Eksploatacijsko tehničke značajke cestovnih teretnih vozila na elektropogon - stanje i trendovi

Đurđ, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:760891

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAGREB

Luka Đurđ

EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA NA ELEKTROPOGON - STANJE I TRENDOVI

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 21. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za prometno-tehnička vještačenja**
Predmet: **Prijevozna sredstva**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4548

Pristupnik: **Luka Đurđ (0135243855)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: **Eksploatacijsko tehničke značajke cestovnih teretnih vozila na elektropogon - stanje i trendovi**

Opis zadatka:

Uvodno konstatirati: problem i predmet rada, svrhu cilj i doprinos istraživanja, metodologiju rada, opisati dosadašnja istraživanja povezana s temom te strukturu rada. Definirati cestovna teretna motorna i priključna vozila i njihovu podjelu. Pojmovno odrediti temeljne tehničko eksploatacijsko značajke transportnih sredstava u cestovnom teretnom prometu. Definirati stanje i trendove razvitka primjene elektro pogona cestovnih teretnih motornih vozila. U analizi koristiti tablične i grafičke prikaze te iste komentirati prema rezultatima predmetnog istraživanja. U zaključku navesti glavne spoznaje do kojih se došlo tijekom provedenog istraživanja.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Marijan Rajsman

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE CESTOVNIH TERETNIH MOTORNIH VOZILA NA ELEKTROPOGON - STANJE I TRENDOVI

EXPLOITATION TECHNICAL CHARACTERISTICS OF ROAD FREIGHT VEHICLES ON ELECTRIC POWER - STATE AND TRENDS

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marijan Rajsman

Student: Luka Đurđ, 0135243855

Zagreb, rujan 2018.

SAŽETAK:

Tehničko eksploatacijske značajke teretnih vozila važna su značajka u odabiru samog vozila. Pod eksploatacijskim značajkama podrazumijeva se niz međusobno povezanih značajki, od kojih zavisi pogodnost vozila za korištenje pod različitim uvjetima. Neke glavne značajke su jačina motora, dimenzije vozila i dodatna i potrebna oprema vozila. Dok kod teretnih vozila na elektropogon gleda se koliko će određena prijevozna sredstva iskoristiti svoje najbolje performanse i mogućnosti, a da se pritom ulaganja i kvarovi svedu na neku najmanju moguću razinu.

KLJUČNE RIJEČI: Tehničko eksploatacijske značajke; teretna vozila; elektropogon

SUMMARY:

Technical exploitation features of cargo vehicles are important in choosing the vehicle itself. Exploitation features include different linked features which affect the suitability of using the vehicle in different conditions. Some of the main characteristics are engine power, vehicle dimensions, required and additional vehicle equipment. When choosing electric-drive vehicles, it is important to find balance between vehicle’s best performance and keeping expenses and potential failures at minimum.

KEY WORDS: Technical exploitation features; cargo vehicles; electric power

Sadržaj

1. UVOD 1
2. POVIJESNI RAZVOJ VOZILA NA ELEKTRO POGON 2
2.1 Nastanak električnog vozila 2
2.2 Električna revolucija 5
3. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE CESTOVNIH VOZILA U TERETNOM PROMETU 7
3.1 Elektromotor- osnovni element za pogon električnog vozila 8
3.2 Dimenzije i nosivost vozila 11
4. ANALIZA TEHNIČKO EKSPLOTACIJSKIH ZNAČAJKI CESTOVNIH TERETNIH VOZILA NA ELEKTRO POGON U TERETNOM PROMETU 15
4.1 Kamioni na elektropogon 15
4.1.1 Smith Electric Vehicles- Newton 15
4.1.2 Mercedes-Benz Urban eTruck 16
4.1.3 Fuso 19
4.1.4. E-Force One 20
4.1.5 E-FUSO Vision One 21
4.1.6 Renault Trucks 22
4.1.7 Volvo Trucks 23
4.1.8 Usporedba Volva i Mercedesa na elektropogon 25
4.2 Tegljači na elektropogon 26
4.2.1 Cummins Aeos 26
4.2.2 MAN eTruck 27
4.2.3 Tesla Semi 28
4.2.4 Freightliner eCascadia 31
4.2.5 Usporedba Tesle Semi i Freightliner eCascadile 32
5 ZAKLJUČAK 34
LITERATURA 35
POPIS SLIKA 37
POPIS TABLICA 38
POPIS HISTOGRAMA 39

1. UVOD

Cestovna teretna motorna vozila danas su neizostavna sredstva koja se koriste u svakodnevnom životu i bez kojih se ljudi u današnje vrijeme ne bi mogli snaći. Ona služe za obavljanje transporta raznih vrsta tereta, odnosno dobara. Postoji više vrsta cestovnih teretnih vozila, a u ovom radu govorit će se o onima na elektropogon.

Prva vozila na struju nastala su u kasnim 1800-tim i ranim 1900-tim godinama. Električno vozilo ima mnoge prednosti nad klasičnim vozilima sa unutrašnjim izgaranjem, a jedna od glavnih je ekološki aspekt i mehanički aspekt, o tome će biti govora u nastavku ovoga rada. Napredak tehnologije, kao i svijest o važnosti očuvanja okoliša dovode do rasta potražnje, pa tako i razvoja električnih automobila, kamiona i tegljača. Glavni cilj je razvitak baterije koja ima dovoljno velik i prihvatljiv domet za sve vrste vozila, a ujedno da je i cijena ekonomski prihvatljiva. Pod eksploatacijskim značajkama podrazumijeva se niz međusobno povezanih karakteristika o kojima zavisi pogodnost vozila za korištenje pod različitim uvjetima. Eksploatacija predstavlja iskorištenje npr. prirodnih bogatstava, prometnih sredstava, ljudi, naroda.

Cilj ovog rada je prikazati dosadašnji razvoj teretnih vozila na elektropogon, njihove eksploatacijsko tehničke značajke, kako prednosti tako i mane u usporedbi s teretnim motornim vozilima sa unutrašnjim izgaranjem, te detaljan prikaz trendova i razvoja teretnih vozila na elektropogon. Elektropogon u teretnim vozilima je još uvijek velika nepoznanica i razvoj na novu razinu je tek u samim počecima.

Sam rad podijeljen je u 4 glavna poglavlja. Drugo poglavlje govori i prikazuje povijesni razvoj elektropogona od njegovih samih početaka pa do početka industrijske proizvodnje samih vozila na elektropogon. U trećem poglavlju govori se o tehničko eksploatacijskim značajki cestovnih vozila u teretnom prometu. Prikazuje se snaga motora, nosivost vozila, dimenzije vozila, dodatna i obavezna oprema. Naglasak je poglavlja je na elektromotoru i njegovim značajkama. Četvrto poglavlje donosi pregled teretnih vozila na elektropogon, postojeća vozila njihov razvoj i razvitak. Navedene su nekoliko vrsta vozila na elektropogon, njihove eksploatacijske značajke, jačina elektromotora, jačina baterija koje ga napajaju, te domet samog vozila koji je glavna specifikacija elektropogona.

2. POVIJESNI RAZVOJ VOZILA NA ELEKTRO POGON

Vozilo na struju ili električno vozilo je ono koje pokreće elektromotor koji koristi električnu struju pohranjenu u akumulatoru ili preko nekih drugih uređaja za pohranu energije. Razvoj električnog vozila bio je vrlo zastupljen između kasnih 1800-tih i ranih 1900-tih. Unatoč tome što su se prvi električni automobili pojavili još početkom prošlog stoljeća, napredak u njihovom razvoju zasjenjen je masovnom proizvodnjom i uporabom jeftinijeg vozila na benzin odnosno vozila s unutarnjim izgaranjem i ponajviše zbog naftnog lobija i onemogućivanja razvoja odgovarajućih baterija.

Električno vozilo ima mnoge prednosti nad klasičnim vozilima sa unutrašnjim izgaranjem, a jedna od glavnih je ekološki aspekt i mehanički aspekt. Nema emisije štetnih plinova to jest stakleničkih plinova, manja je ovisnost o fosilnim gorivima koji imaju štetni utjecaj pri izgaranju za prirodu i okolinu. Sama učinkovitost motora je veća a ujedno je razina buke manja. Najveća prepreku u još većem razvitku elektromotora to jest samih električnih vozila predstavlja baterija. Najveći problem je u kapacitetu baterije odnosno domet koji to vozilo može proći od punjenja do punjenja. Razvoj same baterije je primarni cilj za popularizaciju i primjenu električnih vozila uz ugradnju nekih obnovljivih izvora energije.

Pitanje je vremena kada će električna vozila biti u potpunosti konkurentna klasičnim vozilima sa unutarnjim izgaranjem. Svakim danom se dolazi do razvitka boljih baterija, razvojem energetske učinkovitosti, materijala za izradu vozila, aerodinamičnosti kao i sam dizajn vozila je mnogo zanimljiviji naspram klasičnih vozila.

2.1 Nastanak električnog vozila

Nastanak prvih vozila na struju seže još u kasne 1800-te i rane 1900-te kada su bila vrla zanimljiva i popularno u to doba. Električna vozila su davala više komfora i jednostavnosti prilikom korištenja nego vozila pokretana fosilnim gorivima. Razvoj tehnologije uvelike je potaknut mogućnošću njene praktične primjene u svakodnevnom životu. Kasnije dolazi do

unapređenja motora s unutarnjim izgaranjem i počinje masovna proizvodnja jeftinijeg vozila na benzin zbog čega se smanjuje upotreba korištenja vozila na električni pogon.

Energetske krize 1970-ih i 80-ih dovele su do kratkotrajnog zanimanja za električne automobile, te se sredinom 2000. obnovio interes u proizvodnji električnih automobila, uglavnom zbog zabrinutosti oko ubrzanog povećanja cijene nafte i potrebe za smanjenjem emisije stakleničkih plinova u velikim gradovima.

Električni automobil koji se pojavio nedugo nakon konstrukcije prvog elektromotora. Prvi elektromotor s osnovnim dijelovima rotorom, statorom i komutatorom konstruiran je 1828. Usavršavanjem elektromotora dolazi i do prvih komercijalnih primjena elektromotora u industriji pa tako nastaju i prva električna vozila. Konstrukcija prvog električnog automobila takozvana prva ,,električna kočija'' dolazi iz Velike Britanije pod okriljem Roberta Andersona, ali sve do druge polovice 19. stoljeća nitko nije dao svoj automobil na benzin na otkup automobila u zamjenu za električni automobil.[3][5]



Slika 1. Prvo električno vozilo

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/prvi_elektricni_automobil(17.studeni 2017.)

Za daljnji razvoj elektromotora zaslužan je William H. Taylor iz Amerike. Godine 1838. rusko njemački fizičar Moritz von Jakobi izrađuje električni motor za pogon broda na rijeci Nevi u Petrogradu. U razdoblju 1837. - 1842. u SAD-u su Thomas i Emily Davenport razvili napredniju

konstrukciju Faradayevog istosmjernog elektromotora koji se koristio napajanjem iz jednokratnih baterija s primjenom u tiskarstvu i pogonu strojnih alata. Takvim načinom rada elektromotora nastajali su veliki troškovi baterijskih izvora napajanja pa je potražnja za ovom vrstom motora bila zanemariva tj. premala komercijalna uporaba.

Godine 1842. napravljen je električni automobil koji je koristio cinkove baterije koje se nisu mogle puniti pa svaki puta kada bi se ispraznile baterije bi se morale zamijeniti novima što je bilo vrlo skupo. Vozilo je bilo bolje konstruirano ali nije bilo prihvatljivo zbog cijene a zaslužni su bili Robert Davidson i Thomas Davenport. [22]

Amerikanac Willam Morrison predstavio je prvi električni automobil 1890. godine. Njegovo vozilo izazvalo je početnu fazu interesa za električna vozila. U narednim godinama, više proizvođača širom Amerike predstavilo je svoju verziju električnog automobila. Kroz New York je kružila flota od čak 60 električnih taksi vozila! Do 20. stoljeća, električni automobili su činili skoro jednu trećinu ukupnog broja vozila. Tako da se kasno 19. stoljeće smatra se zlatnim dobom za električne automobile. Među njima je bilo i vozila koja su obarala rekorde, npr. električni automobil belgijskog izumitelja Camillea Jenatzyja koji je izgledao u obliku cigare električnog vozila, postao je 1899. prvi automobil koje je vozio brže od 100 km/h., točnije 105.3 km/h. Električni automobili komercijalno su se počeli rabiti krajem 19. stoljeća te su dominirali od tada na ulicama u Americi i Europi. [3]



Slika 2. Električni automobil Camillea Jenatzyja

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/La_Jamais_Contente (17.studeni 2017.)

Električna vozila bila su vrlo popularna zbog svog načina rada koji je bio vrlo tih, jednostavan za vožnju, a ujedno nisu bili zagađivači za okoliš. Dok automobili na parni pogon nisu bili praktični jer im je trebalo mnogo vremena da bi se uopće pokrenuli, a i sam domet im je bio ograničen jer se morala svako malo nadopunjavati velika količina vode. Benzinski automobili su obećavali, ali ih je bilo fizički naporno voziti.

Glavnu prevagu i pad potražnje električnih vozila dogodio se 1908. godine dolaskom Fordovog modela T koji je imao pogon na benzin. Prvi masovno proizvedeni automobil smanjio je troškove proizvodnje i po prvi put omogućio širokoj populaciji da priušti automobil. Ford Model T je bio tri puta jeftiniji od električnog automobila tog vremena.[6]

2.2 Električna revolucija

Električnu revoluciju započela je Toyota sa svojim ekološko prihvatljivim modelom Prius 1997. godine. Toyota Prius je bio prvi hibridni električni automobil u masovnoj proizvodnji. Model je ostvario veliki uspjeh i utabao cestu za dalje napredovanje tehnologije.



Slika 3. Toyota Prius električni motor

Izvor: http://www.nydailynews.com/autos/toyota-prius-turns-16-hot-hybrid-changed-years-article-1.1385087 (17.studeni 2017.)

Nadalje, Nikola Tesla je zaslužan za elektromotore izmjenične struje pa je tako Teslino ime bilo sinonim za električnu energiju tijekom 19. i 20. stoljeća, a u 21. stoljeću je ova tradicija

nastavljena. Proizvođač Tesla Motors je 2006. najavio proizvodnju luksuznog sportskog automobila na električni pogon - Tesla Roadster. Model je ostvario veliki uspjeh, što je tvrtki omogućilo dalji rast. Ova mlada tvrtka na današnji dan vrijedi čak 59 milijardi dolara, više od proizvođača automobila sa mnogo dužom tradicijom, kao što su BMW, Ford, Ferrari…[7]

S vremenom biti će sve veći broj električnih automobila, ali u današnje vrijeme i pojava prvih kamiona i tegljača na ulicama. Tehnologija konstantno napreduje, a svijest o važnosti očuvanja okoliša je sve veća. Ovi faktori doprinose rastu potražnje i posljedično razvoju električnih automobila, kamiona i tegljača. Glavni cilj je razvitak baterije koja ima dovoljno velik i prihvatljiv domet za sve vrste vozila, a ujedno da je cijena u nekim ekonomski prihvatljivim razredima. Stoga se može zaključiti kako su električni automobili, kamioni i tegljači budućnost.

3. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE CESTOVNIH VOZILA U TERETNOM PROMETU

Definiranje eksploatacijsko tehničke značajke cestovnih teretnih motornih i priključnih vozila ovisi o više čimbenika, prije svega o namjeni samog vozila, povezana s vrstom transportnog supstrata i vrsti nadgradnje te uvjetima eksploatacije. Sami uvjeti eksploatacije predstavljaju da li će vozilo biti namijenjeno za gradske lokacije, međugradske ili za međunarodne relacije. To su pretpostavke iz kojih slijede konkretne tehničke eksploatacijske značajke vozila u cestovnom teretnom prometu. Bitne tehničko eksploatacijske značajke cestovnih teretnih motornih vozila jesu:

1.) Motor:

- Vrsta motora,
- Najveća snaga (kW),
- Način upravljanja.

2.) Dimenzije vozila:

- Broj sjedala,
- Dužina, visina, širina,
- Međuosovinski razmak (mm).

3.) Nosivost vozila:

- Nazivna nosivost,
- Korisna nosivost.

4.) Obavezna i dodatna oprema vozila:

- Servo upravljač,
- ABS sustav protiv blokiranja kotača pri kočenju,
- i drugo…

Pod eksploatacijskim značajkama podrazumijeva se niz međusobno povezanih značajki, od kojih ovisi pogodnost vozila za korištenje pod različitim uvjetima. Eksploatacija predstavlja

iskorištenje npr. prirodnih bogatstava, prometnih sredstava, ljudi, naroda. Kod teretnih vozila na elektropogon gleda se koliko će određena prijevozna sredstva iskoristiti svoje najbolje performanse i mogućnosti, a da pritom ulaganja i kvarovi svedu na neku najmanju moguću razinu. Naravno vozilo mora biti i pravilno i korektivno održavano.

Teretna motorna vozila sa unutrašnjim izgaranjem pružaju dobre mogućnosti i performanse ali zbog sve veće zatrpanosti i broju vozila vrlo štetno djeluju s one ekološke strane to jest zagađuju okoliš. Uz zagađenje okoliša dolazi i do velike potrošnje goriva zbog neusklađenost motora i karakteristike potrošnje goriva sa stvarnim zahtjevima koje okolina pruža. Dok kod teretnih vozila na elektropogon nemaju taj nedostatak kao što je potrošnja goriva i zagađenje okoliša. Uz prednosti dolaze i neki nedostaci kao što su raspon prijeđenog puta jednom baterijom i jednim punim tankom goriva. Samo punjenje te jedne baterije traje do 8h dok se jedan puni rezervoar goriva napuni za petnaestak minuta.

Tehničko – eksploatacijske značajke kamiona i tegljača na elektropogon ovise o njegovoj izvedbi. Prema snazi elektromotora, okretni moment, karoserijskoj izvedbi, duljini, nosivosti i broju osovina. Snaga elektromotora ovisi o veličini teretnog vozila i njegovoj nosivosti i broju osovina, kao i o namjeni vozila ovisno o vrsti predviđenog tereta kao i o uvjetima eksploatacije odnosno duljini relacije vožnje.

3.1 Elektromotor- osnovni element za pogon električnog vozila

Osnovni elementi za pogon električnog vozila su električni motor, električne pogonske baterije te upravljač motora. Ostali dijelovi električnog vozila su: analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa (informacija željene brzine od stane vozača vozila), sklopnik, osigurač ili prekidač, istosmjerni pretvarač napona za pogon uobičajeno ugrađenih trošila vozila na naponskoj razini 24 V (svjetla, pokazivači smjera, brisači, zvučni signal, radio uređaj i slično), mjerni instrumenti za upravljanje vozila (pokazivač preostalog kapaciteta baterija, napon, struja, snaga, brzina), punjač baterija. Ostali dijelovi koje vozilo na električni pogon mora sadržavati su: kabeli pogonskog napona, kabeli pomoćnog napona 24 V, baterije pomoćnog napona 24 V, kabelske stopice te kabelski priključci.[5]

Najvažnija komponenta svakog električnog vozila je električni motor. Električni motor je električni stroj koji električnu energiju pretvara u mehaničku koristeći princip elektromagnetske indukcije. Motori konstrukcijski imaju dva namota (stator i rotor) od kojih je jedan uzbudni, a drugi radni ili armaturni namot. Postoje i konstrukcije gdje je uzbudni namot zamijenjen permanentnim magnetima. Osnovne vrste električnih motora prema izvoru napajanja mogu se podijeliti na istosmjerne motore (DC), izmjenične motore (AC) i koračne elektromotore. Prednosti asinkronih (AC) elektromotora u odnosu na istosmjerne (po jedinici snage) su prikazani u tablici:

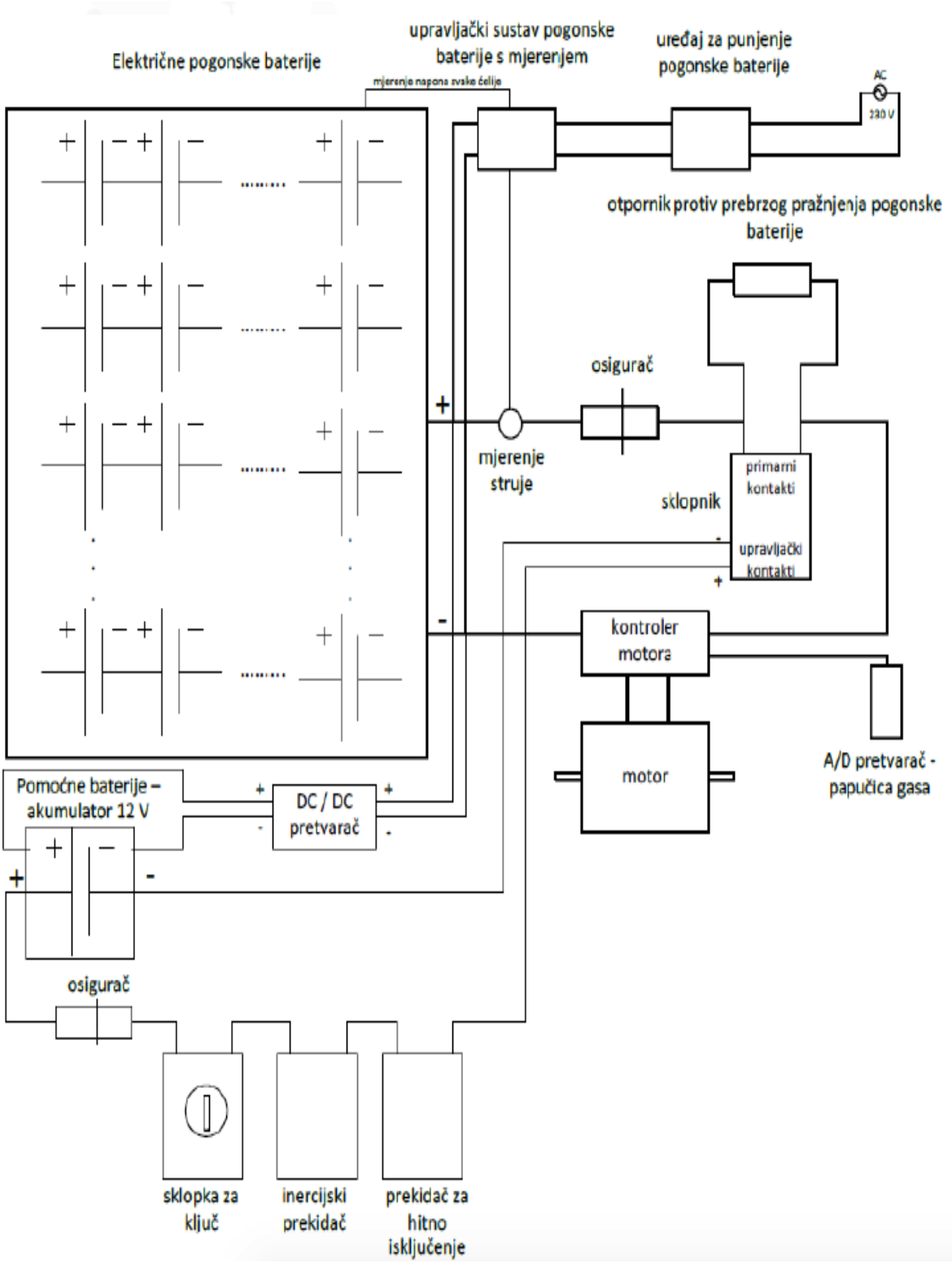
Tablica 1. Usporedba istosmjernih i izmjeničnih motora

Istosmjerni motori- DC	Izmjenični motori- AC
Manja masa, manje dimenzije, manji moment inercije, manja cijena	Lakše i jednostavnije upravljanje
Veća brzina vrtnje, veći stupanj korisnog djelovanja (0,95-0,97)	Manja brzina vrtnje, manji stupanj korisnog djelovanja-> 0,85-0,89
Jednostavno i jeftino održavanje	Skuplje i složenije održavanje
Pouzdanije u eksploataciji	Manje pouzdan, osjetljiv u eksploataciji

Izvor: Autor prema podacima u teksta

Iz tablice 1. je vidljivo da istosmjerni motori imaju bolje karakteristike u odnosu na izmjenične motore. Vidljivo je da im je prednost u manja masa, manje dimenzije, manji moment inercije, manja cijena, veća brzina vrtnje, veći stupanj korisnog djelovanja (0,95-0,97 u odnosu na 0,85-0,89), jednostavno i jeftino održavanje. Jedina prednost istosmjernih elektromotora u odnosu na asinkrone je lakše i jeftinije upravljanje.[5]

Baterija je komponenta koja određuje ukupne karakteristike električnog vozila, definira njegovu cijenu, autonomiju (doseg) i njegovu raspoloživost. Dva su čimbenika koji određuju performanse baterije: energija (pređena udaljenost) i snaga (ubrzanje). Omjer snage i energije (engl. power/energy ratio) – pokazuje koliko je snage po jedinici energije potrebnu za određenu primjenu. [5]



Slika 4. Blok shema elemenata vozila na električni pogon

Izvor: http://e-learning.gornjogradska.eu/energijaekologijaengleski-ucenici/9-elektricna-i-hibridna-vozila/ (17.studeni 2017.)

Snaga elektromotora ovisi o veličini teretnog vozila i njegovoj nosivosti. Snaga elektromotora kreću se od 100kW pa sve do 300kW. Baterije su napravljene od litij-ionskih baterija ili nikal-metal baterije koje imaju domet od 100km pa sve do 800km kako najavljuju pojedini proizvođači . Okretnog momenta od 500Nm pa sve do 2700Nm a neki još nisu ni poznati. Kamioni mogu biti dvoosovinski i troosovinski sa pojedinačnim ili duplim kotačima na zadnjim osovinama, dok tegljači mogu biti sa dvije osovine i sa tri osovine također sa duplim ili pojedinačnim kotačima.

3.2 Dimenzije i nosivost vozila

Iako se cestovni prijevoz smatra nepogodnim i neekonomičnim za prijevoz teškog i glomaznog tereta, ono se može prevoziti pod određenim zakonom propisanim uvjetima. Najveća dopuštena masa vozila i ukupna masa motornih vozila, priključnog vozila ili skupa vozila, osovinsko opterećenje vozila u stanju mirovanja na vodoravnoj podlozi su:

1. Motornih vozila

1.1. Vozila koja su dio skupa vozila

- Jednoosovinska prikolica-10 tona,
- Dvoosovinska prikolica- 18 tona,
- Troosovinska prikolica- 24 tona.

2. Skup vozila

2.1. Skup vozila s 5 ili 6 osovina

- dvoosovinsko motorno vozilo s troosovinskom prikolicom 40 tona,
- troosovinsko motorno vozilo s dvo ili troosovinskom prikolicom 40 tona.

2.2. Tegljač s poluprikolicom s ukupno 5 ili 6 osovina:

- dvoosovinski tegljač s troosovinskom poluprikolicom 40 tona,
- troosovinski tegljač s dvo ili troosovinskom poluprikolicom 40 tona,

- troosovinski tegljač s dvo ili troosovinskom poluprikolicom kada prevozi 40-stopni ISO kontejner kao kombiniranu prijevoznu operaciju (jedinicu) 44 tona.

2.3. Skup vozila s četiri osovine koji se sastoji od dvoosovinskog motornog vozila i dvoosovinske prikolice 36 tona

2.4. Tegljač s poluprikolicom s ukupno 4 osovine, pri čemu su i tegljač i poluprikolica dvoosovinski, a za slučaj da je razmak između osovina poluprikolice:

- od 1,30 m do 1,80 m 36 tona,
- veći od 1,80 m 36 tona.
  (Odnosno 38 tona ako je razmak između osovina prikolice i pogonske osovine tegljača, opremljene dvostrukim gumama i zračnim ogibljem, veći od 1,80 m).

Tablica 2. Nosivost tegljača sa poluprikolicom

TEGLJAČ	POLUPRIKOLICA	NOSIVOST [t]
S dvije osovine	S dvije osovine	36
S dvije osovine	S tri osovine	38 (40)
S tri osovine	S dvije osovine i dvostrukim gumama	38
S tri osovine	S tri osovine i sa jednostrukim gumama	38 (40)

Izvor: Autor prema podacima u teksta

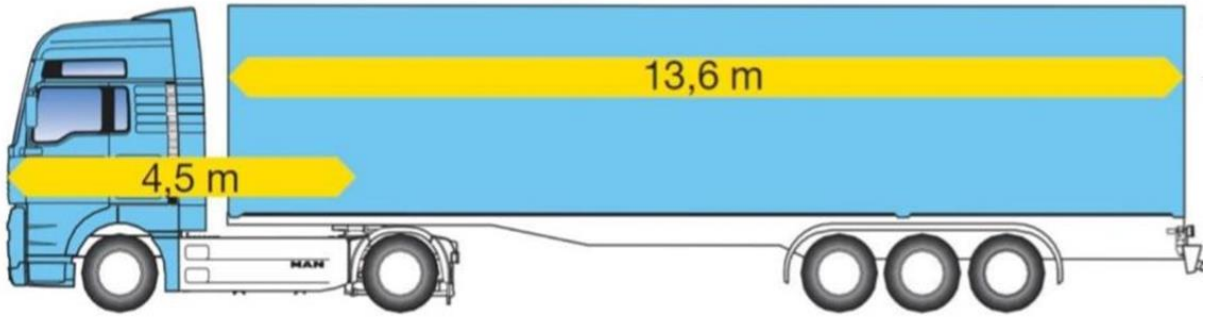
3. Motorna vozila

- Dvoosovinsko motorno vozilo 18 tona,
- Troosovinsko motorno vozilo 25 tona (odnosno 26 tone ako je pogonska osovina opremljena dvostrukim gumama i zračnim ogibljenjem koje se priznaje kao ekvivalentno unutar EU),

- Četveroosovinsko motorno vozilo 31 tona (odnosno 32 tone ako je pogonska osovina opremljena dvostrukim gumama i zračnim ogibljenjem koje se priznaje kao ekvivalentno unutar EU). [29]

Iako je dimenzijama najduže cestovno vozilo limuzina dizajnirana od strane Jay Ohrberga iz SAD-a dužine 30,5m, u Hrvatskoj je duljina cestovnog vozila dopuštenog za kretanje prometnicama ograničena tako da su kamioni dugi 12 metara dok su tegljači s poluprikolicama dugi 16,5 metara. [8][29]

Tegljač kao vozilo nije predviđen za prijevoz tereta, barem ne u doslovnom smislu, već je njegova uloga isključivo da vuče poluprikolice kao priključna vozila. Konstrukcijska posebnost tegljača je zglobni spoj za poluprikolicu, tzv. sedlo. Naime, poluprikolice se povezuju s vučnim vozilom poput prikolica sa čvrstom rudom. (bez upravljive osovine), ali poluprikolica nalijeganjem na sedlo istovremeno prenosi dio svog opterećenja na vučno vozilo. Tegljač se, sam po sebi, ne može svrstati u navedene kategorije teretnih vozila, već se u smislu najveće dopuštene mase i dimenzija promatra isključivo kroz skup vozila.



Slika 5. Primjer dimenzije tegljača s poluprikoplicom

Izvor: https://issuu.com/tmatos/docs/zakonski_propisane_tehnicke_karakteristike_vozila

Slika 5. prikazuje duljinu tegljača od prednjeg kraja do centra sedla koja iznosi 4,5 metara i ukupnu duljinu poluprikolice od 13,6 metara.

Dok su same najveće dopuštene dimenzije skupa vozila:

- tegljača s poluprikolicom 16,5 m,
- vučnog vozila s prikolicom 18,75 m,
- vučnog vozila i prikolice za prijevoz automobila 21 m. [9]

Širina vozila je ograničena na 2.55 metara osim hladnjača sa stjenkom debljine najmanje 45 mm koja je ograničena na 2,60 metara. Dok je najveća visina 4,00 metara. Maksimalna osovinska opterećenja vozila u stanju mirovanja na vodoravnoj podlozi su od 10 tona pa sve do 40 tona. [8] [29]

4. ANALIZA TEHNIČKO EKSPLOTACIJSKIH ZNAČAJKI CESTOVNIH TERETNIH VOZILA NA ELEKTRO POGON U TERETNOM PROMETU

Cestovna teretna motorna vozila su „Motorna vozila namijenjena prijevozu tereta, odnosno dobara“. Cestovna teretna motorna vozila su „Motorna vozila kojima se obavlja transport u teretnom prometu“. Kao i definicija „Teretno vozilo je motorno vozilo konstrukcijski namijenjeno za prijevoz tereta.'' Iz navedenih definicija može se uočiti da je glavni cilj teretnih motornih vozila prijevoz tereta i kao takva moraju biti prilagođena svim zahtjevima i potrebama korisnika, što u konačnici omogućuju proizvođači teretnih vozila. Teretna vozila ili kamioni su imala motor na unutarnje izgaranje od samih početaka pa sve do danas, ali u novije vrijeme to jest modernije i naprednije vrijeme počinju se pojavljivati kamioni na elektropogon iliti na električni motor. Električni motor je puno prihvatljivi u današnje vrijeme zbog velikog broja vozila u gradovima i samim time što ne ispuštaju štetne plinove kao motori na unutarnje izgaranje pa ne pomažu u stvaranju stakleničkih plinova. Samim time elektropogon je vrlo povoljna stvar s ekološke strane, ali i stvaranja buke odnosno što radi bez buke. [1][2][4]

4.1 Kamioni na elektropogon

4.1.1 Smith Electric Vehicles- Newton

Prvi kamion na elektropogon pojavio se 2006. godine a proizvela ga je tvrtka Smith Electric Vehicles koja se bavi proizvodnjom električnih vozila težine između 3500kg i 12000kg. Tvrtka Smith jedna je od najvećih kompanija na svijetu za proizvodnju električnih vozila sa nula štetnih emisija. Električni kamion imena Newton bio je predstavljen 2006. godine sa tehnologijom električnog pogonskog sustava i izgled od kamiona Aviva iz Češke. Proizveden je u tri težinske kategorije 7,500 pounds (3,400 kg), 10,000 pounds (4,500 kg) i 12,000 pounds (5,400 kg) kao i tri kategorije međuosovinskog razmaka kratak, srednji i dugačak. Pogonjen sa 120kW električnim motor iz tvrtke Enova Systems koji se napaja na litij-ionske željezne fosfatne baterije iz tvrtke Valence Technology. Okretnog momenta od 650Nm, maksimalna brzina od 80 km/h i dometa do 160 kilometara jednim punjenjem koje je trajalo između šest i osam sati. [10] [11]



Slika 6. Newton electric truck

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_truck (18.studeni 2017.)

4.1.2 Mercedes-Benz Urban eTruck

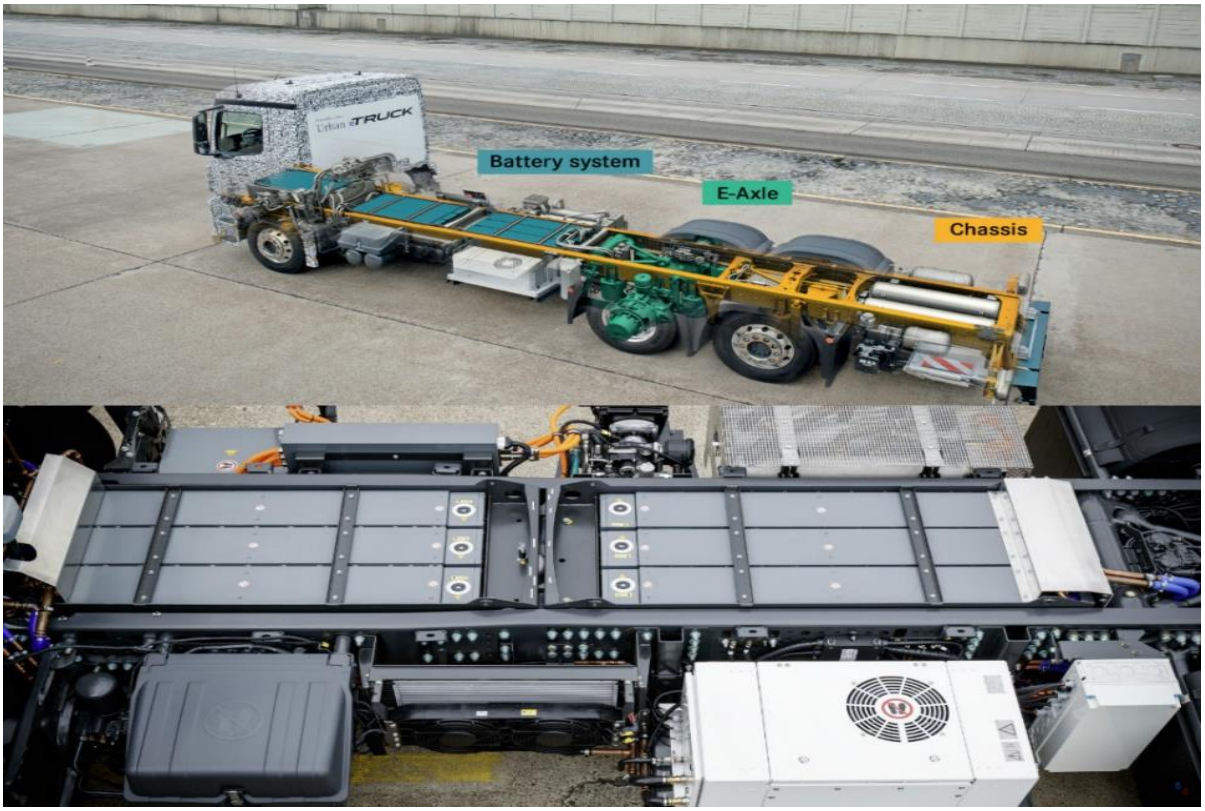
Mercedes-Benz Urban eTruck je kamion najveće dopuštene mase 25 tona kojeg pokreću dva elektromotora snage 2x125 kW, a s punim baterijama može prevesti do 200 km. Svaki od motora ima najveću snagu od 125 kW te okretni moment od 2x500 Nm, a nakon prijenosa se ukupni okretni moment koji se isporučuje na kotače povećava na 2x11.000 Nm. Motori se napajaju iz litij-ionskih baterija ukupnog kapaciteta 212 kWh odnosno 200 km vožnje što je dostatno za uobičajene dnevne distribucijske potrebe.



Slika 7. Mercedes-Benz Urban eTruck

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/954/Testiranja-prije-pocetka-serijske-proizvodnje (20.studeni 2017.)

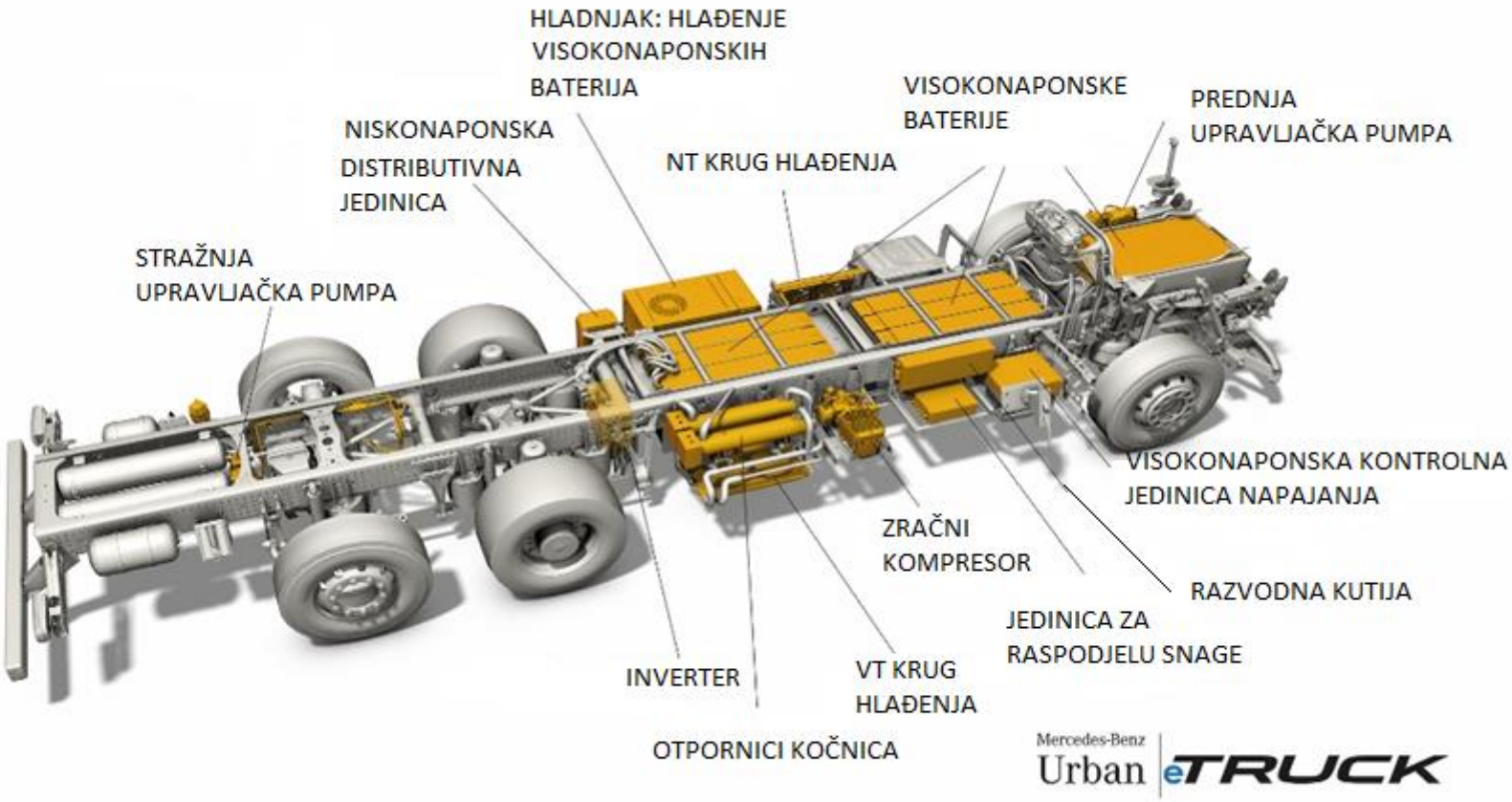
Tri modula s baterijama imaju ukupnu masu oko 2,5 tona, a punjenje na stanicama snage 150 kW traje između dva i tri sata. Ovisno o potrebama moguće je ugraditi i samo dva modula baterija. Početak serijske proizvodnje planiran je za 2020. godinu, vjerojatno uz uvjet da iskustva na testiranju budu dobra.



Slika 8. Mercedesov elektropogon

Izvor: http://www.torque.com.sg/8975/mercedes-benz-urban-etruck/ (20.studeni 2017.)

Odabranim kupcima će se ponuditi dvije izvede, s 18 i 25 tona najveće dopuštene mase u izvedbama hladnjača, furgon odnosno "sandučar". Masovnija upotreba ovakvih vozila dovest će i do smanjenja cijena najvažnijih komponenti, prije svega baterija. U Mercedesu procjenjuju da će se cijena baterija od 500 eura/kg koliko je iznosila 1997. smanjiti na 200 eura/kg 2025. godine. U isto vrijeme će se povećavati i njihov kapacitet pa će s prvotnih 80 Wh/kg dosegnuti 200 Wh/kg.[12] [13] [14]



Slika 9. Elektropogon

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/900/Elektricni-kamion-ukupne-mase-26-tona-i-200-km-dosega (20.studeni 2017.)

4.1.3 Fuso

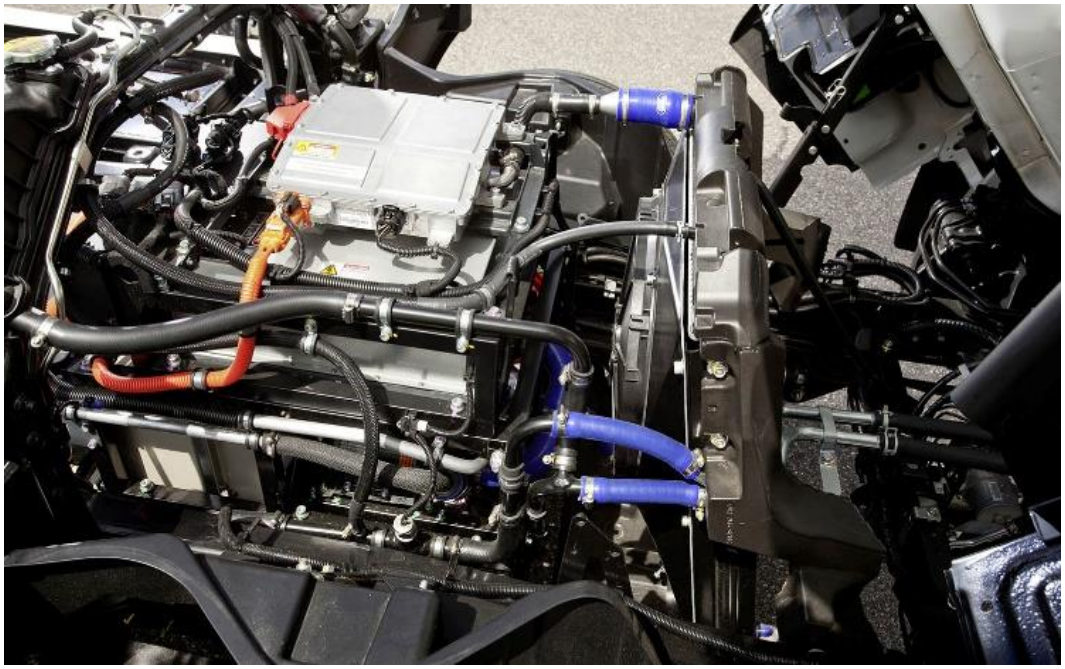
Fuso je u Portugalu kompletirao testiranje osam vozila Canter E-Cell na električni pogon koji su u godinu dana ukupno prevalili 51.500 km bez ijednog problema. Elektromotor razvija snagu od 110 kW (150 KS) te okretni moment od 650 Nm koji je konstantan, budući se radi o električnom pogonu nema klasičnog mjenjača već samo jednostruka red. Ukupna masa vozila je šest tona, a nosivost tri tone.



Slika 10. Fuso

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/792/51500-km-bez-kvara (20.studeni 2017.)

Kapacitet baterija je 48,4 kWh, a s jednim punjenjem je moguće prevesti do 110 km. Tijekom vožnje baterije se pune i regenerativnim kočenjem. Analiza je pokazala da su operativni troškovi ovakvih vozila i do 64 posto manji u usporedbi s konvencionalnim vozilima. Za usporedbu, dizelski Canter troši oko 14 l/100 km dok E-Cell treba 47,6 kWh za istu razdaljinu što je višestruko jeftinije. Punjenje potpuno praznih baterija na kućnoj mreži traje oko sedam sati.



Slika 11. Fusov elektropogon

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/792/51500-km-bez-kvara (20.studeni 2017.)

Osam vozila je bilo stalno u pogonu, a u prosjeku je svaki kamion prelazio 50 km na dan dok je najveći kilometraža prevezena u jednom danu 109 km. Canter E-Cell koji s naviše kilometara koristila je kurirska služba "Transporta" koje je s njima prevalila 14.000 km.[15]

4.1.4. E-Force One

Švicarski operater COOP koji posluje u području Züricha sa 18 tonskim kamionima marke Iveco Stralis na elektromotore. Na krovu kamiona se nalazi 18 metara kvadratnih foto naponskih ćelija koji pomažu bateriji i čine 23% energije vozila. E-Force One ima motor snage 300kW koji sa punim baterijama ima domet 240 kilometara dnevno. Količina energije koja se troši je 130kWh na svakih 100 kilometara. Kamioni su takozvane hladnjače koje dodatno troše baterije hlađenjem tovarnog prostora. [10]



Slika 12. COOP kamion na elektropogon

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_truck (20.studeni 2017.)

4.1.5 E-FUSO Vision One

E-FUSO Vision One je tegljač s potpuno električnim pogonom čija je ukupna dopuštena masa 23 tone, a nosivost oko 11 tona što je samo dvije tone manje od usporedivog vozila s dizelskim motorom. Ukupni kapacitet baterija je 300 kWh s kojima može prevaliti do 350 km s jednim punjenjem. Obzirom na doseg namjena ovakvog kamiona nije dugo linijski već lokalni prijevoz odnosno distribucijski prijevoz. [16]



Slika 13. E-FUSO Vision One

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1115/350-km-na-struju?cookietime=1509962810 (21.studeni 2017.)

4.1.6 Renault Trucks

Renault je sredinom 2018. predstavio svoju drugu generaciju električnih teretnih vozila koja uključuje vozila od 3,1 tone do 26 tona. Predstavljena su tri vozila koja uključuje dostavni Renault Master Z.E., Renault Trucks D Z.E. te Renault Trucks D Wide Z.E. Sva tri vozila namjenja su gradskim zadacima odnosno kraćim distributivnim i kumunalnim zadacima.

Renault Trucks D Z.E. je električni kamion koji će biti predstavljen na sajmu automobolima u Hannoveru (Njemačka) krajem 9. mjeseca. Samo teretno vozilo ima masu od 16 tona koje pokreću baterije kapaciteta od 200 do 300 kWh (ovisno o izvedbi) s kojima može prevaliti do 300 km čime je idealan za gradsku distribuciju. Pokreće ga elektromotor snage 185 kW koji pritom može dati okretni moment od 425 Nm koji uz pomoć prijenosa s 2 brzine i diferencijala na kotačima donosi moment od 16 000 Nm. Iz Renaulta su razvili punjač za baterije koji sa snagom od 150 kW napuni bateriju za 2 sata s CCS punjačem dok na trofaznu struju treba 12 sati punjena. [23]



Slika 14. Renault Tucks D Z.E.

Izvor: http://www.renault-trucks.co.uk/d (19.kolovoz.2018.)

Iz Renaulta su predstavili i model D Wide Z.E koji ima ukupnu masu od 26 tona te samim time ima i manji domet do 200km koje osiguravaju baterije kapaciteta 200 kWh. Ovaj model ima dva elektromotora koji razvijaju ukupnu snagu od 370 kW pri čemu se dobiva okretni moment

od 850 Nm do se na kotačima dobiva čak 28 000 Nm. Ova izvedba kamiona namijenjena je komunalnim zadacima. [23]



Slika 15. Model D Wide Z.E.

Izvor: http://topauto.site/renault-electrified-t/ (19.kolovoz.2018.)

4.1.7 Volvo Trucks

Poznata tvrtka Volvo je predstavila dvije marke kamiona na električni pogon u vrlo kratkom vremenu odnosno u razmaku od tri tjedna. Volvo ima ogromnog iskustva u pogonu na struju tako i s hibridnim pogonom kod autobusa. Proizveli su više od 4 000 autobusa i s tim velikim iskustvom i znanjem krenuli su i u proizvodnju kamiona na elektropogon. Predstavili su modele FL Electric i EL Electric.

Volvo FL Electric koristi neke pouzdane komponente koje su pomogle u razvoju samog kamiona koji ima najveću dopuštenu masu od 16 tona. Za pokretanje se koristi elektromotor kontinuirane snage 130 kW (177 KS) odnosno 185 kW (252 KS) vršne snage koji preko dvostupanjskog prijenosa i kardana pogoni stražnje kotače. Najveći okretni moment na motoru je 425 Nm što kad se uz sve prijenose (kod motora i na diferencijalu) daje okretni moment na kotačima od 16.000 Nm. Maksimalni doseg mu je 300 km pa je zamišljen za gradske komunalne i distributivne zadaće. [24]



Slika 16. Volvo FL Electric

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1463/Volvo-FL-na-struju (20.kolovoz.2018.)

Iz Volva su kasnije predstavili i model FE Electric s većom dopuštenom masom do 27 tona koji je također namijenjen gradskoj distribuciji odnosno skupljanju odpada ili drugim urbanim zadacima. Za pogon se koriste dva motora ukupne maksimalne snage 370 kW (503 KS) odnosno 260 kW (354 KS) kontinuirane snage. Okretni moment svakog motora je 850 Nm, a moment se preko dvostupanjskog prijenosa prenosi na stražnju osovinu pri čemu je moment na osovini 28 kNm. Kapacitet baterija je (ovisno o konfiguraciji) od 200 do 300 kWh, a najveći doseg je 200 km. Punjenje je moguće pomoću istosmjernog punjača snage 150 kW ili standardnog izmjeničnog, snage 22 kW. U slučaju korištenja snažnijeg punjača vrijeme punjenja je samo 1,5 sati dok će ista operacija sa slabijim punjačem trajati oko 10 sati. [25]

Prvi kamioni će se naći u upotrebi početkom 2019. godine u Hamburgu.



Slika 17. Model FE Electric

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1539/Jos-jedan-elektricni-Volvo (20.kolovoz.2018.

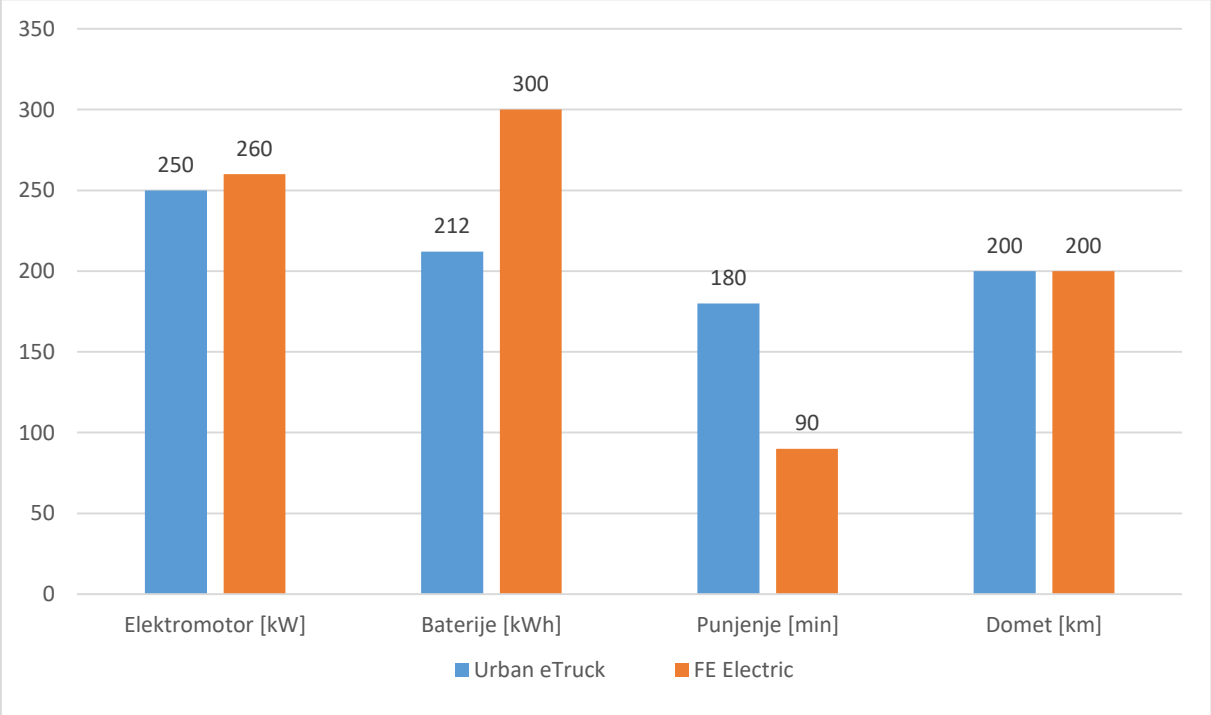
4.1.8 Usporedba Volva i Mercedesa na elektropogon

Dvije velike i vodeće tvornice kamiona predstavile su svoje koncepte na elektropogon koje su stavili na testiranje. Mercedes je predstavio model Urban eTruck koji se može kupiti u dvije izvedbe najveće dopuštene mase 18 tona ili 25 tona. Također i Volvo je predstavio svoj model teretnog vozila na elektropogon sa dopuštenom masom do 16 tona i do 27 tona. Usporedbom modela do 25 tona odnosno 27 tona prikazati će se koje marke imaju bolje značajke.

Tablica 3. Usporedba dvije marke teretnog vozila

Model	Mercedes- Benz Urban eTruck	Volvo FE Electric
Najveća dopuštena masa	25 tona	27 tona
Elektro motor	2x125 kW	260 kW
Baterije	212 kWh	300 kWh
Punjenje	2-3 sata	1,5 h
Domet	200 km	200 km
Početak isporuke	2020.	2019.

Izvor: Autor prema podacima u tekstu



Histogram 1. Prikaz tehničkih značajka Mercedes- Benz Urban eTruck i Volvo FE Electric

Izvor: Autor prema podacima u tekstu

U tablici 3. su prikazane dvije marke teretnih vozila na elektropogon. Usporedbom podataka može se vidjeti, a potom i zaključiti da su ta dva teretna vozila vrlo sličnih značajka. U jednoj od najvažnijih stvari prednost ima Volvo, a to je da će već 2019. krenuti serijska proizvodnja, dok će Mercedes krenuti godinu kasnije odnosno 2020 godine. Mala razlika je u dopuštenoj masi kod Mercedesa je to do 25 tona, a kod Volva do 27 tona. Teretno vozilo marke Mercedes pokreće motor snage 250 kW, dok je to kod Volva nešto više odnosno 260 kW. Tih 4% jači elektromotor potreban je jer pokreće i veću masu teretnog vozila. Sama baterija je vrlo važna zbog pruženog dometa vozila i u ovom slučaju Volvo je taj koji je napravio jaču verziju baterije i to za čak 41,5%. Volvo baterija kapaciteta 300 kWh naspram 212 kWh iz Mercedesa trebala je pružit značajno veći domet, ali u ovom slučaju to nije tako. Domet oba teretna vozila je 200 kilometara, ali zato se razlika vidi u samom punjenju tih istih baterija. Iz Volva su predstavili punjač kojim se baterije napune za svega 90 minuta, dok kod Mercedesa punjenje traje između dva i tri sata. Cijene su još nepoznate jer su oba vozila u procesu testiranja, ali se iz ovih vrlo važnih tehničkih značajki može zaključiti koje je teretno vozilo bolje u kojim segmentima. Vidljivo je da od šest značajka Volvo bolji u čak njih pet i da u jednom su jednaki, ali naravno do trenutka kad se ne sazna cijena vozila ne može se doći do točnog zaključka. Iako su oba vozila predviđena za lokalnu odnosno gradsku distribuciju i gradske zadatke u kojem imaju isti domet ali različite snage elektromotora. Volvo sa jačim elektromotorom moći će lakše obavljati zadatke koji će biti pred njega postavljeni.

4.2 Tegljači na elektropogon

4.2.1 Cummins Aeos

Američki proizvođač motora je u svom tehnološkom centru u Indiani predstavio Aeos u ljetu 2017.koji je prvi Cumminsov kamion s nultom emisijom štetnih plinova. Električni kamion je američki Class 7 kojem je najveća dopuštena masa 35 tona. Pokreću ga baterije kapaciteta 140 kWh s kojima može dosegnuti cca 150 km (100 milja) dok se doseg može povećat do 450 km (300 milja) s dodatnim setom baterija. Osim uobičajene rekuperacije odnosno regenerativnog kočenja s kojim se dio energije opet vraća u akumulatore, Aeos ima krov sa

solarnim panelima s kojim se također uhvati nešto struje. Kabina je aerodinamički oblikovana s kamerama koje su zamijenile retrovizore i tako smanjile otpor zraka. Cummins će pogonski sklop koji je u Aeosu nuditi ponuditi tržištu 2019., a u najavi je i serijski hibridni pogon (range extender) s kojim bi doseg mogao biti oko 500 km. [17]



Slika 18. Cummins Aeos

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1106/Cumminsov-elektricni-kamion (21.studeni 2017.)

4.2.2 MAN eTruck

MAN i CNL (Council for Sustainable Logistics- Vijeće za održivu logistiku) su u studenom 2017. započeli s testiranjem električnog MAN eTruck kamiona. MAN eTruck pogoni elektromotor snage 250 kW (340 KS) te, što je još važnije, okretni moment od 2700 Nm koji je na raspolaganju od 0 o/min. Sustav pogona je u osnovi klasičan, elektromotor je smješten iza prednje osovine i preko kardana pokreće stražnju osovinu, odnosno kotače. Električna energija dolazi iz tri seta baterija kapaciteta 35,3 kWh (ukupno 105,9 kWh), a baterije su smještene ispod kabine tamo gdje se obično nalazi dizel motor. Ukupna masa tegljača je praktički jednaka konvencionalnoj izvedbi budući je dodatna masa baterija kompenzirana nedostatkom dizel motora. Tegljači će se testirati u stvarnim uvjetima na cesti. Testiranje će biti provedeno u Beču, Austrija. [18]



Slika 19. MAN eTruck

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/959/Elektricni-MAN-eTruck-stize-na-becke-ulice (21.studeni 2017.)

4.2.3 Tesla Semi

U studenom 2017. predstavljen je tegljač koji po najavama donosi revoluciju u svijetu cestovnog prijevoza. Riječ je o Tesla Semi tegljač koji s jednim punjenjem može prevaliti više od 800 km, a pogone ga četiri elektromotora ukupne snage 1032 KS. Na tržište bi trebao stići 2019. godine. Semi bez prikolice do 60 mph (cca 97 km/h) može ubrzati za 5 sekundi odnosno s prikolicom i ukupnom masom od 40 tona za 20 sekundi. Također, Semi ća na 5% usponu moći držati brzinu od 65 mph (cca 105 km/h). Impresivno, i puno brže nego kod kamiona s dizel motorima, ali kod kamiona je u prvom planu učinkovitost, a ne ubrzanje. [19]



Slika 20. Tesla Semi

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1122/1032-KS-i-800-km (21.studeni 2017.)

Tesla Semi ima četiri elektromotora na četiri pogonska kotača budući je u Americi uobičajena konfiguracija 6x4. Elektromotori su iz Modela3, a svaki razvija 258 KS (ukupno 1.032 KS).Tvrtka Tesla jamči da kamion može prevesti milijun milja bez da se zaustavi zbog kvara jer čak i ako dva motora otkažu kamion svejedno može voziti. Također tvrde da će Semi imati domet od 800km (500 milja) vozeći punom brzinom na autocesti. Iako ukupni kapacitet baterija nije obznanjen uz istaknutu potrošnju energije je oko 2 kWh/milji (1,2 kWh/km) ukupni kapacitet bi trebao biti 1000 kWh. Baterija je napravljena da izdrži oko milijun punjenja, dok bi sam elektromotor trebao izdržati oko 1,6 milijuna kilometara u najzahtjevnijim okolnostima. [20]



Slika 21. Tesla Semi bez retrovizora

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1122/1032-KS-i-800-km (21.studeni 2017.)

Najavljena je izgradnja mreže Tesla mega punjača koji bi za 30 minuta napunili dovoljno energije za dodatnih 650 km. Naravno, baterije se pune i regenerativnim kočenjem pa Semi (vjerojatno) neće morati imati retarder već će kočiti motorima i puniti baterije. Trošenje kočnica bit će zanemarivo, ali realno nije veliko ni kod klasičnih kamiona. Semi ima i najmodernija sigurnosna i komforna rješenja kao što je automatsko kočenje u nuždi, automatsko održavanje vozne trake, mogućnost vožnje u konvoju za još manju potrošnju, ali to za nas u Europi i nisu neke novosti.



Slika 22. Interijer Tesle Semi

Izvor: https://www.kamion-bus.hr/1122/1032-KS-i-800-km (21.studeni 2017.)

Sama kabina omogućuje stajanje i vozačima dvometrašima, a uz vjetrobransko staklo otporno na pucanje je bitno spomenuti centralnu vozačku poziciju. Vozač dobiva sve potrebne informacije preko dva 15–inčna dodirna zaslona, a povezani su sa sustavom upravljanja flotom. Kabina je izvedena od karbona s vrlo malim koeficijentom otpora zraka (0,36) pri čemu su u mjesto retrovizora ugrađene kamere. [19] [21]

4.2.4 Freightliner eCascadia

Freightliner eCascadia je električna verzija modela Cascadia koji je najuspješniji tegljač u Americi. ECascadilu pokreću elektromotori na kotačima ukupne snage 534 kW (730 KS) čime je ovaj tegljač namijenjen za dugo linijski prijevoz. Iz Freightlinera su obavjestili da će domet od 400km omogućiti baterije ukupnog kapaciteta 550 kWh. U Freightlineru ističu kako su razvili punjač koji će 80% baterija moći napuniti za 90 minuta što će biti dovoljno za dodatnih 320 km. Inače ovaj model se uspoređuje sa Teslom Semi, iako ima manji domet glavna prednost je u tome što eCascadila već vozi, ali samo u svrhe testiranja, dok se za Teslu ne zna točno kad će biti na prometnicama. [26] [27]



Slika 23. eCascadila

Izvor: https://blog.daimler.com/en/2018/06/07/freightliner-ecascadia-em2/
(21.kolovoz.2018.)

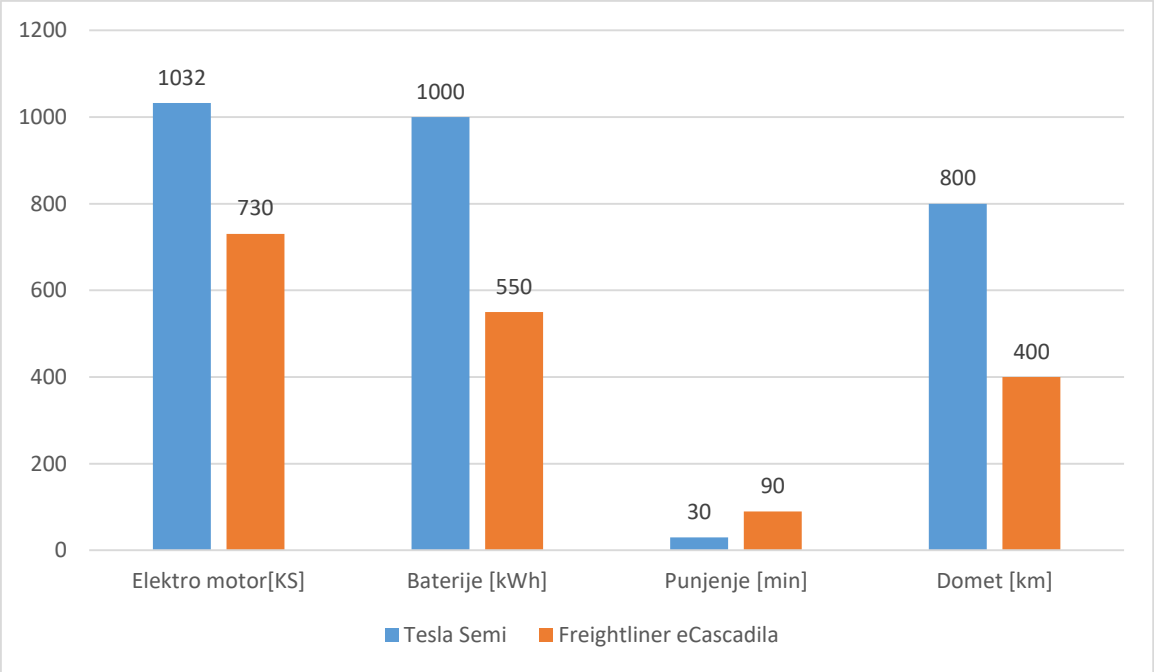
4.2.5 Usporedba Tesle Semi i Freightliner eCascadile

Freightliner tvrtka je jedna od najjačih korporacija za proizvodnju kamiona za Američko tržište koja proizvodi tegljač Cascadila. Tegljač Cascadila smatra se najboljim tegljačem u Americi. Freightliner je s električnom verzijom Cascadile zadao veliki udarac Tesli Semi jer se upravo ta dva tegljača natječu koji tegljač će imati bolje tehničko eksploatacijske značajke.

Tablica 4. Usporedba Tesle Semi i Freightliner eCascadile

Tegljač	Tesla Semi	Freightliner eCasadile
Najveća dopuštena masa	40 tona	40 tona
Elektro motor	1032 KS	730 KS
Baterije	1000 kWh	550 kWh
Punjenje	30min -> 650km	90min -> 320km
Domet	800 km	400 km
Početak isporuke	2019.	2021.
Cijena	150 000$ – 180 000$	Nepoznato

Izvor: Autor prema podacima u tekstu



Histogram 2. Prikaz tehničkih značajka Tesle eSemi i Freightliner eCascadile

Izvor: Autor prema podacima u tekstu

Iz tablice 4. i grafikona 2. je vidljivo da su kamioni predviđeni za istu dopuštenu masu, koje pokreću elektromotori različitih jačina. Početak serijske proizvodnje najavljeni su za 2019. godinu u Tesli, dok su iz Freightlinera najavili početak za 2021 u čemu je Tesla u velikoj prednosti. Tesla Semi ima skoro 400 KS više od eCascadile odnosno 41,4% više konjskih snaga. Također, Semi ima za 81,8% veće i jače baterije koje proizvode 450 kWh više samim time domet Tesle 800 km što je duplo veći od Freightlinerove eCascadilei njegovih 400 km odnosno lošiji je za 100% . Iz Tesle su napravili i bolji punjač koji brže napuni baterije koje mogu onda preći veći domet od 650 km u odnosu na 320km. Cijene eCascadile je zasada još uvijek nepoznata pa se samim time to područje ne može usporediti, ali koje može biti ključno za odabir tegljača. Iz navedenih sedam tehničkih značajka Tesla ima bolje rezultate u njih pet, dok su u jednom izjednačeni, ali vrlo važan segment još nije poznat, a to je cijena. Ako je cijena manja od Tesle, onda usprkos svim prednostima Tesle u dometu i punjenu, cjenovno je isplativiji za kupovinu eCascadilu zbog njegovim respektabilnih karakteristika i specifikacija. [28]

5 ZAKLJUČAK

Kao što je navedeno, teretna vozila ili kamioni su imala motor na unutarnje izgaranje od samih početaka pa sve do danas, međutim danas se sve češće iz različitih razloga, a ponajviše zbog okoliša u eksploataciji mogu vidjeti cestovna teretna motorna vozila na elektropogon ili na električni motor. Svakim danom proizvođači predstavljaju nove modele električnih teretnih vozila koja su sve naprednija i naprednija. Daljnjim razvojem teži se savršenstvu u razvoju elektromotora i baterija koje napajaju te elektromotore koji bi s vremenom trebali postati sve lakši, jeftiniji i otporniji na zadane uvjete koji se traže u današnjem transportu.

Električni motor je puno prihvatljivi u današnje vrijeme zbog velikog broja vozila u gradovima i samim time velikih zagađenja koje proizvode motori na unutarnje izgaranje. Samim time elektropogon je vrlo povoljna stvar s ekološke strane, ali i zbog tihog rada.

Ovim radom analizirano je postojeće stanje kamiona na elektropogon, kao i stanje koje se tek testira i koje će doći sa tim kamionima na elektropogon. Navedeni su modeli kamiona na električni pogon, isto tako i tegljači na elektropogon, kao i njihove značajke i prednosti. Neke prednosti još nisi poznate vanjskom svijetu jer se većina kamiona još uvijek testira pa su poznati podaci oni koji proizvođači žele dati u javnost. Daljnji razvoj električnog pogona dovest će do sve većeg broja električnih automobila, ali i kamiona i tegljača. U budućnosti se očekuju proizvodnja baterije s većim dometima, što će omogućiti zamjenu klasičnog s elektropogonom. Koje će onda u potpunosti nadmašiti vozila na unutarnje izgaranje čiju korist će imati i sam svijet. Upravo zbog povećane svijesti o važnosti očuvanja okoliša, većim zagušenjima u gradovima nastalom od smoga i nastalom bukom, potražnja za električnih vozilima je sve veća.

Stoga se može zaključiti kako će električni kamioni i tegljači biti sve prisutniji u skoroj budućnost. Samim time potrošačima će omogućiti lakše i jeftinije održavanje, veću iskoristivost vozila odnosno efikasnost i efektivnost vozila samim time i veći profit i zaradu. Teretnim vozilima na elektropogon neće profitirati samo kupci nego i ljudska zajednica pa su takva vozila savršena za budućnost.

LITERATURA

[1] Protega, V.: Nastavni materijal za predavanje iz kolegija Osnove tehnologije prometa, nastavna cjelina Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.,2010., str 25.

[2]Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.,2012., str.70

[3] [4] Stojkov. M, Gašparović. D, Pelin. D, H. Glavaš, K. Hornung, N. Mikulandra: ELEKRTRIČNI AUTOMOBIL-povijest razvoja i sastavni dijelovi, [.pdf];

[4] Zavada, J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb,2000., str.4

[5] https://bib.irb.hr/datoteka/717355.140925_Elektricna_Vozila_ms.pdf (17.studeni 2017.)

[6] http://www.electasol.hr/povijest/index.html; (17.studeni 2017.)

[7] http://www.akter.co.rs/evolucija-elektricnih-automobila-i-njihov-znacaj/

[8] https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A1012/datastream/PDF/view (18.studeni 2017.)

[9] Zakon o prijevozu u cestovnom prometu, Narodne novine br. 78/04, Zagreb, 2004. (19.kolovoz.2018.)

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_truck (18.studeni 2017.)

[11] https://en.wikipedia.org/wiki/Smith_Electric_Vehicles#Development (18.studeni 2017.)

[12]https://www.daimler.com/products/trucks/mercedes-benz/mercedes-benz-electric-truck.html (20.studeni 2017.)

[13]https://www.kamion-bus.hr/900/Elektricni-kamion-ukupne-mase-26-tona-i-200-km-dosega (20.studeni 2017.)

[14] https://www.kamion-bus.hr/954/Testiranja-prije-pocetka-serijske-proizvodnje (20.studeni 2017.)

[15] https://www.kamion-bus.hr/792/51500-km-bez-kvara (20.studeni 2017.)

[16] https://www.kamion-bus.hr/1115/350-km-na-struju?cookietime=1509962810 (21.studeni 2017.)

[17] https://www.kamion-bus.hr/1106/Cumminsov-elektricni-kamion (21.studeni 2017.)

[18] https://www.kamion-bus.hr/959/Elektricni-MAN-eTruck-stize-na-becke-ulice (21.studeni 2017.)

[19] https://www.tesla.com/semi/(21.studeni 2017.)

[20] https://www.kamion-bus.hr/1122/1032-KS-i-800-km (21.studeni 2017.)

[21] https://www.kamion-bus.hr/1003/Elon-Musk-najavio-Tesla-elektricni-tegljac (21.studeni 2017.)

[22] http://www.automostory.com/first-electric-car.htm (21.studeni 2017.)

[23]https://www.kamion-bus.hr/1649/Elektricna-flota-od-31-do-26-tona?src=XNASLZAD (19.kolovoz.2018.)

[24] https://www.kamion-bus.hr/1463/Volvo-FL-na-struju (20.kolovoz.2018.)

[25] https://www.kamion-bus.hr/1539/Jos-jedan-elektricni-Volvo (20.kolovoz.2018.)

[26] https://www.kamion-bus.hr/1578/eCascadia-je-Tesla-Semi-killer (21.kolovoz.2018.)

[27]https://www.overdriveonline.com/freightliner-enters-electric-truck-market-with-all-electric-cascadia/ (21.kolovoz.2018.)

[28] https://www.express.co.uk/life-style/cars/883329/Tesla-Semi-truck-price-cost (21.kolovoz.2018.)

[29] https://www.cvh.hr/propisi-i-upute/pravilnici/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/pravilnik-o-tehnickim-uvjetima-vozila-u-prometu-na-cestama/ (30.kolovoz.2018.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Prvo električno vozilo 3
Slika 2. Električni automobil Camillea Jenatzyja 4
Slika 3. Toyota Prius električni motor 5
Slika 4. Blok shema elemenata vozila na električni pogon 10
Slika 5. Primjer dimenzije tegljača s poluprikoplicom 13
Slika 6. Newton electric truck 16
Slika 7. Mercedes-Benz Urban eTruck 16
Slika 8. Mercedesov elektropogon 17
Slika 9. Elektropogon 18
Slika 10. Fuso 19
Slika 11. Fusov elektropogon 20
Slika 12. COOP kamion na elektropogon 21
Slika 13. E-FUSO Vision One 21
Slika 14. Renault Tucks D Z.E. 22
Slika 15. Model D Wide Z.E. 23
Slika 16. Volvo FL Electric 24
Slika 17. Model FE Electric 24
Slika 18. Cummins Aeos 27
Slika 19. MAN eTruck 28
Slika 20. Tesla Semi 29
Slika 21. Tesla Semi bez retrovizora 30
Slika 22. Interijer Tesle Semi 31
Slika 23. eCascadila 32

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba istosmjenih i izmjeničnih motora 9
Tablica 2. Nosivost tegljača sa poluprikolicom 12
Tablica 3. Usporedba dvije marke teretnog vozila 25
Tablica 4. Usporedba Tesle Semi i Freightliner eCascadile 32

POPIS HISTOGRAMA

Histogram 1. Prikaz tehničkih značajka Mercedes- Benz Urban eTruck i Volvo FE Electric 25
Histogram 2. Prikaz tehničkih značajka Tesle eSemi i Freightliner eCascadile..... 33

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako 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 rada pod naslovom **Eskploatacijsko tehničke značajke teretnih motornih vozila na elektropogon- stanje i trendovi**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 7.9.2018

Student/ica:

Đurđ

(potpis)