

Analiza utjecaja tlaka zraka u pneumaticima na razliku između izmjerene brzine ograničivača ugrađenog u vozilo i tahografa na sigurnost cestovnog prometa

Sever, Mirela

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:376089>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

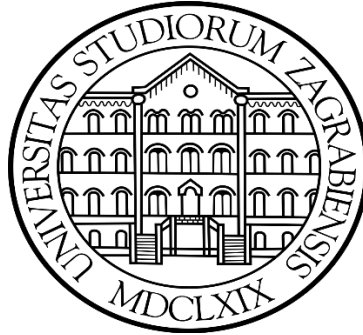
Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-02**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)





**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

MIRELA SEVER

**ANALIZA UTJECAJA TLAKA ZRAKA U
PNEUMATICIMA NA RAZLIKU IZMEĐU IZMJERENE
BRZINE OGRANIČIVAČA UGRAĐENOG U VOZILO I
TAHOGRAFA NA SIGURNOST CESTOVNOG
PROMETA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA UTJECAJA TLAKA ZRAKA U
PNEUMATICIMA NA RAZLIKU IZMEĐU IZMJERENE
BRZINE OGRANIČIVAČA UGRAĐENOG U VOZILO I
TAHOGRAFA NA SIGURNOST CESTOVNOG
PROMETA**

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF AIR
PRESSURE IN TIRES ON THE DIFFERENCE BETWEEN
THE MEASURED SPEED OF THE SPEED LIMITER
INSTALLED IN THE VEHICLE AND THE
TACHOGRAPH ON ROAD TRAFFIC SAFETY**

Mentor: doc. Dr. sc. Tech. Rajko Horvat

Student: Mirela Sever

JMBAG: 0135252856

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 3. travnja 2024.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7646

Pristupnik: **Mirela Sever (0135252856)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza utjecaja tlaka zraka u pneumaticima na razliku između izmjerene brzine ograničivača ugrađenog u vozilo i tahografa na sigurnost cestovnog prometa**

Opis zadatka:

Sigurnost cestovnog prometa veoma je važna komponenta gospodarskog, ekonomskog, društvenog i kulturološkog razvoja svake države u svijetu. U cilju smanjenje broja i posljedica prometnih nesreća poduzima se niz mjera i aktivnosti, a jedna od njih je i analiza utjecaja tehničke ispravnosti vozila na sigurnost sudionika u prometu na cestama. Pneumatici kao aktivni elementi sigurnosti vozila trebaju uz što manji otpor kotrljanja kod svih brzina kretanja vozila, osigurati dobro prianjanje, omogućiti prijenos uzdužnih i bočnih sila na površinu ceste i dobru upravljivost vozila u svim uvjetima vožnje. Jedan od elemenata koji utječu na stabilnost i brzinu kretanja vozila je propisani tlak zraka u pneumaticima od strane proizvođača. U diplomskom radu potrebno je analizirati utjecaj smanjenja statičkog radijusa ili promjera pogonskog kotača vozila koji se događa uslijed snižavanja tlaka u pneumaticima u odnosu na preporučene vrijednosti proizvođača. Ujedno, potrebno je analizirati utjecaj smanjenja tlaka u pneumaticima na povećanje izmjerene vrijednosti koeficijenta vozila i povećanja brzine vozila u odnosu na realno postignute brzine prilikom sudjelovanja vozila u prometu. Na temelju analize potrebno je predložiti odgovarajuće mjere za povećanje sigurnosti prometa na cestama.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Rajko Horvat

Zahvale

Izražavam duboku zahvalnost mentoru, doc. dr. sc. tech. Rajku Horvatu na ukazanom povjerenju, stručnom vođenju, nesebičnom odvojenom vremenu te vrijednim sugestijama koje su uvelike pridonijele kvaliteti ovog rada.

Također posebno se zahvaljujem tvrtki TAHOGRAF d.o.o. i gospodinu Zoranu Kalauzu dipl. ing. stoj. na omogućenoj literaturi i stručnoj podršci.

Na kraju, posebno se zahvaljujem svojim roditeljima, Jasmini i Goranu, obitelji te svojim prijateljima na pruženoj podršci i pomoći bez koje ne bih uspješno završila studij.

SAŽETAK

Sigurnost cestovnog prometa ovisi o različitim čimbenicima, uključujući tehničke karakteristike vozila. Poseban naglasak stavlja se na utjecaj tlaka zraka u pneumaticima na razliku između izmjerene brzine tahografa i ograničivača brzine. Kroz teoretsku i empirijsku analizu primijenjenu za dokazivanje postavljene hipoteze diplomskog rada, razmatraju se čimbenici sigurnosti, tehnička svojstva vozila te uloga tahografa. Istražuje se kako promjene tlaka u pneumaticima utječu na brzinu, radijus kotača i impulse na izlazu iz mjenjača, te se predlažu mjere za poboljšanje sigurnosti prometa. U procesu obavljenog istraživanja obuhvaćena su vozila N2 i N3 kategorije, s detaljnim prikazom rezultata mjerenja radijusa i impulsa pri različitim uvjetima tlaka pneumatika.

Ključne riječi: tlak u pneumaticima; ograničivač brzine; tahograf; sigurnost prometa

SUMMARY

Road traffic safety depends on various factors, including the technical characteristics of vehicles. Special emphasis is placed on the influence of tire air pressure on the difference between the speed measured by the tachograph and the speed limiter. Through theoretical and empirical analysis applied to prove the hypothesis of the thesis, factors of safety, technical characteristics of the vehicle, and the role of the tachograph are considered. The impact of changes in tire pressure on speed, wheel radius, and output impulses from the transmission is examined, and measures for improving traffic safety are proposed. The research process covered vehicles of categories N2 and N3, with a detailed presentation of the measurement results of the radius and impulses under different tire pressure conditions.

Keywords: tire pressure; speed limiter; tachograph; traffic safety

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA S POSEBNIM OSVRTOM NA TAHOGRAF, NJEGOVU TRANSMISIJU I UGRAĐENOG OGRANIČIVAČA BRZINE	3
2.1. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa.....	6
2.1.1. Čovjek.....	6
2.1.2. Vozilo	6
2.1.3. Cesta	8
2.2. Utjecaj tahografa na čimbenike sigurnosti prometa	8
2.2.1. Radna vremena i odmori mobilnih radnika	9
2.2.2. Kontrola brzine i sprječavanje prekršaja	9
2.2.3. Osiguranje integriteta podataka i prevencija manipulacije	9
2.2.4. Dokumentacija i nadzor	9
2.2.5. Povećanje svijesti i odgovornosti	10
2.2.6. Usklađivanje s europskim standardima	10
3. ANALIZA NAJČEŠĆIH DIMENZIJA PNEUMATIKA NA POGONSKIM OSOVINAMA TERETNIH VOZILA OVISNO O NAJVEĆOJ DOPUŠTENOJ MASI I KATEGORIJI VOZILA N2 I N3	11
3.1. Pneumatici	11
3.1.1. Konstrukcija pneumatika	11
3.1.2. Oznake na pneumatiku	15
3.1.3. Tlak u pneumaticima	16
3.2. N kategorije vozila i najveća dopuštena masa.....	19
3.3. Najčešće dimenzije pneumatika	21
3.3.1. Dimenzije pneumatika N2 kategorije vozila.....	21
3.3.2. Dimenzije pneumatika N3 kategorije vozila.....	23
4. ANALIZA MJERENJA UTJECAJA TLAKA ZRAKA U PNEUMATICIMA POGONSKIH KOTAČA NA STATIČKI RADIJUS KOTAČA I MJERENJE KOEFIČIJENTA VOZILA PREMA TAHOGRAFU.....	26

4.1.	Vozilo N2 kategorije vozila	30
4.2.	Vozilo N3 kategorije vozila	40
5.	ANALIZA UTJECAJA RAZLIKE IZMEĐU SMANJENJA TLAKA ZRAKA POGONSKIH KOTAČA VOZILA NA RAZLIKU IZMJERENE BRZINE OGRANIČIVAČA I TAHOGRAFA	51
5.1.	Vozilo N2 kategorije vozila	51
5.2.	Vozilo N3 kategorije vozila	55
6.	ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA S PRIJEDLOGOM MJERA ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA	59
7.	ZAKLJUČAK.....	62
	LITERATURA	64
	POPIS TABLICA	65
	POPIS SLIKA.....	66
	POPIS GRAFIKONA.....	67

1. UVOD

Sigurnost cestovnog prometa ovisi o nizu čimbenika koji uključuju tehničku ispravnost vozila, pridržavanje zakonskih propisa te funkcioniranje sustava za nadzor i bilježenje podataka, kao što su tahografi i ograničivači brzine. Tahograf značajan je tehnički uređaj namijenjen je za memoriranje podatka o brzini vozila, prijeđenoj udaljenosti, vremenu vožnje, te odmoru vozača. Navedeni podatci veoma su korisni za praćenje i kasniju analizu elemenata o načinu upravljanja vozilom a koji se mogu upotrijebiti prilikom utvrđivanja okolnosti počinjenih prekršaja u prometu ili u postupku prometno-tehničke analize dinamike nastanka prometne nesreće. Ograničivač brzine, koji djeluje u kombinaciji s tahografom, dodatno pomaže u regulaciji brzine vozila, čime se smanjuje mogućnost prometnih nesreća. Međutim, učinkovitost tahografa ovisi o točnosti podataka koje uređaj bilježi, a jedan od ključnih čimbenika koji može utjecati na te podatke je i tlak zraka u pneumaticima. Promjene u tlaku mogu uzrokovati pogrešna očitavanja brzine, što može imati značajan utjecaj za sigurnost cestovnog prometa. Naime, tlak zraka u pneumaticima utječe na radijus kotača, što izravno mijenja opseg kotača i broj impulsa koji se bilježe pri kretanju vozila, što sve može dovesti do nepravilnog funkcioniranja tahografa.

Svrha ovog istraživanja je analizirati kako promjene tlaka u pneumaticima utječu na razliku između stvarne brzine vozila i brzine zabilježene tahografom i ograničivačem brzine, te istražiti kako se te promjene reflektiraju na opću sigurnost prometa. U tom kontekstu, provode se empirijska mjerenja na vozilima kategorija N2 i N3, pri čemu se prate promjene u radijusu kotača, opsegu i koeficijentu vozila pri različitim razinama tlaka u pneumaticima. Glavna poglavlja rada detaljno se bave ključnim aspektima sigurnosti cestovnog prometa i tehničkim čimbenicima koji na nju utječu.

Prvo poglavlje obuhvaća čimbenike sigurnosti cestovnog prometa, s posebnim fokusom na ulogu tahografa i ograničivača brzine u vozilima. U ovom dijelu se istražuju čovjek, vozilo i cesta kao osnovni elementi sigurnosti, a naglasak je stavljen na tehničke uređaje koji pomažu u kontroli i bilježenju radnih uvjeta, brzine i vremena vožnje, čime se osigurava pridržavanje sigurnosnih standarda.

Drugo poglavlje posvećeno je analizi pneumatika na teretnim vozilima, posebno na kategorijama N2 i N3. U njemu se raspravlja o konstrukciji pneumatika, njihovim oznakama i dimenzijama, te utjecaju pravilnog održavanja tlaka u gumama na sigurnost vozila. Kroz ovu

analizu naglašava se važnost odgovarajućeg prisanjanja vozila na cestu i optimizacije tehničkih karakteristika pneumatika kako bi se smanjila mogućnost prometnih nesreća.

Treće poglavlje donosi eksperimentalnu analizu utjecaja tlaka zraka u pneumaticima na statički radijus kotača i koeficijent vozila prema tahografu. Mjerenja su provedena na vozilima različitih kategorija, a dobiveni rezultati pokazuju kako promjene u tlaku mogu značajno utjecati na preciznost tahografskih podataka o brzini vozila. Ovo istraživanje je ključno za razumijevanje kako tehnički čimbenici poput tlaka u gumama mogu utjecati na sigurnost cestovnog prometa.

U četvrtom poglavlju istražuje se razlika između brzine zabilježene tahografom i ograničivačem brzine u vozilu, pri čemu se pažnja posvećuje utjecaju promjena tlaka zraka u pneumaticima na tu razliku. Na temelju provedenih mjerenja, ovo poglavlje daje detaljan uvid u tehničke probleme koji mogu nastati uslijed neodgovarajućeg tlaka i nudi smjernice za prevenciju tih problema.

Zadnje poglavlje fokusira se na analizu rezultata istraživanja te donosi prijedloge mjera za poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa. Kroz preporuke poput redovitog održavanja pneumatika, pravilne kalibracije tahografa i osvještavanja vozača o važnosti tehničke ispravnosti vozila, nastoji se osigurati što sigurnije prometovanje vozila.

U diplomskom radu prikazan je detaljan pregled tehničkih specifikacija analiziranih vozila i metoda korištenih za mjerenje promjena. Osim toga, rezultati istraživanja služe kao temelj za predlaganje konkretnih mjera koje bi mogle poboljšati sigurnost cestovnog prometa. Te mjere uključuju redovito održavanje optimalnog tlaka u pneumaticima, češću kalibraciju tahografa i ograničivača brzine te osvješćivanje vozača i servisera o važnosti tehničke ispravnosti vozila. Pravodobno održavanje vozila i optimizacija pneumatika od ključne su važnosti za osiguranje ispravnih podataka tahografa, čime se doprinosi općem povećanju sigurnosti na cestama.

2. ČIMBENICI SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA S POSEBNIM OSVRTOM NA TAHOGRAF, NJEGOVU TRANSMISIJU I UGRAĐENOG OGRANIČIVAČA BRZINE

Promet je vrlo složena pojava koja uključuje mnoge konfliktne situacije. Da bi se povećala sigurnost prometa, potrebno je provesti niz mjera s ciljem otklanjanja ili smanjenja opasnosti [1].

Tahograf je uređaj koji se ugrađuje u vozila radi automatskog i poluautomatskog bilježenja podataka o kretanju vozila u cestovnom prometu, kao i određenih razdoblja rada vozača (Uredba Vijeća (EEZ) br. 3821/85). Tahograf mora bilježiti prijedenu udaljenost vozila, brzinu kretanja, trajanje vožnje, trajanje drugih vrsta rada i pripravnosti, trajanje pauza i dnevnog odmora. Također, mora zabilježiti svako otvaranje kućišta u kojem se nalazi tahografski listić i, za elektronske tahografe, svaki prekid napajanja uređaja koji traje više od 100 milisekundi (osim napajanja rasvjete), kao i prekid napajanja senzora udaljenosti i brzine te svaki prekid signalne veze sa senzorom udaljenosti i brzine [2].

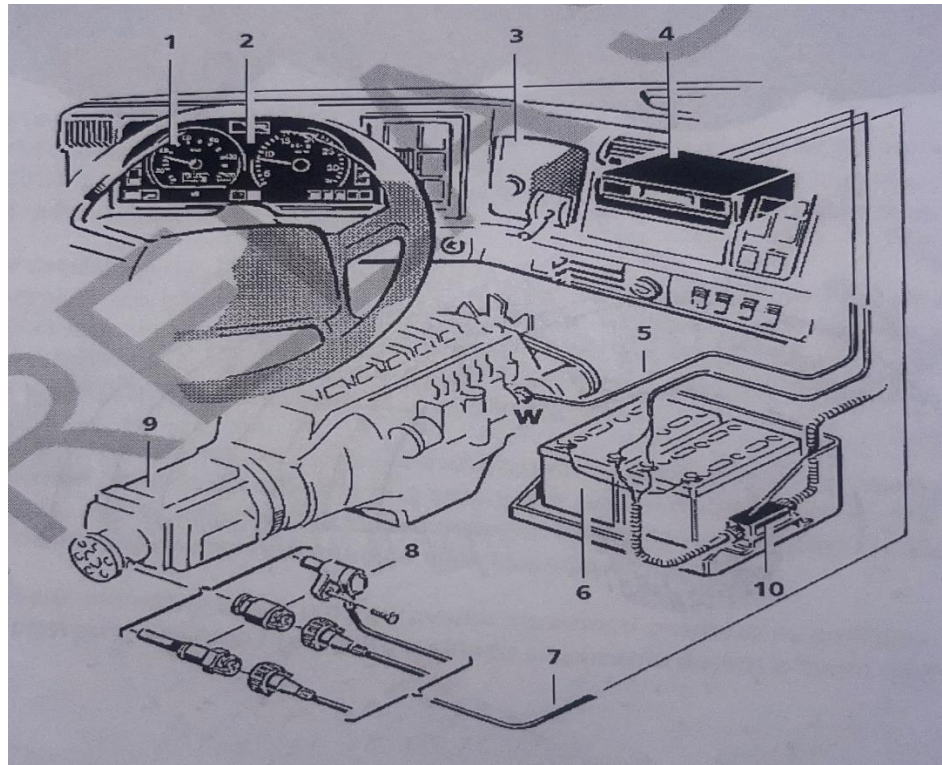
Postoje dvije vrste tahografa, a to su [3]:

- 1) Analogni tahograf – uređaj koji zapisuje podatke na tahografski listić, a sastoji se od pokaznih dijelova, zapisnih dijelova i mehanizama koji na listiću evidentiraju svako otvaranje kućišta u kojem je listić smješten. Od 2006. godine, analogni tahografi više se ne ugrađuju u nova vozila.
- 2) Digitalni tahograf - je uređaj koji omogućuje prikaz, bilježenje te automatsko ili poluautomatsko pohranjivanje podataka o kretanju vozila i trajanju rada vozača, a svi podaci pohranjuju se u memoriju tahografa i na vozačevu karticu, pri čemu uređaj može pohraniti podatke za 365 dana. Moguće je ispisati podatke o vožnji, radnom vremenu, odmorima, događajima i greškama, a uređaj podržava pristup putem četiri različite kartice: vozačke kartice, kartice prijevoznika, kartice radionice i nadzorne kartice. Ovaj sustav obuhvaća razne komponente, uključujući kabele, senzore, elektronički uređaj za vozačeve informacije, jedan ili dva čitača kartica za umetanje vozačkih memorijskih kartica, integrirani ili zasebni pisač, instrumente za prikaz, uređaje za preuzimanje memorijskih podataka te prikaz ili ispis podataka na zahtjev.

Prilikom svakog ispitivanja tahografa, potrebno je postaviti plombu na sam tahograf i na davač impulsa (KITAS senzor). Plomba tahografa je sigurnosni element koji sprječava neovlašteno otvaranje ili manipulaciju tahografom, uređajem koji bilježi podatke o vožnji, brzini i radnom vremenu vozača. Sve plombe koje se mijenjaju tijekom usmjeravanja moraju imati utisnuti žig promjera 7 mm, s oznakom HR25 u gornjem polukrugu i brojem radionice koja je obavila ispitivanje tahografa u donjem polukrugu. Broj ispitnog mjesta s plombe na tahografu mora se podudarati s brojem ispitnog mjesta na naljepnici i plombi davača impulsa (KITAS senzora). U slučaju nedostatka, oštećenja ili neslaganja žigova na plombama, vozilo treba proglasiti tehnički neispravnim [3].

Slika 1. prikazuje dijelove tahografskog sustava, a sastoji se od:

- 1) Brzinomjer
- 2) Kombi-instrument
- 3) Radno mjesto vozača
- 4) Jedinica u vozilu
- 5) Priključak za broj okretaja motora
- 6) Akumulator vozila
- 7) Kabel za spajanje davača impulsa i tahografa
- 8) Davač impulsa (KITAS)
- 9) Mjenjač brzina vozila
- 10) Glavna strujna sklopka



Slika 1. Dijelovi tahografskog sustava

Izvor: [3]

Ograničivač brzine je uređaj koji omogućuje ograničiti maksimalnu brzinu vozila na kojemu se nalazi. Prekomjerna brzina kretanja teških vozila bi donijela brojne posljedice kao što su: velik broj nezgoda sa smrtnim ishodom i ozbiljnim ozljedama, povećanje troškova poslovanja i održavanja u transportnoj industriji, povećanje troškova za osiguravajuća društva, veće onečišćenje okoliša. Nekadašnja vozila konstrukcijski nisu mogla postizati velike brzine pa nisu ni morala imati ugrađene ograničivače brzine.

Današnja vozila imaju veću snagu i prijenosne omjere transmisijskog sustava s kojima bi mogli ostvariti puno veće brzine pa iz tih razloga moraju imati ugrađene ograničivače brzine. Najučinkovitije rješenje za sprječavanje prebrze vožnje komercijalnih vozila je opremanje sustavom ograničenja brzine koji brzinu regulira ograničenjem potrebne količine goriva.

Maksimalno ograničenje brzine se postavlja pomoću elektronički upravljane jedinice koja informaciju o trenutnoj brzini dobiva od senzora brzine. Elektronička jedinica dovod goriva ograničava na različite načine ovisno o tehnologiji ubrizgavanja goriva: Mehanički i Elektronički [3].

2.1. Čimbenici sigurnosti cestovnog prometa

Opasnost od prometnih nezgoda koje nastaju pri kretanju vozila i pješaka može se prikazati stanjem u sustavu čimbenika koji se pojavljuju. Analizom mogućih uzroka, cestovni promet se može pojednostavljeno promatrati kroz tri osnovna podsustava: čovjek, vozilo i cesta. U strukturi cestovnog prometa mogu se uočiti dva sustava: mehanički sustav, koji se sastoji od veze "vozilo-cesta", i biomehanički sustav, koji se sastoji od veza "čovjek-vozilo" i "čovjek-cesta" [1].

2.1.1. Čovjek

Čovjek je ključni čimbenik sigurnosti cestovnog prometa jer, za razliku od ostalih čimbenika, posjeduje razum i sposobnost donošenja odluka. Kao svjesno biće, čovjek može birati kako će voziti. Pomoću svojih osjetila, vozač prima informacije o uvjetima na cestama te na temelju tih informacija i prometnih propisa može donositi racionalne odluke o svojoj vožnji, kao što su način, smjer i brzina kretanja [4].

Čovjek je glavni uzrok prometnih nesreća, odgovoran za 85% njih, što je posljedica njegovih unutarnjih karakteristika [1].

Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu [1]:

- Osobne značajke čovjeka (karakter, temperament, osobne crte, sposobnost, stajalište prema vožnji)
- Psihofizička svojstva čovjeka (funkcije organa, psihomotoričke sposobnosti, mentalne sposobnosti)
- Obrazovanje i kultura (poznavanje kretanja vozila, vlastitih sposobnosti, zakona i propisa).

2.1.2. Vozilo

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno za prijevoz ljudi i robe. Njegova konstrukcija sastoji se od različitih elemenata koji utječu na sigurnost prometa. Ti elementi mogu se podijeliti na aktivne i pasivne sigurnosne elemente [1].

Aktivni elementi sigurnosti vozila su tehnička rješenja čija je zadaća smanjiti vjerojatnost nastanka prometne nesreće. U aktivne elemente ubrajaju se [1]:

- Kočnice
- Upravljački mehanizam
- Gume
- Svjetlosni i signalni uređaji
- Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača
- Konstrukcija sjedala
- Usmjerivači zraka
- Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- Vibracije vozila
- Buka.

Pasivni elementi vozila su tehnička rješenja namijenjena ublažavanju posljedica prometnih nesreća. U pasivne elemente ubrajaju se [1]:

- Školjka
- Vrata
- Sigurnosni pojasevi
- Nasloni za glavu
- Vjetrobranska stakla i zrcala
- Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora
- Odbojnik
- Sigurnosni zračni jastuk.

2.1.3. Cesta

Cesta je prometna površina namijenjena odvijanju prometa, koja mora zadovoljavati uvjete propisane Zakonom o cestama i drugim relevantnim propisima [1].

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok prometnih nesreća i mogu nastati tijekom projektiranja ili izgradnje cesta. Ovi se nedostaci mogu otkloniti pravilnom rekonstrukcijom te redovitim i ispravnim održavanjem cesta. Ispravnim projektiranjem cesta smanjuju se njihovi nedostaci, čime se povećava sigurnost i smanjuje potreba za naknadnom rekonstrukcijom infrastrukture [1].

Cesta kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa obilježava se sljedećim [1]:

- Trasa ceste
- Tehnički elementi ceste
- Stanje kolnika
- Oprema ceste
- Rasvjeta ceste
- Križanja
- Utjecaj bočne zapreke
- Održavanje ceste.

2.2. Utjecaj tahografa na čimbenike sigurnosti prometa

Tahografi su ključni uređaji koji doprinose sigurnosti cestovnog prometa na nekoliko načina. Njihova glavna funkcija je bilježenje podataka o vožnji, brzini, vremenu vožnje i odmoru vozača [2].

Utjecaj tahografa na čimbenike sigurnosti prometa može se sagledati kroz sljedeće aspekte [5]:

1. Radna vremena i odmori mobilnih radnika
2. Kontrola brzine i sprječavanje prekršaja
3. Osiguranje integriteta podataka i prevencija manipulacije

4. Dokumentacija i nadzor
5. Povećanje svijesti i odgovornosti
6. Usklađivanje s europskim standardima.

2.2.1. Radna vremena i odmori mobilnih radnika

Tahografi bilježe svaki trenutak kada je vozilo u pokretu, kao i razdoblja odmora i stanke. Na taj način, tahografi osiguravaju da vozači poštuju zakonski propisano radno vrijeme, čime se smanjuje rizik od umora. Umor vozača prepoznat je kao jedan od vodećih uzroka prometnih nesreća. Redoviti odmori omogućuju vozačima da budu odmorniji i koncentriraniji, što značajno doprinosi sigurnosti prometa [5].

2.2.2. Kontrola brzine i sprječavanje prekršaja

Tahografi su opremljeni mogućnošću bilježenja brzine kretanja vozila. Ovo je ključna funkcija koja omogućuje kontrolu pridržavanja ograničenja brzine. Propisuje se da se svi prekršaji u vezi s brzinom bilježe i čuvaju, čime se osigurava da vozači budu svjesni posljedica prekomjerne brzine. Kontinuirano praćenje brzine može spriječiti nesreće uzrokovane prebrzom vožnjom, osobito u zonama gdje su ograničenja brzine postavljena radi zaštite pješaka i drugih sudionika u prometu [5].

2.2.3. Osiguranje integriteta podataka i prevencija manipulacije

Ugrađeni sigurnosni mehanizmi, kao što su plombe i redovite inspekcije, sprječavaju pokušaje manipuliranja podacima. Pouzdani i točni podaci ključni su za provođenje zakona i osiguranje da vozači i operateri poštuju sigurnosne standarde. Manipulacija podacima tahografa može dovesti do situacija u kojima vozači ne poštuju zakonske zahtjeve za odmor, čime se povećava rizik od nesreća uzrokovanih umorom ili prebrzom vožnjom [5].

2.2.4. Dokumentacija i nadzor

Jedna od ključnih funkcija tahografa je stvaranje točnih zapisa o vremenu vožnje, odmora i brzini. Ti zapisi su od vitalne važnosti za inspekcijske organe i poslodavce, omogućujući im nadzor i provjeru pridržavanja zakona. Zapisivanje podataka omogućuje identificiranje i rješavanje nepravilnosti te osigurava da se poštuju sigurnosni propisi. Također,

u slučaju prometne nesreće, podaci iz tahografa mogu poslužiti kao dokazni materijal u istrazi [5].

2.2.5. Povećanje svijesti i odgovornosti

Implementacija tahografa također potiče vozače i poslodavce na povećanu odgovornost. Vozači su obvezni osigurati pravilno funkcioniranje tahografa tijekom vožnje, kao i odgovornost poslodavaca da osiguraju da svi zaposlenici budu upoznati s pravilima i propisima koji se odnose na tahografe. Ovaj povećani osjećaj odgovornosti direktno utječe na sigurnost prometa, jer vozači postaju svjesniji svog ponašanja i utjecaja na sigurnost drugih sudionika u prometu [5].

2.2.6. Usklađivanje s europskim standardima

Usklađivanje s europskim zakonodavstvom o tahografima od velike je važnosti, tako što doprinosi unifikaciji sigurnosnih standarda na međunarodnoj razini. Usklađivanje omogućuje da Hrvatska bude dio šire mreže sigurnosnih protokola, čime se povećava sigurnost ne samo na nacionalnoj razini, nego i na europskim prometnim koridorima. Ovi standardi pomažu u osiguravanju dosljedne primjene pravila, što je posebno važno za međunarodni transport i sigurnost na cestama [5].

3. ANALIZA NAJČEŠĆIH DIMENZIJA PNEUMATIKA NA POGONSKIM OSOVINAMA TERETNIH VOZILA OVISNO O NAJVEĆOJ DOPUŠTENOJ MASI I KATEGORIJI VOZILA N2 I N3

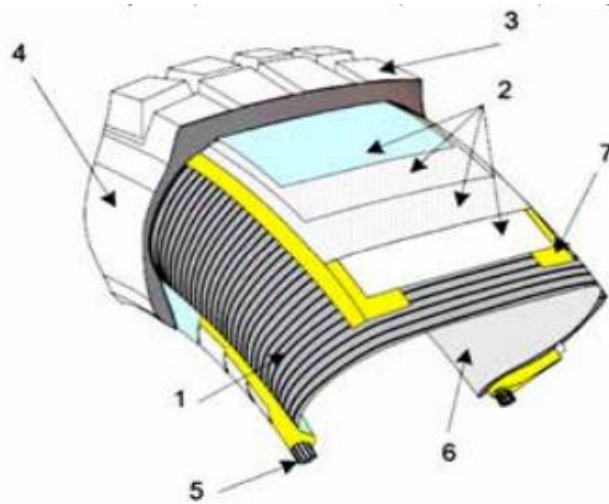
Pneumatik je gumeni omotač koji unutar sebe sadrži određeni medij (poput zraka, dušika ili CO₂) pod konstantnim tlakom. Ova konstrukcija gume omogućuje joj da djeluje kao pneumatska opruga s određenom razinom krutosti [6].

3.1. Pneumatici

Pneumatici igraju ključnu ulogu u sigurnosti cestovnog prometa jer nose cjelokupno opterećenje vozila i osiguravaju prijanjanje kotača na podlogu. Ispravni pneumatici imaju kvalitetan gazni sloj s odgovarajućom dubinom, što je važno za sigurnost. Nedovoljna dubina gazne površine može smanjiti sigurnost u prometu produžujući put kočenja. Pneumatici se dijele na dijagonalne i radijalne [1].

3.1.1. Konstrukcija pneumatika

Glavni dijelovi omotača pneumatika su armatura, pojas, gazna površina, bočnica i žičana jezgra. Sigurnost konstrukcije pneumatika ovisi o njegovoj čvrstoći pri složenim opterećenjima i sposobnosti zadržavanja zraka [6].



Slika 2. Prikaz presjeka pneumatika

Izvor: [6]

Slika 2. prikazuje presjek pneumatika koji se sastoji od [6]:

- 1 - armature (karkasa),
- 2 - pojaseva ,
- 3 - gazne površine,
- 4 - bočnica,
- 5 - žičane jezgre (noga pneumatika),
- 6 - nepropusnog sloja,
- 7 - remena.

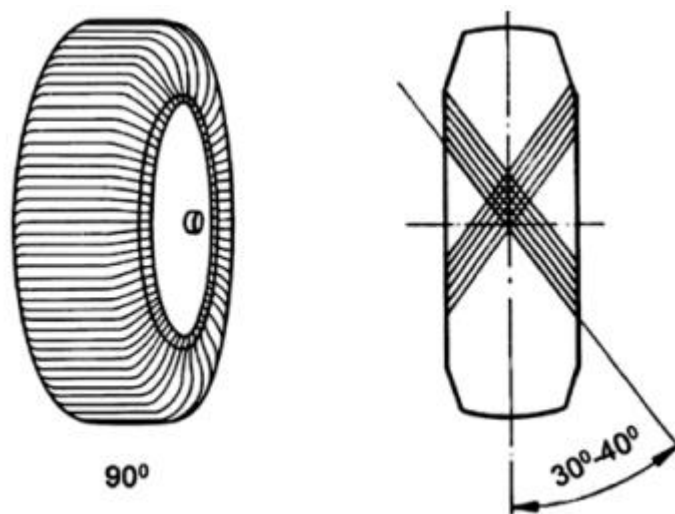
Pneumatik se pod opterećenjem proporcionalno napreže i deformira, pri čemu održava stalan unutarnji tlak i pritisak na podlogu. Nakon prestanka opterećenja, vraća se u svoj izvorni oblik. Ključni nosivi dio pneumatika je armatura (karkasa), koja se sastoji od poprečnih slojeva za ojačanje izrađenih od različitih vrsta vlakana, poput najlona, poliesteru i čelika. Armatura podnosi glavni dio opterećenja pneumatika koje nastaje zbog vertikalnih i horizontalnih sila u kontaktu s podlogom [6].

Iznad armature nalazi se pojas, koji se sastoji od više slojeva aramidnih ili čeličnih vlakana. Pojas dodatno učvršćuje gazni sloj i sprječava prevelike deformacije gume. Na gornji

pojas, između njega i gumenog sloja gazeće površine, stavlja se međusloj mješavine (tzv. baza), koji se sastoji od tvrde gume i čađe. Ovaj međusloj smanjuje međusobno gibanje blokova, apsorbira udarce, štiti armaturu i sprječava elektrostatički naboj vozila [6].

Obodni pojas (remeni, breaker) dodatno ojačava i učvršćuje gazni sloj. Pneumatici osobnih vozila sadrže nekoliko nosećih pojaseva, čija je uloga primanje udarnih radijalnih opterećenja koja se prenose na armaturu, te osiguranje ravnomjernog pritiska kontaktne površine na podlogu [6].

Prema položaju nosećih vlakana armature, razlikujemo dvije vrste pneumatika. Ovisno o kutu koji vlakna zatvaraju s uzdužnom osi pneumatika, dijele se na radijalne i dijagonalne pneumatike, što je prikazano na slici 3. Kod radijalnih pneumatika slojevi nosećih vlakana postavljeni su radijalno u odnosu na uzdužnu os, pod kutom od 90° . S druge strane, kod dijagonalnih pneumatika slojevi nosećih vlakana postavljeni su dijagonalno, jedan preko drugoga, pod kutom od 30° do 40° . Radijalni pneumatici osiguravaju ravnomjerniji pritisak kotača na podlogu, osobito u zavojima, te se koriste na cestovnim vozilima za prijenos tangencijalnih i bočnih sila. Dijagonalni pneumatici se uglavnom koriste na motociklima, traktorima, radnim i specijalnim vozilima [6].



Slika 3. Shema radijalnog i dijagonalnog pneumatika

Izvor:[6]

Pneumatici se proizvode od mješavine prirodnog i sintetičkog kaučuka. Proizvođači kombiniraju ove vrste kaučuka i dodaju potrebne aditive kako bi poboljšali svojstva pneumatika. Dodavanjem silike (kremene kiseline) postiže se bolja prijanjivost gaznog sloja na

mokroj podlozi te se smanjuje otpor kotrljanja. Potrebni profil pneumatika oblikuje se pomoću preša za vulkanizaciju [6].

Gazna površina je vanjski dio pneumatika i izrađuje se od čvrste gume kako bi se osigurala otpornost na trošenje i dobro prijanjanje. Gazni sloj je profiliran kanalima kako bi se poboljšalo prijanjanje na mokroj podlozi. Oblik profila i materijal gaznog sloja značajno utječu na otpor kotrljanja, prijanjanje i buku pneumatika. Uzdužni blokovi (smješteni između uzdužnih kanala) osiguravaju držanje pravca vozila, dok poprečni blokovi (između poprečnih kanala) prenose vučnu ili kočnu silu. Na suhim podlogama koristi se dezen s manjom površinom kanala za bolje prijanjanje, manje trošenje i smanjeno bočno klizanje. Na mokrim podlogama koristi se dezen s većom površinom i dubljim kanalima radi bržeg odvođenja vode ispod kotača. Kod vožnje po različitim podlogama koristi se univerzalni dezen s manjim brojem uskih kanala u sredini i dubljim kanalima na vanjskoj strani gazeće površine [6].

Bočna stjenka pneumatika štiti armaturu od vanjskih utjecaja i oštećenja. Debljina bočnice varira između 1,5 i 3,5 mm, a osjetljiva je na bočna oštećenja. U slučaju sigurnosnih pneumatika, bočna stjenka je dodatno ojačana. Sve važne oznake za odabir pneumatika nalaze se na bočnici [6].

Noga gume osigurava pravilno nasjedanje gume na naplatak i brtvljenje uz njegovo rame, što omogućuje prijenos vučnih, kočnih i bočnih sila. Centrifugalna sila povećava radijus kotača, a noga gume tome se suprotstavlja [6].

Unutrašnjost gume obložena je nepropusnim, ljepljivim i viskozim premazom koji brtvi oštećenja uzrokovana čavlima promjera do 5 mm. Ovaj brtveni sloj okružuje čavao i sprječava gubitak zraka. Brtveni sloj od butil-kaučuka (poznat kao inliner) debljine je između jednog i dva milimetra. Spoj između felge i ventila za punjenje gume također mora biti nepropustan. Ventil se pričvršćuje izravno na naplatak i mijenja pri svakoj zamjeni pneumatika [6].

S vremenom ili prijeđenom kilometražom dolazi do pada tlaka zraka u pneumaticima. Ako se pneumatici pune dušikom, njegove veće molekule sporije prolaze kroz pore pneumatika, što održava tlak tri do četiri puta duže nego pri punjenju zrakom. Pneumatici punjeni dušikom smanjuju deformaciju gume i otpor kotrljanja, što može smanjiti potrošnju goriva [6].

3.1.2. Oznake na pneumatiku

Na bočnoj strani pneumatika nalaze se oznake koje pružaju različite informacije o pneumatiku, uključujući naziv proizvođača, datum proizvodnje, vrstu pneumatika, smjer montaže, širinu i visinu pneumatika, tip pneumatika, promjer naplatka, kao i indekse nosivosti i brzine [6].

Slika 4. prikazuje oznake na pneumatiku. Broj 205 označava širinu pneumatika pod tlakom u milimetrima, dok broj 55 predstavlja visinu profila pneumatika izraženu kao postotak (odnos širine i visine pneumatika). Oznaka "R" označava radijalni tip pneumatika, broj 16 se odnosi na promjer naplatka izražen u colima, broj 91 predstavlja indeks nosivosti, a slovo "V" označava indeks brzine odnosno maksimalnu brzinu od 240 km/h [6].



Slika 4. Oznake na pneumatiku

Izvor: [6]

Indeks nosivosti prikazuje maksimalno opterećenje koje pneumatik može podnijeti, odnosno nosivost po kotaču pri određenom tlaku. U tablici 1. prikazani su primjeri najvećih opterećenja za pneumatike pri tlaku od 2,5 bara, dok su za gume s oznakama V, W i Y prikazana opterećenja pri tlaku od 2,9 bara [6].

Indeks brzine označava najveću brzinu do koje se pneumatici mogu sigurno koristiti, što je prikazano u tablici 2. [6].

Tablica 1. Indeks nosivosti

Indeks	65	69	70	74	80	82	84	88	91	94	98	102	104	107	109
Nosivost (kg)	290	325	335	375	450	475	500	560	615	670	750	850	900	975	1030

Izvor: [6]

Tablica 2. Indeks brzine

Indeks brzine	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	H	V	W	Y
Brzina (km/h)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	240	270	300

Izvor: [5]

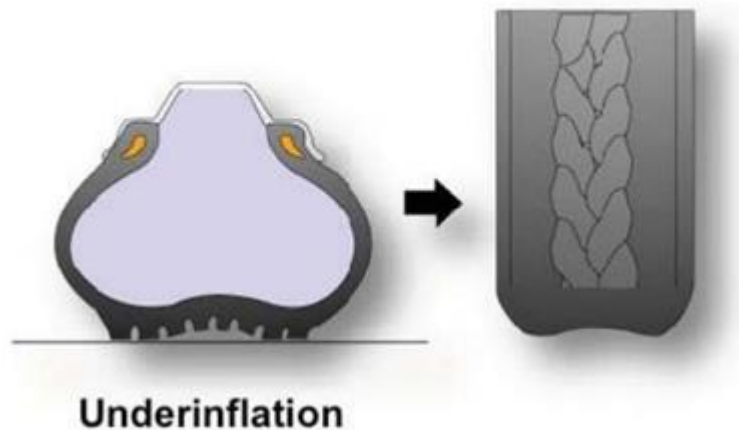
3.1.3. Tlak u pneumaticima

Optimalan tlak zraka u pneumaticima ključan je za stabilnost vozila, ravnomjerno trošenje gaznog sloja pneumatika i ekonomičnu potrošnju goriva. Tlak zraka varira ovisno o opterećenju kotača i radnoj temperaturi pneumatika. Teža vozila zahtijevaju viši tlak u pneumaticima [6].

Uvjeti vožnje i upravljanja vozilom uglavnom ovise o kontaktnoj površini između pneumatika i ceste. Ako se pneumatik koristi pri niskom tlaku, prisiljen je proširiti se izvan granica elastičnosti/plastičnosti materijala, kao i čeličnih užadi za pojačanje. U takvim uvjetima, veze između različitih materijala se pogoršavaju, a ako se stanje nastavi, pneumatici će na kraju biti oštećeni, kao što je prikazano na slici 5. Neispravan tlak u pneumaticima (nizak tlak) vrlo je opasan, posebno kod teško opterećenih vozila i tijekom vožnje autocestom po vrućem vremenu; u takvim slučajevima pneumatici mogu eksplodirati [6].

Rizici niskog tlaka u pneumaticima mogu se sažeti na sljedeći način [7]:

- 1) guma slabi, što utječe na način vožnje,
- 2) smanjuje se sila interakcije između gume i ceste,
- 3) povećava se otpor kotrljanja, a time i potrošnja goriva,
- 4) prednje gume uzrokuju neprecizno upravljanje,
- 5) stražnje gume povećavaju rizik od prekomjernog upravljanja,
- 6) više od 80% ozljeda povezano je s nedovoljno napuhanim gumama i
- 7) dolazi do povećanja temperature gume, pri čemu visoka temperatura povećava abraziju gume i može dovesti do neočekivanog pucanja.



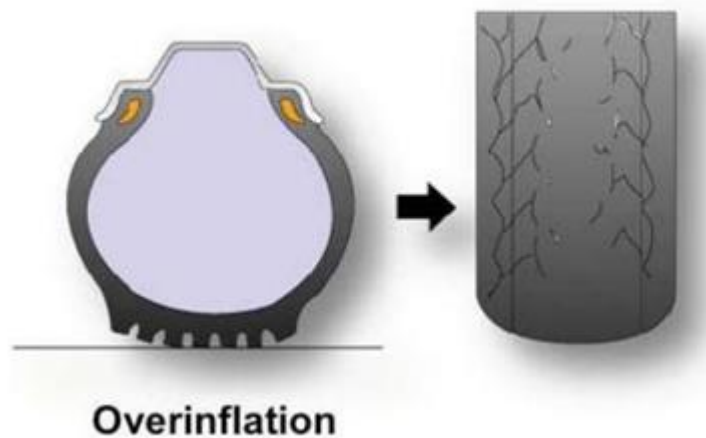
Slika 5. Prikaz pneumatika pri preniskom tlaku

Izvor: [7]

Ako je tlak u pneumatiku prenizak, dolazi do pregrijavanja pneumatika, što može uzrokovati prerano trošenje i odvajanje gaznog sloja. Tlak u pneumaticima utječe na otpor kotrljanja, trenje između ceste i pneumatika, zagrijavanje pneumatika, te istrošenost i odvajanje gaznog sloja, što može rezultirati povećanom potrošnjom goriva. Kada je pneumatik napuhan ispod optimalnog tlaka za samo jedan psi, otpor kotrljanja povećava se za približno 1,1%, što uzrokuje ukupno pogoršanje otpora kotrljanja za 6% [7].

Kod prenapuhanog tlaka, kontaktna površina pneumatika se smanjuje, kao što je prikazano na slici 6., što smanjuje otpor kotrljanja. Viši tlak u prednjim pneumaticima povećava rizik od otežanog upravljanja. Zbog visokog tlaka u pneumatiku dolazi do proklizavanja, što je

uzrokovano trenjem između pneumatika i osovine. U stražnjim pneumaticima, prenapuhan tlak povećava rizik od prekomjernog upravljanja, što može dovesti do nepravilne abrazije. Također, uzrokuje neravnomjerno trošenje gaznog sloja, što negativno utječe na vožnju i udobnost vozila, povećava osjetljivost na oštećenja od udaraca, te uzrokuje povećanje bočnog tlaka, pri čemu se pneumatik brže troši u sredini nego na ramenima [7].



Slika 6. Prikaz pneumatika pri previsokom tlaku

Izvor: [7]

Korištenje pravilnog tlaka u pneumaticima može spriječiti brojne prometne nesreće. Ispravan tlak zraka u pneumaticima nužan je za podnošenje težine vozila. Svaki pneumatik treba imati minimalni tlak koji se određuje prema vrsti i veličini pneumatika te uvjetima opterećenja vozila. Tlak u pneumaticima treba održavati u skladu sa specifikacijama proizvođača originalne opreme (OEM). Ipak, vozači često zanemaruju redovitu provjeru tlaka u pneumaticima, što dugoročno dovodi do nedovoljnog napuhavanja. Pneumatici prirodno gube zrak, pa prosječni novi pneumatik može izgubiti između 3 i 9 psi tijekom godine. Većina vozača provjerava tlak u pneumaticima samo tijekom redovitih servisnih intervala [7].

Tlak u pneumaticima određuje proizvođač vozila, a maksimalni dopušteni tlak obično je utisnut na samim pneumaticima. Takve informacije obično se nalaze na vozačevim vratima ili u priručniku vozila. Priručnik također pruža informacije o sigurnom radu vozila, uključujući dopušteno opterećenje i specifičnu nosivost. Pneumatici se moraju napuhati točno prema preporukama proizvođača. Pneumatici ne smiju biti napuhani na viši ili niži tlak od

preporučenog, jer to može uzrokovati probleme, što je prikazano na slici 7. Pravilno napuhani pneumatici sve se češće nadziru sustavom za provjeru tlaka u pneumaticima (TPCF). Korištenjem sustava za provjeru tlaka u pneumaticima može se izbjeći nekoliko nesreća, a dodatno se poboljšavaju ekološki uvjeti i ekonomičnost vožnje [7].



Slika 7. Utjecaj optimalnog, preniskog i previsokog tlaka u pneumatiku

Izvor: [7]

3.2. N kategorije vozila i najveća dopuštena masa

Vozila N kategorije odnose se na cestovna vozila namijenjena za prijevoz tereta, s najmanje tri ili četiri kotača, i najvećom dopuštenom masom većom od jedne tone. Ova kategorija dalje se dijeli na tri potkategorije: N1, N2 i N3, ovisno o najvećoj dopuštenoj masi vozila, kao što je prikazano na slici 8.[8].

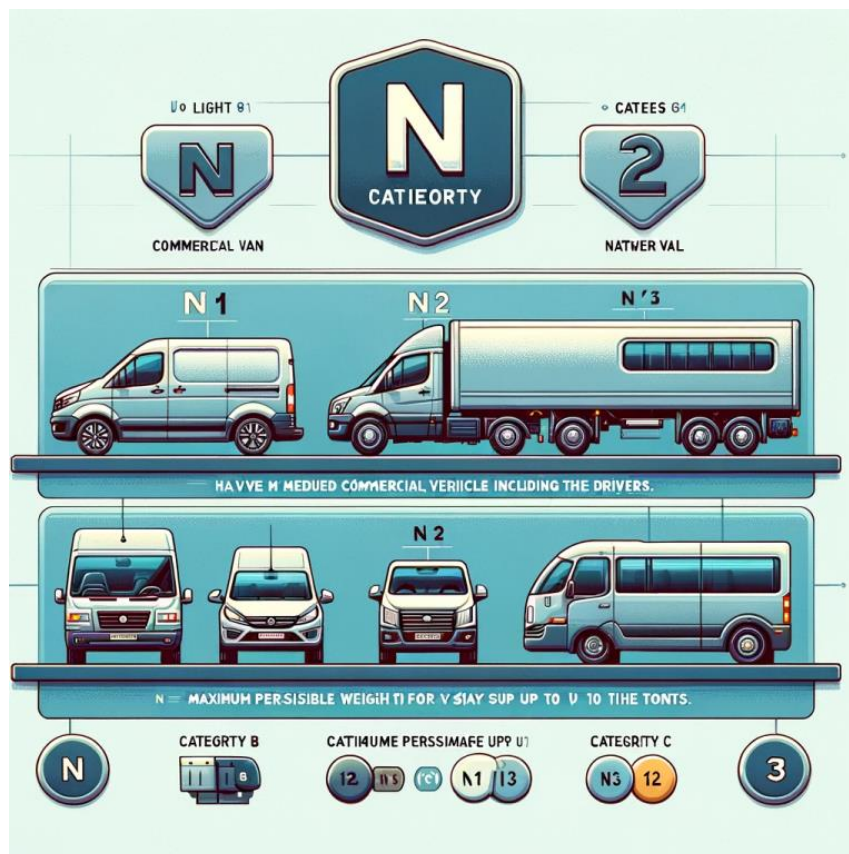
Kategorija N obuhvaća raznoliku skupinu vozila namijenjenih za prijevoz tereta, uključujući male kombije, kamionete i kamione. Ta vozila imaju ključnu ulogu u transportu robe i zaliha, kako unutar Europe tako i na međunarodnim relacijama [9].

Kategorija vozila N1 obuhvaća motorna vozila za prijevoz tereta čija najveća dopuštena masa ne prelazi 3,5 tona[8]. Ova vozila su najčešće mala dostavna vozila i kombiji koji se koriste za prijevoz lakšeg tereta, kao što su poštanske pošiljke, manja distribucija robe, ili za

potrebe obrtnika i malih poduzeća. Vozila N1 kategorije često se koriste u urbanim područjima zbog svog većeg manevara i manjeg utjecaja na promet [9].

Kategorija vozila N2 obuhvaća motorna vozila za prijevoz tereta koja imaju najveću dopuštenu masu veću od 3,5 tona, ali ne prelazi 12 tona[8]. Ova vozila se često koriste za komercijalne svrhe, uključujući distribuciju robe unutar gradova i između njih. Primjeri uključuju manje kamione i dostavna vozila koja su dizajnirana za srednja opterećenja [9].

Kategorija vozila N3 obuhvaća motorna vozila za prijevoz tereta s najvećom dopuštenom masom većom od 12 tona[8]. Ova vozila su namijenjena za teške terete i često se koriste u industriji transporta i logistike na velikim udaljenostima. Primjeri uključuju teške kamione i šlepere koji su sposobni prevoziti velike količine robe i materijala [9].



Slika 8. Prikaz N kategorije vozila

Izvor: [9]

3.3. Najčešće dimenzije pneumatika

Analiza najčešće korištenih dimenzija pneumatika na pogonskim osovina, u odnosu na najveću dopuštenu masu vozila kategorija N2 i N3, provedena je u stanici za tehnički pregled Auto Remetinec d.d. Kao uzorak za analizu, korišteni su tehnički podaci vozila koja su prošla tehnički pregled u toj stanici tijekom razdoblja od 1. srpnja 2024. do 4. rujna 2024. godine. Ova analiza omogućuje detaljan uvid u prevalenciju različitih dimenzija pneumatika u odnosu na specifične kategorije vozila.

3.3.1. Dimenzije pneumatika N2 kategorije vozila

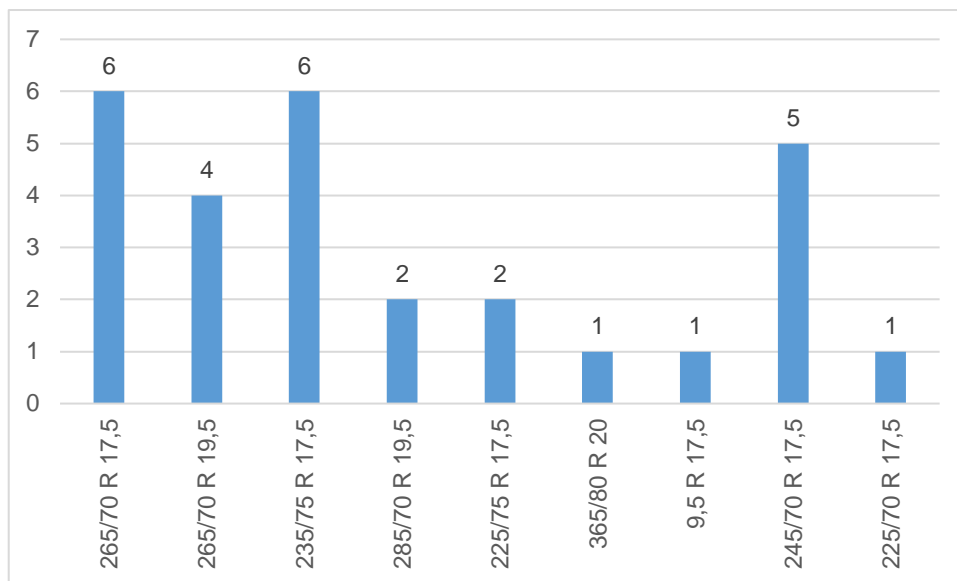
Tablica 3. pruža pregled informacija o vrstama pneumatika koji se koriste na različitim teretnim vozilima. Sadrži podatke o markama vozila, njihovim tipovima, broju osovina, i dimenzijama pneumatika. Tablica je namijenjena za brzo pronalaženje odgovarajućih pneumatika koji su najčešće za određene modele vozila N2 kategorije.

Tablica 3. Prikaz vozila N2 kategorije vozila (marke vozila, tipa vozila, broja osovina i dimenzija pneumatika) koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.

Redni broj	Marka vozila	Tip vozila	Broj osovina	Dimenzija
1.	Man	TGL	2	265/70 R 17,5
2.	Mercedes-Benz	ATEGO 1224 L	2	265/70 R 17,5
3.	Man	TGL C-449319	2	235/75 R 17,5
4.	Man	TGL 8.180	2	235/75 R 17,5
5.	Mercedes-Benz	ATEGO	2	285/70 R 19,5
6.	Man	TGL 8.180	2	235/75 R 17,5
7.	Iveco	EUROCARGO	2	225/75 R 17,5
8.	Mercedes	UNIMOG	2	365/80 R 20
9.	Iveco	EUROCARGO	2	9,5 R 17,5
10.	Daf	LF	2	245/70 R 17,5
11.	Mercedes	C-158950	2	235/75 R 17,5
12.	Renault	MIIDLUM	2	225/70 R 17,5
13.	Man	TGL	2	265/70 R 17,5
14.	Man	TGL	2	245/70 R 7,5
15.	Man	TGL 12.20 4X2 BL	2	265/70 R 17,5
16.	Man	TGL	2	245/70 R 17,5
17.	Iveco	IG100E2BA	2	225/75 R 17,5
18.	Mercedes-Benz	ATEGO 1224 L	2	265/70 R 19,5
19.	Mercedes	1117 C-56324	2	265/70 R 19,5
20.	Man	10.220 4X2BL-LE C-	2	235/75 R 17,5
21.	Daf	FA LF45220E12	2	245/70 R 17,5
22.	Mercedes	ATEGO	2	245/70 R 17,5
23.	Man	M2000 LE	2	265/70 R 19,5
24.	Man	TGL C-460293	2	265/70 R 17,5
25.	Mercedes	ATEGO	2	235/75 R 17,5
26.	Man	TGL 12.250	2	265/70 R 17,5
27.	Mercedes	ATEGO	2	285/70 R 19,5
28.	Man	TGL	2	265/70 R 17,5

Izvor: Autor

Na grafikonu 1. prikazano je koliko vozila koristi različite dimenzije pneumatika. Najviše vozila koristi pneumatike dimenzija 265/70 R 17.5 i 235/75 R 17.5, po 6 vozila. Zatim, 5 vozila koristi dimenziju pneumatika 245/70 R 17.5, dok 4 vozila koriste dimenziju 265/70 R 19.5. Po 2 vozila koriste pneumatike dimenzija 285/70 R 19.5 i 225/75 R 17.5. Najmanje vozila, točnije po jedno, koristi dimenzije 365/80 R 20, 9.5 R 17.5 i 225/70 R 17.5.



Grafikon 1. Prikaz broja vozila N2 kategorije vozila i njihovih dimenzija pneumatika koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.

Izvor: Autor

3.3.2. Dimenzije pneumatika N3 kategorije vozila

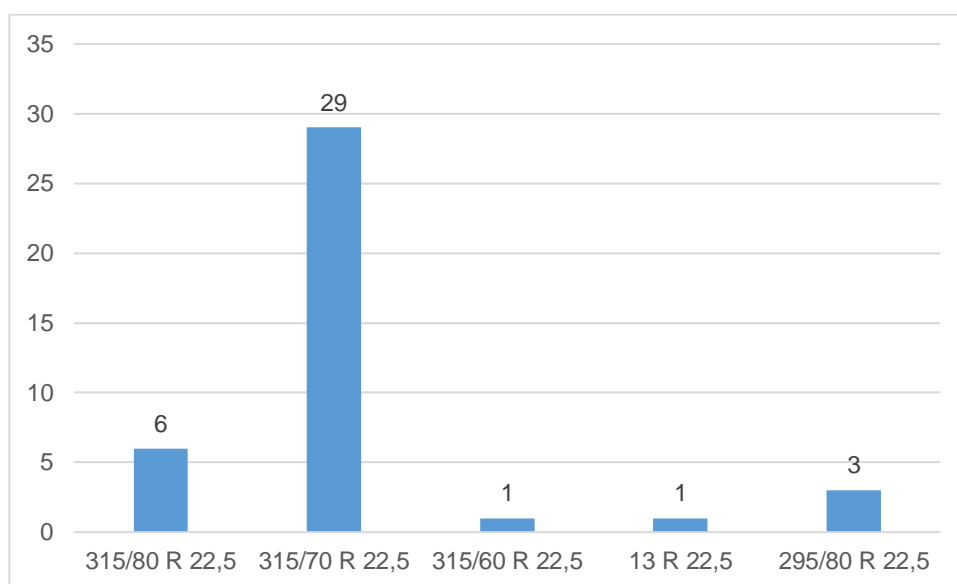
Tablica 4. pruža pregled informacija o vrstama pneumatika koji se koriste na različitim teretnim vozilima. Sadrži podatke o markama vozila, njihovim tipovima, broju osovine, i dimenzijama pneumatika. Tablica je namijenjena za brzo pronalaženje odgovarajućih pneumatika koji su najčešće za određene modele vozila N3 kategorije.

Tablica 4. Prikaz vozila N3 kategorije vozila (marke vozila, tipa vozila, broja osovina i dimenzija pneumatika) koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.

Redni broj	Marka vozila	Tip vozila	Broj osovina	Dimenzije
1.	Man	TGS	3	315/80 R 22,5
2.	Man	TGS C-447547	4	315/80 R 22,5
3.	Man	TGX	3	315/80 R 22,5
4.	Man	TGX	3	315/70 R 22,5
5.	Mercedes	ACTROS	3	315/70 R 22,5
6.	Man	TGS	3	315/80 R 22,5
7.	Mercedes-Benz	ACTROS 2541	3	315/70 R 22,5
8.	Mercedes-Benz	ACTROS	3	315/60 R 22,5
9.	Mercedes-Benz	ACTROS	4	13 R 22,5
10.	Man	TGS	3	315/80 R 22,5
11.	Mercedes	ACTROS	2	315/70 R 22,5
12.	Mercedes	ACTROS	2	315/70 R 22,5
13.	Volvo	FH-4X2TB	2	315/70 R 22,5
14.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
15.	Daf	FT XF 105	2	315/70 R 22,5
16.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
17.	Man	TGA 18.440	2	315/70 R 22,5
18.	Iveco	STRALIS	2	295/80 R 22,5
19.	Volvo	C3FHA1	2	315/70 R 22,5
20.	Man	TGX 18.510	2	315/70 R 22,5
21.	Scania	R450A	2	315/70 R 22,5
22.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
23.	Scania	R450	2	315/70 R 22,5
24.	Scania	R450	2	315/70 R 22,5
25.	Man	TGX 18.470	2	315/70 R 22,5
26.	Man	TGM C-447441	2	295/80 R 22,5
27.	Man	TGM 18.250	2	295/80 R 22,5
28.	Daf	XF	2	315/70 R 22,5
29.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
30.	Iveco	AS 440	2	315/70 R 22,5
31.	Daf	H4EN3	2	315/70 R 22,5
32.	Scania	R 440 LA	2	315/70 R 22,5
33.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
34.	Iveco	AS 440S46T/P	2	315/70 R 22,5
35.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
36.	Daf	FT	2	315/80 R 22,5
37.	Scania	R420	2	315/70 R 22,5
38.	Volvo	FH 500	2	315/70 R 22,5
39.	Man	TGX	2	315/70 R 22,5
40.	Volvo	FH C-494948	2	315/70 R 22,5

Izvor: Autor

Na grafikonu 2. je prikazano koliko vozila koristi različite dimenzije pneumatika. Najviše vozila koristi pneumatike dimenzije 315/70 R 22.5, i to 29 vozila. Zatim, 6 vozila koristi dimenziju 315/80 R 22.5, dok 3 vozila koriste dimenziju 295/80 R 22.5. Najmanje vozila, točnije jedno vozilo, koristi dimenzije 315/60 R 22.5 i 13 R 22.5.



Grafikon 2. Prikaz broja vozila N3 kategorije vozila i njihovih dimenzija pneumatika koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.

Izvor: Autor

4. ANALIZA MJERENJA UTJECAJA TLAKA ZRAKA U PNEUMATICIMA POGONSKIH KOTAČA NA STATIČKI RADIJUS KOTAČA I MJERENJE KOEFICIJENTA VOZILA PREMA TAHOGRAFU

Tlak u pneumaticima vrlo je važan čimbenik za sigurnost u vožnji. Potrebno je redovito provjeravati tlak u pneumaticima jer nizak tlak smanjuje stabilnost vozila, ubrzava trošenje pneumatika i povećava potrošnju goriva. Pneumatik sa nižim tlakom zraka može se pregrijati i nepovratno oštetiti, a takva oštećenja nisu uvijek odmah vidljiva te mogu dovesti do prometne nezgode. S druge strane, previsoki tlak smanjuje udobnost vožnje zbog slabijeg kontakta s cestom, a također utječe na sigurnost jer se pneumatik više troši u srednjem dijelu gazećeg sloja, što negativno utječe na prijanjanje i produljuje put kočenja. Da bi se izbjegli ovi problemi, preporučuje se provjera tlaka svakih 14 dana, kao i prije svakog duljeg putovanja[10].

Analiza utjecaja tlaka zraka u pneumaticima na pogonskim kotačima obavljena je u tvrtki Auto Remetinec d.d., u stanici za tehnički pregled vozila. U svrhu ove analize korišten je manometar kako bi se izmjerio tlak u pneumatiku a nakon toga započet je proces smanjivanja tlaka radi preciznog mjerenja i praćenja promjena u karakteristikama utjecaja tlaka zraka na razliku između izmjerene brzine ograničivača ugrađenog u vozilo i tahografa (slika 9.). Istraživanje je obavljeno na dvije različite kategorije vozila, i to na vozilu N2 kategorije marke Mitsubishi te na vozilu N3 kategorije marke Scania. Oba vozila opremljena su digitalnim tahografom.



Slika 9. Prikaz manometra korištenog za regulaciju tlaka zraka u pneumaticima

Izvor: Autor

Mjerenje radijusa kotača obavljeno je pomoću precizno postavljenog stalka, koji je centriran u središte kotača kako bi se osigurala točnost mjerenja, kao što je prikazano na slici 10. Nakon toga, opseg kotača izmjeren je pomoću ispitnih valjaka, kao što se je prikazano na slici 11., a dodatno je izračunat i na drugi način, koristeći vrijednosti radijusa dobivene stalkom za mjerenje radijusa kotača na ravnoj podlozi. Usporedba ovih dvaju metoda mjerenja otkrila je promjene u vrijednostima opsega kotača, ovisno o tome jesu li mjerenja obavljena na ravnoj podlozi ili u ispitnim valjcima. Kako bi se te razlike utvrdile, izračunat je korektni faktor izražen u postotcima, čime se omogućuje preciznija kalibracija i prilagodba mjernih uređaja za buduća ispitivanja.

Nadalje, mjerenje koeficijenta vozila, odnosno impulsa na izlazu iz mjenjača, provedeno je korištenjem naprednog uređaja VDO CTC II (Compact Test Computer II), kao što je prikazano na slici 12.



Slika 10. Prikaz mjerenja radijusa pneumatika pomoću stalka

Izvor: Autor



Slika 11. Prikaz mjerenja opsega kotača pomoću ispitnih valjaka

Izvor: Autor



Slika 12. Prikaz VDO CTC II uređaja

Izvor: Autor

4.1. Vozilo N2 kategorije vozila

U tablici 5. prikazani su podatci o analiziranom vozilu marke Mitsubishi, model Fuso Canter, koje spada u kategoriju N2. Analizirano vozilo opremljeno je sa karoserijom opremljenom nosačima za kontejnere. Masa praznog vozila iznosi 4016 kg, dok najveća dopuštena masa može doseći 7490 kg. Ovo vozilo ima jednu pogonsku osovinu, smještenu na stražnjem dijelu. Pogonski pneumatiki su proizvedeni od strane tvrtke Michelin, model XZE2. Dubina gaznog sloja ovih pneumatika iznosi 8 mm, a njihove dimenzije su 205/75 R 17,5. Maksimalni tlak za ove pneumatike nije propisan, ali je preporučeni tlak 7,5 bar.

Tablica 5. Specifikacije analiziranog vozila N2 kategorije

Marka, tip i model	Mitsubishi, Fuso, Canter
Kategorija vozila	N2
Oblik karoserije	S nosačima za kontejnere
Masa praznog vozila [kg]	4016 kg
Najveća dopuštena masa [kg]	7490 kg
Broj i položaj pogonskih osovina	1, stražnja
Proizvođač pogonskih pneumatika	Michelin XZE2
Dubina gaznog sloja [mm]	8 mm
Dimenzije pogonskih pneumatika	205 / 75 R 17,5
Maksimalni tlak pneumatika	Nije propisan
Propisani tlak pneumatika [bar]	7,5 bar

Izvor: Autor

Na slikama 13. i 14. prikazano je vozilo kategorije N2, marke Mitsubishi, na kojem su obavljena mjerenja utjecaja tlaka u pneumaticima. Vozilo je predstavljeno iz dva različita ugla, s prednje i stražnje strane.



Slika 13. Prikaz ispitivanog vozila N2 kategorije vozila- prednja strana vozila

Izvor: Autor



Slika 14. Prikaz ispitivanog vozila N2 kategorije vozila- stražnja strana vozila

Izvor: Autor

Na slici 15. je prikazano vozilo s pogonskim kotačem na kojem se nalazi pneumatik marke Michelin, model XZE2. Pneumatik je montiran na čelični naplatak sa šest vijaka za pričvršćivanje. Dimenzije pneumatika su 205/75 R 17,5, što je standardna veličina za komercijalna vozila. Oznake na bočnom dijelu pneumatika jasno pokazuju njegovu marku i model, kao i druge važne tehničke specifikacije.



Slika 15. Prikaz pogonskih pneumatika vozila N2 kategorije vozila

Izvor: Autor

Slika 16. prikazuje jedinicu u vozilu N2 kategorije. Tahograf se nalazi u donjem dijelu ploče, ispod radija i kontrola za klimatizaciju. Crvenom strelicom označena je plomba na jedinici u vozilu.



Slika 16. Jedinica u vozilu N2 kategorije vozila

Izvor: Autor

Na slici 17. prikazana je plomba tahografa koja je pričvršćena na senzoru mjenjača (davaču impulsa). Plomba osigurava da podaci ne budu mijenjani ili ometani. Senzor mjenjača je priključen na kućište mjenjača, a na slici je vidljiv dio žica koje vode do senzora. Plomba služi kao zaštita od neovlaštenih promjena ili manipulacija podacima koje tahograf bilježi, što je posebno važno u transportnoj industriji radi praćenja radnih sati vozača i sigurnosti na cestama.



Slika 17. Prikaz plombe tahografa na senzoru mjenjača vozila N2 kategorije vozila

Izvor: Autor

Slika 18. prikazuje identifikacijsku naljepnicu vozila koja se nalazi na unutarnjem dijelu vrata. Na naljepnici su navedene važne tehničke informacije o tahografu u vozilu i preporučeni tlak u pneumaticima.

Gornji dio naljepnice sadrži informacije o veličini pneumatika i preporučenom tlaku zraka:

- Veličina pneumatika: 205/75 R 17,5
- Preporučeni tlak u pneumaticima:
 - Prednji i stražnji: 750 kPa (što odgovara 7,5 bara ili približno 108 psi), navedeno za obje veličine pneumatika.

Donji dio naljepnice sadrži podatke o ispitivanju vozila i tehničke specifikacije:

- Naziv i adresa servisa: Naljepnica pripada servisu "HR-156 AUTO-REMETINEC", koji se nalazi na adresi Karlovačka cesta 5/E, 10000 Zagreb.
- Datum i vrijeme ispitivanja tahografa: Vozilo je pregledano 15. travnja 2024. godine u 17:18 sati.

- VIN broj (broj šasije vozila): Identifikacijski broj vozila (VIN) je TYBFE85SE6DV09087. Ovaj broj služi za jedinstvenu identifikaciju vozila.
- VRN broj: Registarska oznaka vozila je ZG4473JN.
- Serijski broj tahografa: Broj tahografa je 2066400.
- Vrsta tereta: Na naljepnici je označeno da je vrsta tereta "Roba", što upućuje na namjenu vozila za transport tereta.
- Specifikacije vozila:
 - 1) Dimenzija pneumatika: 205/75 R17,5.
 - 2) W predstavlja izmjereni prijenosni odnos transmisije smještene na vozilu i iznosi 16970 imp/km.
 - 3) K predstavlja stalnicu (konstanta) na koju je tahograf podešen, a iznosi 16970 imp/km.
 - 4) L predstavlja radni obod pogonskih kotača i iznosi 2312 mm.
 - 5) V(max) predstavlja maksimalnu brzinu: Vozilo je postavljeno na maksimalnu brzinu od 90 km/h.
- Broj senzora: Broj senzora naveden na naljepnici je 4020080.
- Plomba: Plomba je označena s brojem HR-156, što ukazuje na specifičnu plombu korištenu za sigurnosno zatvaranje tahografa ili senzora.
- Kontrolni broj: Kontrolni broj naveden na naljepnici je HR15620240415174546.



Slika 18. Identifikacijska naljepnica tahografa na vozilu N2 kategorije vozila

Izvor: Autor

Tablica 6. prikazuje rezultate ispitivanja s različitim tlakovima u pneumaticima, utjecaj tih tlakova na radijus i opseg kotača, korektni faktor te koeficijent vozila u smislu impulsa na izlazu iz mjenjača:

Prvi skup mjerenja vršen je s tlakom u pneumaticima od 7,5 bara. Izmjereni radijus kotača na ravnoj podlozi iznosio je 372 mm. Izračunati opseg kotača bio je 2336 mm, dok je opseg izmjeren u ispitnim valjcima bio nešto manji, 2322 mm. Korektni faktor za ovu razliku iznosio je 0,6%, a izmjereni koeficijent vozila bio je 16.695 impulsa po kilometru.

Smanjivanjem tlaka u pneumaticima na 6,5 bara, radijus kotača smanjio se na 370 mm. U ovom slučaju, izračunati opseg kotača bio je 2323 mm, dok je izmjereni opseg u ispitnim valjcima iznosio 2315 mm. Korektni faktor za ovu razliku iznosio je 0,3%, a koeficijent vozila blago se povećao na 16.789 impulsa po kilometru.

Kod tlaka od 5,5 bara, radijus kotača dodatno se smanjio na 368 mm. Izračunati opseg kotača iznosio je 2311 mm, a izmjereni opseg u valjcima bio je 2305 mm. Korektni faktor za ovu razliku iznosio je 0,3%, dok je koeficijent vozila porastao na 16.858 impulsa po kilometru.

Daljnje smanjenje tlaka na 4,5 bara rezultiralo je radijusom kotača od 364 mm. Izračunati opseg iznosio je 2285 mm, dok je izmjereni opseg u valjcima bio 2294 mm. Ovdje je korektni faktor bio negativan, iznoseći -0,4%, dok je koeficijent vozila porastao na 17.065 impulsa po kilometru.

Pri tlaku od 3,5 bara, radijus kotača bio je 362 mm, izračunati opseg 2273 mm, a izmjereni opseg u valjcima 2277 mm. Korektni faktor iznosio je -0,2%, a koeficijent vozila 17.122 impulsa po kilometru.

Na kraju, pri najnižem tlaku od 2,5 bara, radijus kotača iznosio je 358 mm. Izračunati opseg kotača bio je 2248 mm, a izmjereni opseg u ispitnim valjcima 2253 mm. Korektni faktor iznosio je -0,2%, dok je koeficijent vozila dosegao najvišu vrijednost od 17.341 impulsa po kilometru.

Tablici 6. sadrži podatke:

- Tlak u pneumaticima izmjeren je pomoću manometra(drugi stupac)
- Radijus kotača na ravnoj podlozi izmjeren je uz pomoć stalka (treći stupac)
- Opseg kotača na temelju prethodno izmjerenog radijusa izračunat je sljedećom formulom (četvrti stupac):

$$O = 2r\pi$$

- Opseg kotača dodatno je izmjeren u ispitnim valjcima (peti stupac)
- Korektni faktor izračunat je pomoću formule:

$$f_k = \frac{O_{valj.} - O_{st.}}{O_{valj.}}$$

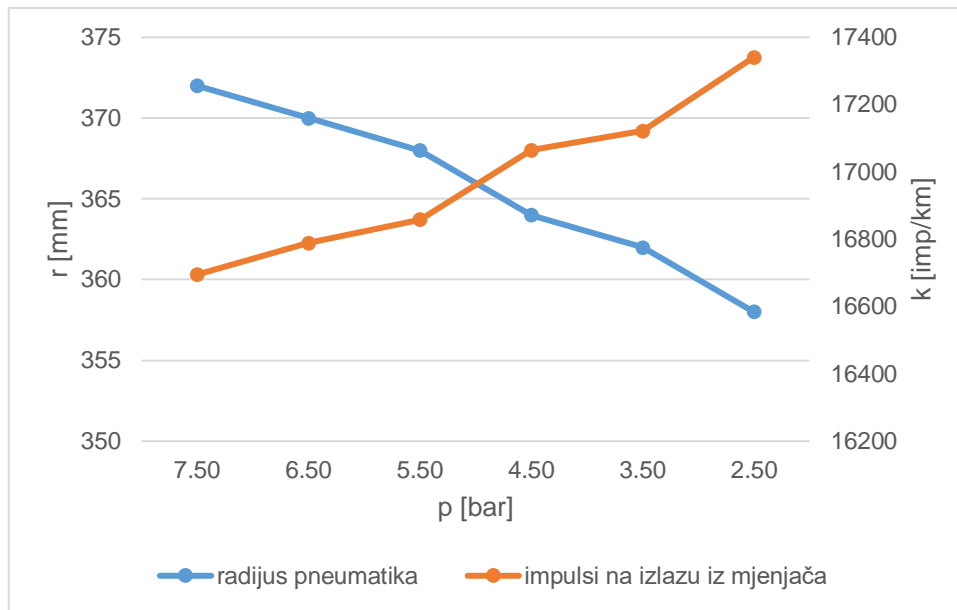
- Koeficijent vozila izmjeren je pomoću VDO CTC II uređaja

Tablica 6. Utjecaj različitih tlakova u pneumaticima N2 kategorije vozila na radijus, opseg i koeficijent vozila

Redni broj	Izmjereni tlak u pneumaticima [bar]	Radijus kotača na ravnoj podlozi (statički radijus) [mm]	Opseg kotača-izračunati [mm]	Opseg kotača izmjeren u ispitnim valjcima [mm]	Korektni faktor – izračunati [%]	Koeficijent vozila (Impulsi na izlazu iz mjenjača) [imp/km]
1.	7,5	372	2336	2322	0,6	16 695
2.	6,5	370	2323	2315	0,3	16 789
3.	5,5	368	2311	2305	0,3	16 858
4.	4,5	364	2285	2294	-0,4	17 065
5.	3,5	362	2273	2277	-0,2	17 122
6.	2,5	358	2248	2253	-0,2	17 341

Izvor: Autor

Grafikon 3. prikazuje promjene veličine radijusa u pneumatiku pod određenim tlakom, vidljivo je kako se radijus pneumatika smanjuje smanjenjem tlaka u pneumaticima. Također prikazuje promjene impulsa pri određenom tlaku, vidljivo je kako se impulsi na izlazu iz mjenjača povećavaju smanjenjem tlaka u pneumaticima.



Grafikon 3. Prikaz varijacija radijusa pneumatika i impulsa na izlazu iz mjenjača pri određenom tlaku u pneumaticima N2 kategorije vozila

Izvor: Autor

4.2. Vozilo N3 kategorije vozila

Tablica 7. daje detaljan opis vozila marke Scania, model R 450A 4x2 LA, koje spada u kategoriju N3. Radi se o tegljaču, što znači da je vozilo namijenjeno za vuču prikolica ili poluprikolica. Masa praznog vozila iznosi 8820 kg, dok njegova najveća dopuštena masa doseže 18.000 kg, omogućujući ovom tegljaču prijevoz teških tereta. Vozilo ima jednu pogonsku osovinu koja se nalazi na stražnjem dijelu vozila. Pneumatici su proizvedeni od strane tvrtke Continental, a dubina gaznog sloja ovih pogonskih pneumatika iznosi 15 mm. Dimenzije pogonskih pneumatika su 315/70 R 22,5, što je standardna dimenzija za ovakvu vrstu vozila. Za ove pneumatike nije propisan maksimalni tlak, ali je preporučeni tlak 9 bar.

Tablica 7. Specifikacije analiziranog vozila N3 kategorije vozila

Marka, tip i model	Scania R 450A 4x2 LA
Kategorija vozila	N3
Oblik karoserije	Tegljač
Masa praznog vozila [kg]	8820 kg
Najveća dopuštena masa [kg]	18 000 kg
Broj i položaj pogonskih osovina	1, stražnja
Proizvođač pogonskih pneumatika	Continental
Dubina gaznog sloja [mm]	15 mm
Dimenzije pogonskih pneumatika	315 / 70 R 22,5
Maksimalni tlak pneumatika	Nije propisan
Propisani tlak pneumatika [bar]	9 bar

Izvor: Autor

Na slikama 19 i 20. prikazano je vozilo kategorije N3, marke Scania, na kojem su obavljena mjerenja utjecaja tlaka u pneumaticima. Vozilo je predstavljeno iz dva različita ugla, s prednje i stražnje strane.



Slika 19. Prikaz ispitivanog vozila N3 kategorije vozila- prednja strana vozila

Izvor: Autor



Slika 20. Prikaz ispitivanog vozila N3 kategorije vozila- stražnja strana vozila

Izvor: Autor

Na slici 21. je prikazano vozilo s pogonskim kotačem na kojem se nalazi pneumatik marke Continental. Pneumatik je montiran na čelični naplatak sa deset vijaka za pričvršćivanje. Dimenzije pneumatika su 315/70 R 22,5. Oznake na bočnom dijelu pneumatika jasno pokazuju njegovu marku i model, kao i druge važne tehničke specifikacije.



Slika 21. Prikaz pogonskih pneumatika vozila N3 kategorije vozila

Izvor: Autor

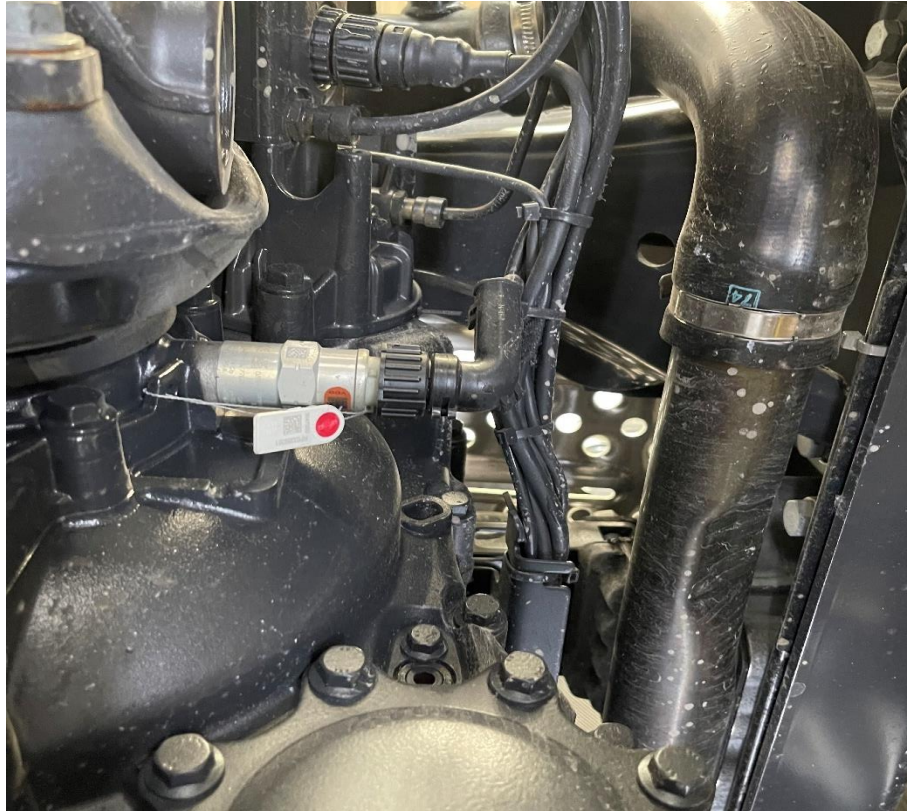
Na slici 22. je prikazana jedinica tahografa ugrađena u gornji dio unutrašnjosti kabine vozila, iznad vozačevog vidnog polja. Tahograf je postavljen unutar konzole iznad vjetrobranskog stakla, s digitalnim zaslonom. Desno od zaslona nalazi se otvor za umetanje tahografske kartice, dok su ispod zaslona tipke za navigaciju kroz izbornik uređaja.



Slika 22. Jedinica u vozilu N3 kategorije vozila

Izvor: Autor

Na slici X prikazana je plomba tahografa pričvršćena na senzor mjenjača (davač impulsa). Senzor mjenjača spojen je na kućište mjenjača, a na slici se mogu uočiti i dijelovi žica koje vode do njega. Ova plomba sprječava neovlaštene promjene ili ometanje podataka.



Slika 23. Prikaz plombe tahografa na senzoru mjenjača vozila N3 kategorije vozila

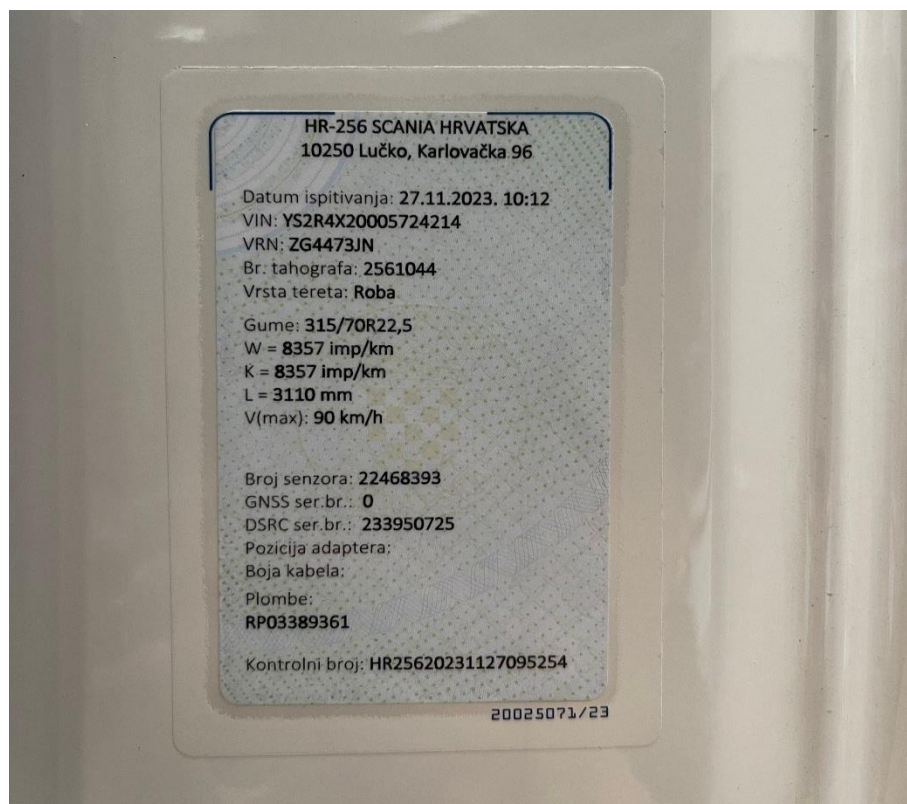
Izvor: Autor

Slika 24. prikazuje identifikacijsku naljepnicu smještenu na unutarnjoj strani vrata vozila. Ova naljepnica sadrži ključne tehničke podatke o tahografu ugrađenom u vozilo.

Na naljepnici se nalaze podaci o ispitivanju vozila i tehničke specifikacije:

- Naziv i adresa servisa: Naljepnica pripada servisu "HR-256 SCANIA HRVATSKA", koji se nalazi na adresi Karlovačka 96, 10250, Lučko.
- Datum i vrijeme ispitivanja tahografa: Vozilo je pregledano 27. studenog 2023. godine u 10:12 sati.
- VIN broj (broj šasije vozila): Identifikacijski broj vozila (VIN) je YS2R4X20005724214. Ovaj broj služi za jedinstvenu identifikaciju vozila.
- VRN broj: Registarska oznaka vozila je ZG4473JN.
- Serijski broj tahografa: Broj tahografa je 2561044.
- Vrsta tereta: Na naljepnici je označeno da je vrsta tereta "Roba", što upućuje na namjenu vozila za transport tereta.

- Specifikacije vozila:
 - 1) Dimenzije pneumatika: 315/70 R22,5.
 - 2) W predstavlja izmjereni prijenosni odnos transmisije smještene na vozilu i iznosi 8357 imp/km
 - 3) K predstavlja stalnicu (konstanta) na koju je tahograf podešen, a iznosi 8357 imp/km
 - 4) L predstavlja radni obod pogonskih kotača i iznosi 3110 mm.
 - 5) V(max) predstavlja maksimalnu brzinu: Vozilo je postavljeno na maksimalnu brzinu od 90 km/h.
- Broj senzora: Broj senzora naveden na naljepnici je 22468393.
- GNSS serijski broj je broj globalnih navigacijskih satelitskih sustava i iznosi 0.
- DSRC (Dedicated Short-Range communications) serijski broj koji je 233950725.
- Plomba: Plomba je označena s brojem RP03389361, što ukazuje na specifičnu plombu korištenu za sigurnosno zatvaranje tahografa ili senzora.
- Kontrolni broj: Kontrolni broj naveden na naljepnici je HR25620231127095254.



Slika 24. Identifikacijska naljepnica tahografa na vozilu N3 kategorije vozila

Izvor: Autor

Tablica 8. prikazuje rezultate ispitivanja različitih tlakova u pneumaticima i njihov utjecaj na radijus kotača, opseg kotača, korektni faktor te koeficijent vozila:

Kod najvišeg izmjerenog tlaka od 9,5 bara, radijus kotača na ravnoj podlozi iznosi 493 mm. Izračunati opseg kotača je 3096 mm, dok je izmjereni opseg u ispitnim valjcima nešto veći, 3137 mm. Korektni faktor u ovom slučaju iznosi -1,3%, a koeficijent vozila je 8369 impulsa po kilometru.

Snižavanjem tlaka na 8,5 bara, radijus kotača smanjuje se na 491 mm. Izračunati opseg kotača iznosi 3083 mm, dok je izmjereni opseg u ispitnim valjcima 3130 mm. Korektni faktor iznosi -1,5%, a koeficijent vozila raste na 8398 impulsa po kilometru.

Kod tlaka od 7,5 bara, radijus kotača smanjuje se na 488 mm. Izračunati opseg kotača je 3064 mm, a izmjereni opseg u valjcima je 3127 mm. Korektni faktor iznosi -2%, dok je koeficijent vozila 8488 impulsa po kilometru.

Pri tlaku od 6,5 bara, radijus kotača je 486 mm. Izračunati opseg kotača je 3052 mm, dok izmjereni opseg u valjcima iznosi 3120 mm. Korektni faktor je -2,2%, a koeficijent vozila je 8524 impulsa po kilometru.

S daljnjim smanjenjem tlaka na 5,5 bara, radijus kotača iznosi 484 mm. Izračunati opseg je 3039 mm, a izmjereni opseg u valjcima je 3113 mm. Korektni faktor je -2,4%, dok koeficijent vozila doseže 8535 impulsa po kilometru.

Kod tlaka od 4,5 bara, radijus kotača je 482 mm. Izračunati opseg kotača je 3026 mm, a izmjereni opseg u valjcima je 3096 mm. Korektni faktor iznosi -2,3%, a koeficijent vozila je 8563 impulsa po kilometru.

Pri tlaku od 3,5 bara, radijus kotača je 480 mm. Izračunati opseg kotača iznosi 3014 mm, dok izmjereni opseg u valjcima iznosi 3082 mm. Korektni faktor je -2,2%, a koeficijent vozila je 8600 impulsa po kilometru.

Na kraju, pri najnižem tlaku od 2,5 bara, radijus kotača smanjuje se na 477 mm. Izračunati opseg kotača je 2995 mm, dok je izmjereni opseg u ispitnim valjcima 3051 mm. Korektni faktor iznosi -1,8%, a koeficijent vozila doseže najvišu vrijednost od 8644 impulsa po kilometru.

Ovi rezultati pokazuju kako smanjenje tlaka u pneumaticima utječe na smanjenje radijusa i opsega kotača, što posljedično povećava koeficijent vozila i impulse na izlazu iz mjenjača.

Tablici 8. sadrži podatke:

- Tlak u pneumaticima izmjeren je pomoću manometra(drugi stupac)
- Radijus kotača na ravnoj podlozi izmjeren je uz pomoć stalka (treći stupac)
- Opseg kotača na temelju prethodno izmjerenog radijusa izračunat je sljedećom formulom (četvrti stupac):

$$O = 2r\pi$$

- Opseg kotača dodatno je izmjeren u ispitnim valjcima (peti stupac)
- Korekturni faktor izračunat je pomoću formule:

$$f_k = \frac{O_{valj.} - O_{st.}}{O_{valj.}}$$

f_k - Korekturni factor

$O_{valj.}$ - Opseg izmjeren u ispitnim valjcima

$O_{st.}$ – Opseg izračunat pomoću radijusa

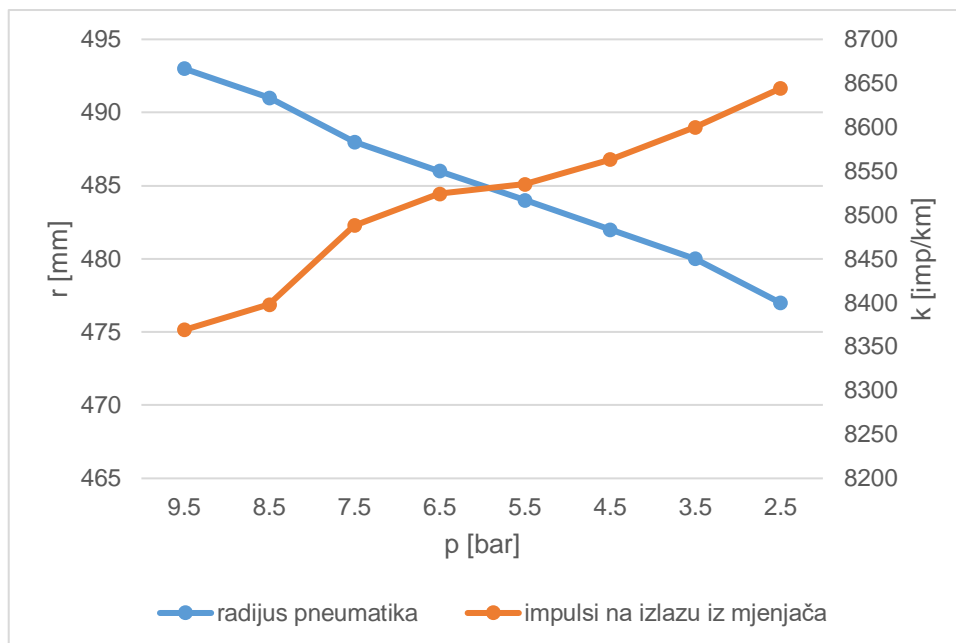
- Koeficijent vozila izmjeren je pomoću VDO CTC II uređaja

Tablica 8. Utjecaj različitih tlakova u pneumaticima N3 kategorije vozila na radijus, opseg i koeficijent vozila

Redni broj	Izmjereni tlak u pneumaticima [bar]	Radijus kotača na ravnoj podlozi (statički radijus) [mm]	Opseg kotača-izračunati [mm]	Opseg kotača izmjeren u ispitnim valjcima [mm]	Korektni faktor – izračunati [%]	Koeficijent vozila (Impulsi na izlazu iz mjenjača) [imp/km]
1.	9,5	493	3096	3137	-1,3	8369
2.	8,5	491	3083	3130	-1,5	8398
3.	7,5	488	3064	3127	-2	8488
4.	6,5	486	3052	3120	-2,2	8524
5.	5,5	484	3039	3113	-2,4	8535
6.	4,5	482	3026	3096	-2,3	8563
7.	3,5	480	3014	3082	-2,2	8600
8.	2,5	477	2995	3051	-1,8	8644

Izvor: Autor

Grafikon 4. prikazuje promjene veličine radijusa u pneumatiku pod određenim tlakom, vidljivo je kako se radijus pneumatika smanjuje smanjenjem tlaka u pneumaticima. Također prikazuje promjene impulsa pri određenom tlaku, vidljivo je kako se impulsi na izlazu iz mjenjača povećavaju smanjenjem tlaka u pneumaticima.



Grafikon 4. Prikaz varijacija radijusa pneumatika i impulsa na izlazu iz mjenjača pri određenom tlaku u pneumaticima N3 kategorije vozila

Izvor: Autor

5. ANALIZA UTJECAJA RAZLIKE IZMEĐU SMANJENJA TLAKA ZRAKA POGONSKIH KOTAČA VOZILA NA RAZLIKU IZMJERENE BRZINE OGRANIČIVAČA I TAHOGRAFA

U pogledu izvedbe ograničivača, odnosno njegovih funkcija, zakonska regulativa u Republici Hrvatskoj je usuglašena sa regulativom Europske Unije. Neke od odredbi propisuju da ograničivač brzine mora ograničavati brzinu kretanja vozila isključivo regulacijom dotoka goriva u motor te da mora biti spojen s tahografom na način da iz njega dobiva informaciju o brzini kretanja vozila. Najveća brzina na koju ograničivač brzine ograničava kretanje vozila se označava s V_{max} . Provjera ispravnosti ograničivača brzine se radi prilikom redovnog periodičkog pregleda taho grafa. Na ugradbenoj naljepnici, koja se tada postavlja, predviđeno je polje za unos vrijednosti na koju je ograničivač postavljen „ V_{set} “ ili maksimalna brzina koju ograničivač brzine dopušta „ V_{max} “. Provjeru ispravnog rada i namještenosti ograničivača brzine rade ovlaštena ispitna mjesta za tahografe koja za to imaju posebno ovlaštenje. Za vrijeme kada je vozilo u mirova nju, propisan je postupak provjere pomoću uređaja spojenog na tahograf. Postupak predviđa namještanje brzine na tahografu pomoću uređaja te praćenje reakcije ograničivača kada se dosegnu V_{set} i V_{max} . Ugradbena naljepnica kod digitalnih tahografa se razlikuje od naljepnice za analogne tahografe. Takva naljepnica sadržava podatke o dimenziji pogonskih pneumatika i stalnice „ k “ (prethodno opisano na stranici 46.) u na koju je tahograf podešen, a ispuštena je vrijednost na koju je namješten ograničivač brzine. Ta je vrijednost napisana na posebnoj naljepnici koja se postavlja na unutarnjoj strani vrata vozila u blizini ugradbene naljepnice ili digitalnog tahografa[11].

5.1. Vozilo N2 kategorije vozila

Pneumatik N2 kategorije vozila, marke Mitsubishi, pod tlakom od 7,5 bara prima 16 695 imp/km, te je na osnovi iznosa impulsa namješten ograničivač brzine na 90 km/h. Kada bi se smanjio tlak u pneumaticima, broj impulsa bi porastao no senzor mjenjača bi prepoznao maksimalni broj impulsa na koji je namješten ograničivač te bi se brzina povećala. U ovom ispitivanju tlak se snižavao za 1 bar, od 7,5 bara do 2,5 bara, te se izračunala brzina za svako smanjenje tlaka.

1) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 6,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 6,5 bara, senzor mjenjača prima 16789 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 6,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{16695}{16789} = \frac{90}{X}$$

$$16695 \times X = 16789 \times 90$$

$$16695 X = 1511010$$

$$\underline{\underline{X = 90,5067 \text{ km/h}}}$$

2) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 5,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 5,5 bara, senzor mjenjača prima 16858 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 5,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{16695}{16858} = \frac{90}{X}$$

$$16695 \times X = 16858 \times 90$$

$$16695 X = 1517220$$

$$\underline{\underline{X = 90,8787 \text{ km/h}}}$$

3) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 4,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 4,5 bara, senzor mjenjača prima 17065 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 4,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{16695}{17065} = \frac{90}{X}$$

$$16695 \times X = 17065 \times 90$$

$$16695 X = 1535850$$

$$\underline{\underline{X = 91,9946 \text{ km/h}}}$$

4) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 3,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 3,5 bara, senzor mjenjača prima 17122 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 3,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{16695}{17122} = \frac{90}{X}$$

$$16695 \times X = 17122 \times 90$$

$$16695 X = 1540980$$

$$\underline{\underline{X = 92,3019 \text{ km/h}}}$$

5) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 2,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 2,5 bara, senzor mjenjača prima 17341 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 2,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

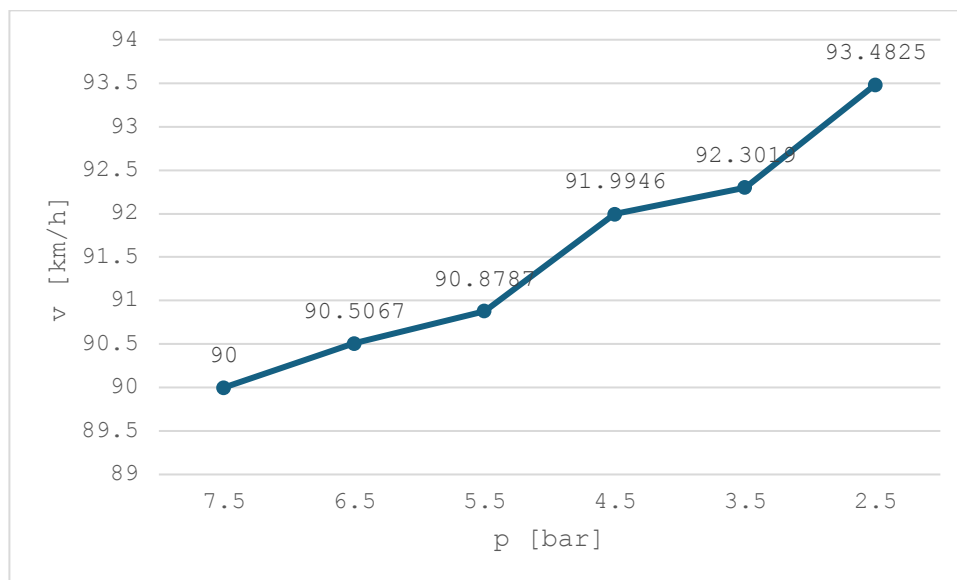
$$\frac{16695}{17341} = \frac{90}{X}$$

$$16695 \times X = 17341 \times 90$$

$$16695 X = 1560690$$

$$\underline{\underline{X = 93,4825 \text{ km/h}}}$$

Grafikon 5. prikazuje promjenu brzine pri smanjenju tlaka u pneumaticima, pri čemu je vidljivo da brzina raste s padom tlaka.



Grafikon 5. Promjena brzine pri padu tlaka pneumatika N2 kategorije vozila

Izvor: Autor

5.2. Vozilo N3 kategorije vozila

Pneumatik N3 kategorije vozila, marke Scania, pod tlakom od 9,5 bara prima 8369 imp/km, te je na osnovi iznosa impulsa namješten ograničivač brzine na 90 km/h. Kada bi se smanjio tlak u pneumaticima, broj impulsa bi porastao no senzor mjenjača bi prepoznao maksimalni broj impulsa na koji je namješten ograničivač te bi se brzina povećala. U ovom ispitivanju tlak se snižavao za 1 bar, od 9,5 bara do 2,5 bara, te se izračunala brzina za svako smanjenje tlaka.

1) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 8,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 8,5 bara, senzor mjenjača prima 8398 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 8,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{8369}{8398} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8398 \times 90$$

$$8369 X = 755820$$

$$\underline{\underline{X = 90,3119 \text{ km/h}}}$$

2) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 7,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 7,5 bara, senzor mjenjača prima 8488 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 7,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{8369}{8488} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8488 \times 90$$

$$8369 X = 763920$$

$$\underline{\underline{X = 91,2797 \text{ km/h}}}$$

3) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 6,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 6,5 bara, senzor mjenjača prima 8524 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 6,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{8369}{8524} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8524 \times 90$$

$$8369 X = 767160$$

$$\underline{\underline{X = 91,6669 \text{ km/h}}}$$

4) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 5,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 5,5 bara, senzor mjenjača prima 8535 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 5,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{8369}{8535} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8535 \times 90$$

$$8369 X = 768150$$

$$\underline{\mathbf{X = 91,7852 \text{ km/h}}}$$

5) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 4,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 4,5 bara, senzor mjenjača prima 8563 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 4,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{8369}{8563} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8563 \times 90$$

$$8369 X = 770670$$

$$\underline{\mathbf{X = 92,0863 \text{ km/h}}}$$

6) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 3,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 3,5 bara, senzor mjenjača prima 8600 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 3,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

$$\frac{8369}{8600} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8600 \times 90$$

$$8369 X = 774000$$

$$\underline{\mathbf{X = 92,4842 \text{ km/h}}}$$

7) Analiza promjene brzine pri tlaku pneumatika od 2,5 bara

Za tlak u pneumaticima od 2,5 bara, senzor mjenjača prima 8644 impulsa po kilometru. Na temelju impulsa dobivenih smanjenjem tlaka na 2,5 bara te impulsa i brzine na koje je ograničivač podešen, izračunava se brzina:

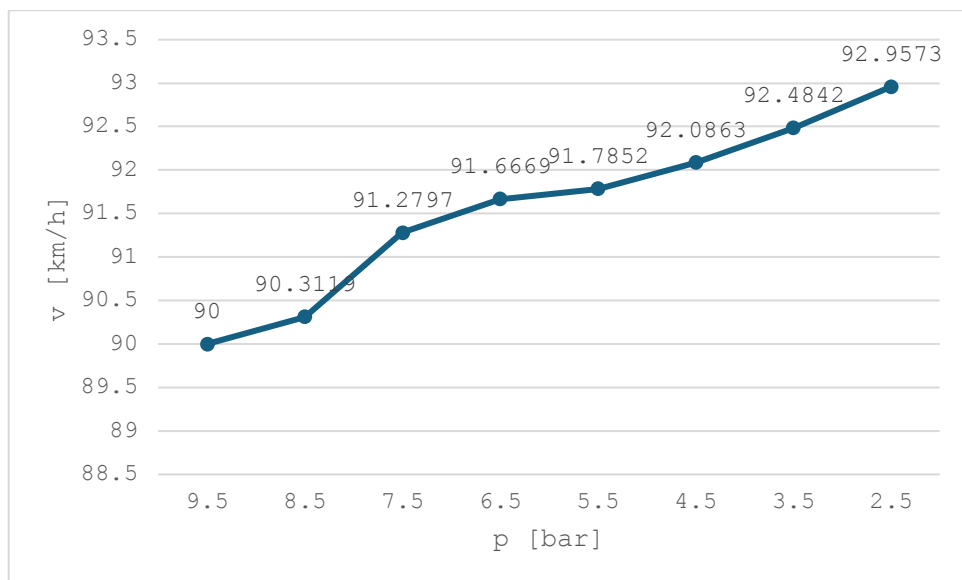
$$\frac{8369}{8644} = \frac{90}{X}$$

$$8369 \times X = 8644 \times 90$$

$$8369 X = 777960$$

$$\underline{\underline{X = 92,9573 \text{ km/h}}}$$

Grafikon 6. prikazuje promjenu brzine pri smanjenju tlaka u pneumaticima, pri čemu je vidljivo da brzina raste s padom tlaka.



Grafikon 6. Promjena brzine pri padu tlaka pneumatika N3 kategorije vozila

Izvor: Autor

6. ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA S PRIJEDLOGOM MJERA ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Obavljenom analizom i dobivenim rezultatima istraživanja dokazano je da tlak zraka u pneumaticima pogonskih kotača vozila značajno utječe na točnost izmjerene brzine tahografa i ograničivača brzine. Smanjenje tlaka u pneumaticima uzrokuje promjenu radijusa kotača, što mijenja broj impulsa zabilježenih u tahografu i sustavu mjenjača. Ova promjena uzrokuje da brzina zabilježena tahografom ne odgovara stvarnoj brzini vozila, što može dovesti do situacija u kojima vozilo prekoračuje brzinu bez znanja vozača.

Analiza vozila kategorija N2 i N3 pokazuje kako se promjene u tlaku zraka direktno odražavaju na radijus kotača i broj impulsa na izlazu iz mjenjača, čime se narušava točnost mjerenja brzine. Konkretno, smanjenje tlaka u pneumaticima uzrokuje povećanje radijusa kotača, što dovodi do pogrešnih očitavanja brzine. Kod viših brzina, posebno na autocestama, ovo može dovesti do prekoračenja zakonski dozvoljene brzine, što predstavlja ozbiljnu prijetnju sigurnosti prometa. Također veliki problem predstavlja i pretjecanje teretnih vozila, posebno kada teretno vozilo koje pretječe vozi ograničenom brzinom postavljenom ograničivačem, dok teretno vozilo koje se pretječe ima neispravan tlak u pneumaticima i time postiže veću brzinu od dozvoljene. To predstavlja značajan rizik za ostale sudionike u prometu, posebno u situacijama koje zahtijevaju naglo kočenje. Vozila koja su dio ispitivanja pokazuju jasne promjene u rezultatima ovisno o stupnju napuhanosti pneumatika, što potvrđuje da je tlak u pneumaticima ključan čimbenik u održavanju točnih mjernih podataka tahografa.

Uz to, postoji i opasnost od povećanja potrošnje goriva, nepravilnog trošenja guma i općenitog smanjenja stabilnosti vozila zbog neadekvatnog tlaka u pneumaticima. Ovi čimbenici dodatno ugrožavaju sigurnost u prometu, osobito kod teretnih vozila koja su izložena većim opterećenjima.

Kako bi se smanjili rizici povezani s neispravnim tlakom u pneumaticima i nepravilnim očitavanjima tahografa, predlažu se sljedeće mjere:

- 1) Redovita provjera i održavanje tlaka u pneumaticima

- Preporuča se da vozači redovito provjeravaju tlak u pneumaticima, osobito prije duljih putovanja ili pri promjenama opterećenja vozila. Pravilno napuhani pneumatici ključni su za točne podatke koje bilježe tahografi i za sigurno funkcioniranje ograničivača brzine.
- Servisi bi trebali educirati vozače o optimalnim vrijednostima tlaka za različite vrste vozila, a vozači bi trebali pratiti upute proizvođača i redovito koristiti manometar za kontrolu tlaka.

2) Kalibracija tahografa i ograničivača brzine:

- Tahografi i ograničivači brzine trebaju biti redovito kalibrirani, osobito nakon promjena na vozilu poput zamjene pneumatika ili promjene opterećenja. To osigurava da sustavi ispravno funkcioniraju i bilježe točne vrijednosti brzine.
- Kalibracija bi trebala biti obvezna kod svake promjene pneumatika, a također bi se trebala provoditi periodično kako bi se osiguralo da uređaji ostaju u skladu sa standardima sigurnosti.

3) Automatski sustavi za nadzor tlaka u pneumaticima (TPMS):

- Ugradnja sustava za nadzor tlaka u pneumaticima može značajno smanjiti rizik od vožnje s nepravilnim tlakom. Ovi sustavi vozačima omogućuju da u stvarnom vremenu prate stanje u pneumaticima i odmah reagiraju na bilo kakvo odstupanje od preporučenih vrijednosti.
- TPMS sustavi posebno su korisni za komercijalna vozila, jer omogućuju vozačima i menadžerima flota da pravovremeno održavaju ispravan tlak, smanjujući mogućnost tehničkih kvarova, povećavajući sigurnost.

4) Edukacija vozača i operatera:

- Vozači i operateri trebaju biti bolje educirani o važnosti ispravnog održavanja tlaka u pneumaticima i redovite kalibracije tahografa. Ovo može uključivati obvezne tečajeve i radionice gdje će vozači naučiti kako pravilno održavati vozilo i reagirati na tehničke promjene.

- Vozače treba podučiti o utjecaju tlaka u pneumaticima na radijus kotača, brzinu i sigurnost te kako pravilno koristiti TPMS i druge sustave za praćenje tehničkog stanja vozila.

5) Povećanje broja inspekcija i provjera vozila na cesti:

- Predlaže se povećanje broja inspekcija vozila na cesti, s naglaskom na tehničku ispravnost tahografa i ograničivača brzine. Ove inspekcije trebale bi uključivati provjere tlaka u pneumaticima, kalibracije uređaja te funkcionalnost sustava za nadzor brzine.
- Kontrole bi trebale biti usklađene sa standardima EU, s naglaskom na teretna vozila i vozila za komercijalni prijevoz, kako bi se osiguralo poštivanje zakonskih propisa.

6) Prilagodba zakonskih propisa:

- Zakonski propisi trebaju dodatno regulirati obavezne provjere tahografa i ograničivača brzine u sklopu tehničkih pregleda vozila. Također, preporučuje se uvođenje obaveze za redovitu kalibraciju ovih uređaja, posebno za komercijalna vozila.
- Regulacije bi mogle uključivati specifične smjernice za minimalne standarde u održavanju vozila, s obzirom na utjecaj tehničkih karakteristika poput tlaka u pneumaticima na sigurnost prometa.

Rezultati istraživanja jasno pokazuju da neodržavanje ispravnog tlaka u pneumaticima može imati ozbiljne posljedice na sigurnost cestovnog prometa. Nepravilna očitavanja tahografa mogu dovesti do nesvjesnog kršenja zakonskih ograničenja brzine, što povećava rizik od prometnih nesreća. Implementacija predloženih mjera, uključujući redovitu provjeru tlaka, uvođenje automatskih sustava za nadzor tlaka i educiranje vozača, može značajno doprinijeti poboljšanju sigurnosti na cestama. Povećane inspekcije i prilagodba zakonskih propisa osigurat će dugoročno održavanje visokih sigurnosnih standarda u cestovnom prometu.

7. ZAKLJUČAK

Sigurnost cestovnog prometa ovisi o nizu čimbenika, među kojima su tehnička ispravnost vozila, točnost nadzornih sustava poput tahografa i ograničivača brzine, te redovito održavanje i kontrola pneumatika. Istraživanje je pokazalo da smanjenje tlaka u pneumaticima značajno utječe na povećanje brzine vozila zabilježene tahografom, kao i na povećanje broja impulsa na izlazu iz mjenjača. Smanjenjem tlaka dolazi do promjene radijusa kotača, što uzrokuje netočna očitavanja brzine u tahografu, zbog čega vozilo može voziti brže nego što sustav pokazuje. Ovo stvara potencijalno opasne situacije na cestama, osobito u uvjetima kada su ograničenja brzine ključna za sigurnost.

Promjene u tlaku zraka također dovode do povećanja broja impulsa na izlazu iz mjenjača, što dodatno doprinosi nepravilnim očitanjima brzine. Ovaj problem je posebno izražen kod komercijalnih vozila, gdje su duga putovanja i velika opterećenja uobičajena, što zahtijeva održavanje visoke razine tehničke ispravnosti vozila. Nepravilna očitavanja brzine mogu rezultirati prekomjernom brzinom bez vozačeve svjesnosti, čime se povećava rizik od prometnih nesreća.

Kako bi se poboljšala sigurnost cestovnog prometa, predložene su mjere koje uključuju redovitu provjeru tlaka u pneumaticima, obveznu kalibraciju tahografa i senzora brzine, kao i bolju edukaciju vozača o važnosti pravilnog održavanja vozila. Redovita provjera tlaka u pneumaticima ključna je za osiguranje točnih podataka tahografa, dok je kalibracija tahografa neophodna kako bi se održala točnost mjerenja brzine, osobito nakon zamjene pneumatika ili promjena u opterećenju vozila.

Edukacija vozača igra važnu ulogu u podizanju svijesti o utjecaju tehničkog stanja vozila na sigurnost prometa. Vozači trebaju biti obučeni o važnosti održavanja ispravnog tlaka u pneumaticima i pravilne kalibracije tahografa, kako bi se smanjio rizik od tehničkih kvarova koji mogu dovesti do nesreća.

Doprinos obavljenog istraživanja ogleda se u potrebi za daljnjim istraživanjem većeg broja vozila i kategorija vozila opremljenih usporivačima, kako bi se dobili precizniji podaci o utjecaju promjena tlaka u pneumaticima na sigurnost prometa. Posebna pozornost trebala bi biti usmjerena na uvjete u različitim klimatskim zonama i tipovima vozila, što bi omogućilo dublje razumijevanje tehničkih čimbenika koji utječu na sigurnost.

Ovim istraživanjem naglašena je važnost tehničkih parametara vozila, posebno tlaka u pneumaticima, kao ključnog čimbenika za sigurnost cestovnog prometa. Praktični prijedlozi usmjereni na redovito održavanje i edukaciju vozača predstavljaju značajan temelj za poboljšanje sigurnosti prometa na cestama i smanjenje rizika od nastanka prometnih nesreća.

LITERATURA

- [1] Cerovac, V., Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [2] [https://moodle.srce.hr/2020-2021/pluginfile.php/4376561/mod_resource/content/1/Rajsman i Rodak%20TAHOGRAFI%20U%20PREVENCIJI%20PROMETNIH%20NESRE%20C4%86A.pdf](https://moodle.srce.hr/2020-2021/pluginfile.php/4376561/mod_resource/content/1/Rajsman_i_Rodak%20TAHOGRAFI%20U%20PREVENCIJI%20PROMETNIH%20NESRE%20C4%86A.pdf)
- [3] Stručni bilten, broj 159, Kontrola tahografa i ograničivača brzine na tehničkom pregledu, Zagreb, 2017.
- [4] Šepić, T.: Prometna kultura i edukacija kao čimbenici povećanja sigurnosti cestovnog prometa, specijalistički završni rad, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2020.
- [5] <https://www.tahograf.hr/hr/tahografi/bazdarenje-i-servis-tahografa/>
- [6] <https://vvg.hr/app/uploads/2020/03/MOTORNA-VOZILA-2020-Mikulic.pdf>
- [7] https://www.rengrj.com/article_86929_34a1499e1d31858c6b57b6929fc815db.pdf
- [8] https://www.up-draca.hr/Kategorizacija_cestovnih%20motornih%20vozila.pdf
- [9] <https://coceurope.eu/hr/Kategorija-proizvoda/ecoc-n1-n2-n3/>
- [10] <https://www.autohrvatska.hr/kako-pravilno-odrzavati-gume-na-teretnim-vozilima.aspx>
- [11] Denis Špac : Priručnik o korištenju tahografa za vođenje evidencije rada i odmora profesionalnih vozača, treće izdanje, Zagreb 2012

POPIS TABLICA

Tablica 1. Indeks nosivosti	16
Tablica 2. Indeks brzine.....	16
Tablica 3. Prikaz vozila N2 kategorije vozila (marke vozila, tipa vozila, broja osovina i dimenzija pneumatika) koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.	22
Tablica 4. Prikaz vozila N3 kategorije vozila (marke vozila, tipa vozila, broja osovina i dimenzija pneumatika) koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.	24
Tablica 5. Specifikacije analiziranog vozila N2 kategorije	31
Tablica 6. Utjecaj različitih tlakova u pneumaticima N2 kategorije vozila na radijus, opseg i koeficijent vozila	39
Tablica 7. Specifikacije analiziranog vozila N3 kategorije vozila.....	41
Tablica 8. Utjecaj različitih tlakova u pneumaticima N3 kategorije vozila na radijus, opseg i koeficijent vozila	49

POPIS SLIKA

Slika 1. Dijelovi tahografskog sustava	5
Slika 2. Prikaz presjeka pneumatika.....	12
Slika 3. Shema radijalnog i dijagonalnog pneumatika	13
Slika 4. Oznake na pneumatiku.....	15
Slika 5. Prikaz pneumatika pri preniskom tlaku	17
Slika 6. Prikaz pneumatika pri previsokom tlaku	18
Slika 7. Utjecaj optimalnog, preniskog i previsokog tlaka u pneumatiku	19
Slika 8. Prikaz N kategorije vozila	20
Slika 9. Prikaz manometra korištenog za regulaciju tlaka zraka u pneumaticima.....	27
Slika 10. Prikaz mjerenja radijusa pneumatika pomoću stalka.....	28
Slika 11. Prikaz mjerenja opsega kotača pomoću ispitnih valjaka	29
Slika 12. Prikaz VDO CTC II uređaja.....	30
Slika 13. Prikaz ispitivanog vozila N2 kategorije vozila- prednja strana vozila	32
Slika 14. Prikaz ispitivanog vozila N2 kategorije vozila- stražnja strana vozila.....	32
Slika 15. Prikaz pogonskih pneumatika vozila N2 kategorije vozila.....	33
Slika 16. Jedinica u vozilu N2 kategorije vozila.....	34
Slika 17. Prikaz plombe tahografa na senzoru mjenjača vozila N2 kategorije vozila	35
Slika 18. Identifikacijska naljepnica tahografa na vozilu N2 kategorije vozila	37
Slika 19. Prikaz ispitivanog vozila N3 kategorije vozila- prednja strana vozila	42
Slika 20. Prikaz ispitivanog vozila N3 kategorije vozila- stražnja strana vozila.....	42
Slika 21. Prikaz pogonskih pneumatika vozila N3 kategorije vozila.....	43
Slika 22. Jedinica u vozilu N3 kategorije vozila.....	44
Slika 23. Prikaz plombe tahografa na senzoru mjenjača vozila N3 kategorije vozila	45
Slika 24. Identifikacijska naljepnica tahografa na vozilu N3 kategorije vozila	46

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz broja vozila N2 kategorije vozila i njihovih dimenzija pneumatika koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.	23
Grafikon 2. Prikaz broja vozila N3 kategorije vozila i njihovih dimenzija pneumatika koji su tehnički pregledani u periodu od 01.07.2024. do 04.09.2024. u stanici za tehnički pregled vozila Auto Remetinec d.d.	25
Grafikon 3. Prikaz varijacija radijusa pneumatika i impulsa na izlazu iz mjenjača pri određenom tlaku u pneumaticima N2 kategorije vozila	40
Grafikon 4. Prikaz varijacija radijusa pneumatika i impulsa na izlazu iz mjenjača pri određenom tlaku u pneumaticima N3 kategorije vozila	50
Grafikon 5. Promjena brzine pri padu tlaka pneumatika N2 kategorije vozila	54
Grafikon 6. Promjena brzine pri padu tlaka pneumatika N3 kategorije vozila	58

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ diplomski rad _____
(vrsta rada)
isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Analiza utjecaja tlaka zraka u pneumaticima na razliku između izmjerene brzine ograničivača ugrađenog u vozilo i tahografa na sigurnost cestovnog prometa, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, __12.09.2024.__

____Mirela Sever____
(ime i prezime, potpis)