

# Električna vozila i opterećenje elektroenergetskog sustava

---

**Klopotan, Vedran**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:034559>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-29**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Diplomski studij**

**Električna vozila i opterećenje elektroenergetskog sustava**

**Diplomski rad**

**Vedran Klopotan**

**Osijek, 2016.**

## Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

Osijek, 15.02.2016.

Odboru za završne i diplomske ispite

### Imenovanje Povjerenstva za obranu diplomskog rada

<b>Ime i prezime studenta:</b>	Vedran Klopotan
<b>Studij, smjer:</b>	Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnike, smjer: Elektroenergetika
<b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>	D-752, 2013/14
<b>Mentor:</b>	Prof. dr.sc. Ljubomir Majdandžić
<b>Sumentor:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	Prof. dr.sc. Srete Nikolovski
<b>Član Povjerenstva:</b>	Doc. dr.sc. Hrvoje Glavaš
<b>Naslov diplomskog rada:</b>	<b>Električna vozila i opterećenje elektroenergetskog sustava</b>
<b>Primarna znanstvena grana rada:</b>	
<b>Sekundarna znanstvena grana (ili polje) rada:</b>	
<b>Zadatak diplomskog rada:</b>	Ovim radom je potrebno analizirati moguć pozitivan ili negativan utjecaj električnih vozila na opterećenje elektroenergetskog sustava. Radom treba pokazati u kojim vremensim dijelovima dana bi bilo najbolje priključiti električna vozila na elektrodistribucijsku mrežu. Također treba dati analizu u slučaju značajnog udjela obnovljivih izvora energije, kao na primjer fotonaponskih sustava i vjetroelektrana, u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske. Navedeno je potrebno analizirati u slučaju da se 50% osobnih vozila u Hrvatskoj koriste kao električna vozila.
<b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):</b>	Vrlo dobar (4)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: Jasnoća pismenog izražavanja: Razina samostalnosti:

Potpis sumentora:

Potpis mentora:

Dostaviti:

1. Studentska služba

U Osijeku,                      godine

Potpis predsjednika Odbora:



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**ETFOS**

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK



## IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 15.02.2016.

Ime i prezime studenta:

Vedran Klopotan

Studij :

Diplomski sveučilišni studij Elektrotehnike, smjer: Elektroenergetika

Mat. br. studenta, godina upisa:

D-752, 2013/14

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Električna vozila i opterećenje elektroenergetskog sustava**

izrađen pod vodstvom mentora Prof. dr.sc. Ljubomira Majdandžića

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Zadatak diplomskog rada</b> .....	1
<b>2. ELEKTRIČNE BATERIJE</b> .....	2
<b>2.1. NiMH (nikal-metal-hibridna baterija)</b> .....	3
<b>2.2. Li-Ion (Litij ionska) baterija</b> .....	4
<b>2.2.1. Karakteristike Litij-ionske baterije</b> .....	5
<b>2.2.2. Samopražnjenje</b> .....	7
<b>2.2.3. Kapacitet baterije</b> .....	8
<b>2.2.4. Specifična energija</b> .....	8
<b>2.2.5. Gustoća energije</b> .....	9
<b>2.2.6. Specifična snaga</b> .....	9
<b>2.2.7. Efikasnost energije</b> .....	9
<b>2.2.8. SOC i SOH baterije</b> .....	10
<b>2.2.9. Primjer litij-ionske baterije i upotreba u električnim vozilima</b> .....	11
<b>2.3. Punjenje baterija električnih automobila</b> .....	13
<b>2.3.1. Standardi</b> .....	14
<b>2.3.1.1. Mode 1</b> .....	15
<b>2.3.1.2. Mode 2</b> .....	15
<b>2.3.1.3. Mode 3</b> .....	16
<b>2.3.1.4. Mode 4</b> .....	17
<b>2.3.2. Tipovi konektora</b> .....	17
<b>3. ELEKTROENERGETSKI SUSTAV</b> .....	20
<b>3.1. Kućanstva</b> .....	21
<b>3.2. Jalova snaga</b> .....	21
<b>3.3. Proračun vršnog (strujnog) opterećenja niskonaponskog izvoda</b> .....	22
<b>3.4. Odabir snage transformatora</b> .....	22
<b>3.5. Dimenzioniranje niskonaponskih vodova</b> .....	23
<b>3.6. Hrvatski elektroenergetski sustav i utjecaj električnih vozila</b> .....	25
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	40
<b>LITERATURA</b> .....	41
<b>SAŽETAK</b> .....	42
<b>ABSTRACT</b> .....	43
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	44

## SAŽETAK

U ovom diplomskom radu opisane su baterije koje se koriste u električnim vozilima kao i tipovi konektora za njihovo punjenje, te vrste punionica. Napravljena je i analiza opterećenosti elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske u slučaju znatnog prodora električnih vozila.

Znatnim korištenjem obnovljivih izvora energije kao što su fotonaponski sustavi i vjetroelektrane dobila bi se potrebna instalirana snaga za prihvatanje velikog broja električnih vozila, međutim ostaje pitanje što bi bilo s opterećenosti distributivnih transformatora, odnosno vodova.

Ključne riječi: električna vozila, punjenje, utjecaj, elektroenergetski sustav

## **ABSTRACT**

In this paper, different types of batteries and their charging connectors for use in electric vehicles were presented. Also, types of charging stations were described. Paper also contains load analysis of power grid of Croatia in case of significant penetration of electrical vehicles.

Utilizing renewable energy sources (PV systems and wind power) can result in sufficient installed power capacity for penetration of electric vehicles. Regardless of installed power capacity of energy sources, problem of transformers and power lines overload remains.

Key words: Electric vehicles, charging, impact, power grid