

## DIZAJN MULTIFUNKCIONALNE RASHLADNE PLATFORME ZA LAPTOPE

### DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL COOLING PLATFORM FOR LAPTOPS

V. prof. dr. sc. Amra Talić-Čikmiš  
Trkulja Danijel  
Mašinski fakultet u Zenici  
Univerzitet u Zenici, Zenica

#### REZIME

*Dizajn multifunkcionalne rashladne platforme za laptove nastao je na osnovu mogućnosti ujedinjenja više proizvoda u jedan, sa primarnom funkcijom eksterne rashladne prenosive jedinice koja sadrži dodatne pogodnosti kroz ispunjavanje sekundarnih funkcija, na zahtjev krajnjeg korisnika, kao što su mogućnost pripajanja multi-port USB hub-a za komunikaciju više uređaja nego u standardnih jedinica. Neke od mnogobrojnih mogućnosti platforme su: samostalno napajanje putem lithium-ion akumulatora / baterija, signalizacija moda rada sa LED diodama, headset ulaz (slušalice / mikrofon), punjač za mobitele, prostor za bateriju za produženi rad laptova i drugih perifernih uređaja.*

**Ključne riječi:** dizajn, rashladna platforma, simulacije, 3D printanje, temperatura

#### ABSTRACT

*The idea for making a multifunctional cooling platform came based on the possibility of combining more products into one, with the primary function of an external cooling transportable device that has the added comfort of fulfilling secondary functions, based on the demand of the end consumer. Some of these secondary functions would be connecting a multi-port USB hub for communicating with more devices than what the standard devices offer, like self-powered power unit with lithium-ion accumulators, LED signalization, headset plug-ins, mobile chargers, battery space and other peripheral devices.*

**Keywords:** design, cooling platform, simulations, 3D printing, temperature

#### 1. UVOD

U radu je prikazan razvoj idejnog rješenja rashladne platforme sa mogućnošću modularne implementacije elemenata za ostvarivanje sekundarnih funkcija. Idejno rješenje predstavlja novu ideju i novi dizajn, pri čemu ne koristi metalnu rešetku kao podlogu niti kućište, kao većina proizvoda prisutnih na tržištu, nego 3D printanu mrežu od PLA materijala čija je funkcija usmjeravanje protoka hladnog zraka površinom laptova, uzimajući u obzir raspored komponenti modela. U ranijim istraživanjima i rješenjima za interno hlađenje komponenti laptova, kao što je Peltier cooling and mass airflow based laptop cooling device [7], pokazano je da interni sistem regulisanja temperature, iako zadovoljavajući, nije efikasan za rješavanje problema. Proizvođači elektronske opreme predvidjeli su da je laptop prenosivi uređaj

pogonjen baterijama koje ovisno o modelu traju par sati i tada ih treba nadopuniti. Za taj period dimenzionisane su rashladne komponente, ventilatore i hladnjake – unutar plastičnog kućišta koje je loš izbor za toplotni provodnik. Nagomilana temperatura na aluminijskim hladnjacima se putem ventilatora izbacuje kroz bočne proreze na laptopima. Potrebna energija za rad ventilatora se kroz napojnu jedinicu uzima iz baterija, što ih dodatno opterećuje. Može se zaključiti da se laptop u praksi koristi nenamjenski, odnosno za dugotrajan i konstantan rad, za što je inače predviđen desktop računar. Razlozi su ekonomske i praktične prirode, lakši je za upotrebu, prenosiv je i u današnje vrijeme dovoljno jake konfiguracije. Upotrebom dodatnog hladnjaka bi se dala mogućnost da se rad internog ventilatora laptopa rastereti i produži vrijeme rada i vijek trajanja komponenti laptopa. Kombinacijom sa elementima koji ostvaruju sekundarne funkcije platforme, dajemo širinu i komociju pri radu koja odgovara više grupa krajnjih korisnika, studenata, profesora, kao i pri svakodnevnoj upotrebi prenosivih računara.

## **2. PRINCIP RADA RASHLADNE PLATFORME**

Potreba za razvojem rashladne platforme za laptope javila se zbog ubrzanog napretka hardware-a i komponenti koje se koriste u njima, kao i ubrzan razvoj sve zahtjevnijih software-a koje korisnici koriste na svojim jedinicama. Opterećenje se pojačava još i dugotrajnom upotrebom bez pauza, dok su rashladni sklopovi unutar laptopa prilagođeni za „lakši“ vid upotrebe od desktop računara za ograničene vremenske periode, uglavnom usklađenim za vrijeme trajanja jednog ciklusa punjenja baterije.

Pristup konstruiranju i izradi dodatnog hladnjaka za laptop zahtijevao je analizu i prikupljanje podataka, razradu pojedinačnih elementarnih funkcija i njihovih mogućih izvršioaca [2,3] do konačnog idejnog rješenja[3]. Mehanička konstruktivna šasija izrađena 3D printanjem sa dodatnim elementima, usb hubovima, punjačem, regulatorom snage, sensorima, prekidačima, kanalima za ravnomjerman raspored i protok zraka cijelom površinom dna laptopa. Dodavanjem kanala za protok zraka otklonjeno je nepoželjno vrtložno kretanje rashladnog medija, u ovom slučaju zraka, koje bi uzrokovalo nastanak slabije hladjenih mjesta i dodatno opteretilo i usporilo rad ventilatora. Pregradom na  $\frac{1}{2}$  visine dodatnog hladnjaka spriječeno je miješanje hladnog i toplog zraka zagrijanog laptopom koji se trostrano izbacuje vani. Sa prednje strane konstrukcija je zatvorena, da ne ometa korisnika u radu, izbacivanjem prašine i toplog zraka. Na prednju stranu konstrukcije može se montirati neki od dodataka, ili više njih, kao što su led dioda, prekidači, utičnica za napajanje i ostalo po potrebi krajnjeg korisnika. Otvor u dnu hladnjaka, centralnom dijelu ovisi o tipu ventilatora. Pri izboru tipa ventilatora, aksijalnog, radijalnog, aksi-radijalnog, te drugih rješenja u obzir uzimamo i nivo buke, odnosno šuma pri forsiranom radu. Napajanje platforme se može vršiti na tri načina, direktno iz električne mreže, ugradnjom li-ion baterija, odnosno kombinacijom više njih spojenih u seriju, ili pomoću napajanja direktno iz laptopa. Varijanta sa napajanjem direktno iz laptopa se ne preporučuje zbog dodatnog opterećenja baterija i USB izlaza, ali je moguća i većina trenutnih rješenja na tržištu se oslanja na ovaj način napajanja.

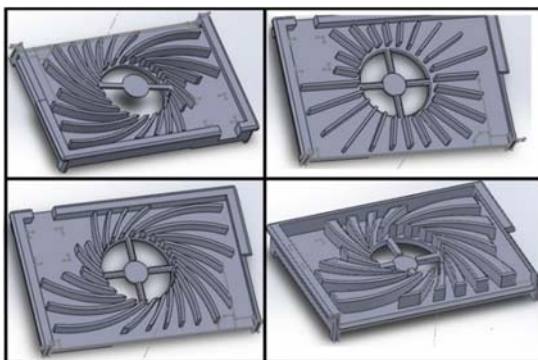
Šumni broj ili buka, izazvana radom motora i krilaca ventilatora je teško rješiv problem i kod većine komercijalnih proizvođača, koji se mogu naći na tržištu i uzrokovana je obično lošim balansiranjem pri konstrukciji istih koja je prilagođena velikoserijskoj proizvodnji. Izbor pogonskog elektromotora je sveden na motor bez četkica, koji je daleko tiši u radu od ostalih vrsta elektromotora, samim tim i ventilator u platformi koji koristi ovaj tip motora, stvara nizak nivo buke. Dodatna mogućnost predloženog modela je ubacivanje temperaturnih senzora i regulatora napajanja, koji bi pratili trenutno stanje i nivo zagrijavanja komponenti, i regulisali potrošnju električne energije.

Simulacije i testiranje proizvođača su urađene na nekoliko konfiguracija modela sa više modova rada slika 1. Zagrijavanje laptop i notebook uređaja je konstantan prijetnja istima i kompanije ulažu ogromne količine novca pri dizajnu kućišta svojih jedinica, na način da ne ometaju rad

korisnika. Prenosivi uređaji su u zadnjih deset godina prerasli iz pomagala, u moćne mašine koje se koriste u istom opsegu kao i desktop računari, te svojim konfiguracijama pružaju veliku procesnu snagu, što sa sobom povlači i probleme sa održavanjem stabilne temperature pri radu koja iznosi od 40° do 70° C. U ekstremnim slučajevima i pri značajnom opterećenju komponenti, temperatura procesora i grafičke jedinice može iznositi i do 95° C. Dugotrajan rad pri ovoj temperature će značajno usporiti performans laptopa, a vrlo često i uzrokovati oštećenja. Čak i razlika od 5° do 10° C predstavlja značajno olakšanje za cijeli sistem što bi se moglo postići sa rashladnom platformom, i time na jednostavan način produžiti vijek trajanja komponenti svog uređaja, nebitno da li se radi o starijem modelu ili novijoj mašini. Poboľšanje performansi laptopa postignuto adekvatnim hlađenjem, kao i posljedice zanemarivanja ovog problema, su opisane u radu Mohammeda A. Bou-Rabee, Shaharin A. Sulaimana i Wan Mazlana: Enhanced Cooling of Laptop Computer for Improvement of Processing Performance [7], gdje je upotrijebljen eksterni dodatak, za ispuhivanje toplog zraka iz kućišta laptopa, i iako kroz ovaj rad nisu postignuti postavljeni ciljevi, prikazana je metodologija i način na koji su utvrdili opseg problema zagrijavanja laptopa.

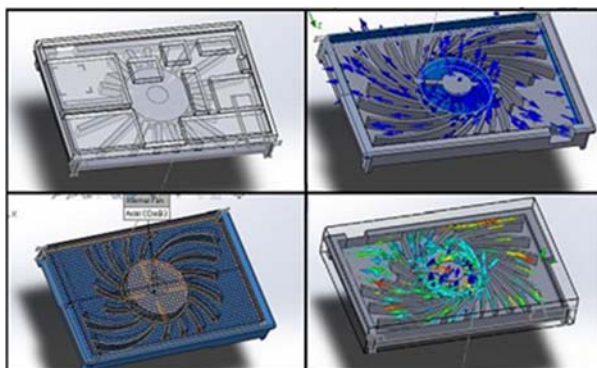
### 3. NOVI MODEL RASHLADNE PLATFORME

Metodičkim pristupom koji za cilj ima da se pravilno sagleda problem, dizajner se u samom startu razrade ideje, na osnovu mogućih varijanti detaljne razrade modela i procesa, koncentriše na poboljšanje konstrukcije. Na osnovu postavljenog dvoparametarskog kriterija (tehničke i ekonomske dobrote), pristupilo se izboru optimalne četiri varijante [3](slika 1).



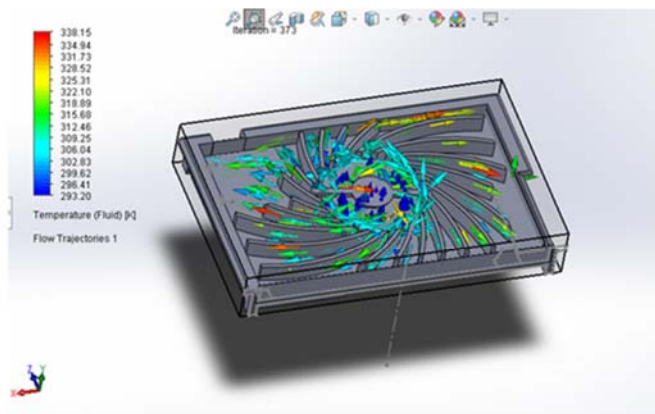
Slika 1. Varijante idejnog rješenja bez metalnih mreža [3]

Definiranjem liste zahtjeva, parcijalnih i elementarnih funkcija problema, kao i obrazovanje morfološke matrice komponenti rješenja ustanovljeni su uticajni parametri da bi se pristupilo simulacijama [1]. Simulacije su izvršene na 3D modelima sa slike 1 u software-u SolidWorks Flow Simulation. Urađena su 2 tipa simulacija, prvi tip se odnosio samo na protok zraka uz pomoću kojeg je prilagođen prostor za strujanje hladnog zraka, promatrana je brzina i putanja prolaza zraka kroz postavljene kanalice (slika 2).



Slika 2. Faze simulacije kroz konfiguracije platforme [3]

Kada je postignuta optimalna brzina protoka zraka, odnosno najveća brzina u danim uvjetima koja stvara minimalne nepovoljne efekte vrtložnih strujanja zraka, dodati su i ostali parametri za promatranje temperaturnog stanja, radna temperatura komponenti i površine laptopa, kao što se vidi na slici 3.



Slika 3. Flow trajectories kretanje struje zraka kroz platformu sa temperaturnom skalom [3]

Uz pomoću Flow Simulation wizarda odabrana je konfiguracija koja je i izrađena u nastavku rada, Kao medij, fluid, odabran je zrak, dok je za čvrste dijelove modela postavljen materijal koji je korišten za izradu platforme PLA filament. PLA filament nije na raspolaganju u standardnoj bazi podataka Flow Simulation, nego je dodat kao novi materijal. Dobijeni rezultati proračuna su prebačeni u excel spreadsheet, tabela 1. koji pokazuju da je primarna funkcija hlađenja laptopa moguća i to uz smanjenje od 15° C za početne uvjete gdje je temperatura kućišta laptopa postavljena na 65° C i brzina obrtaja ventilatora u minuti od 3500 rpm, što odgovara približno mogućnostima upotrijebljenog ventilatora. Rashladne platforme koje su prisutne na tržištu, kao što su TopMate K5 Gaming Laptop Cooler, Thermaltake Massive TM Notebook Cooler, Aluratek Slim USB Laptop Cooling Pad ACP01FB postižu internu promjenu temperature do 20° C, a promjenu temperature podloge do 12° C.

Tabela 1. Rezultati simulacije rada rashladne platforme [2]

MF Multi Hub					
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value
GG Av Temperature Fluid	[K]	311.22	310.86	310.56	311.22
GG Av Velocity Fluid	[m/s]	0.16	0.16	0.14	0.17
GG Av Temperature Solid	[K]	323.55	323.53	323.4	323.7

Nakon završenog modeliranja i simulacija početnog modela u SolidWorks-u dimenzije su prilagođene radnom prostoru 3D printera Ultimaker 2+ na taj način što je model razdvojen u pet grupa za printanje, četiri osnovna dijela sa osloncima i petim dijelom sa dodacima i osloncima. Svi dijelovi su postavljeni u software-u Cura na radnu površinu na način da se izbjegne stvaranje oslonca, što značajno umanjuje potrošnju materijala pri samoj izradi [2,5, 6]. Li-ion baterije imaju ugrađenu elektroniku koja ih štiti od prepunjavanja i pretjeranog pražnjenja pri radu. LED dioda pokazuje da se ventilator pokreće energijom iz baterija. Tu je još i usb multi port sa četiri ulaza tipa s-link brzine do 5 GB/s, a predviđen je i prostor za još jedan dodatni unutrašnji usb port sa četiri ulaza, u rasporedu zvijezde, na koji bi se bez problema mogli spojiti dodatni uređaji kao što je usb punjač, projector, kamera, headset, itd.

3D printanje kućišta preporučeno je u jednom komadu da se izbjegne potreba spajanja glavnih dijelova, dok se printanje dodataka i oslonaca preporučuje odvojeno, na taj način se izbjegava stvaranje nepotrebnih oslonaca i smanjuje potrošnja materijala. Dodaci i funkcije koji nisu uključeni u ovu varijantu rješenja, ali su vrijedni razmatranja u budućim varijantama su senzori za mjerenje temperature, regulatori potrošnje električne energije u zavisnosti od opterećenja laptopa i platforme, protu klizne gumice i magneti, automatsko gašenje ventilatora platforme u slučaju podizanja laptopa sa oslonca.



Slika 5. Sklopljena MF Multi Hub Platforma u prvom modu rada [2]

#### 4. ZAKLJUČAK

Predložena konstrukcija rashladne platforme u praksi je pokazala na osnovu ispitivanja performansa laptopa pri nekoliko nivoa opterećenja, od mirovanja do značajnog iskorištenja resursa na modelu laptopa Dell Inspiron i356 i mjerenja temperature komponenti uz pomoću software-a SpeedFan, zadovoljavajuće rezultate, gdje su se promjene temperature komponenti kretale u rasponu od 2° do 5°, u odnosu na eksterne hladnjake koji su prisutni na tržištu kao što su TopMate, Thermaltake i Aluratek, i koji su u stanju da internu temperaturu komponenti smanje i do 20° C. Dubljim upuštanjem u problematiku pregrijavanja laptopa, došlo se do

saznanja da su mnogi dodatni hladnjaci za laptop marketinški trik proizvođača elektronske opreme, iz razloga što bi se izmjenom konstrukcije poleđine laptopa, mogao u potpunosti riješiti navedeni problem, pa čak i proizvesti uređaj sa manje ili čak bez rotirajućih dijelova i na taj način bi se eliminisala potreba za eksternim hladnjacima.

Laptopi koji imaju dimenzije i plohe koje bi se mogle upotrijebiti kao pasivni hladnjak, izradom istih, od temperaturno vodljivih materijala, i direktnom montažom sastavnih komponenti, napojnom jedinicom, procesorom i grafičkim kartama izvršio bi se transfer toplote u okolni prostor uz pomoću postojećih internih hladnjaka, jer imaju dovoljno veliku površinu za rashlađivanje kao i omjer  $W/cm^2$  uz upotrebu odgovarajućeg materijala.

Pregledom ponude lokalnih, ali i online prodavnica i distributera uočeno je da, unatoč širokoj ponudi svih pojedinačnih elemenata i uređaja navedenih u radu, ne postoji pokušaj da se oni objedine u jedan proizvod koji bi pružio pogodnost i mogućnost rješenja više funkcija odjednom, te bi ovo bila idealna prilika za jedan ovakav proizvod. Najbliže postojeće rješenje su takozvane "docking stations" za laptobe čija je svrha spajanje sa više perifernih uređaja sa jedne lokacije, kao što su monitor, printer, tastatura, što bi u biti pretvorilo laptop u desktop jedinicu, što je sasvim drugačiji krajnji cilj [3].

## 5. LITERATURA

- [1] Talić-Čikmiš A.: Metodika inženjerskog dizajna, predavanja, Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici, 2013.
- [2] Talić-Čikmiš A., Durmić A., Šljivić M., Stanojević M.: The process of developing conceptual design of a product using rapid prototyping technology“, 18<sup>th</sup> International Research/Expert Conference TMT 2014., pp. 329-332, Budapest, Hungary, 10-12 Septembar, 2014., ISSN 1840-4944
- [3] Trkulja D.: MF Multi Hub – idejno rješenje multifunkcionalne rashladne platforme za laptobe, Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici, 2018.
- [4] [https://www.sculpteo.com/en/get/ebook/Design\\_Guidelines\\_for\\_3d\\_Printing/](https://www.sculpteo.com/en/get/ebook/Design_Guidelines_for_3d_Printing/) (Dostupno 31.10.2018.)
- [5] [https://www.sculpteo.com/en/get/ebook/unstoppable\\_3D\\_printing/](https://www.sculpteo.com/en/get/ebook/unstoppable_3D_printing/) (Dostupno 31.10.2018.)
- [6] Mohammed A.; Shaharin A.; Wan Mazlan: Enhanced Cooling of Laptop Computer for Improvement of Processing Performance, Online ISSN: 0975-4172, University Teknologi Petronas, Kuwait 2015.
- [7] Abhishek Verma; Roopesh Dhara; Manas Verma; Kunal Dhads: Peltier cooling and mass airflow based laptop cooling device, ISSN Online: 2394-5869, SRM University India, 2015.