



# Početak razvoja hibridnoga skidera

U okviru Operativnoga programa »Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020.« pokrenut je projekt »Razvoj hibridnog skidera – HiSkid« unutar poziva »Ulaganje u znanost i inovacije« KK.01.1.1.04. Nositelj je projekta Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu zajedno s partnerom Fakultetom strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu. Projekt je pokrenut 20. prosinca 2019. godine, a predviđeno je trajanje projekta tri godine. Vrijednost projekta iznosi 4 772 915 kn i financiran je sredstvima Europskoga fonda za regionalni razvoj.

vlačenje dijelova stabala od mjesta sječe i izrade do traktorskoga puta koristi šumsko vitlo, a zatim pri kretanju po putu jedan kraj vučenoga tovara podiže od tla i oslanja na zadnji kraj vozila, dok drugi kraj tovara vuče po tlu. Zbog korištenja vitla pri izvlačenju skider se uglavnom kreće po traktorskim vlakama, što značajno utječe na smanjenje oštećenja šumskoga tla i mladih stabala.

U svijetu je trend razvoja ekološki prihvatljivih »zelenih« vozila koja će koristiti ekonomski i ekološki prihvatljive oblike energije. Sve veći zahtjevi za smanjivanje troškova rada strojeva zajedno s regulatornim pritiscima za niže emisije ispušnih plinova i buke dovode u pitanje budućnost skidera s dizelskim motorom kao jedinim izvorom pogona. Hibridni je pogon rješenje koje može zadovoljiti zahtjeve za niskim emisijama ispušnih plinova. Hibridni skider može koristiti manji dizelski motor kojemu dodatni izvor energije, elektromotor s baterijom, omogućuje rad u povoljnijem režimu, čime se poboljšava učinkovitost i smanjuje utjecaj na okoliš.

Cilj je projekta napraviti teoretski model hibridnoga pogona skidera koji obuhvaća dimenzioniranje pogonskih sastavnica, prilagodbu alata te projektiranje upravljanja primjenom suvremenih optimizacijskih postupaka temeljenih na preciznim i računalno učinkovitim matematičkim modelima i realnim podacima režima rada skidera.

Projekt će se provoditi kroz fazu eksperimentalnoga razvoja. Najveća je prepreka razvoju hibridnoga pogona skidera nepoznavanje ukupne potrošnje energije pri radu skidera na privlačenju drva u različitim eksploatacijskim uvjetima. Zato je potrebno obaviti terenska mjerenja na postojećim vozilima kako bi se precizno odredila potrošnja energije pri različitim radnim zahvatima i u različitim terenskim uvjetima. Mjerenja će provoditi članovi projektne tima Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na dvjema različitim reljefnim lokacijama, u brdskom području u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji i gorskom području u Ličko-senjskoj županiji. Mjerenja će se provesti na skiderima Ecotrac 120 V i Ecotrac 140 V u stvarnom radu privlačenja drva. Na projektu se nastoje razviti suvremene metode određivanja potrošnje energije skidera po radnim sastavnicama koje uključuju nabavu suvremenih mjernih uređaja uz razvoj daljinskoga prijenosa podataka.



**Slika 1.** Opći podaci o projektu KK.01.1.1.04.0010 »Razvoj hibridnog skidera – HiSkid«

**Fig. 1** General information about the project KK.01.1.1.04.0010 »Development of a hybrid skidder – HiSkid«

Skideri su važan dio šumske tehnike koji se proizvodi i koristi u Hrvatskoj. Skider se prema normi ISO 6814:2000 definira kao šumsko zglobno samohodno vozilo za privlačenje stabala ili dijelova stabala. Pod privlačenjem se smatra micanje cijelih stabala ili dijelova stabala (deblo, drvni sortiment) od mjesta sječe i izrade do pomoćnoga stovarišta. Zbog potrebnih tehničkih zahtjeva za izvođenje privlačenja u šumskim terenskim uvjetima skider za pri-

Za mjerenje potrošnje energije skidera koristit će se adapteri CAN Bus za priključivanje na računalo vozila, sustav FMS za prikupljanje i prijenos mjernih podataka, protočni mjerač goriva te analizator ispušnih plinova. Za određivanje terenskih čimbenika koji utječu na potrošnju energije koristit će se uređaj GNSS, totalna geodetska stanica i bespilotna letjelica. Navedena oprema služiti će za određivanje nagiba terena i površinskih prepreka te položaj šumskih cesta.

Nakon provedbe mjerenja analizirat će se i obraditi prikupljeni podaci koji će služiti kao osnova za razvoj pogona hibridnoga skidera. Članovi projektnoga tima Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu na temelju dobivenih podataka napraviti će računalni model pogona skidera te korištenjem suvremenih optimizacijskih alata odabrati će najpovoljniju strukturu hibridnoga pogona te dimenzije elemenata hibridnoga pogona (motor s unutarnjim izgaranjem, elektromotor, baterije). Radi optimalnoga rada pojedine sastavnice pogona projektirat će se i upravljanje hibridnim pogonom kako bi se iskoristio puni potencijal uštede energije. Osim modifikacije samoga pogona skidera projekt obuhvaća i prilagodbu pomoćnih alata poput šumskoga vitla. Na hibridnom pogonu predviđa se upotreba električnoga ili elektrohidrauličnoga vitla da bi se što više smanjila potrošnja energije i optimizirao rad. Predviđa se i izrada eksperimentalnoga postava elektrohidrauličnoga vitla radi izrade preciznoga matematičkoga modela pogona vitla koji će se najbolje uklopiti u hibridni pogon skidera.

Konačni je cilj projekta da se napravi idejno rješenje hibridnoga skidera koje će biti temelj za prototip koji se daljnjim razvojem može ponuditi na tržištu kao inovativni proizvod visoke dodane vrijednosti. Nove razvijene metode mjerenja, izmjereni i analizirani podaci radnoga ciklusa skidera u stvarnim radnim uvjetima te dobiveni matematički modeli i upravljački algoritmi, temeljeni na tim podacima, moći će se koristiti i za razvoj hibridnih i drugih alternativnih pogona različitih tipova vozila u šumarstvu i u srodnim područjima. Tehnička rješenja i modeli razvijeni tijekom projekta proizvođači strojeva i oruđa poslije mogu dodatno usavršiti i dizajnirati. Time bi se proširio asortiman proizvoda, ali i osnažio položaj na europskom i svjetskom tržištu.

U dosadašnjim aktivnostima na projektu provedena su mjerenja tehničkih svojstava skidera Ecotrac 120 V i Ecotrac 140 V, odabrana su mjesta istraživanja i način prikupljanja podataka o strukturi vremena

rada i učincima skidera. Obavljen je pregled i odabir skidera na kojima će se obaviti mjerenje, pregledani su traktorski putovi i vlake koje treba snimiti za potrebe realizacije projekta te su preuzete karte mogućih mjesta istraživanja. Nabavljeni su analizatori ispušnih plinova na dizelskim motorima s uređajem za mjerenje zacrnljenja i uređaj GNSS te je u postupku razvoj novih metoda mjerenja i prikupljanja podataka. Početak se terenskih mjerenja očekuje uskoro.

Na osnovi početnih istraživanja članovi projektnoga tima objavili su dva znanstvena rada:

J. Karlušić, M. Cipek, D. Pavković, J. Benić, Ž. Šitum, Z. Pandur, M. Šušnjar, 2020: Simulation models of skidder conventional and hybrid drive. *Forests* 2020, 11, 921: 2–19. (doi:10.3390/f11090921)

M. Pandur, M. Šušnjar, M. Bačić, 2020: Battery technology – Use in forestry. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 41(2): 14 p. (doi:10.5552/crojfe.2021.798).

Članovi projektnoga tima s Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu izv. prof. dr. sc. Danijel Pavković i doc. dr. sc. Mihael Cipek predstavili su dva znanstvena rada na međunarodnom savjetovanju 4<sup>th</sup> SEE SDEWES Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, održanom od 28. lipnja do 2. srpnja 2020. godine u Sarajevu, Bosna i Hercegovina:

M. Cipek, J. Karlušić, D. Pavković, J. Benić, Ž. Šitum: Benefit assessment of skidder powertrain hybridization.

D. Pavković, M. Cipek, Ž. Šitum, J. Benić, M. Šušnjar: Hybrid power-trains for sustainable forestry – A review.

Projekt je predstavljen i na Prvoj konferenciji Hrvatske udruge za razvoj i primjenu vodikovih gorivnih članaka »Čisti vodik u razvoju, proizvodnji i primjeni u Hrvatskoj« 24. rujna 2020. godine.

Više informacija o projektu nalazi se na ovim stranicama:

<https://www.sumfak.unizg.hr/hr/znanstveni-rad-i-medjunarodna-suradnja/projekti/razvoj-hibridnog-skidera-hiskid-efrr-projekt/>  
[www.hiskid.hr](http://www.hiskid.hr)

[www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr)

<https://strukturnifondovi.hr/eu-fondovi/esi-fondovi-2014-2020/op-konkurentnost-i-kohezija/>

<https://arhiva.strukturnifondovi.hr/natjecaji/1421>

Zdravko Pandur, Hrvoje Kopseak