno 30 % nižjo porabo. Ker izkušenj z midi avtobusi v MPP-ju še nimajo, za izračune uporabljajo podatke iz strokovne literature, v kateri je zapisano, da je poraba goriva midi avtobusov približno 30 do 35 litrov na 100 km.

V MPP-ju so si v strategiji dolgoročnega razvoja Ljubljane za enega od ciljev zastavili tudi večjo uporabo javnega prometa. Po napovedih naj bi se z uvedbo vseh ustreznih ukrepov število potnikov v javnem prometu do leta 2013 povečalo za 15 %, zato so pri pripravi osnutka programa upoštevali tudi ustrezno povečanje avtobusnih zmogljivosti. V obdobju do konca leta 2013 bi morali poleg redne obnove voznega parka kupiti še 20 zgibnih, devet enojnih in tri midi avtobuse.

6 TESTIRANJE BIODIZLA

6.1 BIODIZEL – USPEŠNA ZAMENJAVA ZA FOSILNI DIZEL

Biodizel je nadomestek dizelskega fosilnega goriva. Pridobivamo ga iz bioloških snovi živalskega in rastlinskega izvora (semena, olja, maščobe ...). Čeprav je pridobljen iz bioloških snovi, ga lahko uporabimo za pogon dizelskih motorjev. Biodizel je nestrupeno biološko razgradljivo gorivo. Med gorenjem oddaja manjšo količino okolju neprijaznih snovi kot dizelsko gorivo, pridobljeno iz nafte. Biodizelsko gorivo lahko nadomesti klasično dizelsko gorivo, pridobljeno iz nafte, v skoraj vseh vrstah prevoznih sredstev. Za distribucijo biodizla se lahko uporablja že razvita infrastruktura. Že nekaj časa klasični dizel vsebuje tudi do 5 % biodizla, njegova cena pa se oblikuje v skladu z davčno politiko države.

Biodizel je nestrupena lahka temnorumena tekočina, ki se z vodo skoraj ne meša. Ima visoko vrelišče, nizek tlak izparevanja in vnetišče pri okoli 150 °C. Gostota biodizla je 0,86 g/cm³. Po viskoznosti je podoben fosilnemu dizlu, kar je industrijsko ime dizelskega goriva, pridobljenega iz nafte. Biodizel se uporablja kot dodatek fosilnem dizlu z nizko vsebnostjo žvepla za izboljšanje mazalnih sposobnosti.

6.2 UPORABA BIODIZLA V CESTNIH VOZILIH Z MOTORJI Z NOTRANJIM IZGOREVANJEM

V literaturi se delež biodizla v gorivu označi s črko B. Gorivo, ki ima za osnovo fosilni dizel in vsebuje 20 % biodizla, se imenuje B20. Čisti biodizel se imenuje B100.

Čisti biodizel B100, ali pa katera koli mešanica s fosilnim dizlom, se lahko uporabi v večini sodobnih dizelskih motorjev. Biodizel povzroči razkroj tesnil in cevi iz naravne gume, kar je značilna poškodba avtomobilskih motorjev, izdelanih pred letom 1992. Večina takšnih tesnil in cevi je bilo do zdaj že zamenjanih z vitonskimi izdelki, ki na biodizel ne reagirajo. Ker ima biodizel v primerjavi s fosilnim dizlom višji indeks mazanja, se ta njegova prednost odraža v daljši življenjski dobi vbrizgalnih šob. Biodizel je tudi boljše topilo kot fosilni dizel. Znano je, da uporaba biodizla odplakne usedline, ki so se nabrale v ceveh med uporabo fosilnega dizla. Hitra menjava goriva s fosilnega dizla na biodizel lahko zato povzroči zamašitev filtra za gorivo, kar pa se z lahkoto odpravi. Priporočljivo je, da se po približno 1.000 kilometrih uporabe biodizla obvezno zamenja filter za gorivo.



Slika 4: Testni avtobus LPP-ja

Vir: LPP

6.3 REZULTATI RAZISKAV UPORABE BIODIZLA KOT USTREZNEGA NADOMESTILA ZA FOSILNI DIZEL

Da bi dobili ustrezne podatke, na podlagi katerih bi lahko optimalno nastavili motorje, s katerimi bi opravili testiranje uporabe biodizla, so v LPP-ju generalno obnovili enak tip avtobusnega motorja, kot ga imajo testni avtobusi. Na mariborski Fakulteti za strojništvo so opravili obsežna testiranja in meritve z uporabo različnih mešanic biodizla in fosilnega dizla. Pri uporabi vseh vrst mešanic so eksperimentirali z različnimi nastavitvami motorja. Pozneje so primerjali izmerjene vrednosti in ugotovili, kakšne so optimalne nastavitve motorja pri uporabi posameznih mešanic, ki so vsebovale do 100 % biodizla (B100), pri čemer so upoštevali zmogljivosti in obremenitev motorja. Pri meritvah je bil poudarek na vsebnosti snovi v izpušnih plinih in razlikah, izmerjenih pri optimalnih nastavitvah za različne mešanice, v primerjavi z uporabo fosilnega dizla pri tovarniških nastavitvah motorja. Primerjave so bile opravljene pri enakih režimih obratovanja motorja in pri enakih obremenitvah.

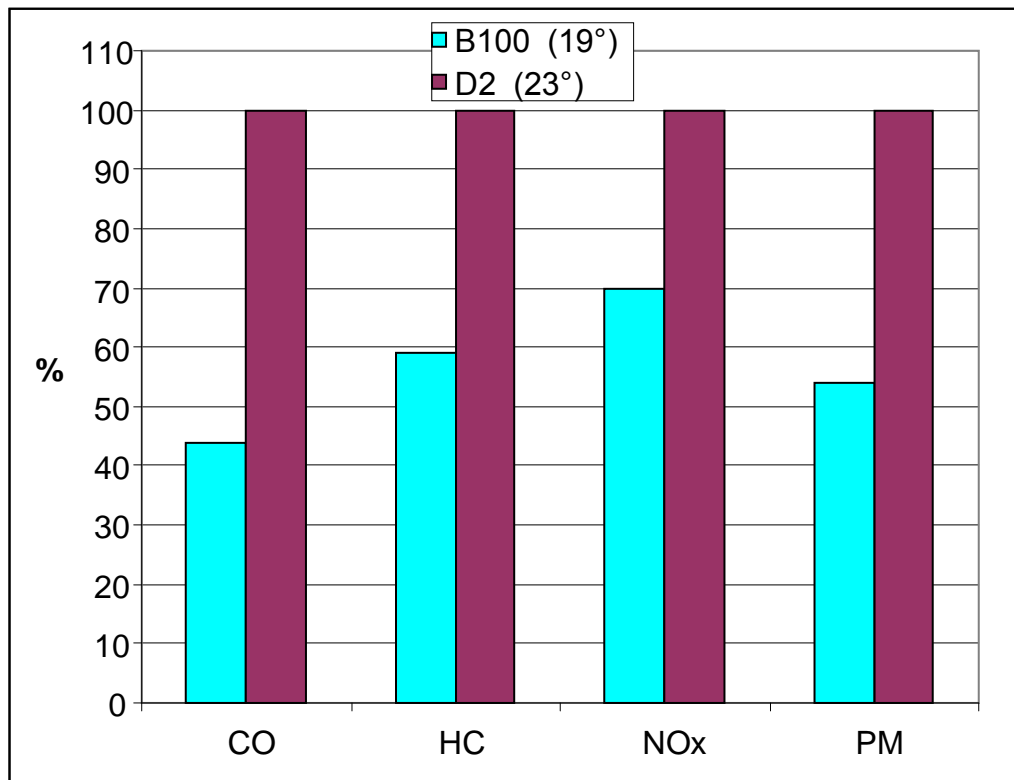
Motor avtobusa z oznako MAN D2566MUM so testirali na zavori Zölner B – 350 AC v Laboratoriju za motorje na Fakulteti za strojništvo (slika št. 5).



Slika 5: Motor MAN D 2566MUM na zavori na preizkuševališču

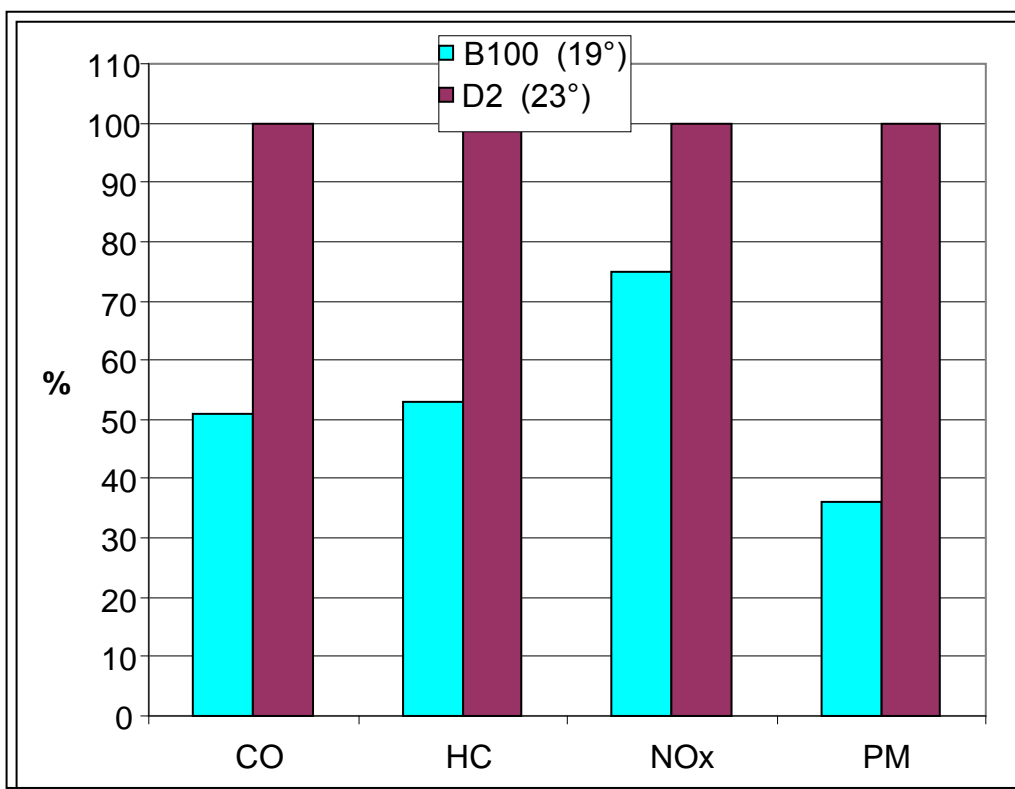
Vir: Fakulteta za strojništvo, Maribor

Po analizi rezultatov, pridobljenih s preizkusi, so v Laboratoriju za motorje z notranjim izgorevanjem na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru zaključili testiranja z ugotovitvijo, da je optimalen statičen kot vbrizga pri biodizelskem gorivu $\alpha_i = 19^\circ \text{CA BTC}$. Pri tem kotu so pri biodizelskem gorivu emisije saj, NO_x , CO in HC manjše kot pri dizelskem gorivu, kjer je tovarniško določen kot vbrizga $\alpha_i = 23^\circ \text{CA BTC}$. Čeprav ima motor z biodizelskem gorivom manjšo moč in večjo specifično porabo goriva, se ugodni rezultati emisij kljub temu nagibajo v prid biodizelskemu gorivu, kar je prikazano v spodnjih diagramih: na režimu največjega navora in največje moči pri najznačilnejših obratih motorja med vožnjo po mestu – med 1.600 in 2.200 obrati na minuto.



Graf 7: Prikaz primerjave specifičnih parametrov značilnosti motorja pri uporabi D2 in B100 z ustrežno nastavitvijo kota vbrizga pri 1.600 obratih na minuto

Vir : Fakulteta za strojništvo, Maribor



Graf 8: Prikaz primerjave specifičnih parametrov značilnosti motorja pri uporabi D2 in B100 z ustreznostjo kota vbrizga pri 2.200 obratih na minuto

Vir : Fakulteta za strojništvo, Maribor

Na grafih št. 7 in št. 8 so prikazane vrednosti in primerjava vrednosti izmerjenih količin pri uporabi fosilnega dizla (rdeče) in biodizla (modro). Motor je bil nastavljen v skladu z uporabljenim gorivom. Primerjava je pravzaprav prikaz odstopanj izmerjenih vrednosti pri uporabi različnih goriv ob predpostavki, da vrednosti, izmerjene na motorju, pri uporabi fosilnega dizla predstavljajo referenčno oziroma 100 % vrednost. Razlika v moči motorja, količini vbrizganega goriva v valj in temperaturi izpušnih plinov pri različnem številu motornih vrtljajev ostaja praktično nespremenjena. Večja odstopanja se pojavijo pri vsebnosti ostalih merjenih parametrov. Meritve potrjujejo prednosti, ki jih prinaša uporaba biodizla, saj so količine CO, HC, NO_x in saj v izpuhu bistveno manjše kot pri uporabi fosilnega dizla. Zanimiva je tudi primerjava pri različnem režimu obratovanja, saj se pri višjih obratih razlika merjenih vrednosti parametrov večja. Najmanjša razlika je bila pri izpuhu dušikovih oksidov, ki so ob večanju števila motornih obratov celo narasli. Vsebnost ostalih merjenih snovi pri uporabi biodizla se je zmanjšala, še posebej količina trdih delcev, katerih vrednost se je pri 2.200 obratih na minuto znižala pod 50 %, če primerjamo vrednosti z izpuhom motorja, ki je uporabljal fosilni dizel.

6.4 BIODIZEL KOT POGONSKO SREDSTVO ZA AVTOBUSE MESTNEGA PROMETA

Vsi predloženi podatki omogočajo celovit pogled na uporabo biodizla z njegovimi prednostmi in s slabostmi v primerjavi s klasičnim dizelskim gorivom. Teoretične raziskave so zgolj podlaga za primerjavo. Popolno sliko si bo mogoče ustvariti šele, ko se opravijo obsežnejša testiranja in sistematične meritve. V Laboratoriju za motorje z notranjim izgorevanjem na mariborski Fakulteti za strojništvo so raziskovali biodizel proizvajalca Pinus TKI d.d. in vpliv tega goriva na značilnosti vbrizgavanja in motor. Testiranje je bilo opravljeno na avtobusnih motorjih MAN D2566MUM, ki so last podjetja LPP. LPP je nato v skladu z dobljenimi rezultati teh raziskav uporabljal testirano gorivo v svojih avtobusnih motorjih. Uporabljeno je bilo biodizelsko gorivo (B100) iz oljne ogrščice, ki ustreza evropskemu in slovenskemu standardu EN 14214/SIST EN 14214.

6.5 PRIPRAVA AVTOBUSA ZA UPORABO BIODIZLA

Pri prehodu z uporabe fosilnega dizla (D2) na uporabo mešanice goriv ali čistega biodizla je treba na vsakem vozilu opraviti servisni pregled, pri katerem se je:

- nastavljal kot vbrizga goriva v izgorevalni prostor (po rezultatih meritev za 100 % biodizel s 23 ° na 19 °), prečistil rezervoar za gorivo, napeljavo za dovod goriva in so se po potrebi zamenjali gumijasti deli, ki niso odporni na biodizel,
- zamenjal filter za gorivo,
- opravil diagnostičen pregled vozil, ki je obsegal merjenje moči, navora in dimljenja (vsebnost trdih delcev v izpuhu).

Pri uporabi biodizla je treba prepoloviti servisni interval, ki je pri vozilih MAN-SG220 tovarniško predviden vsakih 20.000 km. Če se uporablja biodizel, se olje v motorju menja vsakih 10.000 km. Analize vzorcev motornega olja, opravljene v laboratoriju podjetja Petrol, dobavitelja goriv LPP-ju, so namreč pokazale povečano vsebnost goriva v olju in njegovo iztrošenost.

Brez večje predelave lahko uporabljamo avtobuse z motornim tipom Euro 0 in Euro I, pri novejših tipih motorjev pa je uporaba vprašljiva in jo proizvajalci odsvetujejo, zato tudi ne upoštevajo garancije pri vozilih, ki so bila vožena s takšnim gorivom. Motorje je sicer mogoče predelati, vendar je predelava draga in enosmerna, saj po njej ne moremo več uporabljati običajnega dizla oziroma je za njegovo uporabo spet potrebna predelava. Pri novih vozilih se je že ob naročilu avtobusa treba odločiti za vrsto goriva, ki se bo uporabljal, saj je prehod z biodizla na dizel mogoč samo, če zamenjamo celoten motor. Nov avtobus na biodizel je izdelan tako, da uporablja samo 100 % biodizel in je 30 do 40 % dražji od klasičnega.

6.6 REZULTATI DOSEDANJIH TESTIRANJ – IZMERJENE VREDNOSTI NA TESTNIH VOZILIH V DIAGNOSTIČNEM CENTRU LJUBLJANSKEGA POTNIŠKEGA PROMETA

S testiranjem avtobusov testne in nadzorne skupine so bile ugotovljene spremembe pri:

- moči motorja pri uporabi biodizla,
- navoru motorja pri uporabi biodizla,
- količini trdih delcev v izpušnih plinih.



Slika 6: Opravljanje meritev v Diagnostičnem centru LPP-ja

Vir: Diagnostični center LPP-ja

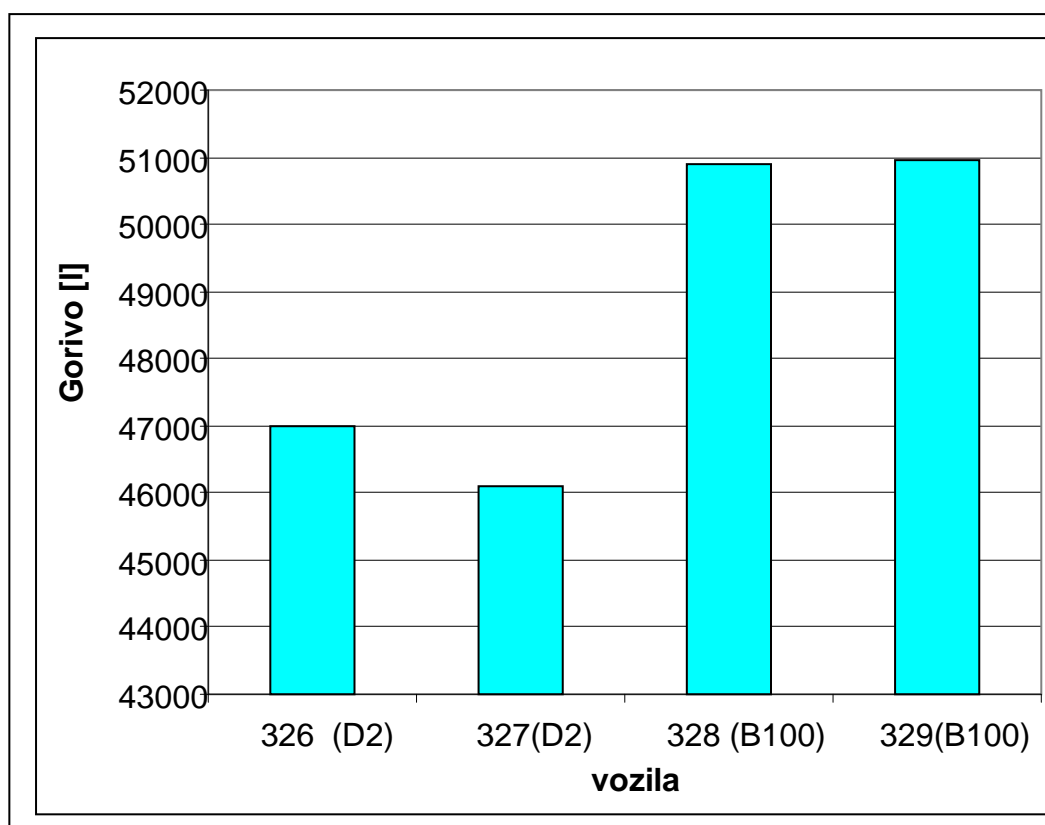
Moč motorja se je pri uporabi biodizla pri prvem avtobusu znižala s 150 kW na 147 kW, pri drugem avtobusu pa je bila sprememba zanemarljiva.

Navor motorja se je pri uporabi biodizla pri prvem avtobusu spremenil s 736 Nm na 700 Nm (zmanjšanje za 5 %), pri drugem avtobusu pa s 721 Nm na 697 Nm (zmanjšanje za 3,5 %). Največja sprememba je bila opazna pri količini trdih delcev v izpuhu, in sicer z 2,24 kg/h na 0,89 kg/h (46 % prve meritve) pri prvem avtobusu in z 2,12 kg/h na 0,89 kg/h (42 % prve meritve) pri drugem avtobusu.

uporabljeno gorivo	vozilo reg. oznaka	prevoženi kilometri	porabljeni litri goriva	Poraba l/100km	Ø poraba v l/100km	razlika v porabi l
D2	LPP-326	73520	1564	47.008	46.549	4.381
	LPP-327	68952	1496	46.090		
Biodizel B100	LPP-328	71223	1399	50.909	50.930	
	LPP-329	66875	1313	50.951		

Tabela 10: Tabela prevoženih kilometrov in porabe goriva prvo leto testiranja

Vir: Diagnostični center LPP-ja



Graf 9: Poraba goriva testne skupine vozil v prvem letu

Vir: Diagnostični center LPP-ja

Razliko v porabi goriva nazorno prikazuje graf št. 9. V prvem letu uporabe biodizla so s štirimi vozili testne skupine opravili 282.570 kilometrov, in sicer 142.472 kilometrov z vozili, ki sta uporabljali D2, in 138.098 kilometrov z vozili, ki sta uporabljali biodizel. Porabljeno je bilo 3.060 litrov fosilnega goriva in 2.712 litrov biodizla. Povprečna poraba posameznega vozila je opisana v tabeli in znaša za

vozili, ki sta vozili na D2, 47 in 46,1 litra goriva na sto prevoženih kilometrov. Vozili, ki sta uporabljali biodizel, pa sta v povprečju porabili 51 in 50,9 litrov goriva na sto prevoženih kilometrov. Razlika v porabi goriva znaša torej 4,381 litra oziroma zaokroženo 4,4 litra na sto prevoženih kilometrov.

6.7 PRIPRAVA NA MERITVE

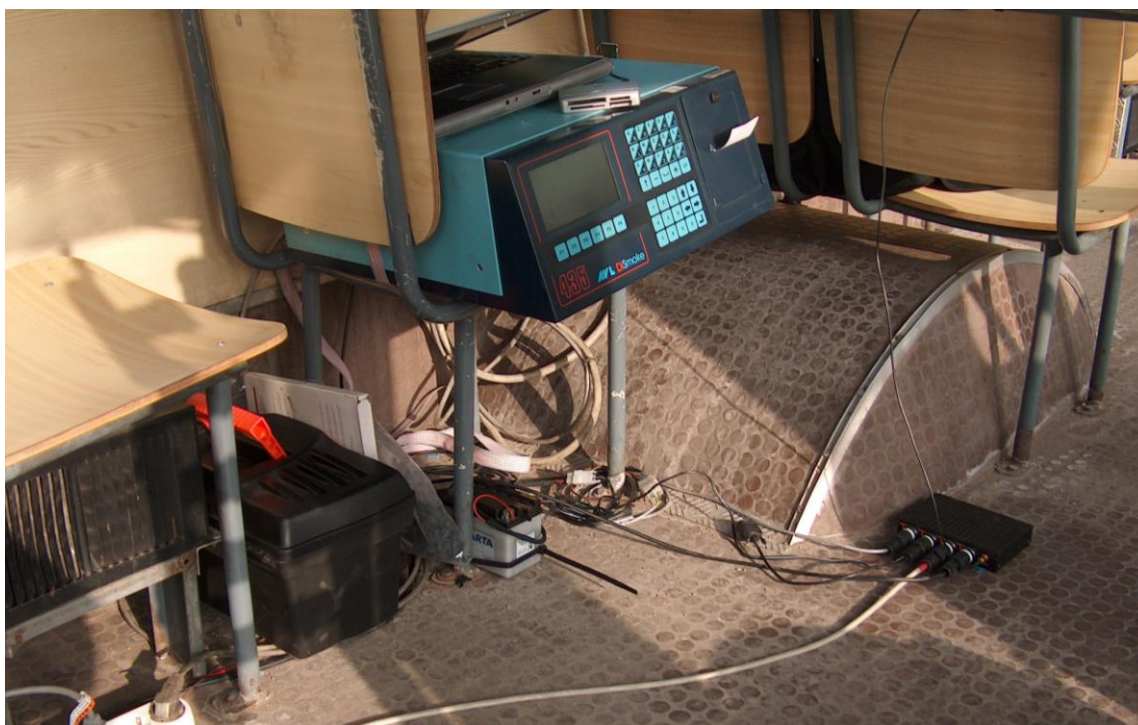
Za pridobitev natančnih podatkov je Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani opravila meritve emisij izpušnih plinov med vožnjo mestnega avtobusa.

Meritve emisij izpušnih plinov so bile opravljene na zgibnem avtobusu številka 329, ki dosega emisijske standarde Euro 0 in je opremljen z 11,413-litrskim šestvaljnim sesalnim dizelskim motorjem z oznako D2566 MUM (177 kW pri 2.200 min^{-1}), in na zgibnem avtobusu številka 433, ki dosega emisijske standarde Euro IV in je opremljen z 10,518-litrskim šestvaljnim tlačno polnjenim dizelskim motorjem s skupnim vodom z oznako D2066 LUH22 (228 kW pri 1.700 min^{-1}). Med prvim nizom meritev je avtobus št. 329 za gorivo uporabljal biodizel, med drugim nizom pa standardno dizelsko gorivo D2. Tretji niz meritev je bil opravljen na avtobusu št. 433, ki je uporabljal standardno dizelsko gorivo D2. Glede na predhodne raziskave je bil kot predvbrizga goriva za biodizelsko gorivo na motorju avtobusa št. 329 nastavljen na 19° , za dizelsko gorivo pa na $23,5^\circ$.



Slika 7: Filter izpušnih plinov (levo) in naprava za meritev sestave izpušnih plinov Horiba MEXA-548L, nameščena na avtobusu št. 329 (desno spodaj)

Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljana



*Slika 8: Namestitev merilne naprave
(RT DL2 ob zadnji osi avtobusa št. 329 (spodaj desno) in naprave za meritev
neprosojnosti izpušnih plinov AVL DiSmoke 435 (zgoraj, sredina))*

Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljana



Slika 9: Namestitev komore za meritev neprosojnosti izpušnih plinov na zgibu in antene GPS na avtobusu št. 329

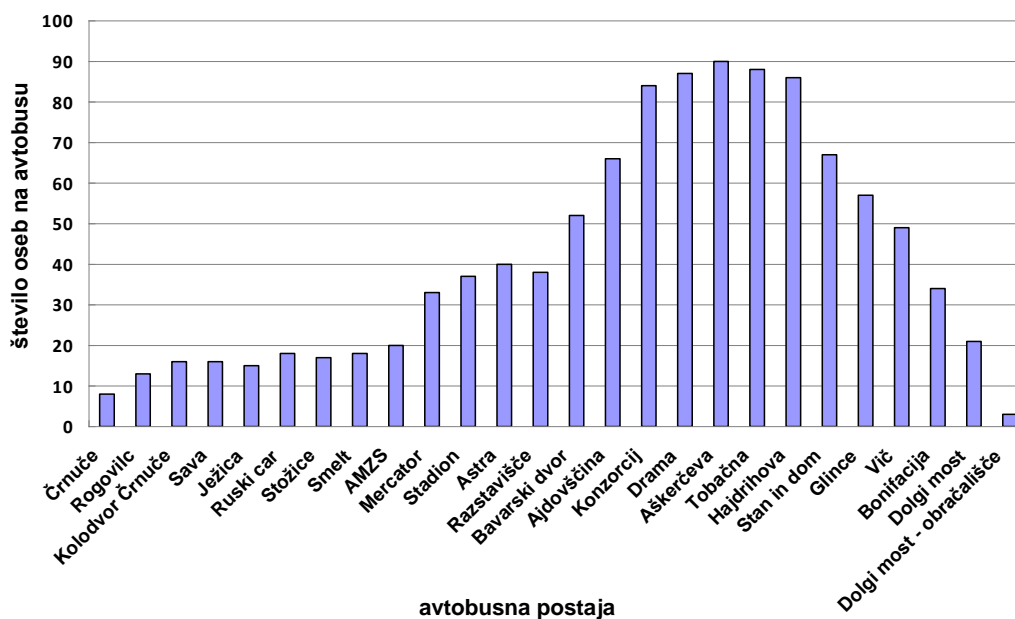
Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

6.8 IZVEDBA MERITEV

Meritve so se izvajale na progi mestnega potniškega prometa št. 6. Na avtobusu so bili ves čas prisotni voznik, trije uslužbenci LPP-ja, ki so šteli potnike pri vstopnih in izstopnih vratih, in oseba, ki je izvajala meritve (FS).

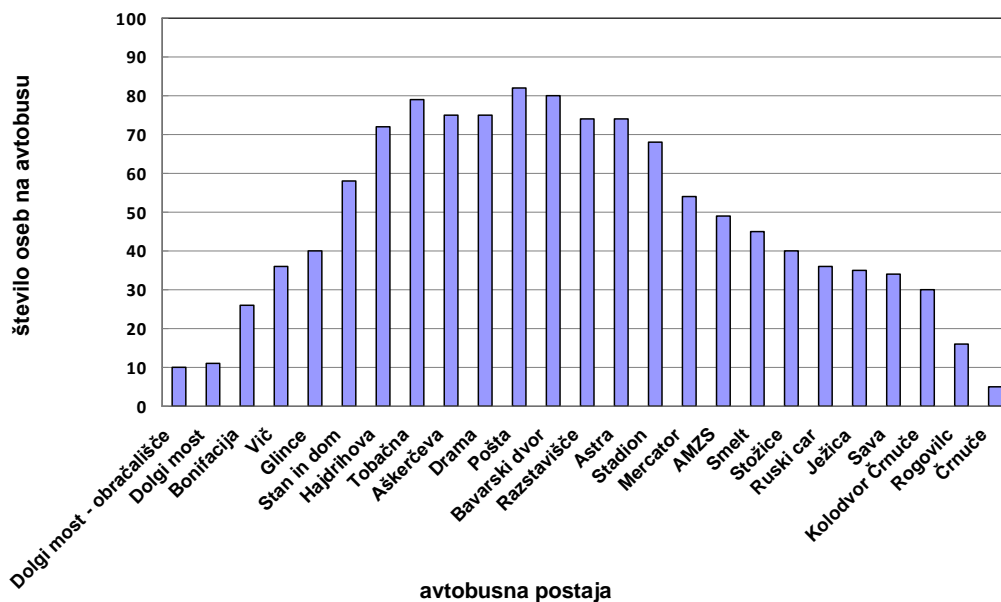
V vsakem nizu meritev so bile opravljene štiri vožnje. Ob 13.25 se je začela vožnja Črnuče–Dolgi most, ob 14.24 Dolgi most–Črnuče, ob 15.10 Črnuče–Dolgi most in ob 15.58 Dolgi most–Črnuče.

Vremenski pogoji so bili med meritvami dovolj podobni, da niso imeli večjega vpliva na emisije. Emisije so bile izmerjene na merilni postaji Agencije RS za okolje, v Ljubljani na Vojkovi 1b, ki je v bližini proge št. 6. Opravljene so bile sledeče meritve:



Graf 10: Število oseb na avtobusu št. 329 (D2) na drugi vožnji na progi Črnuče – Dolgi most

Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljana



Graf 11: Število oseb na avtobusu št. 329 (D2) na drugi vožnji na progi Dolgi most – Črnuče

Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljani

6.9 REZULTATI: EMISIJE IZPUŠNIH PLINOV

V preglednici so predstavljene časovno povprečne vrednosti emisij in povprečne vrednosti na razdaljo za vse tri preizkuse.

		časovno povprečne vrednosti	povprečne vrednosti na razdaljo
NO [ppm vol]	329 biodizel	241	351
	329 dizel D2	397	540
	433 dizel D2	471	572
neprosojnost [%]	329 biodizel	6,5	6,4
	329 dizel D2	9,2	13,3
	433 dizel D2	2,7	2,6
O₂ [% vol]	329 biodizel	16,2	14,5
	329 dizel D2	16,2	14,9
	433 dizel D2	15,8	13,7
CO₂ [% vol]	329 biodizel	2,9	4,3
	329 dizel D2	2,9	3,9
	433 dizel D2	3,5	5,1

Tabela 11: Časovno povprečne vrednosti emisij in povprečne vrednosti na razdaljo za vse tri preizkuse

Če najprej primerjamo emisije izpušnih plinov na avtobusu št. 329 pri uporabi biodizelskega ali dizelskega goriva D2, lahko opazimo, da so emisije NO in neprosojnost dimnih plinov občutno višje pri uporabi dizelskega goriva kot pri uporabi biodizelskega goriva. Da se neprosojnost zmanjša, so pokazale že laboratorijske meritve na Univerzi v Mariboru v okviru programa CIVITAS. Presenetljivo pa je, da so bile pri uporabi biodizla izmerjene nižje emisije NO, saj so na Univerzi v Mariboru pri uporabi biodizla izmerili višje vrednosti NO_x. Vendar pa meritve niso popolnoma primerljive, saj je delež NO v skupni emisiji NO_x daleč največji in najverjetneje ni bistveno drugačen pri uporabi biodizelskega ali dizelskega goriva D2. To verjetno ne more biti vzrok za tako različne rezultate. Kot predvbrizga je bil pri laboratorijskih meritvah nastavljen optimalno za dizelsko gorivo D2 tudi pri uporabi biodizelskega goriva, medtem ko je bil pri meritvah na progi št. 6 pri uporabi biodizelskega goriva kot predvbrizga nastavljen optimalno za biodizelsko gorivo. Poleg tega motor v realni uporabi večino časa deluje pri nižjih obremenitvah, saj je pogosto v prostem teku (postajališča, križišča, zastoji ...).

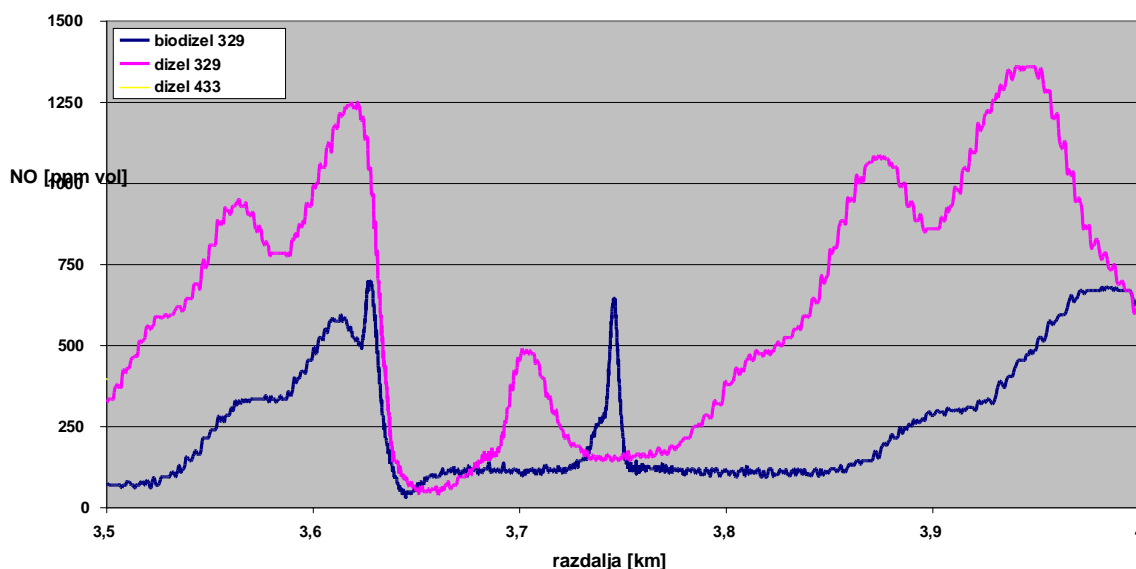
Pri uporabi biodizla so vršne vrednosti neprosojnosti redko presegle 20 %, medtem ko je bila pri uporabi dizelskega goriva D2 ta meja okoli 35 %. Čeprav ta razlika pri časovno povprečnih vrednostih ni tako očitna, je med pospeševanji vendarle opazna in jo je zato treba upoštevati. Najvišje vrednosti emisije NO pri uporabi biodizla niso presegle 1.000 ppm vol, medtem ko so pri uporabi dizelskega goriva dosegle vrednosti okoli 1.400 ppm vol. Pri emisijah O₂ in CO₂ ni bilo izmerjenih opaznih razlik.

Primerjava emisij avtobusa št. 329 (Euro 0) in avtobusa št. 433 (Euro IV) pokaže, da so bili izpušni plini občutno manj neprosojni pri avtobusu št. 433, kar je bilo

pričakovano. Vendar pa je izmerjena emisija NO pri avtobusu št. 433 višja kot pri avtobusu št. 329, ki dosega emisijski standard Euro 0, kar pa je malo presenetljivo.

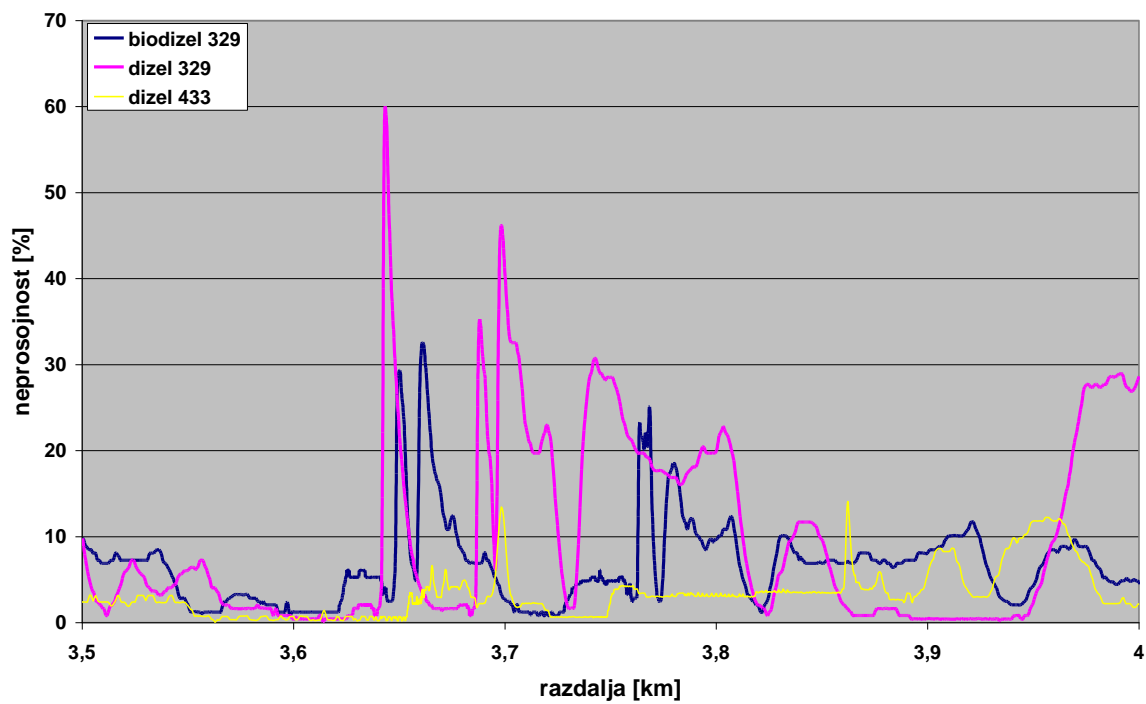
Avtobusa št. 433 je približno 2.250 kg težji od avtobusa št. 329, zato mora pri pospeševanju motor razviti večjo moč, kar praviloma pomeni višje temperature izgorevanja, ki ustvarjajo emisije NO. Na to nakazuje tudi manjši prostorninski delež kisika v izpušnih plinih in povečan delež ogljikovega dioksida, vendar je to delno tudi posledica vračanja izpušnih plinov. Prav tako ne moremo popolnoma zanemariti možnosti, da motor zaradi nepravilnega delovanja določenega dela motorja ni deloval optimalno. Morda pa je vzrok višjih emisij neustreznost obremenilnega testnega cikla za homologacijo vozil glede emisij izpušnih plinov, ki ne odraža dejanskih obremenitev motorja mestnega zgbnega avtobusa.

Samo za primerjavo sta v nadaljevanju predstavljena diagrama emisije NO in neprosojnosti izpušnih plinov za vse tri primere. Vzet je bil del proge št. 6, okoli 3,5 do 4 km od začetnega postajališča v Črnučah. Na avtobusu št. 329 lahko pri uporabi dizelskega goriva v primerjavi z biodizelskim gorivom opazimo višje vrednosti. Pri avtobusu št. 433 je neprosojnost občutno nižja od obeh izmerjenih na tem avtobusu. Opazimo lahko tudi, da je emisija NO na avtobusu št. 433 pri manjših obremenitvah višja od emisije na avtobusu št. 329 pri uporabi biodizla, vršne vrednosti pa so nekoliko nižje.



Graf 12: Emisija NO okoli 3,5 do 4 km od začetnega postajališča v Črnučah za vse tri preizkuse

Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljana



Graf 13: Neprosojnost izpušnih plinov okoli 3,5 do 4 km od začetnega postajališča v Črnučah za vse tri preizkuse

Vir: Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

7 TEST HIBRIDNEGA PROTOTIPNEGA AVTOBUSA ZNAMKE MAN

MAN Slovenija je v začetku decembra 2009 LPP-ju ponudil prototipni avtobus, ki so ga prevzeli 17. 12. 2009 na Brnčičevi ulici 35 in jim ga na isti naslov vrnili 11. 1. 2010. Pred prevzemom je bilo treba pridobiti uporabno dovoljenje Ministrstva za promet, kar je bil dolgotrajen postopek, saj so vlogo oddali že 9. 12. 2009. 16. 12. 2009 so od ministrstva prejeli uradno potrdilo, da smejo potnike brezplačno voziti. Treba je bilo urediti tudi zavarovanje, kar je stalo 1.115,65 evrov za omenjeno testno obdobje.

Avtobus so 18. 12. 2009 v dopoldanskem času testirali v delavnicah LPP-ja, kjer so opravili meritve hrupa, izpustov emisij ... Uradna predstavitev avtobusa ljubljanskemu županu je potekala 22. 12. 2009, tam pa so bili prisotni tudi novinarji.

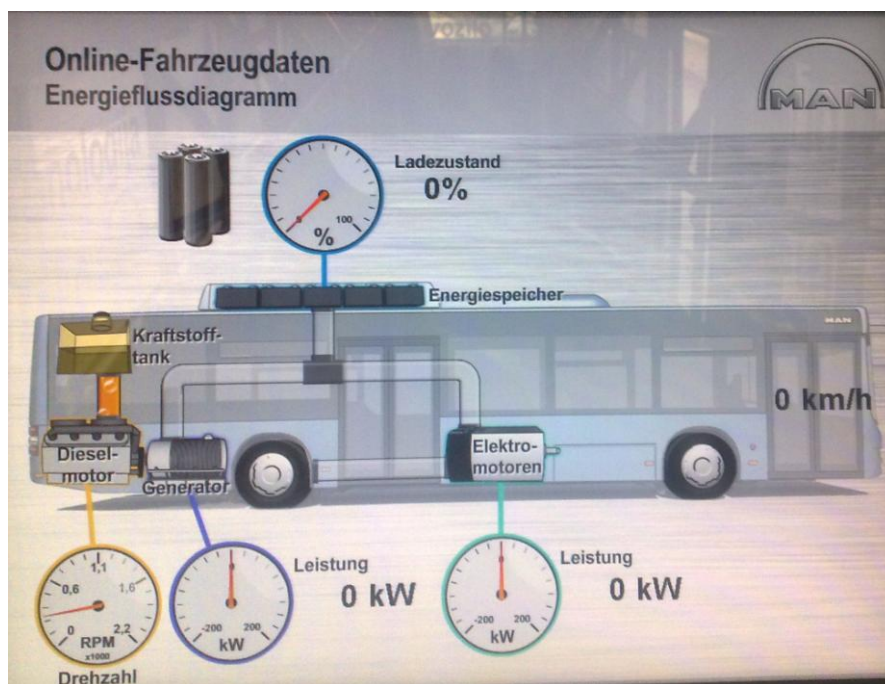
Prototipni avtobus so testirali samo ob delavnikih, vzporedno pa so testirali tudi primerljiv tip avtobusa (MAN A21 NL-223) za realno primerjavo podatkov.

Hibridni avtobus poganjata dva elektromotorja s 75 kW moči. Električna energija se hrani v kondenzatorjih. Njihova prednost je, da se polnijo hitreje od klasičnih baterij (akumulatorjev), se pa zato tudi hitreje izpraznijo. Kljub temu naj bi bila življenjska doba kondenzatorjev daljša od življenjske dobe baterij. Energijo za delovanje elektromotorjev proizvaja dizelski motor, ustvarja pa se tudi med zaviranjem, ko se zbira kinetična energija. Le-ta se pri speljevanju vozila ponovno sprosti nazaj v pogonski sklop. Ko avtobus doseže 30 km/h, se spet vklopi dizelski motor, ki deluje do ponovnega ustavljanja.



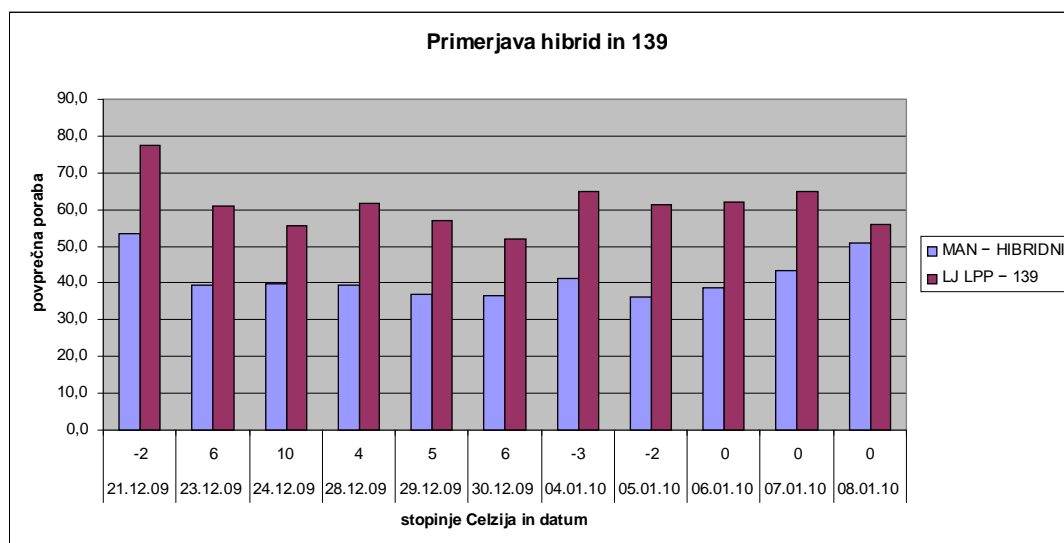
Slika 10: Testno hibridno vozilo

Vir: avtor



Slika 11: Slika notranjega zaslona, na katerem je prikazan pogon

Vir: avtor



Graf 14: Prikaz porabe goriva testnih avtobusov

Vir: avtor

V prilogi je razvidno, da so beležili statistiko obeh avtobusov: prevožene kilometre, povprečno porabo goriva, prepeljane potnike ... Poleg tega so bili zapisani tudi vremenski vplivi (zunanje temperature, sneg). Iz primerjalnih tabel je razvidno, da je hibridni avtobus varčnejši od klasičnega dizelskega, saj so z njim prepeljali skoraj enako število potnikov na isti progi ob skoraj enakih časih in v podobnih vremenskih pogojih. Razmere so bile popolnoma primerljive.

Zadnji dan testiranja, 8. 1. 2010, je močno snežilo, zato hibridni avtobus ni mogel ustvarjati energije z zaviranjem. Iz zapiskov voznikov je moč razbrati, da so pogonska kolesa pri zaviranju drsela, zato je moral dizelski motor delovati večji del dneva, da je ustvarjal električno energijo, posledica tega pa je bila močno povišana poraba goriva.

Vprašalniki z naslovom Prednosti in slabosti testnega avtobusa (hibridni MAN) so bili izročeni trem voznikom, ki so jih tudi izpolnili. Hibridni avtobus je bil ocenjen z odlično oceno.

7.1 STATISTIČNI PODATKI TESTIRANJA VOZILA – HIBRIDNI MAN

Tabela 12: Statistični podatki testiranja vozila – hibridni MAN

Hibridni MAN						
DATUM TOČENJA	KOLIČINA GORIVA (L)	ZNESEK GORIVA (1,054 EUR za L)	ZUN. TEMP.	PREVOŽENI KILOMETRI	POVPREČNA PORABA	ŠTEV. POT. (vstop)
21.12.2009	90	94,86	-2	168	53,57	665
23.12.2009	63	66,4	6	160	39,38	684
24.12.2009	67	70,62	10	169	39,64	816
28.12.2009	66	69,56	4	168	39,29	574
29.12.2009	63	66,4	5	170	37,06	510
30.12.2009	62	65,35	6	170	36,47	575
4.1.2010	69	72,73	-3	168	41,07	648
5.1.2010	61	64,29	-2	169	36,09	814
6.1.2010	65	68,51	0	168	38,69	701
7.1.2010	74	78	0	170	43,53	729
8.1.2010	81	85,37	0	159	50,94	836
SKUPAJ:	761	802,09		1.839	41,38	7.552

Vir: LPP

LJ LPP-139						
DATUM TOČENJA	KOLIČINA GORIVA (L)	ZNESEK GORIVA (1,054 EUR za L)	ZUN. TEMP.	PREVOŽENI KILOMETRI	POVPREČNA PORABA	ŠTEV. POT. (vstop)
21.12.2009	116	122,26	-2	150	77,33	935
23.12.2009	90	94,86	6	148	60,81	809
24.12.2009	95	100,13	10	171	55,56	663
28.12.2009	101	106,45	4	164	61,59	516
29.12.2009	99	104,35	5	174	56,9	483
30.12.2009	98	103,29	6	188	52,13	532
4.1.2010	106	111,72	-3	163	65,03	843
5.1.2010	102	107,51	-2	166	61,45	806
6.1.2010	105	110,67	0	169	62,13	238
7.1.2010	83	87,48	0	128	64,84	698
8.1.2010	66	69,56	0	118	55,93	992
SKUPAJ :	1061	1.118,29		1.739	61,01	7.515

Tabela 13: Statistični podatki testiranja vozila – LJ LPP-139

Vir: LPP

Hibridni avtobus je varčnejši pri porabi goriva, torej tudi ekološko čistejši. Bil je tudi veliko tišji, predvsem med speljevanjem in ustavljanjem. Glede racionalnosti nakupa pa bo treba počakati njegovo ceno in oceniti predvidene stroške vzdrževanja.

8 ZAKLJUČKI

8.1 OCENA UČINKOV

Alternativna goriva niso nov izum, ampak so le možnost, da se uspešno nadomesti goriva fosilnega izvora. Ena od mogočih nadomestkov zanje so goriva biološkega izvora oziroma biogoriva. V današnjem času se čedalje bolj zavedamo posledic uporabe fosilnih goriv in iščemo rešitve, ki bi upočasnile oziroma odpravile vplive njihove uporabe na okolje. Priročna rešitev za starejša vozila (Euro 0) je uporaba biodizla z obstoječim motorjem. Pri vozilih z dizelskim motorjem z notranjim izgorevanjem lahko uporabimo biodizel kot pogonsko gorivo zgolj z manjšimi posegi v nastavitve motorja. Ker so vozila cestnega prometa najštevilčnejša in posledično eden večjih onesnaževalcev, je treba posvetiti pozornost uvajanju alternativnih goriv kot ustrezni zamenjavi za fosilni dizel.

Rezultati testiranja biogoriv, ki so opisani v tej diplomski nalogi, so pridobljeni s testiranjem različnih goriv na vozilih, ki so imela na začetku projekta prevoženih preko 700.000 km in ustrezajo standardom Euro 0. Agregati teh vozil so bili izdelani v času, ko se še ni niti govorilo o kakršni koli uvedbi uporabe alternativnih goriv. Novejša vozila z agregati, konstruiranimi za uporabo tudi drugih vrst goriva, na primer biodizla, bi verjetno dala drugačne rezultate. Že bežen pregled tehnične dokumentacije novejših vozil in površna primerjava nam pokazeta, da je vozilo standarda Euro IV, ki uporablja fosilni dizel, čistejše od vozila standarda Euro 0, ki uporablja biodizel.

8.2 POGOJI ZA UVEDBO

Uvajanje katerih koli alternativnih rešitev je vedno v rokah lastnikov podjetja (v primeru LPP-ja je to MOL – mestna občina Ljubljana) in politike, politične odločitve pa vedno pogojujejo ekonomski vidiki in želja po čim večjem zaslužku.

Na koncu je treba omeniti še druge vidike, kot je na primer varovanje okolja, ki ga je težko opredeliti s kratkoročno ekonomsko bilanco. Odločitev je torej predvsem politična, saj politika oblikuje in ustvarja pogoje za spremembe v družbi.

8.3 MOŽNOST NADALJNEGA RAZVOJA

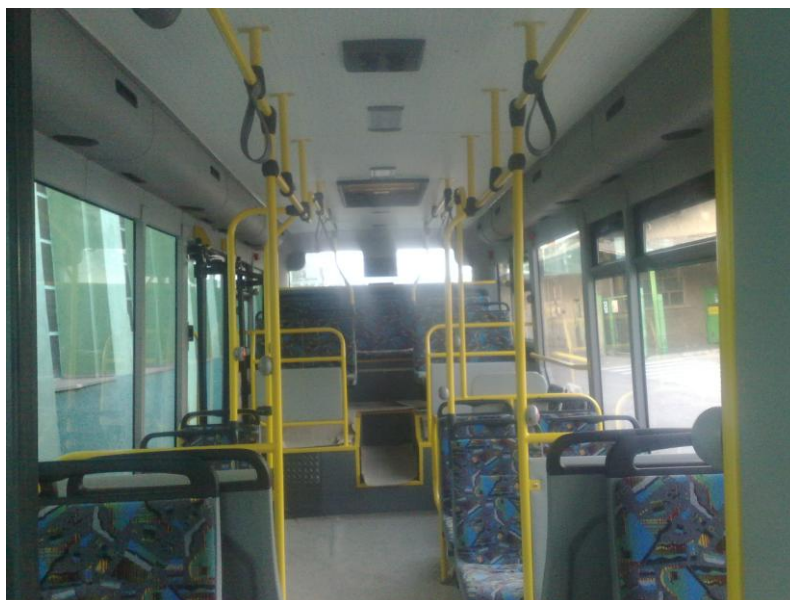
V prihodnosti bi lahko vozni park mestnega potniškega prometa posodobili s ponovno uporabo tramvaja, cestne železnice in trolejbusov, saj vozila na električni pogon ne izpuščajo nobenih plinov, kar bi bilo za okolje najboljše. Poleg tega so zanimiva tudi tirna vozila, ki imajo vedno prosto pot, zato jim ni treba stati v koloni ali se odmikati parkiranim osebnim vozilom. Ker bi imela zaradi tega veliko višjo potovalno hitrost, bi ljudem postala zanimiva in s tem bi začelo število potnikov naraščati.

Za konec bo predstavljena še zasedenost avtobusa (slika št. 12) na progi št. 3 v nedeljo. Če bi imel MPP dovolj velik in raznolik vozni park, ob nedeljah ne bi bilo treba pošiljati v promet zgibnih avtobusov, ki porabijo 55 litrov.

Na sliki št. 13 je notranjost midi avtobusa, ki deluje na hibridni pogon. Tak avtobus porabi samo 20 litrov.



Slika 12: Notranjost zgibnega avtobusa v nedeljo na progi št. 3
Vir: Avtor



Slika 13: Notranjost midi avtobusa
Vir: Avtor

9 LITERATURA IN VIRI

Knjige:

Brate, T. (2005). *Zgodovina mestnega prometa v Ljubljani*. Ljubljana: LPP.

Poročila, interni dokumenti:

Ljubljanski potniški promet, Letno poročilo (2007).

Ljubljanski potniški promet, Letno poročilo (2008).

Ljubljanski potniški promet, Letno poročilo (2009).

Interna gradiva LPP.

Poročilo testiranja nastavitve motorja za biodizel, Fakulteta za strojništvo, Maribor

Poročilo testiranja izpušnih emisij med vožnjo, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

Spletne strani:

Zgodovina trolejbusa: <http://www.flickr.com/photos/33920880@N08/3151979252/>,
dostopno 15.05.2010

Ljubljanski potniški promet:

<http://www.lpp.si>, dostopno 15.05.2010

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Tramvaj, ki ga še danes hranijo v LPP d.o.o.</i>	4
<i>Slika 2: Trolejbus</i>	5
<i>Slika 3: Avtobusi v tridesetih letih v Ljubljani</i>	6
<i>Slika 4: Testni avtobus LPP-ja</i>	24
<i>Slika 5: Motor MAN D 2566MUM na zavori na preizkuševališču</i>	25
<i>Slika 6: Opravljanje meritev v Diagnostičnem centru LPP-ja</i>	29
<i>Slika 7: Filter izpušnih plinov</i>	31
<i>Slika 8: Namestitev merilne naprave</i>	32
<i>Slika 9: Namestitev komore za meritev neprosojnosti izpušnih plinov na zgibu in antene GPS na avtobusu št. 329</i>	33
<i>Slika 10: Testno hibridno vozilo</i>	39
<i>Slika 11: Slika notranjega zaslona, na katerem je prikazan pogon</i>	39
<i>Slika 12: Notranjost zgibnega avtobusa v nedeljo na progi št. 3</i>	44
<i>Slika 13: Notranjost midi avtobusa</i>	44

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Pomembnejši kazalniki uspešnosti in učinkovitosti MPP-ja</i>	9
<i>Tabela 2: Indeks kakovosti storitev</i>	9
<i>Tabela 3: Število avtobusov po znamkah vozil v voznem parku MPP-ja na 31. 3. 2010</i>	10
<i>Tabela 4: Število vozil v voznem parku MPP-ja glede na obliko 31. 3. 2010</i>	11
<i>Tabela 5: Indeks sodobnosti avtobusov</i>	12
<i>Tabela 6: Najvišje dopustne vrednosti za dizelske motorje (vse vrednosti so v g/kW)</i>	18
<i>Tabela 7: Motorji v mestnih avtobusih</i>	19
<i>Tabela 8: Izpusti MPP-ja</i>	20
<i>Tabela 9: Povprečna poraba goriva v MPP-ju</i>	21
<i>Tabela 10: Tabela prevoženih kilometrov in porabe goriva prvo leto testiranj</i>	30
<i>Tabela 11: Časovno povprečne vrednosti emisij in povprečne vrednosti na razdaljo za vse tri preizkuse</i>	35
<i>Tabela 12: Statistični podatki testiranja vozila – hibridni MAN</i>	41
<i>Tabela 13: Statistični podatki testiranja vozila – LJ LPP-139</i>	42

KAZALO GRAFOV

<i>Graf 1: Število vozil v voznem parku MPP-ja po posameznih znamkah 31. 12. 2007</i>	10
<i>Graf 2: Oblika – izvedba vozil v MPP</i>	11
<i>Graf 3: Grafični prikaz starostne strukture vozil MPP-ju od leta 1992 do 31. 3. 2010</i>	14
<i>Graf 4: Število vozil po starosti 31. 12. 2007</i>	15
<i>Graf 5: Število vozil po starosti 31. 12. 2008</i>	15
<i>Graf 6: Število vozil po starosti 31. 12. 2009</i>	16
<i>Graf 7: Prikaz primerjave specifičnih parametrov značilnosti motorja pri uporabi D2 in B100 z ustrežno nastavitvijo kota vbrizga pri 1.600 obratih na minuto</i>	26
<i>Graf 8: Prikaz primerjave specifičnih parametrov značilnosti motorja pri uporabi D2 in B100 z ustrežno nastavitvijo kota vbrizga pri 2.200 obratih na minuto</i>	27
<i>Graf 9: Poraba goriva testne skupine vozil v prvem letu</i>	30
<i>Graf 10: Število oseb na avtobusu št. 329 (D2) na drugi vožnji na progi Črnuče – Dolgi most</i>	34
<i>Graf 11: Število oseb na avtobusu št. 329 (D2) na drugi vožnji na progi Dolgi most – Črnuče</i>	34
<i>Graf 12: Emisija NO okoli 3,5 do 4 km od začetnega postajališča v Črnučah za vse tri preizkuse</i>	36
<i>Graf 13: Neprosojnost izpušnih plinov okoli 3,5 do 4 km od začetnega postajališča v Črnučah za vse tri preizkuse</i>	37
<i>Graf 14: Prikaz porabe goriva testnih avtobusov</i>	40

KRATICE:

MPP mestni potniški promet

PPP primestni potniški promet

LPP Ljubljanski potniški promet

MOL Mestna občina Ljubljana

ECZ Električna cestna železnica

CO ogljikov monoksid

CO₂ ogljikov dioksid

HC ogljikovodik

NO_x dušikovi oksidi

PM trdi delci oziroma saje

B100 100 % biodizel

D2 standardno dizelsko gorivo