

Projekt EU FluMaBack

V razvoj podpornih komponent v UPS-sistemih na osnovi gorivnih celic vključeno slovensko znanje

Mitja MORI

Ena izmed prioritet raziskav na področju energetike je razvoj sistemov za trajnostno izrabo predvsem okolju prijaznih virov energije. Ob tem, ko je glavni poudarek raziskav na razvoju novih tehnologij, pa obstaja pomemben potencial v razvoju podpornih (angl. Balance of Plant – BoP) komponent, ki zagotavljajo optimalno delovanje celotnega sistema. Projekt FluMaBack (slovenski prevod: razvoj podpornih komponent za pripravo delovnih snovi za izboljšanje delovanja sistemov brezprekinitvenega napajanja z gorivnimi celicami) je namenjen izboljšavam obstoječih in razvoju novih podpornih komponent v sistemu brezprekinitvenega napajanja (Uninterrupted Power Supply – UPS) na osnovi polimernih (PEM) gorivnih celic s poudarkom na puhalu za zrak, obtočnem puhalu za vodik, prenosniku toplote in vlažilniku zraka. Glavni cilji so izboljšanje celotnega energijskega izkoristka, območja delovanja podpornih komponent, podaljšanje življenjske dobe sistema ob hkratnem znižanju proizvodnih stroškov BoP-komponent in celotnega sistema.

Iz Slovenije so v projekt vključeni kar trije izmed desetih partnerjev v konzorciju projekta: **Fakulteta za strojništvo** (Laboratorij za termoelektrotehniko), **Inštitut Jožef Stefan** (Odsek za sisteme in vodenje) in **Domel, d. d.**, kot zelo pomemben partner iz industrije. Vsi so intenzivno vključeni v razvoj BoP-komponent, od katerih sta puhalo za dobavo zraka in obtočno puhalo za

vodik proizvod Domela. Vsi nudijo potrebno znanje ostalim partnerjem pri razvoju vlažilnika zraka in prenosnika toplote, proaktivno so vključeni v proces diseminacije rezultatov in vrednotenja okoljskih vplivov izdelave in delovanja UPS-sistema v celotni življenjski dobi. Osnovni namen uporabe sistema brezprekinitvenega napajanja je kot »back-up« sistem na področju telekomunikacij.

Projekt, v katerega je vključenih 10 partnerjev iz štirih držav, je razdeljen na sedem delovnih sklopov. Glavni koordinator Electro Power Systems iz Torina je končni proizvajalec UPS-sistema dveh različnih nazivnih električnih moči – 3 kWe in 6 kWe. Srce sistema brezprekinitvenega napajanja (v nadaljevanju UPS-sistem) predstavlja polimerna gorivna celica nizozemskega podjetja Nedstack, ki ji je potrebno dodati pomembne podporne komponente, ki bodo zagotovile idealne pogoje za delovanje celice in ob tem za svoje delovanje ne bodo

potrebovale veliko energije. Glavni razvoj je tako usmerjen v puhalo za zrak, vlažilnik zraka, prenosnik toplote, obtočno puhalo za vodik in izboljšano integracijo podpornih komponent v sistem za zanesljivejše obratovanje z višjim energijskim izkoristkom. Razvojne ekipe so na začetku projekta razpolagale z nekaterimi že obstoječimi komponentami, ki pa so bile predimenzionirane, predrage ali pa njihove obratovalne karakteristike niso ustrezale obratovalnim zahtevam.

Na *sliki 1* so prikazane osnovne komponente, ki so predmet raziskav in razvoja. Puhalo za zrak in obtočno puhalo za vodik, ki je nov proizvod, proizvaja slovensko podjetje **Domel** iz Železnikov, eden izmed ključnih partnerjev projekta z dolgoletnim uspešnim delom na tem področju. Prenosnik toplote in nov odtočni sistem za kondenzat je proizvod podjetja **Onda** iz Italije, vlažilnik vstopnega zraka, ki prav tako predstavlja nov proizvod, pa je razvilo podjetje **Tubiflex**, prav tako



Slika 1. Shema osnovne zasnove sistema s podpornimi komponentami

Doc. dr. Mitja Mori, univ. dipl. inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo



iz Italije. Integracija komponent in meritve delovanja potekajo ločeno v **Nedstacku** na Nizozemskem in **Environment Parku** v Torinu v Italiji. **Fakulteta za strojništvo**, natančneje Laboratorij za termoenergetiko pod vodstvom prof. Sekavčnika, ima pomembno vlogo v delovnih sklopih podpore proizvajalcem komponent z znanji numeričnih simulacij tokovnih razmer v podpornih komponentah in pri vrednotenju okoljskih vplivov sistema (Life Cycle Assessment) v fazi proizvodnje in delovanja sistema. Tretji slovenski partner **Inštitut Jožef Stefan** (Odsek za sisteme in vodenje) nudi vso potrebno podporo proizvajalcem komponent pri avtomatizaciji, meritvah, diagnostiki in krmiljenju komponent in celotnega sistema, da ta deluje zanesljiveje, z manj nepredvidenimi zaustavitvami in posledično dosega višji energijski izkoristek ter daljšo življenjsko dobo.

Vodikovo obtočno puhalo in vlažilnik zraka sta povsem nova izdelka, razvita v okviru projekta FluMaBack, medtem ko je bilo puhalo za zrak s pomočjo dolgoletnih izkušenj in znanja podjetja Domel predhodno razvito in prilagojeno obratovalnim zahtevam, ki jih narekuje narava delovanja gorivne celice. Najintenzivnejši razvoj je v Domelu potekal na povsem novem obtočnem puhalu za vodik, pri čemer se je zaradi posebnih lastnosti vodika kot delovnega medija pokazalo, da optimizacija delovanja in še posebej doseganje ustrezne življenjske dobe predstavljata velik izziv pri razvoju. Za vodik so značilne njegove izredno majhne molekule, zato je tesnjenje močno oteženo. Poleg tega vodik ni združljiv z nekaterimi materiali, običajno uporabljenimi za tesnila, maziva in druge dele puhala, zato je bilo potrebno poiskati ustrezne alternative. Pomemben izziv je zagotavljanje ustrezne življenjske dobe komponent, od

katerih je odvisna tudi življenjska doba celotnega sistema. Tako komponente kot celoten sistem naj bi obratovali vsaj 10.000 ur brez večjih posegov in potrebe po vzdrževanju. Izdelani so bili trije prototipi, zadnji je prikazan na *sliki 2*.

Za optimiranje podpornih komponent v UPS-sistemu je potrebno temeljito poznavanje dinamike tekočin v vseh delih sistema, kot npr. v vlažilniku na *sliki 3*. Le tako je mogoče doseči zelene obratovalne karakteristike posameznih komponent, ki zagotavljajo doseganje predvidenih karakteristik sistema. Ekipa Laboratorija za termoenergetiko Fakultete za strojništvo je v projektu nudila potrebno numerično podporo v fazi optimiranja in razvoja komponent.

Poleg funkcionalnih zahtev pa predstavlja poseben izziv življenjska doba komponent. Za njeno podaljšanje morajo biti komponente robustnejše in odporne na okvare ter poškodbe, kar pa je običajno povezano z večjo porabo materiala in energije za izdelavo. Veliko zahtev projekta se tako medsebojno izključuje, zato je iskanje optimalne rešitve toliko bolj kompleksen izziv.

Kot ena izmed zahtev projekta je tudi vrednotenje okoljskih vplivov proizvodnje in delovanja UPS-sistema. Obseg osnovne študije, ki jo je



Slika 2. Puhalo za vodik

Fluid Management component improvement for Back up fuel cell systems – FluMaBack

www.flumaback.eu

...

Referenca:

FCH JU 301782

Področje:

SP1-JTI-FCH.3: Proizvodnja električne energije & SPTE

Tip:

Raziskave in tehnološki razvoj

Tema:

SP1-JTI-FCH.2011.3.3: Izboljšanje komponent za stacionarne sisteme proizvodnje električne energije

Začetek:

1. julij 2012

Konec:

30. junij 2015

Trajanje:

36 mesecev

Proračun:

4.44 milijonov €

Sofinanciranje:

2,77 milijonov €

...

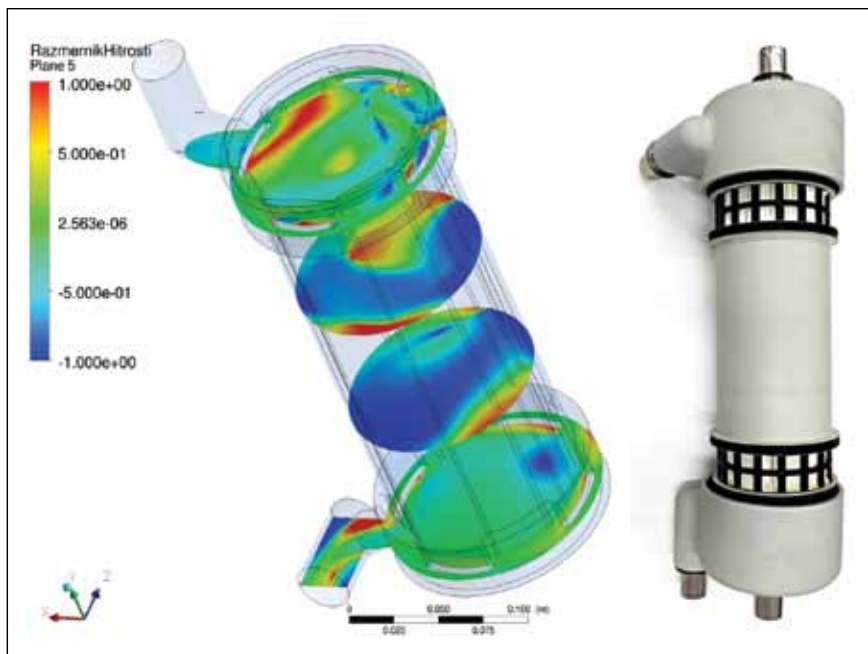
Glavni cilji:

- izboljšanje delovanja podpornih (BoP) komponent s stališča zanesljivosti
- podaljšanje življenjske dobe podpornih (BoP) komponent
- znižanje proizvodnih stroškov komponent
- poenostavitev procesa izdelave in sestavljanja sistema
- izboljšanje energijskega izkoristka sistema

...

Glavni poudarki:

- puhalo za zrak
- obtočno puhalo za vodik
- prenosnik toplote
- vlažilnik zraka



Slika 3. Vlažilnik zraka: prototip (levo), hitrostne razmere znotraj vlažilnika zraka (desno)

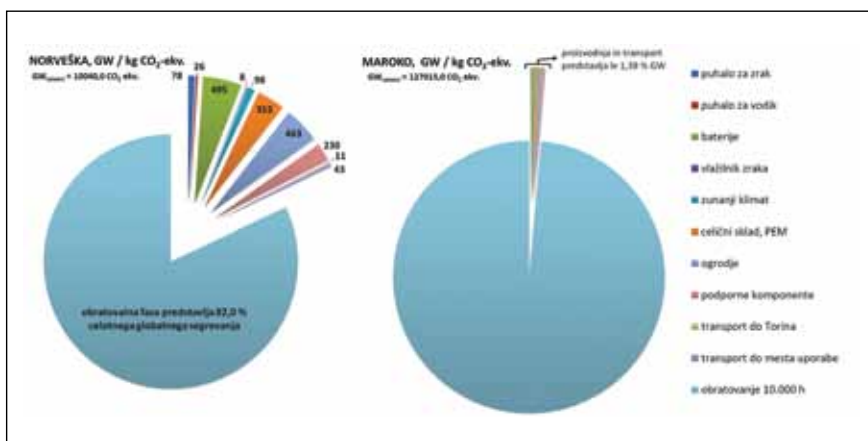
izvajala Fakulteta za strojništvo, je od začetka do konca obratovalne dobe sistema – 10.000 ur ali 10 let. Podrobno so analizirani okoljski vplivi znotraj proizvodnega procesa in primerjava s fazo obratovanja, pri čemer sta v obratovalni fazi analizirana dva primera lokacij končne uporabe UPS-sistema kot back-up sistem na področju telekomunikacij: Marakeš (Maroko) in Oslo (Norveška) (slika 4). Proizvodnja vodika v obeh primerih poteka z elektrolizo vode, vendar gre dejansko za ekstremna primera, saj v Maroku kar 91 % električne energije proizvedejo iz fosilnih goriv, medtem ko na Norveškem kar 95 % električne energije v energijski mešanici proizvedejo hidroelektrarne.

Pomemben rezultat okoljske analize je ugotovitev, da so vodikove tehnologije z okoljskega vidika primernejše za uporabo v sistemih brezprekinitvenega napajanja od konvencionalnih tehnologij (motor z notranjim zgorevanjem). Zmanjševanje okoljskih vplivov proizvodnje in skrb za trajnostni odnos do okolice so pomembne prioritete za mnoga podjetja, v prihodnosti pa lahko pričakujemo še večji razmah takšne miselnosti. Kljub vsemu je treba poudariti, da k negativnim okoljskim vplivom največ prispeva faza obratovanja. To pomeni, da so ključnega pomena način pridobivanja vodika in obratovalne karakteristike podpornih komponent in s

tem celotnega sistema, ki bistveno vplivajo na porabo vodika med obratovanjem.

Eden izmed ciljev projekta je analiza trga in priložnosti s stališča podpornih komponent kot tudi celotnega UPS-sistema. Trenutno je na trgu v začetni fazi in z le malo resne konkurence vlažilniku zraka in puhalu za vodik, nekoliko večja je konkurenca na področju puhalu za zrak in celotnega UPS-sistema. Celotna poslovna strategija, preboj tehnologije in komercializacija temeljijo na naslednjih predpostavkah: uporaba v severni Afriki kot back-up sistem na območjih z dnevnimi do triurnimi prekinitvami dobave električne energije (ok. 1000 h/leto), potreba severne Evrope po UPS-sistemih v telekomunikacijskih aplikacijah z izpadi električne energije okoli 200 h letno, potreba v državah v razvoju po sistemih z integrirano uporabo OVE (sonce, veter) z dodanim elektrolizerjem za proizvodnjo vodika ter hranilnikom vodika.

Projekt se zaključi julija 2015. V sklepnih fazi potekajo intenzivna testiranja obratovalnih karakteristik in zadnje izboljšave komponent. Nekatere komponente bo mogoče uporabiti tako v manjši, 3-kilovatni, kot tudi v večji, 6-kilovatni, izvedbi UPS-sistema, kar bo v prvi vrsti ugodno vplivalo na proizvodne stroške. Pri razvoju takšnih komponent je vendarle treba upoštevati izrazito različne zahteve obeh različnih sistemov, saj večji sistem zahteva dvojno količino zraka in vodika, generira dvojno količino toplote itd. S tem je potrebno sprejeti tudi določene kompromise glede obratovalnih karakteristik. V okviru projekta je bila dosežena večina zastavljenih ciljev, poleg tega pa so pomemben rezultat tudi nova znanja in izkušnje na področju vodikovih tehnologij ter njihovega vpliva na okolje in trajnostni razvoj. K tem rezultatom so dali bistven prispevek tudi slovenski partnerji, ki jim je tako projekt FluMaBack omogočil še en korak v prodoru na zahteven in hitro rastoč trg vodikovih tehnologij.



Slika 4. Globalno segrevanje za fazo proizvodnje in obratovanja 10.000 h – levo Oslo, desno Marakeš