

KoREMA

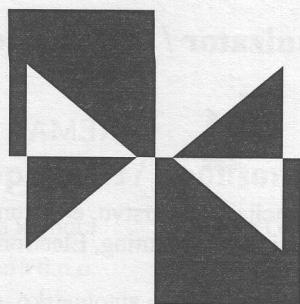
Zbornik radova
Proceedings

Tridesetpeti skup o prometnim sustavima
s međunarodnim sudjelovanjem
**AUTOMATIZACIJA
U PROMETU 2015**

35th Conference on Transportation Systems
with International Participation
**AUTOMATION IN
TRANSPORTATION 2015**

November 3-8, 2015

Zagreb – Croatia / London - England



KoREMA

Zbornik radova / Proceedings

**Tridesetpeti skup o prometnim sustavima
s međunarodnim sudjelovanjem**

**AUTOMATIZACIJA
U PROMETU 2015**

**35th Conference on Transportation Systems
with International Participation**

**AUTOMATION IN
TRANSPORTATION 2015**

Cestovni promet / Road Transportation

Pomorski promet / Maritime Transportation

Zračni promet / Air Transportation

Željeznički promet / Railway Transportation

Studeni / November 3-8, 2015

Zagreb – Croatia / London – England

Organizator / Organized by:



KoREMA

Hrvatsko društvo za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku /
Croatian Society for Communications, Computing, Electronics, Measurements and Control

Član Međunarodne federacije za automatsko upravljanje IFAC /
Member of the International Federation of Automatic Control IFAC

Tajništvo / Secretariat: Unska 3, P.O.Box 473, HR-10001 Zagreb
Phone: (+385 1) 612 98 69, 612 98 70, Fax: (+385 1) 612 98 70
E-mail: korema@korema.hr, URL: <http://www.korema.hr>

Pokroviteljstvo / Sponsorship:

Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture RH / Ministry of Maritime Affairs, Transport and
Infrastructure RH

Ministarstvo gospodarstva RH / Ministry of Economy, RH

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH / Ministry of Science, Education and Sports RH

Grad Zagreb / City of Zagreb

Zagrebačka županija / Zagreb County

Sveučilište u Zagrebu / University of Zagreb

Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Electrical Engineering and
Computing University of Zagreb

Elektrotehnički fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku / Faculty of Electrical
Engineering University Josip Juraj Strossmayer of Osijek

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu / Faculty of Electrical
Engineering, Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Split

Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Transport and Traffic Engineering
University of Zagreb

Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci / Faculty of Maritime Studies University of Rijeka

Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu / Faculty of Maritime Studies University of Split

Zajednica saveza osoba s invaliditetom Hrvatske – SOIH / Croatian Union of Associations of
Persons with Disabilities

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti - Znanstveno vijeće za promet / Croatian Academy of
Sciences and Arts - The Scientific Council for Traffic

Hrvatska komora inženjera tehnologije prometa i transporta Zagreb / Croatian Chamber of
Transport Engineers Zagreb

Hrvatska gospodarska komora / Croatian Chamber of Economy

KONČAR – Elektroindustrija d.d., Zagreb / KONČAR – Electrical Industries Inc.

Associazione Nazionale Ingegneri ed Architetti Italiani ANIAI, Roma, Italy

Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Wien, Österreich

Österreichische Ingenieur- und Architekten - Verein, Wien, Österreich

Közlekedéstudományi Egyesület, Budapest, Hungary

Sponzori / Sponsors:

Hrvatska gospodarska komora	Thales GmbH, Wien, Austria
HŽ - Infrastruktura d.o.o.	TRCpro d.o.o., Kranj, Slovenia
Knorr-Bremse GmbH, Austria	Tvornica elektro opreme Belišće d.o.o.
Končar - Električna vozila d.d.	Zračna luka Dubrovnik d.o.o.
Končar - Generatori i motori d.d.	Zračna luka Split d.o.o.
Promel Projekt d.o.o.	Međunarodna zračna luka Zagreb d.d.

Međunarodni programski odbor / International Program Committee

<u>K. Bombol (Macedonia)</u>	M. Marchis (Italy)
J. Božičević (Croatia)	M. Mehmedbašić (Bosnia and Herzegovina)
G. Fadin (Italy)	I. Sikora (England)
E. Hvid (Denmark)	P. Toth (Hungary)
L. Kos (Slovenia)	H. Warmuth (Austria)
M. Kulović (USA)	

Organizacijski odbor / Organizing Committee

Ž. Šakić, Croatia – president	
M. Anžek, Zagreb	B. Mikinac, Zagreb
H. Baričević, Rijeka	M. Mirić, Zagreb
M. Brkić, Zagreb	S. Pavlin, Zagreb
Ž. Hocenski, Osijek	D. Perović, Pula
D. Kezić, Split	D. Starčević, Zagreb
T. Macan, Dubrovnik	

Izdavač / Publisher:

KoREMA, Unska 3, Zagreb, Croatia

Urednik / Editor:

Željko Šakić

ISSN 1849-6466

Svi radovi su tiskani kao rukopis
All papers are printed in their original form

SADRŽAJ / CONTENTS

S. Lončarić, S. Šegvić: Computer vision for intelligent transportation systems	1
--	---

CESTOVNI PROMET / ROAD TRANSPORTATION

N. Sikirica, R. Filjar, S. Kos: A novel approach in GNSS positioning error interpretation for intelligent transport systems	9
I. Ištoka Otković, S. Maričić: Comparison of simulation results obtained by calibrated and non-calibrated microsimulation traffic model	13
K. Grgić, M. Ivošević, V. Križanović Čik: Routing challenges in vehicular ad hoc networks – current solutions and future trends	17
V. Danchevska, I. Cvetanovski, D. Danchevski: Pan-European transport corridors VIII and X in a function of sustainable development in the Republic of Macedonia	21
I. Marković, I. Ševo: Promet u funkciji održivog razvoja / Traffic in function of sustainable development	25
S. Muschet, R. Maršanić, D. Frka: Kvaliteta prometnice i njezin utjecaj na sigurnost u cestovnom prometu / Quality of transportation and its impact on security in road transport	29
A. Štrukelj, H. ml. Ličen: Experimental analysis of bridging structures.....	34
D. Mikuž, M. Otrin: The importance of climatic and mechanical testing in automotive industry.....	38
H. Glavaš, T. Barić, T. Keser: PEDELEC - bicikli s električkom podrškom / PEDELEC - Pedal Electric Cycle	41
D. Vuljaj, B. Ban, L. Grković, M. Vražić: Dimenzioniranje hibridnog pogona u MATLAB programskom paketu / Hybrid drive dimensioning using MATLAB.....	45
F. Sušac, Ž. Hocenski, I. Aleksi: Nadzor i snimanje značajki vožnje automobila radi optimiranja / Monitoring and recording features to optimize driving.....	49
Ž. Smojver, R. Mrvčić, H. Baričević: Prilog zaštiti okoliša kroz osuvremenjavanje javnog prijevoza u Gradu Rijeci / Contribution to environmental protection through the modernization of public transport in the City of Rijeka	53
S. Šolman, T. Tepeš: Model primjene članka 39. uredbe (EU) br. 165/2014 o tahografima u cestovnom prometu u Republici Hrvatskoj / Model of application of Art. 39. Regulation no. 165/2014 about tachographs in road transport in Croatia.....	57
D. Pupavac, F. Golubović: Ljudski resursi u prometu / Human resource in transport	62

POMORSKI PROMET / MARITIME TRANSPORTATION

S. Vilke, H. Barčević, B. Debelić: Značenje sjevernojadranskih luka Rijeke, Kopra i Trsta za paneuropski koridor V i ogranak V _b / Significance of Northern Adriatic ports Rijeka, Koper and Trieste for the Pan-European corridor V and branch V _b	66
A. Gudelj, M. Krčum, M. Čorić: Upravljanje i više-objektna optimizacija rasporeda poslova autonomnih vozila na kontejnerskom terminalu / Modelling and multiobjective optimization for automated guided vehicles at container terminals	71
M. Vražić, D. Vuljaj, Z. Hanić, M. Kovačić, D. Perović, G. Jelčić: Pristup optimiranju brodske elektroenergetske mreže s obzirom na više harmonike / Approach to ship power network optimization regarding total harmonic distortion	75
N. Knezović, M. Čičerić, M. Kaliterna-Zago, L. Staničić: Dizajn brodskih sustava u odnosu na klasnu oznaku SRtP na primjeru sustava komprimiranog zraka / Ship's system design in relation to SRtP class notation shown on compressed air system	80
M. Krčum, A. Gudelj, D. Šundrica: Optimizacija sustava upravljanja energijom na plovilima / Optimization of the power management system on the ship	84
D. Kezić, A. Šakota, J. Šoda: Upravljanje generatorom inertnog plina pomoću PLC-a / Control of inert gas generator using PLC-a.....	88

ZRAČNI PROMET / AIR TRANSPORTATION

I. Sikora: Aeronautical Risk assessment, modelling and proactive safety management system in aviation: a literature review	93
R. Rauch: Implementing IR390 (performance scheme for ans and network functions): a practical experience	98
I. Mehmedi, J. Lupeski: Determinants of competitiveness in the international air transport	102
S. Steriev, I. Mehmedi: Influence of performance of usability coefficient of the navigation units at Airport Skopje	106
M. Prpovski, I. Mehmedi: Preventive measures for planes that slide off the runway in Skopje Airport	109
Ž. Marušić, D. Bartulović, B. Baković: Metode hladne ekspanzije u svrhu prevencije zamora materijala u zrakoplovnoj strukturi / Cold expansion methods in order to prevent fatigue in ageing aircraft structures	112
A. Hucaljuk, Ž. Hocenski, T. Matić: Optimiranje dostave paketa u zračnom prometu / Air-mail packages delivery optimisation	116
I. Erceg, M. Kliman, D. Starčević, D. Haraminčić, V. Medoš, A. Katalinić: Rekonstrukcija daljinskog upravljanja i nadzora rada rasvjete kolničkih površina na stajankama međunarodne Zračne luke Zagreb / Upgrade of remote control and monitoring system for operation of apron's pavement surfaces lighting at Zagreb International Airport	120

ŽELJEZNIČKI PROMET / RAILWAY TRANSPORTATION

Lj. Bosak: Nova EU legislativa - četvrti željeznički paket / New EU legislation - Fourth Railway Package	125
L. Kos: Automation and safety of railway traffic in "EU"	129
R. Stadlbauer: Improving the safety of Railway traffic by interconnection of ETCS and condition monitoring	133
D. Vučić, D. Lalić: Mjerne postaje HŽ Infrastrukture d.o.o. (Sustav za automatsku kontrolu željezničkih vozila - AKZV) / Measuring stations of HŽ Infrastruktura d.o.o. (System for Automatic Control of Railway Vehicles - ACRV)	138
H. Novak, M. Vašak, V. Lešić: 25 State of the art control methods for energy efficient train operation in a railway traffic system	142
I. Uglešić, B. Franc, M. Šturlan, I. Matulić: Analiza izloženosti željezničke mreže kvarovima uzrokovanim atmosferskim pražnjenjima / Analysis of exposure of railway systems to failures induced by lightning strokes	146
Dž. Čelić: Paralelno sprezanje elektrovučnih podstanica u cilju smanjenja vršne snage i podešavanje zaštitnih releja / Parallel connection of traction substations for peak power reduction and adjustment of protective relays	150
I. Škrtić: Sustav koordinacije trasa (PCS) / Path coordination system (PCS)	154
J. Crnalić, J. Ninić, M. Šimić: Dizel električni motorni vlakovi serije 7 023 za HŽ Putnički prijevoz / Diesel electric multiple units series 7 023 for HŽ Putnički prijevoz	158
D. Kroflin, S. Lovrek, M. Puškarić: Mogućnosti povezivanja i upravljanja vlakova serije HŽ 6112 u višestrukom sastavu / Connectivity and possibility of controlling the several EMU's of HŽ 6112 series in one composition	164
A. Eršek, I. Gršković, Z. Ubrenkić: Sustav mjerenja utroška električne energije za željeznička vozila / Energy measurement system for electric traction units	168
J. Kunac, B. Radoš, M. Brkić: Uvođenje duljih vagona i vlakova za prijevoz kontejnera / Introduction longer waggons and trains for container transport	172

INDEX AUTORA / INDEX OF AUTHORS

Aleksi I.	49	Lovrek S.	164
Ban B.	45	Lupeski J.	102
Baričević H.	53, 66	Maković B.	112
Barić T.	41	Maričić S.	13
Bartulović D.	112	Marković I.	25
Boak Lj.	125	Maršanić R.	29
Brkić M.	172	Marušić Ž.	112
Crnalić J.	158	Matić T.	116
Cvetanovski I.	21	Matulić I.	146
Čorić M.	71	Medoš V.	120
Čelić Dž.	150	Mehmedi I.	102, 106, 109
Ćićerić M.	80	Mikuž D.	38
Danchevska V.	21	Mrvčić R.	53
Danchevski D.	21	Muschet S.	29
Debelić B.	66	Ninić J.	158
Erceg I.	120	Novak H.	142
Eršek A.	168	Otrin M.	38
Filjar R.	9	Perović D.	75
Franc B.	146	Prpovski M.	109
Frka D.	29	Pupavac D.	62
Gabud B.	120	Puškarić M.	164
Glavaš H.	41	Radoš B.	172
Golubović F.	62	Rauch R.	98
Grgić K.	17	Sikirica N.	9
Grković L.	45	Sikora I.	93
Gršković I.	168	Smojver Ž.	53
Gudelj A.	71, 84	Stadlbauer R.	133
Hanić Z.	75	Staničić L.	80
Haraminčić D.	120	Starčević D.	120
Hocenski Ž.	49, 116	Steriev S.	106
Hucaljuk A.	116	Sušac F.	49
Ištoka Otković I.	13	Šakota A.	88
Ivošević M.	17	Šegvić S.	1
Jelčić G.	75	Ševo I.	25
Kaliterna-Zago M.	80	Šimić M.	158
Keser T.	41	Škrtić I.	154
Kezić D.	88	Šoda J.	88
Kliman M.	120	Šolman S.	57
Knezović N.	80	Štrukelj A.	34
Kos L.	129	Šturlan M.	146
Kos S.	9	Šundrica D.	84
Kovačić M.	75	Tepes T.	57
Krčum M.	71, 84	Ubrenkić Z.	168
Križanović Čik V.	17	Uglešić I.	146
Kroflin D.	164	Vašak M.	142
Kunac J.	172	Vilke S.	66
Lalić D.	138	Vražić M.	45, 75
Lešić V.	142	Vučić D.	138
Ličen H. ml.	34	Vuljaj D.	45, 75
Lončarić S.	1		

PEDELEC - BIKIKLI S ELEKTRIČKOM PODRŠKOM

Hrvoje Glavaš, Tomislav Barić, Tomislav Keser

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet Osijek

Sažetak

PEDELEC je naziv za bicikli s električkom podrškom u vožnji. Električni motorom maksimalne snage 250 W pomaže vozaču do brzine 25 km/h. Rad daje pregled kratke povijesti razvoja, zakonske legislative, normi i osnovnih karakteristika PEDELEC-a. Pri tome poseban naglasak stavlja na potrebu za snagom, dinamičnu ispomocu u ovisnosti o brzini i sigurnosnim aspektima upotrebe.

PEDELEC - PEDAL ELECTRIC CYCLE

Abstract

PEDELEC name for bicycles with an electric motor supporting the ride, pedal electric cycle. Electric motor with maximum power of 250 W helps the driver until reach the speed of 25 km / h. The paper reviews the short history of PEDELEC development, legislation on field light electric vehicle, standards and PEDELECs basic characteristics. A particular focus is placed on the need for power during drive, dynamics of support depending on the speed and safety aspects of the PEDELEC use.

1. UVOD

Pisana povijest električnog bicikla započinje 1881. godine kada je francuz Gustave Truvé na tricikli stavlja električni pogon. Prvi patent US 552271A električnog bicikla na dva točka podnosi Ogden Bolton Jr. 1895. godine. John Schnepf 1899. godine patentira "friction drive". Panasonic 1975. proizvodi električni "pony" bicikli koji izgledom ne odudara od današnjih modela. Od 70'tih godina puno je različitih patenata ali možemo izdvojiti 1989. godinu kada Sanyo Enacle uvodi NiCd baterije. 1993. godine Yamaha električni bicikli uključuje Pedal-Assist-System. Yamaha je još 1993. godine koristila olovne akumulatore, 1995. godine prelazi na NiCd, a od 1999. godine na nekim modelima koristi NiMH. NiMH postaje standardna baterija od 2003. godine da bi samo godinu dana poslije 2004. godine Lilon preuzeo osnovnu ugradnju.

Možemo reći da era električnih bicikala počinje sredinom 90'tih godina padom cijene neomidijskih magneta zbog rastuće potrebe računalne industrije. Veća potražnja za PEDALEC-ima počinje 2005. godine prvenstveno zahvaljujući široj upotrebi Lilon baterija.

2. POJAM PEDELEC, LEV

Pojam PEDELEC javlja se 1999. godine, a dolazi od riječi pedal electric cycle koji je Susanne Bruesch osmislila u svom diplomskom radu a uz pomoć vodećih proizvođača u upotrebu pušta kako bi se u komunikaciji olakšalo razlikovanje različitih oblika lakih električnih vozila (LEV- light electric vehicle) [1]. Podjelu LEV prema [2] možemo izvršiti na:

PEDELEC vozilo koje samostalno može postići brzinu do 6 km/h a pružati ispomocu s električnim motorom maksimalne snage 250W do brzine 25 km/h. Prilikom upravljanja PEDELECom nije potrebno obavezno osiguranje, kaciga nije potrebna, a ni minimalna starosna dob od 15 godina nije uvjet za korištenje za razliku od ostalih oblika LEV

S-pedelec, brzi pedelec sa ispomocu do 45 km/h ili upravljani ručicom gasa do brzine 20 km/h (dozvoljene maksimalne snage motora 500-1000W). S-pedelec zahtjeva obavezno osiguranje ali ne i kacigu. S-pedelec mora imati ugrađen retrovizor.

e-skuteri za koje je potreba registracija i obavezno osiguranje maksimalne brzine 20 km/h upravljani ručicom gasa s mogućom ali ne i

nužnom ispomoći pomoću pedala i maksimalne snage motora 500W. Kaciga nije obavezna, ali retrovizor je.

e-bicikli u skladu s EU legislativo do 1000W maksimalne brzine 25 km/h, spadaju u kategoriju mopeda male snage i zahtijevaju: registraciju, osiguranje, retrovizor, ali ne i kacigu.

2.1. Osnovne karakteristike PEDELEC-a

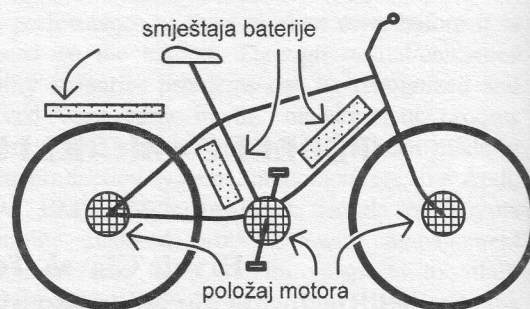
Najbolji opis PEDELEC-a je iskazan u direktivi EU 2002/24/EC koja se ne odnosi na pedelec ali analizira ostale vrste LEV na dva ili tri kotača:

"bicikli s pedalama koji su opremljeni jednim pomoćnim električnim motorom najveće kontinuirane nazivne snage od 0,25 kW, čija se izlazna vrijednost stalno smanjuje i konačno isključuje kad vozilo postigne brzinu od 25 km/h, ili prije, ako biciklist prestane gaziti pedale".

Legislativa u EU se razlikuje u odnosu na ostatak svijeta. Pedelec-i europskih proizvođača za tržište USA i Kanadu imaju motore od 350 W jer legislativa u USA dozvoljava motore do 750 W, a Kanada 500 W. U Europi Švicarska je dozvolila 500 W motore a brzinu ograničila na 25 km/h što je razumljivo uzimajući u obzir njihovu konfiguraciju terena.

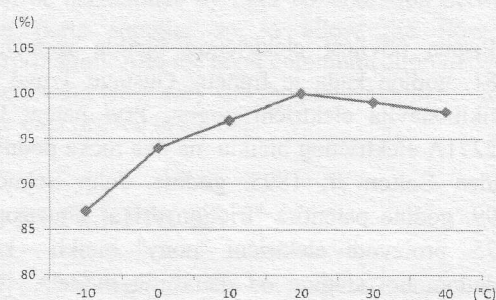
PEDELEC podliježe zahtjevima međunarodnog standarda koji se odnosi na bicikle EN 14764 "City and trekking bicycles - Safety requirements and test methods", ali pored njega mora udovoljiti zahtjevima EN 15194 "Cycles - Electrically power assisted cycles - EPAC bicycle" koji se odnosi na električni dio.

Postoje različita tehnička rješenja PEDALEC-a, ali u prosjeku fizičke dimenzije se kreću u rasponima: dužina bicikala od 150 do 220 cm, visina bicikla iznosi od 40 do 120 cm, širina upravljača može biti od 45 do 70 cm, promjer točka od 51 do 72 cm, a debljina pneumatika od 2,5 do 5cm. Tipična težina pedelec-a je 23-30 kg od čega 40% mase odlazi na motor (cca 7kg) i bateriju (Li-Ion 2,5 kg). Kalkhoff dopušta najveće bruto opterećenje na svojim modelima od 130 kg do 170 kg. Na slici 1 se može vidjeti tipičan položaj motora i baterije. Postoje razne analize optimalnog smještaja baterije i motora, ali od 2013. godine sve je više pedelec-a sa pogonom u srednjoj glavi i baterijom u rami između srednje glave i prednjeg točka. Taj razmještaj predstavlja optimum distribucije mase pri čemu je ugođaj vožnje najsličniji vožnji klasičnog bicikla.



Sl. 1. PEDELEC, položaj motora i baterije.

BATERIJA je najkritičniji element električnog bicikla jer predstavlja opasnost prilikom prekomjernog punjenja, kratkog spoja i fizičkog oštećenja [3]. Baterije koje nemaju BATSO - Battery Safety Organization certifikat ne bi trebalo ostavljati na punjaču bez nadzora ili preko noći. Baterije imaju ograničen vijek trajanja jamstvo uglavnom od dvije godine i svaki proizvođač koristi specifičan oblik kućišta. Od 2014. godine u EU raste pokret za standardizaciju baterija i sustava punjača koji se koriste u LEV i svoje zahtjeve planiraju pretočiti u WD 61851Part 3-3: Requirements for Light Electric Vehicles(LEV) battery swap systems, [4]. Optimalno temperaturno radno područje je od 10°C do 30°C. Niže temperature produljuju vrijeme punjenja a više predstavljaju opasnost od oštećenja. Temperatura utječe i na kapacitet baterije, slika 2.



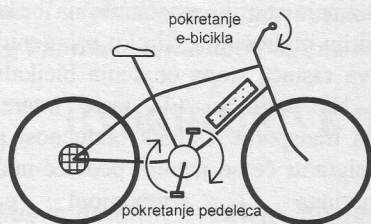
Sl. 2. Ovisnost kapaciteta baterije o temperaturi.

MOTOR za ugradnju u prednju i zadnju osovinu možete naručiti od više od 2500 dobavljača. Najpoznatiji proizvođači su 8fun, BioniX, TranzX, Panasonic. Pogone u srednjoj glavi proizvodi 17 proizvođača a najpoznatiji su Yamaha, Bosch i Panasonic. Friction drive je jedan od najčešćih oblika samogradnje, a 8fun motori za srednju glavu najjednostavniji oblik nadogradnje. Postoje i specifična tehnička rješenja, motori skriveni u cijevima rame "Vivax assist" i kompleti smješteni u točak "Copenhagen wheel".

KONTROLER je najmanje uočljiv element koji upravlja tokom energije prema motoru u skladu s informacijama koje prima od senzora. Kod starijih modela prisutan je senzor koji registrira okretanje pedale na način da magnetna sklopka daje impulse. Na novijim modelima osim senzora okreta postoji i senzor sile kako bi motor pružio optimalnu ispomoc.

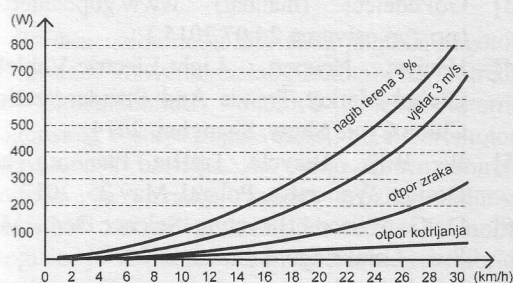
2.2. Upotreba PEDELEC-a

Pokretanje PEDELEC-a, slika 3., se svodi na uključanje sklopke na bateriji (ako postoji) pritiska tipke za uključanje (najčešće smještenoj na desnoj strani upravljača pred ručice kočnice) i odabira moda ispomoci. Nakon pripremnih radnji sjedamo i ponašamo se kao da vozimo klasični bicikl. U slučaju s-pedelec ili e-bicikla za pokretanje potrebno je okrenuti ručicu gasa na desnoj strani upravljača.



Sl. 3. Pokretanje pedelec-a / e-bicikla.

Prilikom vožnje najveći problem vozaču predstavljaju uzbrdice i jak vjetar. Prosječan vozač rekreativno razvija 100W, a u dobroj formi i do 200W. Profesionalni vozači razvijaju 200 do 300W. Na utrkama bilježimo 400W u kontinuitetu na relaciji od 14km. Potrebe za snagom prilikom vožnje najbolje opisuje slika 4. [5].



Sl. 4. Potrebna snaga u ovisnosti brzine.

Matematički opis potrebe za snagom definiran je izrazom [1]. Ovisnost i kretanje pojedinih varijabli detaljno su opisani u [6].

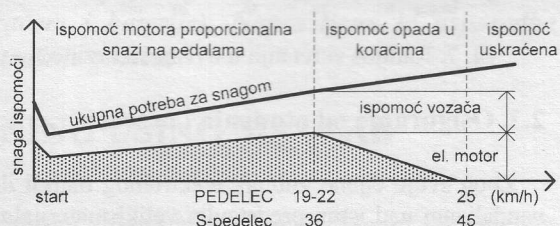
$$W = \left[K_a (V + V_w)^2 + g(m_r + m_b)(s + C_r) \right] \cdot V \quad [1]$$

gdje su:

- W - snaga na osovini
- K_a - faktor povlačenja
- V - brzina bicikla

- V_w - brzina vjetra
- m_r - masa vozača
- m_b - masa bicikla
- s - nagib u (%) (5 % = 0,05)
- C_r - opor kotrljanja gume 0,003
- g - 9,81 m/s²

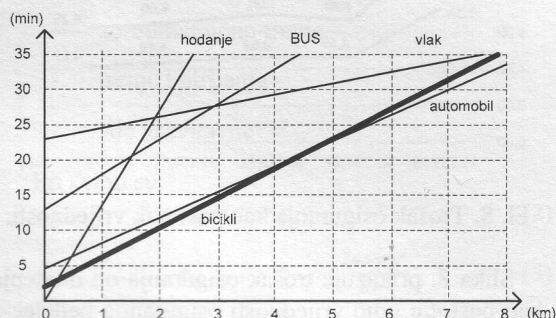
Ispomoć električnog motora kod pedelec-a najčešće je u tri stupnja. Dosadašnja iskustava autora, na starijim modelima, govore da je prvi mod najsličniji vožnji običnog bicikla samo bez napora (do 16km/h), drugi omogućuje brzine do 25 km/h, a treći mod služi za savladavanje uspona ili jakog vjetra pri čemu se nakon 25 km/h ispomoc naglo uskraćuje čineći ugođaj vožnje pomalo neugodnom, ali treći mod i nije namijenjen brzom vožnji. Ponašanje ispomoci tj. doprinosa električnog motora u ukupnim potrebama najbolje opisuje slika 5.



Sl. 5. Ispomoć motora u ovisnosti brzine.

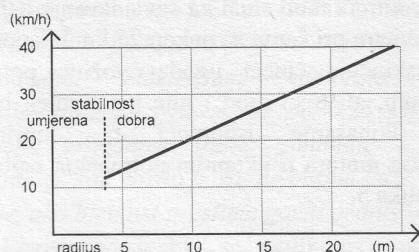
Doprinos električnog motora prisutan je od samog pokretanja i polako opada kada brzina kretanja pređe 19 km/h ako se radi o modelu s prednjim motorom ili 22 km/h u slučaju motora smještenog u srednjoj glavi. Ispomoć motora u najvećoj opciji "High" udvostručuje snagu vozača 1:2, srednji stupanj ispomoci "Standard" ima omjer ispomoci 1:1 dok najmanja ispomoc "Eco" daje motoru pola uloženog preko pedala, 1:0,5; [7].

Prosječna brzine prometovanja u gradovima EU: London (19 km/h), Berlin (24 km/h), Warsaw (26 km/h), Edinburgh (30 km/h), Rome (30 km/h), Glasgow (30 km/h), Bristol (31 km/h), Paris (31 km/h), Belfast (32 km/h), Munich (32 km/h), Amsterdam (34 km/h), Barcelona (35 km/h).



Sl. 6. Specifično vrijeme putovanja s različitim prometnim sredstvima.

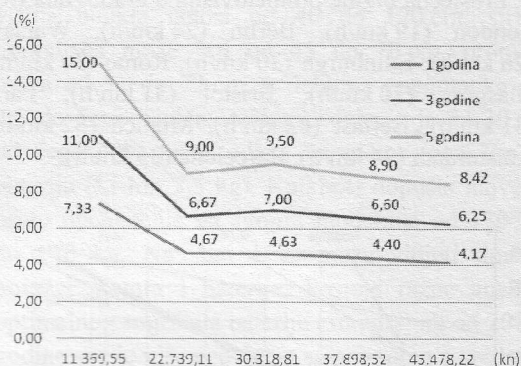
Slika 6. prikazuje specifično vrijeme prometovanja za različite oblike prometnog sredstva, [8]. Provedena mjerenja tijekom svibnja 2015. godine upućuju da je prosječna brzina prometovanja u Osijek automobilom (38,4-39,7 km/h), biciklom (12,5- 14,6 km/h), a pedelec-om (20 - 22,8 km/h). Prosječna brzina prometovanja pedelec-om i automobilom na naseljenom području visoke gustoće prometa je slična. Veća brzina u praksi dovodi do problema jer je radi stabilnosti potrebno povećati radijus kretanja prilikom skretanja, slika 7, [9].



Sl. 7. Radijus skretanja u ovisnosti brzine.

2.3. Osiguranje od otuđenja i nesreće

Zbog svoje cijene gubitak električnog bicikla ili vandalizam nad istim predstavlja veliki materijalni gubitak. Među prvim osiguravajućim kućama koje nude osiguranje bicikla je nizozemska ENRA osiguranje. U USA tijekom veljače 2012. uslugu osiguranja bicikla pruža SPOK osiguranje, a tijekom rujna u kaliforniji s radom počinje i Velosurance. Osiguranje pokriva: otuđenje, otuđenje dijelova i vandalizam; popravke u slučaju: slučajne štete, totalna šteta, sudara; osiguranje tehničkih sustava: baterije, elektroinstalacije; i pomoć na cesti. Osiguranje se može ugovoriti na jednu, tri ili pet godina.



Sl. 8. Trošak osiguranja kao postotak vrijednosti.

Slika 8. prikazuje trošak osiguranja od otuđenja kao postotni udio vrijednosti osiguranog pedelec-a za period osiguranja od: jedne, tri i pet godina [10] i pet različitih vrijednosti bicikla. Ukoliko

ugovaramo osiguranje koje će uključiti sve prethodno navedene opcije trošak na pet godina iznosi od 10,42 % do 19,00 %. Osiguranje bicikla na području RH moguće je samo u sklopu osiguranja stambenog objekta (cca 400 kn godišnje) pri tome potreban je posjedovati i račun od bicikla jer u suprotnom vrijednost se procjenjuje na 50% realnog iznosa. Ako u policu osigurane svari unutar objekta dodate odgovornost prema trećoj osobi moguće je pokriti troškove kada slučajno učinite štetu u prometu jer ste ju napravili s predmetom iz stambenog objekta.

3. ZAKLJUČAK

Pedelec je bicikli s električnim motorom snage 250W koji pruža ispomoć do brzine 25 km/h ne zahtjeva registraciju, obavezno osiguranje ni kacigu. Predstavlja idealno sredstvo za prometovanje starijim osobama, na brdovitim i/ili vjetrovitim područjima. Široku primjenu pedelec-a usporava rastuća stopa otuđenja bicikala i visoka cijena. Na području EU raste interes za tim oblikom transporta. Daljnja budućnost pozitivnog rasta osigurati će se javnim pedelec-ima u obliku bike-sharinga i izgradnjom parkirališne infrastrukture koja će pružati zadovoljavajuću zaštitu i opskrbu električnom energijom.

4. LITERATURA

- [1] <http://www.ecycleelectric.com/susanne-bruesch> (pristup ostvaren 24.07.2015.)
- [2] Ulf Hoffmann, Das Fahrradbuch, Kauf, Technik, Wartung, Reparaturen E-Bikes und Pedelecs, Stiftung Warentest, Berlin 2012.
- [3] GoPedelec! (manual) www.gopedalec.eu (pristup ostvaren 24.07.2015.)
- [4] Hannes Neupert, Light-Electric-Vehicles Global Market Trends And Standardization, China Cycle Show, Shanghai, 2014.
- [5] W. Wijk, Bicycle Traffic Planning and Design, Warszawa, Poland, May 25, 2012.
- [6] D. G. Wilson, Bicycling Science 3ed., MIT Press Cambridge, London, 2004.
- [7] Kalkhoff, User manual, Derby Cycle Werke GmbH 2013.
- [8] Rafael Urbanczyk, PRESTO Cycling Policy Guide Promotion of Cycling, Rupprecht Consult GmbH, Germany, 2010.
- [9] TUHH and ISOE, Handbook on Cycling Inclusive Planning and Promotion, Frankfurt am Main/Hamburg, November 2012.
- [10] <http://www.emotion-technologies.de/ebikes/versicherung> (pristup ostvaren 24.07.2015.)