



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Logistični sistemi

POMEN UPORABE DIAGNOSTIČNIH ORODIJ NA TOVORNIH VOZILIH

Mentor: mag. Branko Lotrič
Lektorica: mag. Daša Hegler

Kandidat: Jernej Repše

Kranj, junij 2025

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Branetu Lotriču za brezpogojno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala g. Sašu Goršetu iz podjetja Klemen Transport d.o.o. za pridobljeno empirično gradivo pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici mag. Daši Hegler, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Jernej Repše izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Braneta Lotriča.

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

Dne:

Podpis:

POVZETEK

Logistični procesi transportnih podjetij so izpostavljeni številnim tveganjem, med katere zagotovo sodijo nepredvideni stroški, nastali zaradi okvar transportnih vozil. V ta namen je nastala potreba po razvoju regulative in diagnostičnih orodij, ki bi transportnim podjetjem omogočala večjo transparentnost vzdrževanja in ažurnost popravil transportnih vozil, kar bi posledično izboljšalo optimizacijo poslovanja podjetja (stroškovno in časovno). Nakup diagnostične opreme, kot je npr. vmesnik OBD-II, naj bi iz tega vidika pomenila stroškovno upravičeno investicijo.

Diplomska naloga raziskuje pomen in smotrnost uporabe diagnostičnih orodij na primeru transportnega podjetja.

KLJUČNE BESEDE

- Diagnostična orodja
- vmesnik OBD-II
- telemetrija
- standardi logističnih procesov SAE in ISO.

SUMMARY

Logistics processes of transport companies are exposed to numerous risks that certainly include incidental expenses incurred due to transport vehicle breakdowns. There was a need to develop regulations and diagnostic tools that would enable transport companies to have greater maintenance transparency and on time repairs of transport vehicles, which would consequently improve the optimization of the company's operations (in terms of cost and time). The investment in the purchase of diagnostic equipment, such as an OBD-II interface, should be a cost-effective investment from this perspective.

The thesis exploratory research - based on the example of a transport company - defines the importance and expediency of using diagnostic tools by transport companies.

KEYWORDS

- Diagnostic tools
- On-Board Diagnostic interface
- Telemetric
- Logistic process standards SAE and ISO.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge.....	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve	2
1.5	Metode dela	3
2	ZGODOVINA DIAGNOSTIČNIH SISTEMOV IN OKOLJSKIH NORMATIVOV.	5
2.1	Začetki regulacije emisij in prvi OBD sistemi.....	5
2.2	Uveljavitev OBD I in OBD II v ZDA in Evropi	5
2.3	Evropski emisijski standardi (EURO 1-7)	5
2.4	Vpliv zakonodaje na razvoj diagnostičnih tehnologij	6
3	TEHNIČNI OPIS DIAGNOSTIČNEGA SISTEMA OBD II IN OBD III	7
3.1	OBD II sistem.....	7
3.1.1	Fizični priključek in lokacija v vozilu	7
3.1.2	Standardizacija in signalni protokoli OBD II	8
3.1.3	PID kode in diagnostična sporočila OBD II	8
3.1.4	Kode DTC - razlaga, struktura in pomen.....	10
3.2	Prehod iz OBD II na OBD III sistem	12
3.2.1	Prednosti in izzivi uvajanja telemetrije	13
4	DIAGNOSTIČNA ORODJA IN METODE UPORABE	14
4.1	Ročni čitalci kod - prednosti in omejitve	14
4.2	Naprednejša orodja.....	15
4.3	Telematike in povezava na daljavo	16
4.3.1	Standard FMS za tovorna vozila in avtobuse	17
5	UPORABA DIAGNOSTIČNIH ORODIJ V PRAKSI	19
5.1	Opis voznega parka in logističnih izzivov	19
5.1.1	Logistični izzivi transportnih podjetij v letu 2025.....	20
5.2	Uporabljena diagnostična oprema in primeri uporabe.....	23
5.2.1	MAN-CATS.....	23
5.2.2	Jaltest.....	24
5.2.3	CVS MOBILE.....	24
5.2.4	MAN RIO	26
5.3	Analiza zbranih podatkov in meritve	29
5.3.1	Ključne ugotovitve analize meritev	29
5.4	Ekonomika uporabe diagnostičnih orodij - stroški in prihranki	30
5.5	Povezava med uporabo diagnostičnih orodij in konkurenčnostjo podjetja	32
5.6	Povzetek raziskave	32
6	SKLEP	33
6.1	Povzetek ugotovitev.....	33
6.1.1	Praktična uporaba in ekonomika	34
6.2	Prednosti in slabosti pri uporabi diagnostičnih orodij ter hipoteze ...	35
6.3	Predlogi za nadaljnji razvoj ter uporabo sistemov v praksi	35
7	LITERATURA IN VIRI.....	38

KAZALO SLIK

Slika 1: Koraki izdelave diplomske naloge	4
Slika 2: Priključek OBD II in lokacija priključka OBD II v vozilu	7
Slika 3: Praktičen prikaz kode DTC	11
Slika 4: Prikaz DTC kode na armaturni plošči tovornega vozila MAN	11
Slika 5: Diagnostični podatki po prebrani napaki DTC	12
Slika 6: Ročni OBD-II čitalec	15
Slika 7: Univerzalni tester s prenosnim računalnikom in OBD priključki	15
Slika 8: Prikaz storitev, ki jih omogoča telemetrija na tovornem vozilu	17
Slika 9: MAN-cats diagnostika in VCI vmesnik	24
Slika 10: Priklop diagnostičnega orodja Jaltest na zavorni sistem EBS	24
Slika 11: Prikaz funkcij telemetrije CVS - primer podjetja Klemen Transport.....	26
Slika 12: Prikaz vgrajenega vmesnika RIO Box.....	27
Slika 13: Primer sledljivosti stanja vozil s platformo MAN RIO.....	28

KAZALO TABEL

Tabela 1: Dovoljene izpušne vrednosti po EURO standardih	6
Tabela 2: Ocenjeni letni prihranki po kategorijah	31
Tabela 3: Prikaz prednosti in slabosti uporabe diagnostičnih orodij	35

POJMOVNIK

Telemetrija: (grško tele – oddaljeno + metron – meriti) tehnologija, ki omogoča meritve na daljavo in posredovanje informacij sistemskemu oblikovalcu ali operaterju.

KRATICE IN AKRONIMI

- ACEA: (angl. The European Automobile Manufacturers Association) - Evropsko združenje proizvajalcev avtomobilov
- ADAS: (angl. Advanced Driver Assistance Systems) - Napredni sistemi za pomoč voznikom
- ALDL: (angl. Assembly Line Diagnostic Link) - Diagnostični priključek
- CARB: (angl. California Air Resources Board) - Kalifornijski odbor za zračne resurse
- CEA: (angl. Controlled Environment Agriculture) - Nadzorovano okoljsko kmetijstvo
- DPF: (angl. Diesel Particulate Filter) - Filter trdih delcev
- DTC: (angl. Diagnostic Trouble Codes) - Vrnjene diagnostične kode
- EBS: (angl. Electronic Brake System) - Elektronski zavorni sistem
- EPA: (angl. Environmental Protection Agency) - Agencija za varovanje okolja
- FMS: (angl. Fleet Management Systems Interface) - Sistemi za upravljanje voznega parka
- GPS: (angl. Global Positioning System) - Globalni sistem pozicioniranja
- ISO: (angl. International Organization for Standardization) - Mednarodna organizacija za standardizacijo
- MIL: (angl. Multifunction Indicator Light) - Opozorilna lučka okvare
- OBD: (angl. On-Board Diagnostic) - Diagnostično orodje za diagnozo vozila
- PID: (angl. Parameter Identification) - Identifikator parametra
- SAE: (angl. Society of Automotive Engineers) - Združenje avtomobilskih inženirjev

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Živimo v času, ki si ga brez uporabe sodobne informacijske tehnologije praktično ne moremo več predstavljati. Sodobni tablični računalniki, pametni telefoni, povezovanje na daljavo so le nekateri izmed njih, ki so dobro zaznamovali naše vsakdanje življenje. Tudi v avtomobilih in tovornih vozilih so se v zadnjih letih začeli implementirati sistemi oziroma krmilne enote, ki skrbijo za nemoteno delovanje vozila in uporabnikom nudijo boljšo izkušnjo ter mobilno povezljivost. Gre za skupek zapletenih računalniških sistemov, povezanih v omrežje, ki nadzorujejo delovanje motorja in ostalih komponent.

Ko pride v vozilu do težave, npr. z delovanjem motorja, se prižge opozorilna lučka za napako. Sodobna vozila so opremljena z večjimi in s podatki bolj bogatimi zasloni, kjer se poleg lučke izpiše še kratek opis napake. Ni pametno predolgo odlašati z obiskom mehanične delavnice, kajti vzroka za prižig lučke še ne poznamo.

V današnjem času za diagnosticiranje elektronskih krmilnih enot skrbi vmesnik OBD II, ki je najbolj splošno uveljavljena verzija sistema OBD (angl. On-Board Diagnostic) in je vgrajen v vsa novejša vozila. Vmesnik omogoča uporabniku pridobivanje informacij o delovanju vozila in ostalih komponent.

V diplomski nalogi bom predstavil zgodovino razvoja OBD sistemov in uporabo metod diagnostičnih orodij na tovornih vozilih ter prikazal prihranek pri uporabi teh orodij.

1.2 Cilji naloge

Cilj naloge je podati vpogled v pomembnost razvoja OBD sistemov ter ovrednotiti uporabo metod diagnostičnih orodij na tovornih vozilih, na podlagi ocene prihranka pri uporabi omenjenih orodij.

1.3 Predstavitev okolja

Nepredvidene okvare tovornega vozila lahko za podjetje pomenijo velik izpad dohodkov zaradi nepravočasnosti dobave blaga in dodatne stroške popravila. Da bi se temu kar se da uspešno izognili, je najverjetneje ključna uporaba diagnostičnih orodij, ki v največji meri skrbijo za večjo transparentnost pri samem vzdrževanju vozila. Tako naj bi imeli pregled nad samo zgodovino servisiranja, podatkih o prihajajočih rednih in izrednih popravilih ter takojšnji dostop do informacij, ki bi nam v primeru okvare vozila služili za čimprejšnjo odpravo napake. S tem bi bistveno zmanjšali čas in strošek popravila, obenem pa zagotovili konkurenčnost,

produktivnost ter donosnost podjetja. Predstavil bom ekonomski vidik uporabe teh orodij ter pragmatično orisal smotrnost pravočasnega ukrepanja v primeru okvar.

1.4 Predpostavke in omejitve

V diplomski nalogi se bom opredelil na pomembnost uporabe diagnostičnih orodij na tovornih vozilih in njihovo uporabo v praksi. Cilj uporabe teh orodij je, da prepoznamo težavo z delovanjem vozila, še preden preraste v večji problem. Z rednimi rutinskimi pregledi lahko sproti rešujemo napake in se na dolgi rok izognemo večjim in nepredvidenim popravilom.

Omejitev predstavlja nakup diagnostičnega orodja za podjetje z lastno servisno delavnico, ki razpolaga z večjim številom blagovnih znamk vozil. Originalna orodja, ki jih predpisuje proizvajalec, so zelo draga in zapletena za uporabo. Univerzalna diagnostična orodja, ki omogočajo priklop več vrst vozil, so cenovno dostopnejša a kljub temu funkcionalna, priročna in ne zahtevajo veliko znanja. Za bolj sofisticirane posege pri uporabi diagnostičnih orodij pa brez nenehnega izobraževanja in izpopolnjevanja uporabnika ne gre. Podjetja imajo na voljo tudi uporabo t.i. sistema telemetrije, kjer lahko v realnem času spremljajo parametre delovanja vozila (stanje motorja, nivo tekočin, pritisk v pnevmatikah, porabo goriva) in pravočasno ukrepajo, če pride do okvare.

Omejitev v diplomski nalogi se tako nanaša na empirični del naloge oz. uporabo relevantnih podatkov potrebnih za analizo primera transportnega podjetja, ki že poseduje in uporablja diagnostična orodja na svojih tovornih vozilih.

V diplomski nalogi se bom osredotočil na pomen uporabe diagnostičnih orodij v podjetju, ki razpolaga z več tovornimi vozili za prevoz blaga v Sloveniji in tujini, učinkovitost preprečevanja nastanka večje škode na vozilih ter s tem povezanih večjih stroškov v logističnem procesu zaradi okvar vozil ob uporabi omenjenih diagnostičnih orodij ter smotrnost nakupa le teh za prevoznika.

Z rezultati raziskovalnega dela diplomske naloge bom poskušal potrditi ali zavreči naslednje predpostavke in hipoteze:

Predpostavka 1: Diagnostična oprema preprečuje nastanek večjih škod na vozilu in izrednih stroškov v logističnih procesih zaradi okvare vozil.

Predpostavka 2: Nakup diagnostične opreme v vozilih je za prevoznika strokovno upravičena.

Hipoteza 1: Uporaba diagnostične opreme na tovornih vozilih zmanjšuje izredne stroške v logističnem procesu, kot so stroški vleke, nepredvidenih popravil,

nadomestnih prevozov, izgubo zaupanja naročnikov, stroške nadomestnih delov in zamud pri dostavi blaga. Poleg tega lahko okvara na poti pomeni povečano tveganje za varnost voznika, vozila in tovora. Omogoča pravočasno zaznavanje in odpravo tehničnih napak.

Hipoteza 2: Nakup diagnostične opreme je za prevoznika stroškovno upravičen, saj dolgoročno zmanjšuje skupne operativne stroške in povečuje učinkovitost logističnega procesa. Čeprav predstavlja nakup in implementacija takšne opreme začetni strošek, se ta investicija sčasoma povrne, zaradi zmanjšanja pogostosti in stroškov izrednih situacij. Podaljša se življenjska doba samega vozila ter optimizira porabo goriva na transporti poti.

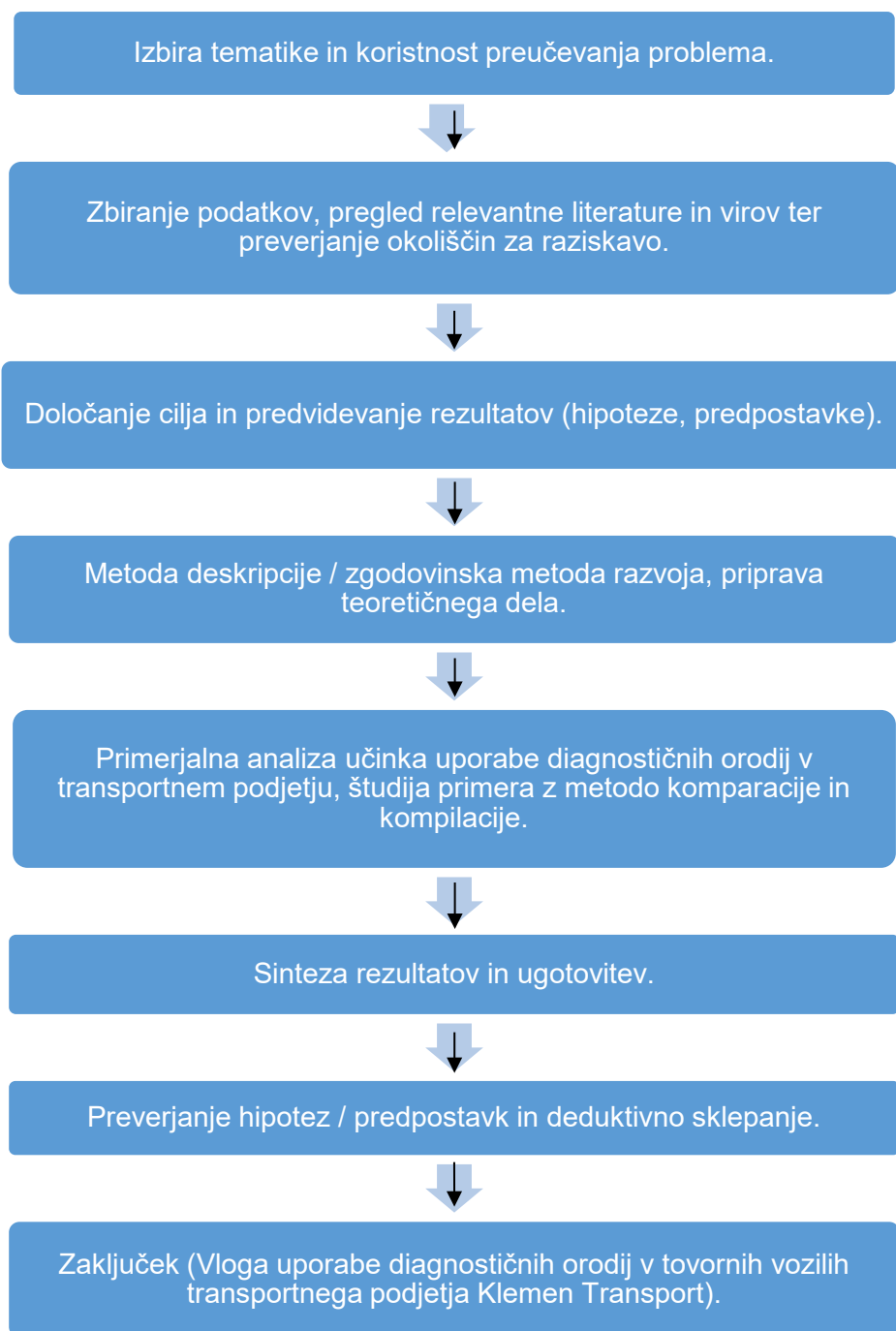
1.5 Metode dela

Diplomska naloga spada med mikroekonomske raziskave. V teoretičnem delu sem z metodo deskripcije in zgodovinsko metodo interpretiral strokovno literaturo, predvsem sekundarne vire, opredelil osnovne pojme diagnostičnih orodij v tovornih vozilih ter znana dejstva o obstoječih diagnostičnih orodij, ki so trenutno najbolj v uporabi, njihov razvoj in regulativo, ki je spodbudila razvoj le-teh. Z metodo kompilacije sem nato povezal teoretična spoznanja ter jih umestil kot uvod v empirični oz. dinamični del naloge.

V empiričnem delu naloge sem z metodo analize dosegljivih izbranih podatkov oz. primerjalno analizo študije primera in metodo komparacije, primerjal učinek uporabe diagnostičnih orodij v tovornih vozilih izbranega transportnega podjetja.

K raziskavi sem pristopil deskriptivno in analitično. Iz pridobljenih razpoložljivih virov, ki sem jih ustrezno umestil v nalogo, sem pripravil analitično primerjavo rezultatov kvantitativno obdelanih podatkov ter z deduktivnim sklepanjem, podprtim s študijo primera, preveril relevantnost hipotez in upravičenost predpostavk, kar sem na koncu strnil v sklepnih ugotovitvah ter utemeljil stroškovno smotrnost uporabe diagnostičnih orodij v tovornih vozilih transportnega podjetja ter v končni fazi optimizacijo transportnih uslug podjetja.

Slika 1 prikazuje korake pri izdelavi diplomske naloge.



*Slika 1: Koraki izdelave diplomske naloge
(Lastni vir)*

2 ZGODOVINA DIAGNOSTIČNIH SISTEMOV IN OKOLJSKIH NORMATIVOV

2.1 Začetki regulacije emisij in prvi OBD sistemi

- Leta 1966 so v Kaliforniji v ZDA pričeli uvajati predpise glede emisij izpušnih plinov na model vozil tistega leta.
- Leta 1968 je zvezna vlada ZDA te predpise razširila na celotno državo.
- Leta 1970 je v ZDA ustanovljena Agencija za varovanje okolja (CEA), ki postavi temelje pri uvajanju standardov in dovoljenih vrednosti izpušnih plinov.
- Leta 1982 je General Motors razvil prvi OBD sistem, poimenovan Assembly Line Diagnostic Link (ALDL). Ta sistem še ni bil izpopolnjen in ni imel večje veljave pri splošni uporabi na vozilih.
- Leta 1986 je stopila v veljavo nadgrajena verzija ALDL sistema s hitrejšim komuniciranjem s samim vozilom in večjim naborom funkcij. Takrat so se pojavili prvi zametki diagnoze meritev izpušnih plinov na vozilih.

2.2 Uveljavitev OBD I in OBD II v ZDA in Evropi

- Leta 1987 je Kalifornijska zbornica za zrak (CARB) odredila predpis, da morajo biti vsa vozila prodana po letu 1988 opremljena s sistemom, ki bi omogočal OBD diagnosticiranje. Zahteve, ki so jih predpisali, so bile zelo podobne tistim, ki so zapisane v OBD I protokolu, ki pa se kot ime ni prijel. To se je zgodilo šele kasneje, ko so predstavili sistem OBD II. OBD I tistega leta še ni bil standardiziran – lokacija priključka še ni bila določena, prav tako ne protokol za komunikacijo z diagnostičnimi napravami ter oblika priključnega konektorja.
- Leta 1988 je Združenje avtomobilskih inženirjev pod kratico SAE (Society of Automotive Engineers) priporočilo standardizirani konektor in protokol signalov za diagnostično komunikacijo.

2.3 Evropski emisijski standardi (EURO 1-7)

- Leta 1992 je v Evropi stopil v veljavo standard EURO 1 (91/441/EEC) za vozila, opremljena z bencinskim motorjem. Pri dizelskih motorjih je začel standard veljati naslednje leto (1993).
- Leta 1996 je stopil v veljavo standardizirani priključek pod imenom OBD II. Ta je določal tip diagnostičnega priključka, število nožic, električne signalne protokole in format sporočil. OBD II ima razširjen seznam standardiziranih diagnostičnih kod napak (angl. diagnostic trouble codes – DTC – poglavje 3.1.4).
- Leta 1998 je bila sprejeta evropska standardizacija za kontrolo avtomobilskih sistemov (Evropska direktiva 98/69/EC), s katero so uzakonili obvezno

uporabo EOBD II sistema (Evropski OBD) v vozilih, prodanih po datumu 1.1.2001 za bencinsko gnana vozila in 1.1.2003 za vozila, opremljena z dizelskim motorjem.

- Leta 2008 je stopil v veljavo evropski emisijski zakon za vozila EURO 5, ki je zelo znižal dovoljene ravni izpustov izpušnih plinov in predvideval tudi preizkus vozil na tehničnih pregledih pod obremenitvijo (meritve škodljivih dušikovih delcev – NO_x ter ostalih izpušnih plinov v gramih na prevoženi kilometer g/km).
- 2015 so morali vsi novi avtomobili in lahka tovorna vozila v EU izpolnjevati najnovejši standard EURO 6. Standard je odredil bistveno manjše dovoljene izpuste zdravju škodljivih emisij predvsem pri vozilih, opremljenih z dizelskim motorjem (iz 180mg/km na 80mg/km). Tako so se bistveno približali ravni bencinskih motorjev (največ 60mg/km) (European Commission, 2025).

Dovoljene vrednosti v izpuhu dizelskih motorjev

	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Ogljikov monoksid	2.720 mg/km	1.000 mg/km	660 mg/km	500 mg/km	500 mg/km	500 mg/km
Ogljikovodiki + dušikovi oksidi	970 mg/km	700 mg/km	560 mg/km	300 mg/km	230 mg/km	170 mg/km
Dušikovi oksidi			500 mg/km	250 mg/km	180 mg/km	80 mg/km
Trdni delci	140 mg/km	80 mg/km	50 mg/km	25 mg/km	5 mg/km	5mg/km

Tabela 1: Dovoljene izpušne vrednosti po EURO standardih
(Vir: Janežič, 2020)

- Leta 2024 je bila sprejeta uredba Euro 7, ki določa strožja pravila glede mejnih vrednostih emisij za cestna vozila in trajnosti baterij. V tovornem prometu bo za nove tipe vozil začel veljati z julijem 2030. Proizvajalci bodo morali do leta 2030 zmanjšati emisije CO₂ za 45%, do leta 2035 za 65% in do leta 2040 za 90% glede na ravni iz leta 2019. To pomeni, da bo večina novih težkih vozil morala biti brez emisij do leta 2040. Prvič se uvajajo omejitve za emisije delcev iz obrabe zavor in pnevmatik, kar pomeni celovitejši pristop k zmanjšanju vseh virov onesnaževanja iz vozil.

2.4 Vpliv zakonodaje na razvoj diagnostičnih tehnologij

Navedeni ukrepi so del širših prizadevanj EU za doseg podnebnih ciljev in prehod na trajnostne oblike mobilnosti. Proizvajalci tovornih vozil bodo morali prilagoditi svoje proizvodne procese in razviti nove tehnologije, ki bodo izpolnjevale te zahteve.

Novejši okoljski standardi so seveda bistveno pripomogli k zmanjšanju škodljivih emisij v ozračje. Da so proizvajalci vozil uspeli doseči te norme, so morali bistveno poseči v samo delovanje motorja, procese izgorevanja ter vgraditi dodatne komponente. V zadnjih letih so za zmanjševanje izpustov namestili filter trdnih delcev DPF (angl. Diesel Particulate Filter), vbrizgavanje tekočine ADBLue® pa poskrbi za kemijsko reakcijo, in okolju nevarne dušikove okside v katalizatorju pretvori v dušik in vodo.

3 TEHNIČNI OPIS DIAGNOSTIČNEGA SISTEMA OBD II IN OBD III

3.1 OBD II sistem

Standard OBD II določa obliko in strukturo priključka ter protokole komuniciranja, signaliziranja ter formate sporočil. Predvideva tudi listo potrebnih parametrov vozila za kontrolo, potek pridobivanja podatkov le-teh in tudi način pridobivanja vrednosti posameznih senzorjev. OBD II standard je določil tudi listo možnih napak na posameznih sistemih in jih sistematično razvrstil ter tematsko obdelal.

Posledica tega standarda je unikatna kontrolna enota, ki nadzira senzorje na vozilu ter z njimi komunicira. Rezultati teh sistemov so, zaradi svojih izjemnih sposobnosti, opogumili tako vlade kot okoljevarstvene agencije, da so začele zaostrovati zgornje meje emisij škodljivih izpustov in jih zniževati do še razumnih mej za ohranitev okolja (Society of Automotive Engineers, 2025).

V nadaljevanju bom podrobneje predstavil delovanje vmesnika OBD II, komunikacijske protokole, ki jih uporablja ter naprave, s katerimi se povezujemo in pridobivamo pomembne podatke za nadaljnjo obdelavo ter v končni fazi odpravo napak na vozilu.

3.1.1 Fizični priključek in lokacija v vozilu

OBD II standard za svojo komunikacijo s standardiziranimi čitalci predvideva ženski 16 pinski priključek (2x8 pinov) J1962 priključek. Nahajati se mora 0,6m od volanskega obroča, največkrat v bližini sredinske konzole



*Slika 2: Priključek OBD II in lokacija priključka OBD II v vozilu
(Vir: Geotab, 2025)*

3.1.2 Standardizacija in signalni protokoli OBD II

V ZDA je uveljavljena družina standardov SAE, v EU pa standardi ISO. Obvezne elemente standardov, ki se jih morajo držati vsi proizvajalci novih avtomobilov v ZDA, opredeljuje skupina uredb OBD II, katere evropski ekvivalent je EOBD (European OBD). Tehnični del EOBD, vključno s standardizirano vtičnico po standardu SAE J1962, je skoraj enak kot pri OBD II.

Največji svetovni proizvajalci avtomobilov so svoje obstoječe komunikacijske protokole vključili v specifikacijo OBD II. Tako je v vsakem novejšem osebnem avtomobilu uporabljen eden od naslednjih petih načinov diagnostike:

- SAE J1850 PWM (impulzno-širinska modulacija z 41,6 kb/s (kilobiti na sekundo), Fordov standard).
- SAE J1850 VPW (spremenljiva širina impulza z 10,4 kb/s ali 41.6 kb/s, General Motors-ov standard).
- ISO 9141-2 K-Line (podoben RS-232 z 10,4 kb/s, uporabljajo ga Chrysler ter proizvajalci vozil v Evropi in Aziji).
- ISO 14230 KWP2000 (Keyword Protocol 2000) je naslednik ISO 9141-2 s hitrostjo prenosa 10 kb/s.
- ISO 15765 CAN (omrežje krmilnikov, angl. Controller Area Network) z 250 kb/s ali s 500 kb/s so razvili pri Boschu za avtomobilsko elektroniko, vendar ga pogosto zasledimo tudi zunaj avtomobilske industrije (Wikipedia, 2025).

3.1.3 PID kode in diagnostična sporočila OBD II

OBD II opredeljuje način sporočilne komunikacije, ki ga mora prek enega ali več od petih standardiziranih komunikacijskih protokolov omogočati elektronika vozila. Vsem je skupno to, da vozilo po prejemu načina delovanja (angl. mode of operation) in podprte standardizirane diagnostične kode PID (Parameter IDentification) vrne diagnostično kodo ali izmerjene vrednosti. Proizvajalcem pri tem ni treba podpreti vseh načinov in vseh standardnih PID, imajo pa tudi možnost vgradnje nestandardnih načinov delovanja in PID.

PID-i, ki jih lahko spremljamo preko diagnostičnega testerja, so zapisani v heksagonalnem sistemu označevanja. Vsaka zahteva po podatku iz sistema nam vrne OBD informacijo, ki je sestavljena iz glave, oblike sporočenega PID-a, podatkovnih bajtov in zaključnega testnega bajta (U.S. Environmental Protection Agency, 2025).

Te podatke pretvorimo v diagnostične informacije s pomočjo enačb. Zaradi kompleksnosti le-teh jih ne bom navajal, prav tako tega diplomsko delo ne obsega.

Standard **SAE J1979** določa deset diagnostičnih načinov delovanja (angl. *Diagnostic Test Modes*), ki jih mora vozilo omogočiti za ustrezno izvajanje diagnostičnih

postopkov. Ti načini so zapisani v heksadecimalnem sistemu in vsakemu je dodeljena specifična funkcionalnost za pridobivanje ali manipulacijo podatkov iz elektronskih krmilnih enot (SAE International, 2025; EPA, 2025):

1. **Mode 01 – Prikaz trenutnih vrednosti:**
Omogoča vpogled v trenutne vrednosti senzorjev in parametrov motorja, kot so temperatura, hitrost vozila, količina vbrizga goriva itd.
2. **Mode 02 – Freeze Frame Data**
Prikazuje zamrznjene podatke v trenutku, ko je bila napaka prvič zaznana. Podatki vključujejo stanje motorja, vrtljaje, temperaturo ipd.
3. **Mode 03 – Shranjene kode napak:**
Poda seznam diagnostičnih kod napak (DTC), ki so bile zaznane v povezavi z emisijami.
4. **Mode 04 – Branje kod napak:**
Omogoča brisanje vseh shranjenih kod DTC in zamrznjenih podatkov, kar resetira opozorilno lučko MIL (Malfunction Indicator Light).
5. **Mode 05 – Test senzorjev kisika:**
Poda rezultate preizkusov senzorjev O₂, kar je ključno za nadzor zgorevanja in emisij.
6. **Mode 06 – Test drugih sistemov in komponent:**
Rezultati lastne diagnoze na komponentah, kot so EGR ventili, katalizatorji in drugi sistemi z informacijami o mejnih vrednostih in trenutnemu stanju.
7. **Mode 07 – DTC s statusom 'pending':**
Prikazuje napake, ki so bile zaznane, vendar še niso potrjene, in bi se lahko pojavile v prihodnosti.
8. **Mode 08 – Testiranje aktuatorjev:**
Omogoča aktivacijo določenih komponent (npr. ventilov, črpalk) za testiranje njihovega delovanja.
9. **Mode 09 – Informacije o vozilu:**
Zagotavlja podatke o VIN številki, ECU različicah, številkah programske opreme in ostalih identifikacijskih podatkih.
10. **Mode 0A – Trajne kode napak (permanent DTC):**
Vsebuje kode napak, ki jih ni mogoče izbrisati, dokler ni sistem uspešno prestopil preizkusov po popravilu.

Ti diagnostični načini skupaj omogočajo celovit nadzor nad delovanjem vozila, še posebej nad sistemi, povezanimi z emisijami in varnostjo (EPA, 2025; Wikipedia, 2025).

3.1.4 Kode DTC - razlaga, struktura in pomen

DTC (angl. Diagnostic Trouble Codes) so kode, ki se uporabljajo za diagnosticiranje okvar na vozilu. Ko se na armaturni plošči prižge opozorilna lučka MIL (Malfunction Identification Light), voznika opozori o težavi z motorjem. Istočasno se v sistem zapiše koda DTC, ki nam da točnejše informacije o sami okvari vozila.

Kode DTC so dolge 5 znakov. Vsak znak v kodi ima točno določen pomen. Prvi znak je vedno črka, ki označuje, kateri sistem ima težavo in se deli na 4 sklope:

- P (angl. Powertrain) – nanaša se na motor, menjalnik, sistem dobave goriva, in ostali sklopi, ki se navezujejo na te komponente.
- C (angl. Chassis) - nanaša se na krmilni sistem, vzmetenje, blaženje in zaviranje.
- B (angl. Body) – nanaša se na komponente, ki se pretežno nahajajo v potniškem prostoru (zračne blazine, klimatska naprava itd.).
- U (angl. Network) – nanaša se na računalniške sisteme in sklope, ki se navezujejo na te komponente.

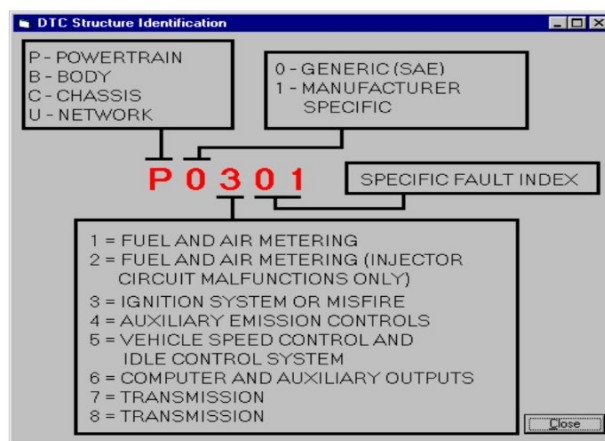
Druga oznaka je številka, običajno je 0 ali 1, in kaže ali je koda napake standardizirana ali ne:

- Številka 0 je generična oz. standardizirana. Te kode sprejemajo vsi proizvajalci vozil, ki se povezujejo na standard OBD II.
- Številka 1 označuje ali je koda specifična za proizvajalca vozila. Te kode so edinstvene za določeno znamko ali model vozila in so običajno manj pogoste.
- Številki 2 ali 3 sta redki, njihov pomen je odvisen od prejšnjega znaka (črke) kode. Večinoma pomeni, da je koda specifična za določenega proizvajalca, a obstajajo tudi manjše izjeme.

Tretja oznaka je prav tako številka, ki sega od 1-8. Ta nam razkrije podsistem, ki je v okvari:

- Številka 1 se nanaša na sistem za merjenje goriva ali zraka.
- Številka 2 se nanaša na sistem za vbrizgavanje goriva ali zraka.
- Številka 3 se nanaša na sistem vžiga.
- Številka 4 se nanaša na sistem emisij.
- Številka 5 se nanaša na nadzor hitrosti vozila in prostega teka motorja.
- Številka 6 se nanaša na težave z delovanjem računalnika.
- Številki 7 in 8 se nanašata na sistem prenosov – delovanje menjalnika.

Četrta in peta oznaka kode se prebereta skupaj kot dvomestno število med 0 in 99, znana kot indeks specifične napake. Ta nam identificira natančno težavo z vozilom (Samsara, 2021).



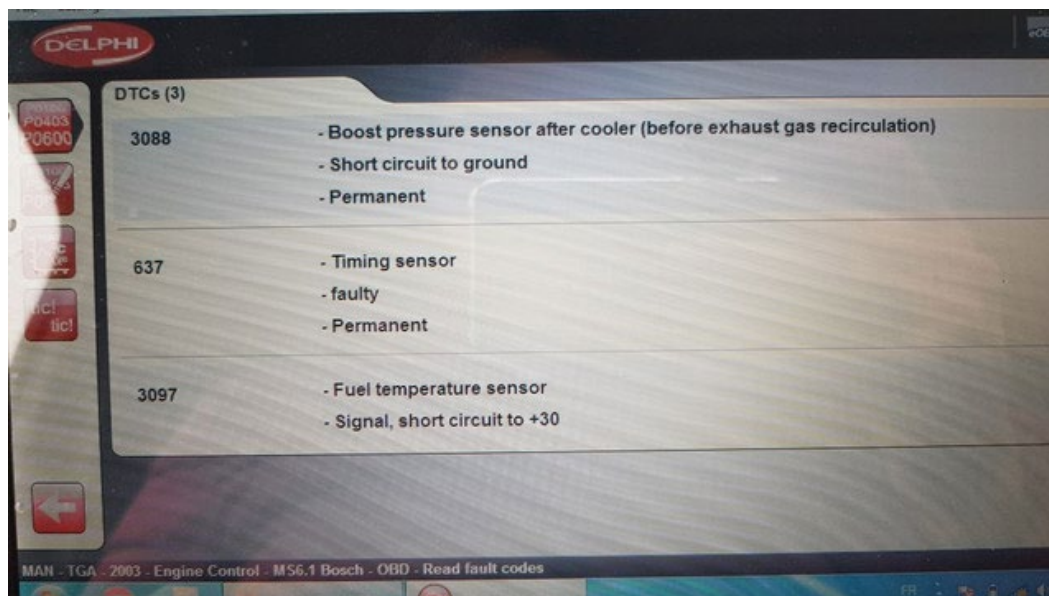
Slika 3: Praktičen prikaz kode DTC
(Vir: Samsara, 2024)

Kode DTC nam služijo za prvo obravnavo omenjenega problema s samim vozilom. Zapiše se v računalnik vozila, preberemo jo pa enostavno z vstopom v meni vozila. Vsaka znamka tovornega vozila ima svoj seznam DTC kod, ki so dostopne preko spleta. Na spodnji sliki je izpisana napaka, za katero proizvajalec vozil MAN navaja napako EDC 03779-10, kar pomeni prenizek pritisk goriva na skupnem vodu. Za bolj natančno obdelavo in test motorja je potrebno priključiti tester OBD, kjer pridobimo bolj natančne podatke o samem problemu in rešitvi.



Slika 4: Prikaz DTC kode na armaturni plošči tovornega vozila MAN
(Vir: Truck & Plant, 2025)

OBD tester prebere napako DTC in jo prenese v obliko opisano v spodnji sliki. Z izbranimi podatki dobimo več informacij o težavi, kar nam olajša reševanje problema.



Slika 5: Diagnostični podatki po prebrani napaki DTC
(Vir: MHH Auto, 2019)

Koda napake na OBD testerju ima šest stanj. Pending (trenutno), Potential (možno), Intermittent (občasno), Confirmed and Active (potrjeno), Permanent (stalno) ter Inactive (neaktivno):

- Pending pomeni, da cikel testiranja napake ni bil dokončno opravljen. Napaka običajno izgine, ko je test opravljen in načeloma nima večjega vpliva na delovanje vozila.
- Potential pomeni, da je napaka možna, ni pa dokončno potrjena. Nadaljnja raziskava torej ni potrebna.
- Intermittent pomeni, da se napaka pojavlja občasno in ne predstavlja resnejše grožnje za delovanje motorja. Priporočen je test motorja.
- Confirmed and Active pomeni, da se je okvara pojavila večkrat, zato je zapisana v spominu računalnika vozila. Ni nujno, da je napaka še trenutno prisotna, zato je priporočljivo izvesti kontrolo delovanja motorja.
- Permanent pomeni, da je napaka zapisana v spominu in zato sveti opozorilna lučka MIL. Gre za resnejšo okvaro, ki jo je nemudoma potrebno odpraviti.
- Inactive pomeni, da je bila v preteklosti napaka aktivna, trenutno pa ni več. Po navadi je zapisana ob ponastavitvi določenih parametrov vozila. Nadaljnja raziskava ni potrebna (Samsara, 2021).

3.2 Prehod iz OBD II na OBD III sistem

Sistem **OBD II** predstavlja tehnološko napreden diagnostični okvir, ki omogoča vozilu, da s pomočjo samodijagnostike preverja delovanje posameznih komponent in

zaznava napake, še posebej tiste, ki so povezane z emisijami. Kljub temu pa sistem pušča odločitve o odpravi napake v rokah uporabnika ali serviserja. Opozorilna lučka **MIL (Malfunction Indicator Light)** je pogosto prezrta, saj ni vezana na takojšnjo blokado delovanja ali pravne posledice. Posledično lahko vozila z aktivno napako v emisijskem sistemu še naprej obratujejo in celo **onesnažujejo okolje do desetkrat bolj** kot vozila starejših generacij z uplinjači (EPA, 2025).

Prav ta pasivnost pri odpravljanju napak je spodbudila ameriško Agencijo za varovanje okolja (EPA), da je predlagala razvoj nadgrajenega sistema, imenovanega **OBD III**. Gre za razširjeno različico OBD II, ki vključuje **telemetrijo**, tj. prenos diagnostičnih informacij v realnem času v nadzorne centre. Sistem vključuje **radijske prenosnike ali satelitsko povezavo**, s katerimi vozilo ob zaznavi napake samodejno posreduje ključne podatke: identifikacijsko oznako vozila (VIN), vrsto zaznane napake ter geolokacijo vozila.

V pilotnih projektih, ki so potekali v določenih državah ZDA, se je izkazalo, da je možno uporabnika že ob pojavu napake avtomatsko obvestiti o vrsti in nujnosti odprave napake. Takšen pristop omogoča preventivno ukrepanje, izboljšuje nadzor nad emisijami in zmanjšuje odvisnost od rednih tehničnih pregledov.

OBD III tako ne pomeni le napredka v diagnostiki, temveč tudi prehod v smeri aktivnega okoljskega nadzora in odgovornosti lastnika vozila (Dieselnet, 2025).

3.2.1 Prednosti in izzivi uvajanja telemetrije

Najbolj pomembna novost pri sistemu OBD III je ta, da je učinkovit in da lahko lastniku vozila prihrani veliko stroškov pri vzdrževanju. Ogromno napak v delovanju vozila se namreč kmalu odraža v pregrevanju motorja, neučinkovitosti katalizatorja in filtra trdnih delcev ter posledično preveliki porabi goriva, ipd. Pri sedanjem sistemu preverjanja delovanja sistemov v vozilih, ko se preverja njihovo delovanje enkrat na leto ali vsake dve leti, se odkrije tudi 30% vozil z emisijskimi napakami ali napakami v delovanju motorja, kar pa bi lahko z direktnim pregledom delovanja občutno zmanjšali. Tako bi lahko bila vozila, ki so opremljena s telemetrijo, oproščena periodičnih pregledov emisijskih izpustov. Pregledovali in testirali pa bi samo vozila, ki bi sporočala napake v svojem delovanju. S tem bi lastniki takšnih sistemov prihranili pri vsakoletnih stroških registracije vozil, vozila bi manj onesnaževala okolje, to pa je glavna želja zakonodajalcev in okoljevarstvenih organizacij (U.S. Environmental Protection Agency, 2025).

Več o samem sistemu telemetrije bomo opisali v poglavju 4.3.

4 DIAGNOSTIČNA ORODJA IN METODE UPORABE

Z razvojem sodobne avtomobilske tehnologije se je razvila tudi široka paleta diagnostičnih orodij, ki temeljijo na **OBD II vmesniku**. Ta orodja so ključnega pomena za spremljanje delovanja vozil, odkrivanje napak ter izvajanje ukrepov, povezanih z emisijami, varnostjo in optimizacijo vzdrževanja. Poznamo več vrst diagnostičnih naprav – od **preprostih ročnih testerjev** do naprednih sistemov, ki omogočajo **povezljivost prek mobilnega omrežja ali interneta** ter izvajanje diagnostike na daljavo.

Osnovna diagnostična orodja so namenjena predvsem **hobi uporabnikom** in omogočajo branje osnovnih DTC kod, brisanje napak ter vpogled v trenutne vrednosti senzorjev. Naprednejši sistemi, kot so **profesionalni testerji (npr. Jaltest, Bosch KTS, MAN-CATS IV ipd.)**, omogočajo poglobljeno diagnostiko več sistemov hkrati, kodiranje komponent, kalibracije ter integracijo z vozili različnih proizvajalcev.

Najmodernejša orodja se povezujejo s t. i. **platformami za oddaljeno diagnostiko** in vključujejo **telemetrijo**, kar pomeni, da lahko nadzorni centri v realnem času spremljajo delovanje vozila, analizirajo napake in predlagajo servisne ukrepe. Takšna orodja so posebej uporabna v **flotnem upravljanju**, kjer je potrebno nadzorovati več sto vozil hkrati (npr. CVS Mobile, MAN RIO).

Prihodnost diagnostike nedvomno sloni na **umetni inteligenci in podatkovni analitiki**, kjer bodo sistemi sami napovedovali morebitne okvare na podlagi vzorcev delovanja in opozarjali na potrebo po preventivnem servisu še preden pride do okvare. S tem bo uporaba diagnostičnih orodij še bolj proaktivna, varna in ekonomična (Geotab, 2025.; Loadstop, 2025; Number Analytics, 2025).

4.1 Ročni čitalci kod - prednosti in omejitve

V principu gre za enostavne naprave, ki se priključijo na vozilo in služijo za branje ter brisanje napak. Namenjeni so širši množici uporabnikom in praviloma ne pojasnijo pomena določene kode napake.

Bolj napredni ročni skenerji omogočajo več funkcij, kot so npr. pregled delovanja motorja, nastavitve osnovnih parametrov delovanja ABS ipd.

V zadnjih letih so se na trgu pojavile cenovno ugodne aplikacije za uporabo diagnostičnih orodij na pametnem telefonu ali tabličnem računalniku. Za povezavo skrbi Bluetooth® vmesnik, ki se brezžično poveže z napravo. Slabost teh naprav je, da nudijo le vpogled v osnovne parametre vozila.



*Slika 6: Ročni OBD-II čitalec
(Vir: Cartrendthings, 2025)*

4.2 Naprednejša orodja

Čitalci, ki se povežejo z računalnikom, so naprednejši in nudijo velik nabor funkcij ter parametrov. Programska oprema, naložena na računalniku, dekodira prejete podatke iz čitalca in jih prikaže na zaslonu. Zaradi večjih kapacitet pomnilnika nam omogoča večjo podatkovno bazo in več prostora za shranjevanje podatkov. Boljša ločljivost zaslona nam omogoča natančnejše branje grafov ter funkcij. Največkrat se za namen dekodiranja podatkov uporablja vmesnik, ki uporablja vezje ELM 327 in STN 1110. Oba sta zmožna branja petih standardnih protokolov, ki sem jih predstavil v poglavju 3.2.

Na trgu je veliko ponudnikov splošnih univerzalnih čitalcev in različne programske opreme, ki se naloži na osebni računalnik. Z nakupom take naprave prejmemo tudi posodobitve, ki nam nudijo večji nabor storitev in izboljšave programske opreme. Ker se bom v diplomski nalogi osredotočil na pomen uporabe diagnostičnih orodij na tovornih vozilih, bom v nadaljevanju uporabljal metodologijo in bazo podatkov iz tega področja.



*Slika 7: Univerzalni tester s prenosnim računalnikom in OBD priključki
(Vir: Texa, 2025)*

4.3 Telematike in povezava na daljavo

Telemetrija (grško tele – oddaljeno + metron – meriti) je tehnologija, ki omogoča meritve na daljavo in posredovanje informacij sistemskemu oblikovalcu ali operaterju.

Telemetrija se navadno nanaša na brezžične komunikacije, npr. uporabljanje sistemov za vzpostavitev zveze za prenos podatkov, lahko pa se nanaša tudi na prenos podatkov preko drugih medijev, kot so telefon, internet ter optične povezave (Wikipedia, 2018).

V cestnem transportu se že vrsto let uporablja tehnologija sledenja preko satelitskih sistemov GPS (angl. Global Positioning System), ki pomaga voznikom in dispečerjem pri optimalni organizaciji transportnih poti. Telemetrija pa uporablja tehnologijo sledilne naprave združeno s telekomunikacijskimi storitvami za poročanje ter zbiranje podatkov o vozilu. Ta nam omogoča spremljanje stanja vozila v realnem času ter kraju in obenem posreduje ključne podatke, ki so pomembni za optimizacijo transportnih stroškov.

V transportu se telematika uporablja za zbiranje podatkov z uporabo različnih senzorjev, tehnologije GPS in vgrajenih diagnostičnih sistemov v vozilu. Sistem telemetrije je preko priključka OBD II povezan s kartico SIM v komunikacijski napravi (modemu). Modem omogoča posredovanje zbranih podatkov iz vozila preko brezžičnega omrežja na centralni strežnik. Strežnik nato prebere podatke bodisi v računalniški ali v mobilni aplikaciji, in jih posreduje uporabniku. Podatki nam služijo za spremljanje stanja vozila na daljavo (LoadStop, 2025).

Naštel bom nekaj področij, ki jih pokriva telematika na primeru tovornega vozila za prevoz hlajenega blaga:

- Spremljanje delovanja motorja – čas delovanja motorja v prostem teku, spremljanje porabe goriva, optimalno delovanje motorja (zadostna temperatura hladilne tekočine, motornega olja) in takojšnje ukrepanje v primeru napak v delovanju motorja. Omogoča pregled delovanja oziroma učinkovitost izpušnega sistema (stanje katalizatorja, DPF filtra, optimalno vbrizgavanje ADBlue tekočine...).
- Spremljanje količine goriva – sistem omogoča opozarjanje na nenadne spremembe v nivoju goriva v posodi (možnost kraje goriva ali puščanje).
- Zavorni sistem – preko vgrajenih senzorjev spremljamo stanje zavornega sistema (primerna razporeditev zavorne sile glede na samo težo vozila, stanje zavornih ploščic).
- Nepooblaščen odpiranje vrat vozila, motornega pokrova ali vrat na prikolici.
- Kontrola tlaka v pnevmatikah – prenizek tlak pomeni večjo porabo goriva, nenaden padec tlaka pa tudi možnost poškodbe pnevmatike in posledično prometne nesreče.

- Nadzor vožnje in identifikacija voznika – spremljamo slog vožnje voznika (previsoka hitrost, naglo zaviranje, pospeševanje ter sprememba smeri vožnje), stanje delovnih ur in počitka po tahografu, preprečevanje neavtorizirane uporabe vozila.
- Uporaba nadzornih kamer ADAS – ADAS (ang. Advanced Driver Assistance Systems) je tehnologija, ki temelji na sistemu radarskih merilnikov in kamer in vozniku sporočajo informacije in podatke iz okolice. Sistem omogoča tudi avtomatsko regulacijo hitrosti v primeru zaviranja v sili in ohranjanje primerne smeri vožnje.
- Spremljanje teže, temperature in vlažnosti v tovornem prostoru – preprečevanje okvare blaga pod kontroliranimi temperaturnimi režimi in omogočanje temperaturnega izpisa vrednosti pri razložitvi blaga pri stranki.
- Lokacija vozila – spremljanje dogajanja z vozilom v realnem času in takojšnja možnost uporabe alternativnih poti v primeru zastojev in delovnih zapor na predvideni poti (Geotab, 2025).



*Slika 8: Prikaz storitev, ki jih omogoča telemetrija na tovornem vozilu
(Vir: Telematics alliance, 2025)*

4.3.1 Standard FMS za tovarna vozila in avtobuse

V začetku 21. stoletja so sistemi za sledenje vozil, ki temeljijo na sistemu GPS, postajali vse bolj dostopni, vendar še vedno niso mogli zagotoviti tehničnih informacij,

povezanih z vozilom. Leta 2002 se je šest velikih proizvajalcev tovornih vozil Volvo - Renault, Scania, Iveco, MAN, DAF in Mercedes Benz odločilo ustvariti standardiziran vmesnik za vozila, ki imajo vgrajen sistem sledenja na podlagi GPS, imenovan FMS standard (angl. Fleet Management Systems Interface). S tem so omogočili razvijalcem sistemov za upravljanje voznega parka razviti aplikacije, ki niso odvisne od same blagovne znamke vozila.

FMS standard za avtobuse, imenovan tudi BUS-FMS standard, je bil predstavljen leta 2004 pod okriljem šestih proizvajalcev (Daimler Buses, MAN Truck & Buses AG, Scania CV, Volvo Bus Corporation, CNH IrisBus in VDL Bus International).

Razvoj FMS standardov je zdaj pod okriljem Evropske zveze proizvajalcev vozil (angl. European Automobile Manufacturers' Association) – ACEA:

- FMS STANDARD 1.0 je bil prvi sistem, ki je bil predstavljen na tržišču. Omogočal je osnovne informacije, kot so hitrost vozila, stanje hoda pedala sklopke, plina, zavor, prikaza stanja goriva in skupne porabe, skupnih delovnih ur, stanje tahografa, temperature motorja in servisnega intervala.
- FMS STANDARD 2.0 je bil predstavljen leta 2010 in je poleg prvotnih informacij omogočal še podatke o učinkovitosti delovanja motorja ob določeni hitrosti, temperaturi zraka v kabini, trenutni in povprečni porabi goriva in učinkovitost delovanja prenosnih sistemov na vozilu.
- FMS STANDARD 3.0 je bil predstavljen leta 2012. Prinesel je večjo učinkovitost na področju prikaza izkoristka motorja, izboljššan je prikaz stanja porabe goriva v visoki ločljivosti, stanje nivoja tekočine ADBLue, prikaz kontrole delovanja menjalnika in motorne zavore, prikaz zaloge in pritiska zraka v sistemu zavor.
- FMS STANDARD 4.0 je trenutno zadnji standard, ki je v veljavi. Prinesel je novosti na področju elektronskega prikaza zaviranja vozila, imenovan EBS (angl. Electronic Brake System), elektronski prikaz delovanja motorja (združeni parametri nivoja tekočin, temperature, stanja izpušnega sistema, EGR, turbine...) ter elektronski prikaz podatkov asistenčnih sistemov.

5 UPORABA DIAGNOSTIČNIH ORODIJ V PRAKSI

V diplomski nalogi sem uporabo diagnostičnih orodij v praksi opredelil na primeru in na razpoložljivimi podatki transportnega podjetja Klemen Transport d.o.o.

Podjetje Klemen Transport razpolaga z več kot 450 tovornimi vozili. Zagotavljajo transport različnih vrst tovara – kombi prevozi, prevozi tekočin, paletnega blaga, tehničnih plinov, razsuti tovor in prevoz blaga pod kontroliranimi temperaturnimi režimi v Sloveniji in tujini.

Naštel bom nekaj najpomembnejših prvin podjetja za zagotavljanje kvalitetnih storitev:

- **Zanesljivost in točnost;** upoštevanje dogovorjenih rokov in časovnih oken je temelj zaupanje med podjetjem in stranko. Zanesljiva dostava brez zamud krepi ugled podjetja.
- **Stanje voznega parka;** redno vzdrževana, tehnično brezhibna ter s sodobno varnostno opremo opremljena vozila zmanjšujejo možnost okvar in zamud ter izboljšujejo varnost in učinkovitost prevozov.
- **Usposobljen kader;** izkušeni in profesionalni vozniki ter logistično osebje prispevajo k varni, učinkoviti in lojalni storitvi.
- **Digitalna podpora in sledenje;** sodobni informacijski sistemi za sledenje tovara, komunikacijo s strankami in optimizacijo poti omogočajo večjo preglednost in hitrejše odzivanje na morebitne spremembe na načrtani poti.
- **Fleksibilnost in odzivnost;** sposobnost hitrega prilagajanja zahtevam strank je konkurenčna prednost.
- **Učinkovito logistično planiranje;** pravilno načrtovanje poti, časa ter resursov zmanjšuje stroške, povečuje učinkovitost in omogoča boljše izkoriščenost naloženega tovara.
- **Delovanje skladno z zakonodajo;** usklajenost s prometno, delovno in carinsko zakonodajo zagotavlja varnost in preprečuje težave na poti, še posebej v mednarodnem transportu.

5.1 Opis voznega parka in logističnih izzivov

Vozni park v podjetju Klemen Transport skoraj 90% predstavljajo težki vlačilci s polpriklopniki nemške znamke MAN. Ostalih 10% pokrivajo kombinirana vozila in tovarnjaki s priklopniki.

Pripadnost eni znamki v tako veliki floti tovornih vozil ima veliko pozitivnih učinkov:

- Poenostavljeno servisiranje in vzdrževanje (standardizirani rezervni deli zmanjšujejo stroške in čas nabave).

- Večja učinkovitost pri servisiranju (specializacija in usposabljanje mehanikov ter čas popravila je hitrejši).
- Boljša poprodajna storitev (možnost večjih popustov pri dobavi nadomestnih delov in podpora pri storitvah).
- Poenostavljena uporaba diagnostičnih orodij (lahko se uporablja en tip orodij, kar občutno zniža stroške in nudi boljšo podporo).

O tem bomo več govorili v točki 5.2

5.1.1 Logistični izzivi transportnih podjetij v letu 2025

V letu 2025 še vedno ne bo na voljo novih in predvsem dovolj usposobljenih voznikov na trgu. Enako velja tudi za disponente v špediciji. Čeprav številna podjetja za programsko opremo ponujajo rešitve za razbremenitev disponentov z UI, bo do njene širše uporabe v špedicijah minilo še kar nekaj časa. In še po tem je vprašljivo, ali lahko dejansko popolnoma nadomesti pomanjkanje kadra.

O avtonomnih tovornjakih v letu 2025 prav tako še ne bomo razpravljali, tako da ostajajo vsepovsod prisotni običajni tovornjaki. Zato je pomembno, da še naprej dobro ravnate z obstoječimi zaposlenimi in jim izkazuje hvaležnost – to je mimogrede potrebno za celotno družbo, saj je njihovo delo prav tako sistemsko pomembno kot delo zaposlenih v policiji, gasilstvu ali zdravstvu.

Cene prevozov naraščajo zaradi pomanjkanja kapacitet:

Zaradi stalnega zmanjševanja kapacitet ob enakih prevozniških potrebah bo prišlo do boja za kapacitete in bo za kratkoročne prevoze treba ponujati višje cene. To je še posebej slabo za špedicije, ki imajo podpisane dolgoročne pogodbe po trenutnih cenah. Zaradi sezonskih nihanj bodo sicer prišle cenovno bolj ugodne faze, vendar raven na splošno ostaja in bo še naprej ostala nad tisto iz preteklih let.

V kolikor bo povpraševanje po tovrnem prostoru v letu 2025 zaradi rahle gospodarske rasti naraslo, pa bi lahko stalno pomanjkanje tovrnega prostora in s tem povezane visoke cene povzročile, da se bodo posamezna nova podjetja v razcvetu morala posloviti. Blaga, ki ne pride do stranke, tudi ni mogoče zaračunati. Zagotavljanje kapacitet na podlagi dobrega ravnanja s ponudniki storitev ostaja na dnevnem redu. Premik s trga kupca na trg prodajalca postaja vse bolj očiten.

Še več stečajev in zapiranja podjetij.

Kljub višanju cen za prevoze, na koncu vedno več prevozniškim podjetjem ostane manj, saj cene komaj še pokrivajo povišanje stroškov. Nekateri med njimi zabredejo v poslovne težave in celo bankrotirajo, drugi pa se bede rešijo tako, da poskušajo prodati svoje podjetje. To pa uspe le redkim, saj tudi večja podjetja nimajo interesa, da bi se širila z nakupi. Druga težava za mnoga mala podjetja je dejstvo, da naslednje generacije skorajda ne želijo nadaljevati družinskega podjetja. Ob koncu leta 2025 bo

bistveno manj prevoznih podjetij, kot jih je danes in temu primerno bodo tudi zmanjšane kapacitete.

Naraščajoči stroški energentov otežujejo dolgoročne pogodbe:

Kadrovski in operativni stroški so v letu 2024 močno narasli. Ta trend se bo predvsem na področju cen energentov in dizla nadaljeval tudi v letu 2025 zaradi vedno večjega števila kriz in verjetnega nadaljevanja vojn po svetu. Prevozna in špedicijska podjetja bo to občutno obremenilo in dodatno zmanjšalo že tako nizke stopnje dobička. Zato bodo želela zmanjšati svoje tveganje pri dolgoročnejših pogodbah bodisi s strožjimi klavzulami o eskalaciji cen dizla ali drugimi spremenljivkami.

Prav tako je verjetno, da se bodo nekateri na splošno redkeje prijavljali na dolgoročne razpise in bodo namesto tega na trgu iskali kratkoročne, donosne in manj tvegane ponudbe. Zaradi pomanjkanja transportnih kapacitet je za mnoge naročnike to edini način, da dobijo tovarne prevoznike, zlasti v konicah okoli velike noči ali božiča. Seveda so pogoji drugačni od tistih v okvirnih pogodbah, od katerih nekatere veljajo več kot eno leto.

Manj polnih nakladov in več prevozov delnih nakladov:

Gospodarstvo stagnira, zato se absolutni obseg transporta v letu 2025 vsaj v Nemčiji na splošno skoraj ne bo povečal. Vendar pa se pričakuje, da se število pošilk ne bo zmanjšalo, temveč bodo proizvodna podjetja preprosto prisiljena naročiti manjše pošiljke.

To pa pomeni manj delnih nakladov, enostavni polni nakladi (FTL) pa bodo redkejši. To bo za naročnike dražje, ponudniki storitev pa bodo imeli bistveno več dela. Nenazadnje bo to žal povzročilo tudi povečanje števila praznih voženj, kar je ravno nasprotno od tega, kar si želimo!

Za rešitev težav s kapacitetami sta potrebna sodelovanje in povezovanje.

Zaradi nenehnega pritiska na transportne kapacitete in stroške vse več podjetij razmišlja o tesnejšem povezovanju med seboj in medsebojni pomoči. V teh težkih, kompleksnih in negotovih časih se mnogi zavedajo, da sami težko napredujejo. Za to je potrebnega več sodelovanja.

Toda različni sistemi med podjetji otežujejo komunikacijo, medijske motnje pogosto povzročajo napake, ročni logistični procesi pa komaj še povezujejo razpoložljive človeške vire. Zato postajajo vse bolj pomembni vmesniki in digitalne platforme. Čeprav to povečuje transparentnost in ogroža zaščito strank, ki tradicionalno prevladuje v logistični industriji. Omejene kapacitete lahko predvidoma pomenijo tveganje za izgubo naročnikov. Tudi v letu 2025 bo treba postoriti še veliko.

Zamrznitev Zakona o potrebni skrbnosti v oskrbovalnih verigah je le kratkoročna rešilna bilka:

Začasna razveljavitev Zakona o potrebni skrbnosti v oskrbovalnih verigah (LkSG) zagotavlja le kratkotrajno razbremenitev in rešilno bilko. Zahteve bodo namreč ostale

v veljavi tudi brez nadzora, nadaljnji predpisi o skladnosti pa bodo pomenili dodatno obremenitev. Zato večjega zmanjšanja birokracije tudi v letu 2025 ne bo.

Razočaranje, da velik del birokracije pade na ramena malih in srednjih podjetij, ki niso neposredno prizadeta, povzroča vse več nezadovoljstva in večji pritisk na prevozniška združenja. Slednja se bodo prva soočila z neučinkovito politiko. In to se verjetno ne bo spremenilo niti do konca leta 2025. Prav tako še ni jasno, ali bo lahko večjo preglednost zagotovil vsaj Zvezni urad za gospodarstvo in nadzor izvoza (BAFA), ki je napovedal pomoč na področju LkSG (German Supply Chain Due Diligence Act).

Zdaj je uradno potrjeno, da je vsaj na področju Direktive o trajnostnem poročanju (CSRD) dopusten podatek o izpustih CO₂ na podlagi ocenjenih vrednosti. Razprave o slabostih v primerjavi s tujimi konkurenti, kjer se zahteve sploh ne izvajajo ali pa se ne upoštevajo dosledno, bodo zagotovo ostale aktualne še naprej.

Omejena uporaba električnih in vodikovih tovornjakov:

V letu 2025 bomo nadalje priča prvim poskusom uporabe vozil z nizkimi emisijami. Predvsem srednje velika in velika prevozniška podjetja so začela s praktičnimi preizkusi novih pogonskih tehnologij. V letu 2025 bodo še naprej širili testne vožnje, kjer menijo, da je koristno in kjer bodo prejeli vozila od proizvajalcev originalne opreme.

Vendar pa ostaja negotovo, katera tehnologija bo na koncu prevladala. Zato še ni pričakovati pomembnega vpliva na zmanjšanje CO₂. Predvsem za industrijo in trgovino pa bo njihova uporaba glede na smernice CSRD vedno bolj pomembna.

Pri tem bi lahko imelo večjo vlogo nadomestno dizelsko gorivo HVO-100, če bi bilo na voljo v večjih količinah kot okolju prijazno gorivo. Kljub številnim pomislekom se to trenutno zdi bolj izvedljivo kot hitra širitev vodikovih ali električnih polnilnic.

Brez porasta železniškega prevoza:

Železniški prevoz prikolic oziroma blaga se v prihodnjem letu ne bo bistveno povečal, pa ne le zaradi infrastrukturnih ovir. Tudi železnice imajo težave pri iskanju zadostnega števila novih, usposobljenih sodelavk in sodelavcev. Kombinirani prevoz bo napredoval le, če bodo tovarni prevozniki vse bolj širili svoje kapacitete s priklopniki z dvigalom.

Vsaj v prvi polovici leta bo tukaj še vedno čutiti nekaj zadržkov. Šele ko se bo gospodarska proizvodnja spet povečala, bodo prevozna podjetja zopet začela več vlagati. A le če bodo politiki bistveno izboljšali okvirne pogoje, bo to dolgoročno vzdržno vplivalo na spremembe v prometu.

V občutno povečanje prometa posameznih vagonov ali skupin vagonov verjamejo le same železnice ali neomajni optimisti. Delovanje železniškega prometa v tem sektorju je preslabo, proti spremembam pa govorijo tudi vse manjše pošiljke, pa naj bodo spremembe še tako smiselne in okolju prijazne.

Nevarnost kibernetkega kriminala v nezaščitenem okolju:

S pomočjo tehnološkega napredka, kot so sistemi umetne inteligence in njihova uporaba, kriminalci vse lažje najdejo nove načine za prevare in goljufije. 100-odstotne zaščite ves čas ne more zagamčiti nihče. Zato varnost sistemov IT zahteva stalne ukrepe in redne posodobitve ter izredno pozornost zaposlenih.

To pa je ravno za majhna podjetja velika finančna obremenitev in obremenitev osebja. V transportnem sektorju bi morala biti podjetja predvsem pri ponudbah domnevno uglednih ponudnikov storitev ali naročil po elektronski pošti zelo previdna in podrobno preverjati podatke. Źal bodo tudi v letu 2025 primeri, ko bodo kibernetki kriminalci našli »odprta vrata« izven varnih platform in trgov. To bi lahko preprečili le, če bi v logističnem sektorju uporabljali varne digitalne rešitve, načine in omrežja preverjenih ponudnikov, ki zagotavljajo večjo varnost. (Gunnar Gburek, 2025; Timcom, 2025).

5.2 Uporabljena diagnostična oprema in primeri uporabe

V podjetju Klemen Transport za diagnosticiranje napak na vozilih uporabljajo dva tipa diagnostike. MAN-cats® se uporablja za priklop tovornih vozil, Jaltest® pa za prikolice ter kombinirana vozila. Za sledenje in telemetrijo vozil so vsa vozila opremljena s sledenjem na daljavo, ki ga je razvilo podjetje CVS Mobile d.o.o. Podjetje MAN Truck & Bus je pod okriljem storitev MAN DigitalServices razvil platformo za upravljanje voznega parka v oblaku imenovano MAN RIO. Ta je namenjena zbiranju podatkov delovanja motorja in ostalih komponent v realnem času in omogoča takojšen vpogled v stanje vozil. Več o sami diagnostični opremi navedem v naslednjih podpoglavjih.

5.2.1 MAN-CATS

MAN-CATS je sodobna programska različica diagnostike, ki se uporablja za branje in brisanje diagnostičnih kod napak (DTC) na vozilih MAN, diagnostiko elektronskih krmilnih enot (ECU), testiranje aktuatorjev in komponent v realnem času, programiranje in konfiguracijo krmilnih enot, zapisovanje in analizo podatkov med vožnjo (data logging), kalibracijo senzorjev ter komponent ter omogoča dostop do servisnih informacij in postopkov (MAN service portal, 2025).

V kompletu diagnostičnega orodja se nahaja diagnostična enota VCI model T427, ki se poveže direktno na OBD priključek vozila, prenosni računalnik oz. tablica z naloženo programsko opremo (na VCI povezan preko USB adapterja ali Bluetooth vmesnika) ter licenca oz. aktivacijski ključi za podporo in posodobitve.



*Slika 9: MAN-cats diagnostika in VCI vmesnik
(Vir: Autosvs, 2025)*

5.2.2 Jaltest

Jaltest diagnostično orodje je namenjen splošni uporabi, saj podpira tudi ostale znamke vozil. V podjetju se najpogosteje uporablja za diagnosticiranje napak na priklopnih vozilih, saj omogoča vpogled v zavorni sistem prikolic EBS (electronic brake system). Če se na monitorju vozila pojavi napaka na zavornem sistemu prikolice, lahko preverimo delovanje ventilov na vsaki osi posebej ter tako lažje odkrijemo in odpravimo napako. Največkrat so zastopana tri podjetja, ki nudijo zavorne sisteme, to so Wabco, Knorr-Bremse in Haldex.



*Slika 10: Priklop diagnostičnega orodja Jaltest na zavorni sistem EBS
(Vir: Jaltest, 2025)*

5.2.3 CVS MOBILE

Storitev CVS MOBILE je spletna rešitev za upravljanje flote, ki optimizira delovanje flote s sledenjem v realnem času, načrtovanjem poti in telematiko. Značilnosti, kot so spremljanje voznikov, upravljanje goriva in sledenje temperaturi tovora, pomagajo zmanjšati stroške, izboljšati učinkovitost in zagotoviti skladnost. Intuitivna oblachna

platforma ponuja brezskrbno integracijo in dragocene vpogleds za pametne, podatkovno usmerjene odločitve.

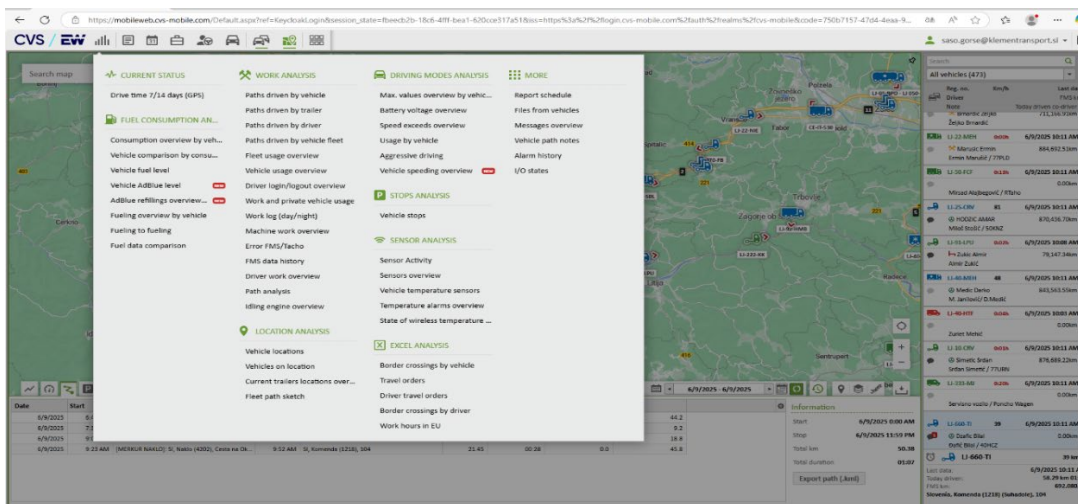
Osnovne storitve so:

- **Sledenje vozilom v realnem času;** spremljajte lokacije vozil v realnem času in si oglejte pretekle poti na interaktivni zemljevid, kar zagotavlja popoln vpogled v gibanje in operativno učinkovitost vaše flote.
- **Geolokacija in geofencing;** ustvarite prilagojene lokacije ali območja in nastavite virtualne koridorje. Prejemajte obvestila, ko vozila vstopijo ali zapustijo določene cone, kar zagotavlja, da se poti upoštevajo in lokacije učinkovito upravljajo.
- **Upravljanje vzdrževanja;** spremljajte in načrtujte vzdrževanje vozil, da se izognete nepričakovanim okvaram, zmanjšate stroške popravila in zagotovite, da vozila ostanejo v optimalnem stanju za varnejše in učinkovitejše delovanje.
- **Poročila od delu in lokaciji;** generirajte podrobna poročila na podlagi delovnih aktivnosti, podatkov o lokaciji in postankih vozil, kar omogoča boljše analizo uspešnosti flote in bolj informirano odločanje.
- **Spremljanje s senzorji;** spremljanje ravni tlaka v pnevmatikah, ravni goriva, temperaturo in druge ključne metrike z uporabo naprednih senzorjev za vpogleds v realnem času.
- **Spremljanje vedenja voznikov;** Spremljajte slog vožnje, porabo goriva in varnostne metrike za zagotovitev optimalnega delovanja in stroškov.

Dodatne storitve so:

- **Podatki FMS v realnem času;** z uporabo standardnega protokola FMS lahko zbirate, analizirate in shranjujete ključne podatke o prevoženih kilometrih, porabi goriva in delovanju motorja.
- **Načrtovanje poti;** načrtujte optimalne poti na podlagi specifikacij vozila in tovora, s tem pa prihranite čas in gorivo.
- **Upravljanje delovnih nalog;** pošiljajte, spremljajte in upravljajte naloge voznikov digitalno in v realnem času.
- **Aplikacija MobileMAP in MobileCHAT;** vozni park lahko spremljate preko mobilne aplikacija na tabličnem računalniku oz. telefonu.
- **Upravljanje dokumentov in kontrolnih seznamov;** digitalno sledite, shranjujete in dostopajte do dokumentov med pisarno in voznikom. CVS seznams zagotavljajo popoln nadzor nad inšpekcijami vozil, prikolic in opreme.
- **Upravljanje tahografskih podatkov;** prenesite, shranite in analizirajte tahografske podatke na daljavo ter zagotovite skladnost z zakonodajo
- **SafeGuard;** zavarujte svoje vozilo in tovor s senzorji na vratih, zaklepanje motorja in SOS opozorili.
- **Nadzor količine goriva;** s posebnimi sondami spremljajte količino goriva v rezervoarjih in pravočasno zaznajte morebitno krajo.

- **Nadzor prikolic;** spremljajte lokacijo, uporabo in prevožene kilometre prikolic za izboljšano načrtovanje in varnost.
- **Nadzor temperature tovora;** spremljajte temperaturo hladnega ali zamrznjenega tovora preko posebnih senzorjev in omogočite izpis poročil (Eurowag, 2025).



Slika 11: Prikaz funkcij telemetrije CVS - primer podjetja Klemen Transport (Vir: Klemen Transport-interno gradivo, 2025)

S storitvijo sledenja CVS so opremljena vsa vozila v floti podjetja. Za specifične prevoze, kot so npr. prevozi pod kontroliranimi temperaturnimi režimi in blaga visoke vrednosti, se uporablja monitoring hladne verige v realnem času in morebitnega nepooblaščenega odpiranja vrat, kjer se nahaja blago. Prav tako so v rezervoarjih nameščene posebne sonde, ki merijo nenaden padec goriva na vozilu in prikolicah v primeru kraje.

CVS omogoča res širok nabor storitev, seveda pa je glede na potrebe prevoznika s stroškovnega vidika ključno, da uporablja le tiste storitve, ki jih potrebuje.

5.2.4 MAN RIO

Platforma MAN RIO je napreden sistem za telemetrijo in digitalno upravljanje voznega parka tovornih vozil MAN, ki omogoča podjetjem v transportu in logistiki optimizacijo delovanja, večjo preglednost in boljšo povezanost med vsemi udeleženci v dobavni verigi.

Ključne funkcionalnosti platforme MAN RIO:

- **Povezljivost in zbiranje podatkov;** telematika v vozilih MAN in NEOPLAN je omogočena preko RIO Box (Telematics Box), ki deluje kot vmesnik med vozilom in platformo RIO. Ta

naprava zbira podatke s CAN-busa ali FMS-vmesnika in jih preko mobilnega omrežja (2G, 3G, 4G) pošilja v oblak. Podatki vključujejo porabo goriva, lokacijo, stanje vozila in napovedi za vzdrževanje.



*Slika 12: Prikaz vgrajenega vmesnika RIO Box
(Vir: Reichel, 2021)*

- **Rešitve za flote in voznike;**
RIO Marketplace: ponudba različnih digitalnih storitev, kot so upravljanje nalog, napovedovanje potrebnega vzdrževanja in analize porabe goriva,
MAN Driver App: mobilna aplikacija za voznike, ki omogoča enostavno komunikacijo, obdelavo nalog in dostop do navigacijskih informacij,
RIO 4Drivers: storitev analizira slog vožnje voznika in beleži čas delovanja motorja v prostem teku, slog vožnje (prekomerno pospeševanje, neuporaba motorne zavore in retarderja),
MAN OnlineTraffic: storitev, ki omogoča prikazovanje podatkov o prometu v realnem času v navigacijskem sistemu vozila, kar pripomore k optimizaciji poti in večji točnosti dostav.
- **Napredna analitika in poročila;**
platforma omogoča analizo podatkov o vozilih, kar pripomore k optimizaciji porabe goriva, zmanjšanju emisij CO₂ in izboljšanju splošne učinkovitosti flote.
- **Integracija in prilagodljivost;**
RIO omogoča integracijo z različnimi sistemi in je združljiv z vozili drugih proizvajalcev, kar omogoča enostavno vključitev v obstoječe flote.
- **Upravljanje nalog in dokumentov;**
s pomočjo platforme lahko podjetja enostavno dodelijo naloge, spremljajo njihov napredek in obdelujejo potrebne dokumente, kar pripomore k večji učinkovitosti in zmanjšanju napak (MAN, 2025).

V podjetju Klemen transport uporabljajo oblačno platformo MAN RIO na 239 vozilih. Storitve omogoča spremljanje različnih parametrov vozil, ki so ključni za pravočasno odkrivanje napak in potrebnega vzdrževanja.

Naštel bom šest ključnih storitev:

- **Beleženje preostalega časa do naslednjega servisa;** na podlagi podatkov o prevoženih kilometrih in času delovanja motorja sistem napove, kdaj bo potrebno naslednje vzdrževanje.
- **Napovedi za servisiranje posameznih komponent;** sistem analizira stanje ključnih komponent vozila, kot so motor, menjalnik, zavorni sistem in drugi, ter napove potrebo po njihovem vzdrževanju ali zamenjavi.
- **Zgodovina vzdrževanja;** pregled preteklih servisov in opravljenih popravil omogoča boljše načrtovanje prihodnjih vzdrževalnih aktivnosti.
- **Obvestila o napakah in okvarah;** sistem takoj obvesti upravljavce flote o morebitnih težavah ali napakah, kar omogoča hitro ukrepanje.
- **Analiza porabe goriva;** spremljanje porabe goriva pomaga pri odkrivanju morebitnih težav z motorjem ali drugimi komponentami, ki vplivajo na učinkovitost vozila.
- **Napovedi za menjavo pnevmatik;** sistem spremlja stanje pnevmatik glede na prevožene kilometre in napove potrebo po njihovi zamenjavi ali vzdrževanju.

Vehicle	Component status	Brake linings	Engine oil	Fuel level	Next appointment
LJ85-VAH	4 overdue	✓	Critical	1 critical	
LJ99-ALP	3 overdue	✓	✓	✓	
LJ20-KNN	2 overdue	✓	Warning	1 warning	
WMAGKZZ3RP242090	1 overdue, 1 almost due	✓	✓	1 critical	
LJ86-SUN	✓	✓	Critical	1 critical	
LJ77-SUN	✓	✓	Critical	1 critical	
LJ25-EUP	2 overdue	✓	✓	✓	
MAN TCX 18-480 4x2 BL 5A Truck	2 overdue	✓	✓	✓	
WMAGKZZ3NP192535	1 almost due	✓	Critically low	✓	
LJ 20-JBR	✓	✓	Low	1 critical	
LJ 01-ZCU	✓	✓	Critically low	1 warning	
MAN TGM 18-250 4x2 BL CH Tric	No data	No data	No data	1 critical, 1 unknown	
LJ99-NAP	✓	✓	Critical	✓	
LJ88-TMS	✓	✓	✓	1 critical	

*Slika 13: Primer sledljivosti stanja vozil s platformo MAN RIO
(Vir: Klemen Transport-interno gradivo, 2025)*

Na zgornji sliki so prikazana tovorna vozila, ki zahtevajo pozornost zaradi anomalij v delovanju. Rdeče polje prikazuje kritično stanje, oranžno pa opozorilo. Stolpci si od leve proti desni sledijo: registrska oznaka vozila, stanje komponent delovanja vozila (morebitne napake v delovanju motorja, ADBLue sistema, izpušnega sistema DPF...), stanje zavornih oblog, stanje nivoja motornega olja, stanje nivoja goriva ter vnos podatkov o naslednjem rednem servisu. Za čim bolj učinkovito in ažurno delovanje

platforme je ključno, da se parametre vozil spremlja sproti. Le tako lahko zagotovimo optimalno delovanje vozil in pravočasno preprečimo, da ne pride do večjih okvar.

Ta platforma je izredno učinkovita, ko gre za vpogled v samo delovanje komponent motorja, izpušnega sistema, naknadne selektivne redukcije (SCR) ipd. Ravno nedelovanje sistema SCR je največji vzrok nepredvidenih okvar na tovornih vozilih. Namreč ko sistem zazna napako na delovanju (največkrat je povezano z nedelovanjem NOx senzorjev in motnjo pri vbrizgavanju ADBLue v izpušni sistem) začne sčasoma na vozilu odšteti kilometre do zmanjšanja moči in omejitve hitrosti na 20 km/h. Pogosto je kriv tudi človeški faktor, ko voznik ne opazi oz. ignorira omenjeno napako. Popravilo tovornih vozil na terenu je zelo oteženo, v tujini so se že začele omejitve popravil vozil na parkiriščih in bencinskih servisih, četudi gre za manjše posege. Diagnostična orodja nam pomagajo, da pravočasno ukrepamo in opravimo servisni poseg, še preden pride do resnejše okvare. Prav tako lahko vodimo evidenco servisnih intervalov in pravočasno opravimo redno vzdrževanje. Zato so v izogib dragih popravilom v tujini in zamudam pri dobavi blaga diagnostična orodja velika dodana vrednost podjetju.

Sama storitev MAN RIO omogoča še veliko drugih funkcij. Vendar se le-te prepletajo s storitvijo telemetrije CVS MOBILE, ki je vgrajena v vsa vozila flote, zato polna funkcionalnost ni vključena.

5.3 Analiza zbranih podatkov in meritve

Za namen analize sem pridobil zbrane podatke diagnostičnega sistema MAN-CATS, Jaltest ter sistemov telemetrije CVS MOBILE in MAN RIO, ki jih uporablja podjetje Klemen Transport. Ugotovil sem vpliv diagnostičnih orodij na učinkovitost delovanja vozil, zmanjšanje izrednih dogodkov na cesti ter vpliv na stroške vzdrževanja. Baza podatkov vključuje primere iz prakse v podjetju Klemen Transport v obdobju treh mesecev in zajema kvoto 450 tovornih vozil ter vsebuje:

- Število okvar, ki so bila zaznana z diagnostičnim orodjem MAN CATS v servisni delavnici pri izvedbi rednega vzdrževanja.
- Število okvar, povezanih z nedelovanjem sistema ADBLue, zaznano z diagnostičnim orodjem MAN RIO.
- Evidenco števila okvar na zavernem sistemu prikolic, zaznano z orodjem Jaltest.
- Vpliv optimalnega delovanja motorja na porabo goriva z uporabo sistema CVS.

5.3.1 Ključne ugotovitve analize meritev

- **Sistematičnost odprave napak;** pri izvedbi rednega servisnega vzdrževanja in istočasnem preventivnem priklopu diagnostičnega orodja MAN CATS v

servisni delavnici se je na mestu odpravilo večje število napak in posledično znižalo število nepredvidenih okvar v kasnejšem obdobju.

- **Pravočasno ukrepanje ob pojavi napake;** z uporabo platforme MAN RIO se je povprečni čas od zaznave do odprave napake zmanjšal z 2,5 dneva na 0,9 dni. Posledično se je v večini primerov napaka na ADBLue sistemu odpravila še preden bi se na vozilu pojavila zmanjšana moč in omejena hitrost. Izognili smo se dragim in zamudnim popravilo v tujini in poskrbeli za pravočasno dostavo blaga.
- **Zavorni sistem na prikolicah;** diagnostično orodje Jaltest je pripomoglo k bistveno učinkovitejšem odkrivanju in predhodnem odpravljanju napak na zavornem sistemu prikolic. Pravočasno se je lahko poskrbelo za dobavo rezervnih delov in skrajšal se je čas popravila.
- **Senzorji za nivo goriva in pritiska pnevmatik;** sistem telemetrije CVS je v 12 primerih zaznal kritičen padec pritiska v pnevmatikah in dvakrat nenaden padec nivoja goriva v rezervoarju. Pri več voznikih je bilo opaženo negospodarno ravnanje pri porabi goriva (preveč nepotrebnega pospeševanja ter zaviranja, delovanje prostega teka motorja, ko to ni potrebno) . Enakomeren pritisk v pnevmatikah skrbi za optimalno obrabo pnevmatike in porabo goriva, sicer lahko pride do predrtja, posledično tudi prometne nesreče ter zamud pri dostavi. Nenaden padec goriva je bil poskus kraje goriva tretje osebe na parkirišču. Zaradi takojšnjega ukrepanja ni prišlo do večje poslovne škode za podjetje.

5.4 Ekonomika uporabe diagnostičnih orodij - stroški in prihranki

Pri ocenjevanju ekonomske upravičenosti uporabe diagnostičnih orodij je treba upoštevati tako neposredne stroške nabave in vzdrževanja kot tudi dolgoročne koristi in prihranke.

V podjetju Klemen Transport d.o.o. uporabljajo štiri ključna diagnostična orodja oziroma sisteme telemetrije vozil:

- **MAN-CATS** – diagnostični sistem za vozila znamke MAN. Enkratni strošek nakupa znaša 7.500 EUR, mesečni strošek vzdrževanja ter posodobitve programske opreme pa 180 EUR, kar pomeni letni strošek 2.160 EUR. Skupaj znaša letna obremenitev **9.660 EUR**.
- **Jaltest** – univerzalni diagnostični sistem za priklopna in kombinirana vozila. Enkratna investicija znaša 4.500 EUR, posodobitve pa stanejo 700 EUR na dve leti, kar pomeni povprečni letni strošek **4.850 EUR**.
- **CVS Mobile** – celovita telemetrična rešitev, ki jo uporabljajo na 473 vozilih. Cena znaša 30 EUR mesečno na vozilo oziroma **170.280 EUR/leto**.
- **MAN RIO** – napreden sistem za zbiranje podatkov v realnem času za vozila MAN, nameščen na 239 vozilih. Cena znaša 10 EUR mesečno na vozilo oziroma **28.680 EUR/leto**.

Pri oceni letnega stroška uporabe sistema MAN-CATS, ki znaša 180 EUR na mesec (2.160 EUR letno), je treba upoštevati, da ta znesek že vključuje sprotno posodabljanje programske opreme. To pomeni, da uporabnik ni izpostavljen dodatnim stroškom za licence ali nadgradnje, kar omogoča stabilno in predvidljivo finančno planiranje. Glede na podatke obravnavanega podjetja se takšna investicija povrne v približno dveh letih, saj se z uporabo sistema preprečijo številni izredni stroški. Večjih sprememb v sestavi voznega parka, ki bi zahtevale nadgradnjo ali menjavo diagnostične opreme zaradi drugačnih tehničnih specifikacij, ni pričakovati prej kot v obdobju pet do šest let.

Skupni letni strošek uporabe vseh sistemov znaša **213.470 EUR** (brez DDV).

Analiza prihrankov:

Na podlagi pogovorov z odgovornimi v podjetju Klemen Transport d.o.o. in dostopnih podatkov se ocenjuje, da se z uporabo teh sistemov letno prihrani:

- **Stroški preventivnega vzdrževanja in manj izrednih popravil:** do 10.000–20.000 EUR.
- **Manj zamud in nadomestnih prevozov:** do 15.000 EUR.
- **Optimizacija porabe goriva (pri 450 vozilih):** 2–4 % letne porabe - ocena prihranka 50.000–80.000 EUR.
- **Manj kraj goriva in boljši nadzor nad vožnjo:** do 10.000 EUR.

Skupni ocenjeni letni prihranek: 75.000 – 125.000 EUR.

Kategorija:	Opis:	Ocenjeni prihranek (€)
Preventivno vzdrževanje in izredna popravila	Zgodnje odkrivanje napak z orodji MAN-CATS in JALTEST	10.000 – 20.000 €
Zmanjšanje zamud in nadomestnih prevozov	Spremljanje napak preko telemetrije	Do 15.000 €
Optimizacija porabe goriva (450 vozil)	Analiza ekonomičnosti voženj, prostega teka motorja	50.000 – 80.000 €
Preprečevanje kraj goriva in nadzor vožnje	Senzorji nivoja goriva v rezervoarju in pnevmatikah	Do 10.000 €
Skupaj:		75.000 € - 125.000 €

Tabela 2: Ocenjeni letni prihranki po kategorijah
(Lastni vir)

Če upoštevamo začetno investicijo v diagnostično opremo in ocenjene letne stroške, je povračilo investicije upravičeno, saj:

- sistemi omogočajo boljši nadzor nad celotnim voznim parkom,
- posredno vplivajo na zadovoljstvo strank zaradi zanesljivejših dobav,
- zmanjšujejo operativna tveganja in povečujejo konkurenčnost podjetja.

Z uporabo omenjenih orodij se podjetje izogne številnim izrednim situacijam, ki v logistiki povzročajo visoke stroške: stroškom vleke, nepredvidenim popravilom, morebitnim nadomestnim prevozom, izpadom prihodkov zaradi zamud ter izgubi zaupanja naročnikov.

Čeprav letni stroški presegajo ocenjeni neposredni prihranek, je treba upoštevati tudi dolgoročne učinke, kot so:

- podaljšana življenjska doba vozil,
- optimizirana poraba goriva,
- manj nepredvidenih okvar,
- večja zanesljivost prevozov in večje zaupanje naročnikov,
- povečana produktivnost logističnih procesov.

Čeprav začetna investicija ni zanemarljiva, je strokovno in ekonomsko utemeljena.

5.5 Povezava med uporabo diagnostičnih orodij in konkurenčnostjo podjetja

Kot sem že predstavil v prejšnjem poglavju je dokazano, da napredna diagnostična orodja omogočajo predčasno odkrivanje napak, kar posledično pripomore k manjšemu številu nepredvidljivih okvar in izpadom dohodka. Konkurenčna prednost predstavlja nižje stroške ter s tem konkurenčnejše cene prevozov ter z večjo gotovostjo zagotavlja nemoteno dobavo v transportni verigi. S tem gradimo zaupanje pri poslovnih partnerjih in skrbimo za boljši ugled in dolgoročne pogodbe s poslovnimi partnerji. Za podjetje to predstavlja konkurenčno prednost in optimizira celostno podobo poslovanja ter povečuje produktivnost.

5.6 Povzetek raziskave

Uporaba diagnostičnih orodij v podjetju Klemen Transport se je izkazala kot strokovno in dolgoročno utemeljena. Čeprav začetna investicija diagnostičnih orodij in redno vzdrževanje sistemov telemetrije ter posodobitve predstavljajo visok strošek, se zanesljivost prevozov, optimizacija dolgoročnih stroškov in povečanje konkurenčne prednosti na trgu jasno odražajo v pozitivnih učinkih.

6 SKLEP

V diplomski nalogi sem preučil razvoj in pomen diagnostičnih sistemov OBD II in OBD III, opisal osnovne diagnostične metode in orodja ter na primeru podjetja Klemen Transport d.o.o. ovrednotil praktične učinke njihove uporabe.

Teoretični del je osvetlil zgodovinski razvoj on-board diagnostike in regulativnega okvirja, ki je spodbudil hiter tehnološki napredek.

V tehničnem opisu sem podrobneje predstavil protokole, PID-kode in DTC-sistematiko, kar omogoča razumevanje, kako diagnostični vmesniki komunicirajo z elektronskimi krmilnimi enotami.

Empirični del na primeru transportnega podjetja pa je pokazal, da redna in ciljno usmerjena diagnostika prinaša merljive prihranke ter izboljšuje konkurenčnost in zanesljivost logističnih storitev.

6.1 Povzetek ugotovitev

Zgodovinski in regulativni kontekst kot ključni generator tehnološkega napredka:

Zaostrovanje emisijskih pravil (od EURO 1 do EURO 6 in nedavno sprejeta uredba Euro 7) je postopno razširilo obveznost OBD-sistemov na vsa lahka in težka vozila ter dvignilo minimalne zahteve glede točnosti meritev izpušnih plinov. Ti pritiski so proizvajalce prisilili v razvoj zmogljivejših kontrolnih enot in standardizacijo diagnostičnih protokolov — od prvotnega SAE J1850 do današnjega ISO 15765 (CAN) — kar neposredno potrjuje povezanost med zakonodajo in inovacijami v avtomobilski elektroniki (Svet Evropske Unije, 2024).

Standardizirana arhitektura OBD II kot temelj široke interoperabilnosti:

Vpeljava univerzalnega 16-pinskega priključka po standardu SAE J1962 ter desetih diagnostičnih »mode-ov« (J1979) omogoča, da se ročni čitalci, računalniški testerji in telemetrijske platforme povežejo z vozilom na enotni način. To odpravlja potrebo po znamki-specifičnih vmesnikih in zmanjšuje čas diagnostike, kar je bilo v praksi potrjeno tudi pri voznem parku podjetja Klemen Transport, kjer en sam tester MAN-CATS obdela 90 % vozil.

Merljivi organizacijski prihranki v realnem okolju:

Empirična baza 450 vozil je pokazala, da se je povprečni čas od zaznave napake do odprave skrajšal z 2,5 dneva na 0,9 dneva, zlasti zaradi oddaljenega nadzora platforme MAN RIO. Enako velja za 12 preprečenih predrtih pnevmatik in dva zaznana poskusa kraje goriva, ki bi lahko povzročila zamude in dodatne stroške.

Finančna analiza potrjuje stroškovno učinkovitost:

Skupni letni strošek štirih diagnostičnih in telemetrijskih sistemov (213.470 EUR) se povrne že z zmanjšanjem izrednih stroškov (75.000 – 125.000 EUR) ter dodatnimi prihranki pri gorivu, krajšimi nedelovanji vozil in manj vlekami. Izračunana stopnja prihranka >25 % letno neposredno potrjuje hipotezo o ekonomski upravičenosti investicije.

Dodatne sinergije in strateški vpliv:

Hitrejše zaznavanje napak v sistemu AdBlue® je preprečilo omejitve moči motorja na poti in ohranilo spoštovanje urnikov dobav. Kombinacija nižjih stroškov in večje točnosti dobav krepi pogajalski položaj podjetja ter zmanjšuje tveganje izgube naročnikov.

6.1.1 Praktična uporaba in ekonomika

Podjetje Klemen Transport uporablja specializirana orodja (MAN-CATS, Jaltest) ter telemetrične rešitve (CVS Mobile, MAN RIO), kar je prineslo naslednje ugotovitve:

- **Zmanjšanje izrednih stroškov;**
zaradi pravočasne uporabe diagnostičnih orodij se je zmanjšala frekvenca vlečnih storitev, nepredvidenih popravil in zamud pri dostavah.
- **Večjo operativno učinkovitost;**
optimizirano vzdrževanje je zmanjšalo nepredvidene okvare vozil med servisnimi intervali, izboljšalo porabo goriva in znižalo skupne operativne stroške.
- **Izboljšanje konkurenčnosti;**
zanesljivost voznega parka povečuje zaupanje naročnikov in omogoča hitrejše odzivanje na nepričakovane situacije.

6.2 Prednosti in slabosti pri uporabi diagnostičnih orodij ter hipoteze

Glede na zbrane podatke, ki so bili navedeni v prejšnjih poglavjih lahko razberemo nekaj ključnih vidikov, ki so navedeni v tabeli:

Prednosti	Slabosti in izzivi
Pravočasno odkrivanje napak Omogoča hitro lokalizacijo težav in ukrepanje pred večjo okvaro.	Začetni strošek investicije Nakup licenc, vmesnikov in posodabljanje strojne opreme je velik strošek.
Znižanje izrednih stroškov Manj vlečnih služb, nepredvidenih popravil in zamud pri dostavah.	Zahteve po usposabljanju Stalno izobraževanje serviserjev, voznikov in dispečerjev v skladu s tehnološkim razvojem je nujno.
Optimizacija vzdrževanja natančno vodenje servisnega vzdrževanja in optimizirano upravljanje rezervnih delov.	Kompleksnost sistemov Več kot sto PID-parametrov zahteva napredno interpretacijo in analizo.
Povečana varnost Spremljanje vitalnih sistemov motorja, zavor in pnevmatik zmanjšuje tveganja.	Odvisnost od telemetrije Izpad omrežja in motnje v delovanju sistema povzročijo operativno tveganje.
Podpora okoljevarstvenim ciljem Zmanjšanje emisij in skladnost s strožjimi emisijskimi standardi.	Kibernetska tveganja Povečana digitalizacija odpira potencialne varnostne ranljivosti.

*Tabela 3: Prikaz prednosti in slabosti uporabe diagnostičnih orodij
(Lastni vir)*

Potrditev raziskovalnih hipotez:

Na podlagi predstavljenih podatkov lahko potrdimo naslednje hipoteze:

- **Hipoteza 1:** Uporaba diagnostične opreme na tovornih vozilih zmanjšuje izredne stroške v logističnem procesu.
- **Hipoteza 2:** Nakup diagnostične opreme je za prevoznika upravičen, saj dolgoročno zmanjšuje operativne stroške in povečuje učinkovitost.

6.3 Predlogi za nadaljnji razvoj ter uporabo sistemov v praksi

V sodobnem transportnem okolju se diagnostična orodja in sistemi razvijajo iz preprostih orodij za identifikacijo napak v celovite rešitve, ki podjetjem omogočajo učinkovitejše upravljanje vozniških parkov, zmanjšujejo operativne stroške in povečujejo

konkurenčnost. Nadaljnji razvoj teh sistemov, še posebej ob podpori umetne inteligence in naprednih podatkovnih tehnologij, odpira nove možnosti za pravočasno preprečevanje okvar, boljše upravljanje virov in večjo odpornost na tveganja v logističnem procesu. V nadaljevanju bom predstavil predloge, katerih namen je dodatno povečati vrednost diagnostičnih rešitev v praksi ter utemeljiti njihov pomen za prihodnje poslovanje v podjetju Klemen Transport. Na podlagi analize obstoječega stanja ter izsledkov empiričnega dela diplomske naloge je mogoče ugotoviti, da diagnostična orodja že predstavljajo ključen element pri upravljanju sodobnega voznega parka. Kljub obstoječim funkcionalnostim sistemov, kot so MAN-CATS IV, Jaltest, CVS Mobile in MAN RIO, obstaja še pomemben razvojni potencial. Utemeljitev nadaljnjih predlogov temelji na treh glavnih področjih: **tehnični nadgradnji, ekonomski upravičenosti ter prilagoditvi zakonodajnim in tržnim zahtevam.**

Prehod iz reaktivnega v prediktivno vzdrževanje:

Obstoječi sistemi omogočajo zaznavo napak in spremljanje stanja vozil, vendar šele po pojavu težave. S preходом na prediktivne modele, ki temeljijo na umetni inteligenci in analizi zgodovinskih podatkov, bi podjetje lahko okvare zaznalo več dni ali tednov pred njihovim dejanskim pojavom. To bi omogočilo optimalno časovno razporeditev servisnih posegov in zmanjšanje izpadov vozil iz prometa. V podjetju so bili z uporabo osnovne diagnostike že doseženi pomembni prihranki (do 25 % zmanjšanje izrednih stroškov), kar kaže na potencial še večjih učinkov z nadgradnjo v prediktivne modele.

Konsolidacija in centralizacija pridobljenih podatkov:

Več diagnostičnih in telemetričnih sistemov pomeni, da so podatki razpršeni med različnimi platformami. Povezovanje vseh virov v enoten podatkovni sistem (t. i. »data lake«) bi omogočilo boljšo preglednost, natančnejšo analizo in učinkovitejše odločanje. S tem bi podjetje pridobilo temelje za dolgoročno uvajanje umetne inteligence, poslovne analitike in avtomatiziranega odločanja.

Uporaba umetne inteligence za razlago in odločanje:

Kompleksnost današnjih diagnostičnih kod (DTC) in množice podatkovnih točk (PID-jev) zahteva visoko stopnjo tehničnega znanja. Uvedba jezikovnih modelov in AI-asistentov bi omogočila avtomatsko razlago napak, generiranje predlogov za servis ter pripravo delovnih nalog. To bi skrajšalo čas diagnostike, zmanjšalo odvisnost od specializiranega kadra ter zmanjšalo možnost napak. Tehnologija je že dostopna, saj se jezikovni modeli na bazi umetne inteligence lahko prilagodijo interni bazi podatkov podjetja in bistveno pripomorejo k učinkovitosti.

Prehod na okoljski EURO 7 standard z vidika uporabe diagnostičnih orodij:

Nove okoljske zahteve (Euro 7) bodo od podjetij zahtevale sprotno spremljanje obrabe zavor in pnevmatik. Nadgradnja diagnostičnih sistemov s senzorji za te

komponente omogoča pravočasno zamenjavo, hkrati pa zagotavlja skladnost z zakonodajo. Takšna nadgradnja se lahko vključi v obstoječe CAN/FMS sisteme. Obenem pa to omeni tudi nižje investicijske stroške.

Predlogi temeljijo na realnih potrebah in zmogljivostih, ki jih podjetje že ima in niso vezani le na tehnološko ambicijo, temveč predvsem na povečanje zanesljivosti, ekonomičnosti in konkurenčnosti delovanja v prihodnosti. Diagnostika s podporo umetne inteligence postaja strateški element sodobnega upravljanja voznega parka, ki združuje preventivo, varnost, skladnost s predpisi in poslovno učinkovitost v celostne digitalne rešitve.

7 LITERATURA IN VIRI

A Guide to Understanding DTC Codes. (2021). San Francisco: Samsara.

Pridobljeno 15. 5. 2025 z naslova <https://www.samsara.com/guides/dtc-codes/>

Cartrend Things. (2025). *OBD-II code reader*. Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova

<https://www.cartrendthings.com/sl/obdii-code-reader/54219766.html>

CVS mobile. (2025). Praga: EW Eurowag. Pridobljeno dne 15. 5. 2025 z naslova

<http://si.eurowag.com/cvs-mobile>

Diagnostics. (2025). München: MAN. Pridobljeno 16.6.2025 z naslova

https://public.man.eu/portal/asp/de/mancats_1/diagnose_6/diagnostics

Diagnostic Trouble Codes (DTCs). (2024). San Francisco: Samsara. Pridobljeno 15.

5. 2025 z naslova <https://kb.samsara.com/hc/en-us/articles/216768138-Diagnostic-Trouble-Codes-DTCs->

EU countries approve law. (2025). Zug: Reuters. Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova

<https://www.reuters.com/business/environment/eu-countries-approve-law>

European Commission. (2025). *Vehicle emissions – Clean transport*. Pridobljeno 13.

4. 2025 z naslova https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/vehicle-emissions_en

Evropski Svet Evropske Unije. (2024). *Euro 7: Svet sprejel nova pravila glede mejnih vrednosti emisij za avtomobile, kombinirana vozila in tovornjake*.

Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova <https://www.consilium.europa.eu/sl/press/press-releases/2024/04/12/euro-7-council-adopts-new-rules-on-emission-limits-for-cars-vans-and-trucks/>

How Telematics Improves Fleet Maintenance. (2025). Ontario: Geotab. Pridobljeno

16. 4. 2025 z naslova <https://www.geotab.com>

Jaltest ETM. (2005). Campo de Ciptana: Jaltest. Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova

<https://www.jaltest.co.uk/diagnostics/additional-modules/jaltest-etm>

Janežič, M. (2020). *Kaj je pravzaprav okoljski standard euro 6?*. Ljubljana: Žurnal24.

Pridobljeno 15. 5. 2025 z naslova <https://www.zurnal24.si/avto/kaj-je-pravzaprav-okoljski-standard-euro-6-348341>

Logistični trendi. (2025). Erkrath: Timcom. Pridobljeno 15. 5. 2025 z naslova

<https://www.timocom.si/blog/logisticni-trendi>

MAN CATS T427 Truck original diagnostic and programming interface. (2025).
Guang Dong: Autosvs. Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova
<https://autosvs.com/en/product/man-cats-t427-vci-cats3-system-in-panasonic-cf53/>

Man Telematics. (2025). München: MAN. Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova
<https://www.man.eu/global/en/service/man-telematics-54528.html>

MHH Auto. (2019). *MAN TGA Fault Codes.* Pridobljeno 15.5.2025 z naslova
<https://mhhauto.com/Thread-Help-MAN-TGA-Fault-codes>

On-Board Diagnostic Systems (OBD/OBD-II/OBD-III). (2025). Mississauga:
Dieselnet. Pridobljeno 14. 4. 2025 z naslova
<https://www.dieselnet.com/tech/obd.php>

Reichel, J. (2021). *Rio und ZF vertiefen Kooperation.* München: Logistra. Pridobljeno
16. 6. 2025 z naslova <https://logistra.de/news/nfz-fuhrpark-lagerlogistik-intralogistik-rio-und-zf-vertiefen-kooperation-90511.html>

Society of Automotive Engineers. (2005). *SAE J1979 – E/E Diagnostic Test Modes.*
Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova <https://www.sae.org/>

Telematics alliance. (2025). *1-telematics alliance.* Pridobljeno dne 16. 6. 2025 z
naslova <http://1-telematics.com/>

Texa navigator txt. (2025). Monastier di Treviso: Texa. Pridobljeno 16. 6. 2025 z
naslova <http://www.texa.com>

Truck & Plant asset management. (2025). Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova
<https://www.truckandplantassets.com/lots/man-tgl-12-180-curtain-side-direct-out-of-service>

U.S. Environmental Protection Agency. (2025). *Onboard Diagnostics (OBD) Systems–Technical Information.* Pridobljeno 16. 6. 2025 z naslova
<https://www.epa.gov/obd>

What is OBDII? History of on-board diagnostics. (2025). Oaqville: Geotab.
Pridobljeno 15. 5. 2025 z naslova <https://www.geotab.com/blog/obd-ii/>

Wikipedia. (2018). *Telemetrija.* Pridobljeno 15. 5. 2025 z naslova
<https://sl.wikipedia.org/wiki/Telemetrija>

Wikipedia. (2025). *On-board diagnostics*. Pridobljeno 15. 5. 2025 z naslova
https://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics