

Osnovna šola Hudinja

**Merjenje sesalne sile in hitrosti zraka  
izbranega pokončnega sesalnika za prah**

raziskovalna naloga

področje: tehnika in tehnologija

**Avtorice:**

Lana Kolar

Živa Potočnik

Larisa Vodišek

**Mentor:**

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, 2024

Osnovna šola Hudinja

**Merjenje sesalne sile in hitrosti zraka  
izbranega pokončnega sesalnika za prah**  
raziskovalna naloga

področje: tehnika in tehnologija

**Avtorice:**

Lana Kolar  
Živa Potočnik  
Larisa Vodišek

**Mentor:**

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, 2024

# Vsebina

1	Uvod.....	5
1.1	Teoretske osnove .....	5
1.2	Opis raziskovalnega problema.....	7
1.3	Hipoteze .....	7
1.4	Raziskovalne metode .....	8
1.4.1	Merjenje porabe električne energije.....	9
1.4.2	Merjenje hitrosti zraka skozi sesalno cev .....	9
1.4.3	Merjenje sesalne sile .....	11
1.4.4	Priprava pisnega poročila .....	12
2	Osrednji del.....	13
2.1	Predstavitev raziskovalnih rezultatov .....	13
2.1.1	Določanje vhodne moči sesalnika na različnih stopnjah delovanja.....	13
2.1.2	Poraba električne energije pri različni vhodni moči sesalnika .....	14
2.1.3	Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različni vhodni moči sesalnika.....	15
2.1.4	Sesalna sila pri različni vhodni moči sesalnika.....	16
2.1.5	Hitrost zraka skozi sesalno cev po več sesanjih brez čiščenja filtra.....	17
2.1.6	Sesalna sila po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra.....	18
2.1.7	Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različnih načinih čiščenja filtra.....	19
2.1.8	Sesalna sila pri različnih načinih čiščenja filtra.....	20
2.2	Diskusija.....	21
3	Zaključek .....	23
4	Viri .....	24

## **Kazalo slik**

Slika 1: Sesalnik, uporabljen pri meritvah.....	8
Slika 2: Nov, nerabljen filter in zaščitna mrežica.....	8
Slika 3: Naprava za merjenje porabe električne energije.....	9
Slika 4: Merjenje hitrosti zraka skozi cev .....	10
Slika 5: Merjenje sesalne sile .....	11
Slika 6: Različne stopnje čiščenja filtra.....	12

## **Kazalo grafikonov**

Grafikon 1: Vhodna moč sesalnika pri različnih stopnjah delovanja.....	13
Grafikon 2: Poraba električne energije pri različni vhodni moči delovanja sesalnika.....	14
Grafikon 3: Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različni vhodni moči sesalnika.....	15
Grafikon 4: Sesalna sila pri različni vhodni moči sesalnika.....	16
Grafikon 5: Hitrost zraka skozi sesalno cev po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra.....	17
Grafikon 6: Sesalna sila po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra.....	18
Grafikon 7: Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različnih načinih čiščenja filtra.....	19
Grafikon 8: Sesalna sila pri različnih načinih čiščenja filtra .....	20

## **Povzetek**

V raziskovalni nalogi smo merile sesalno silo in hitrosti zraka skozi sesalno cev izbranega pokončnega sesalnika za prah v odvisnosti od vhodne moči sesalnika, očiščenosti filtra in načina čiščenja filtra.

Ugotovile smo, da sesalna sila ter hitrost zraka skozi sesalno cev nista v linearni odvisnosti mod vhodne moči. V primeru, ko po vsakem sesanju ne očistimo filtra, se sesalna sila in hitrost zraka zmanjšujeta, prav tako pa nanju pomembno vpliva, kako po sesanju očistimo filter.

V primeru izbranega pokončnega sesalnika je smiselno po vsakem sesanju očistiti mrežico filtra in opraviti vsaj suho mehansko čiščenje.

Pri delu smo uporabile metodo dela z viri, glavni metodi pa sta bili eksperimentalno delo v obliki izvajanja meritev ter obdelava podatkov.

Ključne besede: sesalnik, sesalna sila, hitrost zraka, vhodna moč, filter, učinkovitost

## **Summary**

In our research, we measured the vacuum suction power and airflow speed through the suction hose of a selected upright vacuum cleaner depending on the vacuum cleaner's input power, purification of the filter, and filter cleaning method.

We found out that the suction power and airflow speed through the suction hose are not linearly dependent on the vacuum cleaner's input power. If we do not clean the filter after each vacuuming, both the suction power and the airflow speed decrease. They are also significantly affected by how the filter is cleaned after vacuuming.

In the case of selected upright vacuum cleaner it is advisable to clean the filter mesh after each vacuuming and do at least the dry mechanical cleaning.

In our research, we used the method of working with resources. The two main methods were experimental work involving measurements and data processing.

Keywords: vacuum cleaner, suction power, airflow, filter, efficiency

# 1 Uvod

Sodobna gospodinjstva se vse bolj zanašajo na inovativne gospodinjske aparate, med katerimi ima sesalnik za prah ključno vlogo pri vzdrževanju čistega in zdravega okolja. Ena od ključnih lastnosti sesalnika, ki vpliva na njegovo učinkovitost, je sesalna moč. Sesalna moč predstavlja sposobnost sesalnika, da učinkovito odstranjuje prah, umazanijo in alergene iz različnih površin. Čeprav je sesalna moč pogosto navedena kot ključna lastnost sesalnikov, pa se njeno merjenje in natančna analiza še vedno soočata z izzivi.

Cilj naše raziskovalne naloge je preučiti metode merjenja sesalne moči sesalnika za prah ter analizirati dejavnike, ki vplivajo na to ključno lastnost. Poleg tega bomo poskušale razviti lasten eksperimentalni pristop za merjenje sesalne moči, ki bo omogočil natančnejše in zanesljivejše rezultate.

## 1.1 Teoretske osnove

*»Zračni sloj, ki lebdi nad nami, je zelo debel in težak, čeprav sami tega ne občutimo. Na manjšo mizo npr. pritiska kar 5 T zraka. Na srečo zrak pritiska z vseh strani, ker bi se mizica drugače zagotovo zrušila.*

*Med stroje, ki delujejo s pomočjo podtlaka, prištevamo tudi sesalnik za prah. V njem puhalo potiska zrak iz notranjosti v okolico, "praznino" pa zapolni zrak, ki je pomešan s prahom. V sesalniku vlada podtlak, razlika v tlakih pa je potrebna za sesanje zraka in zračnih delcev.« (Burne, 1990)<sup>3</sup>*

*»Sesalnik je prenosna električna čistilna naprava, ki čisti s pomočjo sesanja. Razvil se je iz čistilnika za preproge, ki ga je leta 1874 patentiral Melville Bissell v ZDA.« (Finniston, Williams, & Bissell, 1997)<sup>4</sup>*

*»Sesalnik za prah je leta 1901 izumi Hubert Booth. Poganjal ga je velik bencinski motor, zato je bil tako težak, da so ga morali premikati s konjsko vprego. Že leta 1902 je Murray Spangler izumil, W. Hoover pa izdelal pokončni sesalnik za prah. Namesto bencinskega motorja je puhalo poganjal majhen elektromotor, zato je postal sesalnik primeren tudi za gospodinjstva. Od ležeče izvedbe, ki jo danes največ uporabljamo, se pokončni sesalnik razlikuje le po legi puhala.« (Burne, 1990)<sup>3</sup>*

---

<sup>3</sup> Burne, D. (1990). *Kako delujejo stroji*. Ljubljana: Domus.

<sup>4</sup> Finniston, M., Williams, T., & Bissell, C. (1997). *Oxfordova ilustrirana enciklopedija izumov in tehnologij*. Ljubljana: DZS.

»Razumevanje specifikacij sesalnika je eden najzahtevnejših vidikov pri izbiri novega sesalnika. V prvi vrsti potrošniki želijo sesalnike, ki nudijo najboljšo sposobnost čiščenja. In večina potrošnikov običajno enači sposobnost čiščenja z "močjo" ali "sesanjem". Zmožnost čiščenja ni le moč sesanja sesalnika, čeprav je to pomemben element delovanja sesalnika. Te osnovne specifikacije vključujejo vate, ampere, volte, vodni dvig (ali zaprto sesanje), zračne vate in pretok zraka. Obstajajo tudi številne druge sekundarne specifikacije, ki vplivajo na sposobnost čiščenja. Ti vključujejo filtracijo, priključke, zmogljivost, kakovost, hrup, lastnosti in stroške.

Da bi razumeli vse to, moramo najprej razumeti osnove delovanja sesalnika.

Vsi sesalniki delujejo na podlagi zraka, ki teče iz odprtine na čistilni glavi skozi sesalnik in vrečko in/ali sistem filtrov in nato ven skozi izpušno odprtino. Ta zračni tok ustvarja vakuumski motor, ki ga lahko imenujemo tudi sesalni motor. Vakuumski motor je sestavljen iz električnih komponent, pritrjenih na ventilator ali več ventilatorjev. Ko se ventilatorji vrtijo, se ustvari delni podtlak in tlak v sesalniku pade pod zunanji zračni tlak v prostoru. Ker je zračni tlak višji zunaj sesalnika kot znotraj, zrak potuje skozi sesalnik.

Sesalni motor je torej srce sesalnika. Konec koncev močnejši kot je motor, večja je razlika v tlaku in s tem večja vakuumska sesalna moč in pretok zraka, kajne? In prav zaradi tega se večina specifikacij neposredno ali posredno nanaša na motor.« (Understanding vacuum cleaner specifications, brez datuma)<sup>6</sup>

»Ekološko naravnana uredba, s katero so omejili dovoljeno moč sesalnikov na 1600 W, je začela veljati septembra 2014, nova, še strožja omejitev pa po septembru 2017 dovoljuje le še motorje z mojo 900 W.

S tem je Evropska komisija prisilila proizvajalce, da so se posvetili razvoju in optimizaciji ostalih elementov. Današnji modeli tako brez težav izpolnjujejo zmanjšane zahteve glede moči motorja. Poleg manjše porabe energije so sodobni sesalniki tišji in bolje tesnijo. In pri tem se njihova učinkovitost ni poslabšala. Učinkovitost sesalnika namreč ni odvisna samo od moči motorja, pač pa nanjo vpliva učinkovitost vseh glavnih elementov sesalnika.« (Kutin, 2016)<sup>5</sup>

---

<sup>6</sup> Understanding vacuum cleaner specifications. (brez datuma). Pridobljeno 29. 2. 2024 iz Bestvacuum.com: <https://www.bestvacuum.com/pages/vacuum-cleaner-specifications>

<sup>5</sup> Kutin, B. (Ured.). (2016). So sesalniki z manjšo močjo manj učinkoviti? ZPS test doma. Pridobljeno iz Zveza potrošnikov Slovenije.

## 1.2 Opis raziskovalnega problema

Zastavile smo si več raziskovalnih vprašanj.

- Kakšna je zveza med vhodno močjo sesalnika in sesalno silo?
- Kakšna je zveza med vhodno močjo sesalnika in hitrostjo zraka skozi sesalno cev?
- Kako čistoča filtra vpliva na sesalno silo in hitrost zraka skozi sesalno cev?
- Ali način čiščenja filtra vpliva na sesalno silo in hitrost zraka skozi sesalno cev?

## 1.3 Hipoteze

Postavile smo štiri hipoteze.

- Sesalna sila ni linearno povezana z vhodno močjo sesalnika.
- Hitrost zraka skozi cev ni linearno povezana z vhodno močjo sesalnika.
- Sesalna sila in hitrost zraka skozi sesalno cev sta manjša pri neočiščenem filtru.
- Način čiščenja filtra pomembno vpliva na sesalno silo in hitrost zraka skozi sesalno cev.



## 1.4 Raziskovalne metode

Ekspimente in meritve smo izvajale s pokončnim sesalnikom Electrolux Energica 1800 W z možnostjo 6-stopenjske nastavitve moči.



Slika 1: Sesalnik, uporabljen pri meritvah

Sesalnik smo opremile z novim filtrom, zaščitno mrežico filtra pa smo pred pričetkom merjenja temeljito očistile in oprale pod tekočo vodo.



Slika 2: Nov, nerabljen filter in zaščitna mrežica

### 1.4.1 Merjenje porabe električne energije

Porabo električne energije smo merile z napravo za merjenje vhodne moči, ki se priključi v stensko vtičnico, vanjo pa nato priključimo porabnika, za katerega želimo ugotoviti porabo električne energije med delovanjem.

Sesalnik omogoča izbiro šestih stopenj moči.

Najprej smo s pomočjo naprave na sliki določile vhodno moč sesalnika pri vsaki od šestih stopenj. Za vsako stopnjo smo izvedle tri meritve, kot rezultat pa prikazale povprečno vrednost treh meritev.



Slika 3: Naprava za merjenje porabe električne energije

Naprava na sliki prikaže trenutno vhodno moč, porabo energije pa smo izračunale po enačbi:

$$W = P \cdot t$$

Pri čemer je:

- $P$  vhodna moč sesalnika v vatih kot povprečna vrednost treh meritev za posamezno stopnjo;
- $t$  je čas delovanja v sekundah.

Računale smo porabo električne energije v 1 minuti delovanja za vsako od šestih stopenj moči.

### 1.4.2 Merjenje hitrosti zraka skozi sesalno cev

Hitrost zraka skozi sesalno cev smo merile z elektronskim anemometrom, ki smo ga preko Vernierjevega vmesnika priključile na računalnik.

V plastično cev, premera 5 cm in dolžine 15 cm smo na eno stran namestile elektronski anemometer ter ga z vročim lepilom pričvrstile, da se ni premikal, hkrati pa smo zatesnile vse špranje med anemometrom in cevjo, zaradi katerih bi lahko prišlo do napak pri merjenju.

Na drugo stran plastične cevi smo namestile gumijasto tesnilo, ki se je tesno prilegalo v cev, hkrati pa je tesno objelo sesalno cev sesalnika med merjenjem.

1. Najprej smo izmerile hitrost zraka skozi sesalno cev pri neuporabljenem (novem) filtru in različnih stopnjah vhodne moči. Pri tem smo ugotavljale, kako vhodna moč sesalnika vpliva na hitrost zraka skozi sesalno cev. Pri vsaki stopnji vhodne moči smo izvedle tri meritve, kot rezultat pa prikazale povprečno vrednost treh meritev.
2. Vpliv očiščenosti filtra na hitrost zraka skozi sesalno cev smo ugotavljale tako, da smo sesalnik nastavile na največjo vhodno moč in z njim sesale preprogo pri vhodu v šolo v velikosti 1,5 m x 2 m. Sesale smo vsak dan okoli 8.30 ure, pet dni zapored. Po vsakem sesanju smo na prej opisan način izmerile hitrost zraka skozi sesalno cev pri najvišji vhodni moči. Med vsakim sesanjem nismo čistile filtra niti praznile zbirne posode.
3. Vpliv načina čiščenja filtra na hitrost zraka skozi sesalno cev smo ugotavljale tako, da smo najprej očistile samo zunanjo mrežico filtra in na prej opisan način izmerile hitrost zraka skozi sesalno cev pri najvišji vhodni moči sesalnika. Nato smo s stresanjem očistile filter sesalnika in ponovno izmerile hitrost zraka skozi sesalno cev. Na koncu smo filter še oprale z detergentom in toplo vodo. Ko se je osušil, smo ponovno izmerile hitrost zraka skozi sesalno cev.



Slika 4: Merjenje hitrosti zraka skozi cev

### 1.4.3 Merjenje sesalne sile

Sesalno silo smo merile s pomočjo elektronskega silomera, ki smo ga preko Vernierjevega vmesnika priključile na računalnik. Silomer smo obesile na prečno jekleno palico, vpeto v stojalo. Gumijast zamašek, ki se je lepo prilagal v sesalno cev, smo opremile z jekleno kljukico in ga na delu, ki je segal v sesalno cev, namazale z lanolinom. Vključile smo sesalnik in gumijast zamašek približali cevi ter pustile, da ga je sesalnik povlekel v cev. Nato smo z jekleno kljukico na zamašku zakavljale zanko na silomeru in nežno povlekle za cev, dokler sesalna sila ni popustila. Na grafikonu meritev smo nato poiskali največjo vrednost, preden je sesalna sila popustila.

1. Najprej smo izmerile sesalno silo pri neuporabljenem (novem) filtru in različnih stopnjah vhodne moči. Pri tem smo ugotavljale, kako vhodna moč sesalnika vpliva na sesalno silo. Pri vsaki stopnji vhodne moči smo izvedle tri meritve, kot rezultat pa prikazale povprečno vrednost treh meritev.
2. Vpliv očiščenosti filtra na sesalno silo smo ugotavljale tako, da smo sesalnik nastavile na največjo vhodno moč in z njim sesale preprogo pri vходу v šolo v velikosti 1,5 m x 2 m. Sesale smo vsak dan okoli 8.30 ure, pet dni zapored. Po vsakem sesanju smo na prej opisan način izmerile sesalno silo pri najvišji vhodni moči. Med vsakim sesanjem nismo čistile filtra niti praznile zbirne posode. Vsakič smo izvedle tri meritve, kot rezultat pa prikazale povprečno vrednost treh meritev.
3. Vpliv načina čiščenja filtra na sesalno silo smo ugotavljale tako, da smo najprej očistile samo zunanjo mrežico filtra in na prej opisan način izmerile sesalno silo pri najvišji vhodni moči sesalnika. Nato smo s stresanjem očistile filter sesalnika in ponovno izmerile sesalno silo. Na koncu smo filter še oprale z detergentom in toplo vodo. Ko se je osušil, smo ponovno izmerile sesalno silo. Vsakič smo izvedle tri meritve, kot rezultat pa prikazale povprečno vrednost treh meritev.



Slika 5: Merjenje sesalne sile



Slika 6: Različne stopnje čiščenja filtra

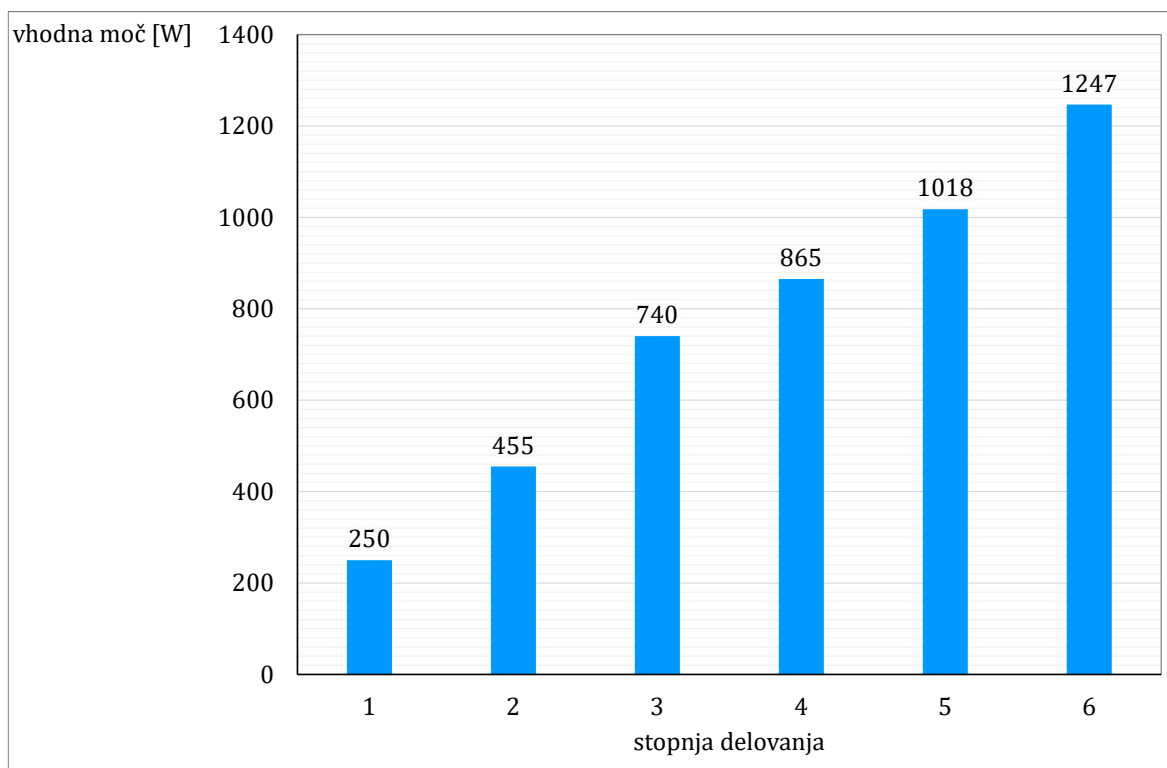
#### 1.4.4 Priprava pisnega poročila

Podatke, ki smo jih pridobile z merjenji, smo uredile s programom Excel 365, s katerim smo narisale tudi vse grafikone. Fotografije smo izdelale z mobilnim telefonom Samsung S23 Ultra. Slike smo uredile (obrezovanje, korekcija svetlobe) v programu Photoshop Elements 2021, v programu Word 365 pa smo izdelale končno poročilo. Viri so navedeni v standardu APA - šesta izdaja.

## 2 Osrednji del

### 2.1 Predstavitev raziskovalnih rezultatov

#### 2.1.1 Določanje vhodne moči sesalnika na različnih stopnjah delovanja



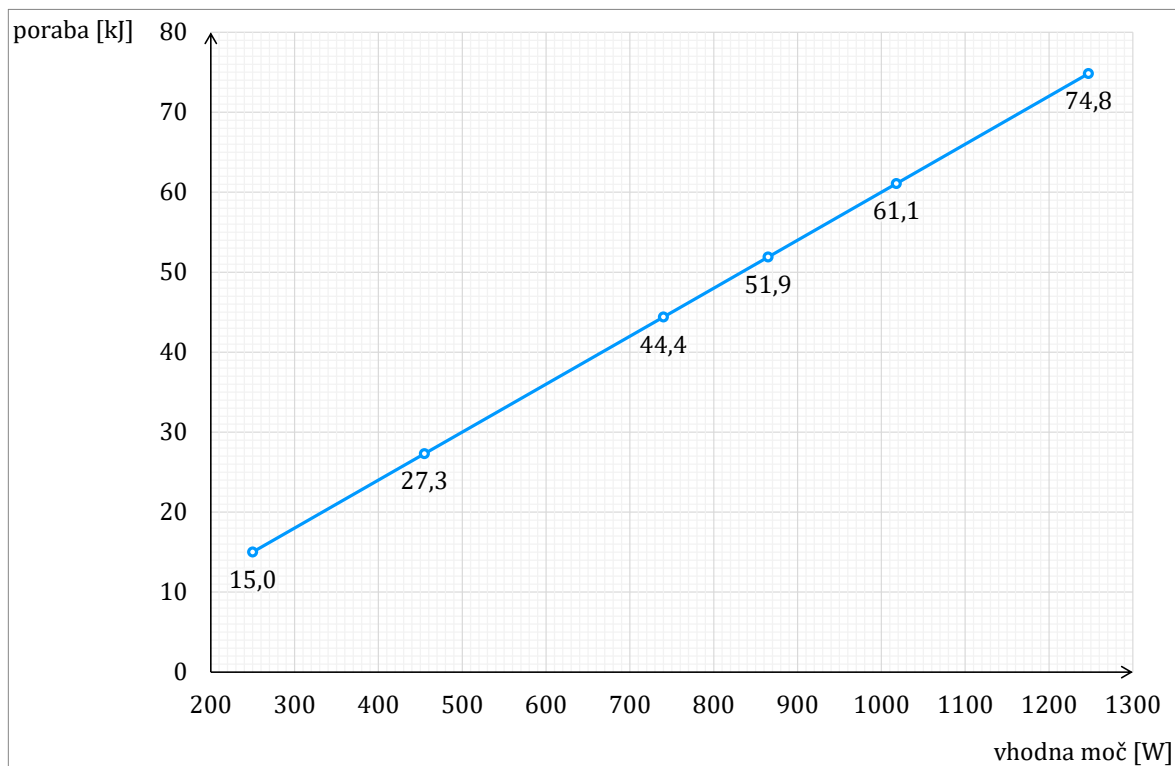
Grafikon 1: Vhodna moč sesalnika pri različnih stopnjah delovanja

Sesalnik nam ne omogoča brezstopenjske nastavitve moči, pač pa lahko z vrtljivim gumbom izberemo 6 vnaprej določenih nastavitvev. Zato smo najprej pridobile podatke, s kakšno vhodno močjo deluje sesalnik posamezni stopnji.

Na grafu so prikazane povprečne vrednosti treh meritev za vsako posamezno stopnjo.

- Na 1. stopnji deluje sesalnik s povprečno vhodno močjo 250 W.
- Na 2. stopnji deluje s povprečno vhodno močjo 455 W.
- Na 3. stopnji sesalnik deluje s povprečno vhodno močjo 740 W.
- Na 4. stopnji sesalnik deluje s povprečno vhodno moč 865 W.
- Na 5. stopnji je bila povprečna vhodna moč 1018 W.
- Na 6. stopnji pa je sesalnik deloval s povprečno vhodno močjo 1247 W.

## 2.1.2 Poraba električne energije pri različni vhodni moči sesalnika

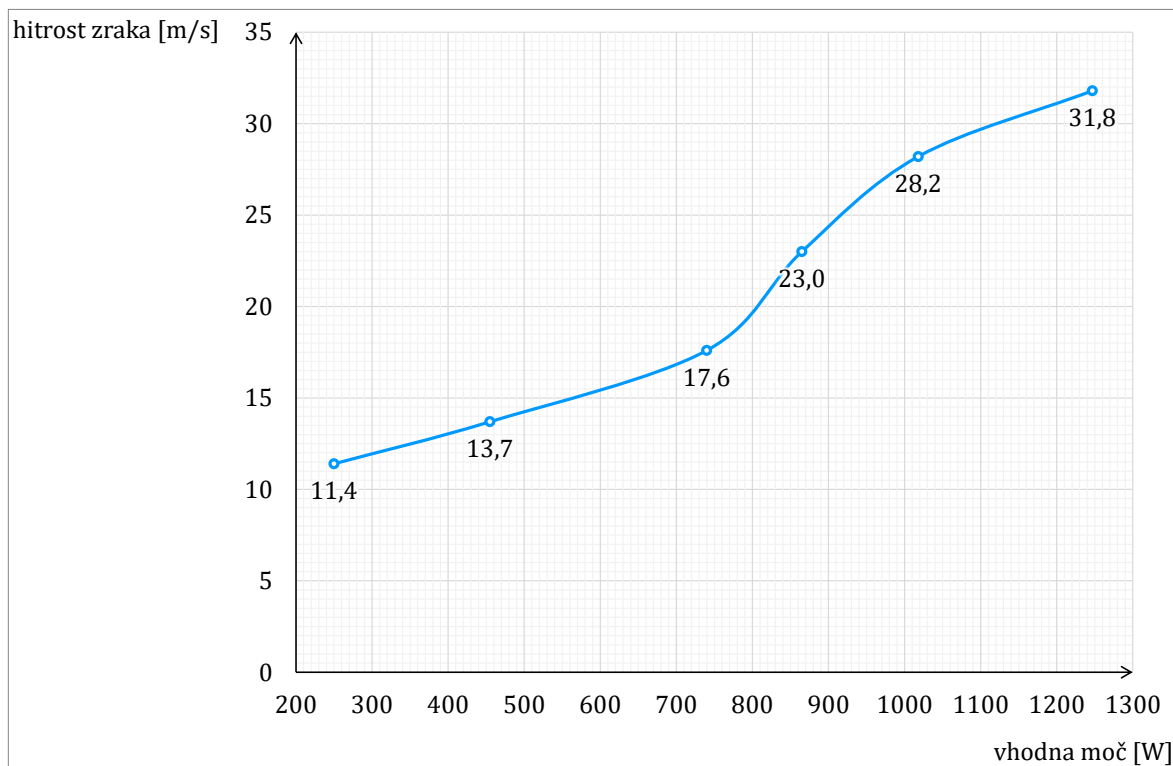


Grafikon 2: Poraba električne energije pri različni vhodni moči delovanja sesalnika

Iz grafikona je razvidna zveza med vhodno močjo sesalnika in porabo električne energije.

- Pri vhodni moči 250 W sesalnik v 1 minuti porabi 15 kJ električne energije.
- Pri vhodni moči 455 W sesalnik v 1 minuti porabi 27,3 kJ električne energije.
- Pri vhodni moči 740 W sesalnik v 1 minuti porabi 44,4 kJ električne energije.
- Pri vhodni moči 865 W sesalnik v 1 minuti porabi 51,9 kJ električne energije.
- Pri vhodni moči 1018 W sesalnik v 1 minuti porabi 61,1 kJ električne energije.
- Pri vhodni moči 1247 W pa sesalnik v 1 minuti porabi 74,8 kJ električne energije.

### 2.1.3 Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različni vhodni moči sesalnika



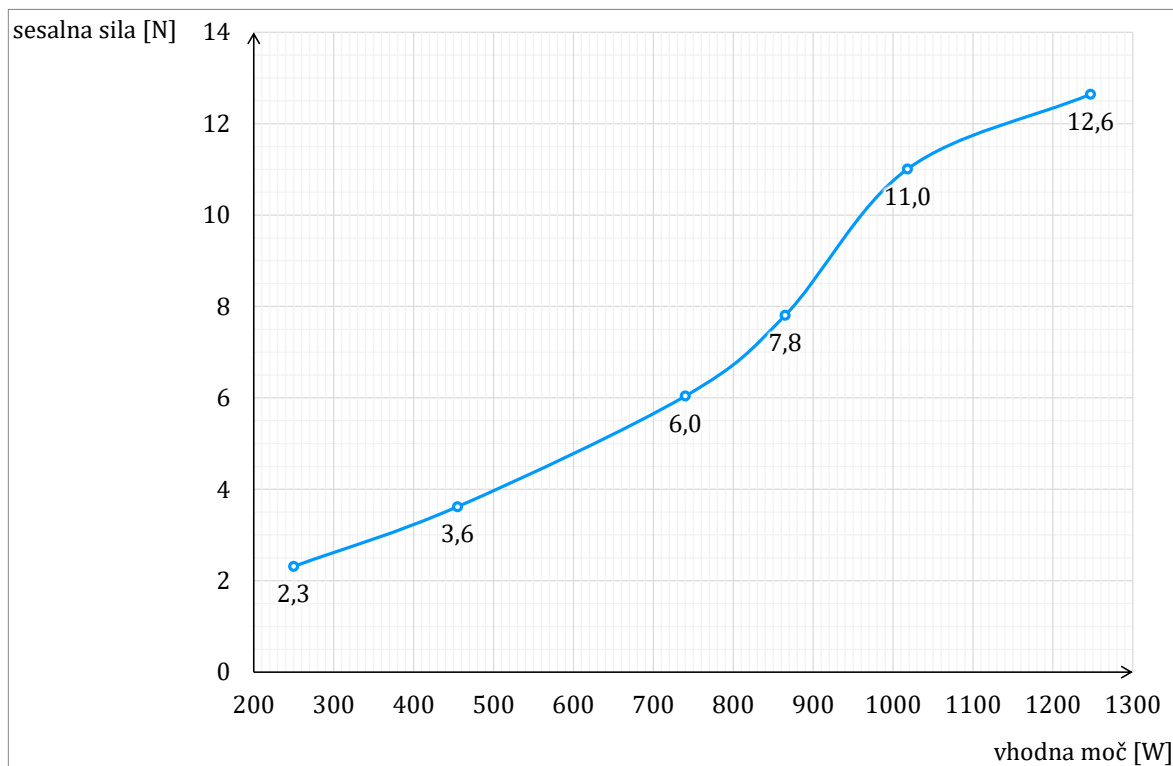
Grafikon 3: Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različni vhodni moči sesalnika

Iz grafikona je razvidna zveza med vhodno močjo sesalnika in hitrostjo zraka skozi sesalno cev. Hitrost je prikazana kot povprečna vrednost treh meritev za vsako stopnjo vhodne moči.

- Pri vhodni moči 250 W je hitrost zraka 11,4 m/s.
- Pri vhodni moči 455 W je hitrost zraka 13,7 m/s.
- Pri vhodni moči 740 W je hitrost zraka 17,6 m/s.
- Pri vhodni moči 865 W je hitrost zraka 23 m/s.
- Pri vhodni moči 1018 W je hitrost zraka 28,2 m/s.
- Pri vhodni moči 1247 W pa je hitrost zraka 31,8 m/s.



## 2.1.4 Sesalna sila pri različni vhodni moči sesalnika

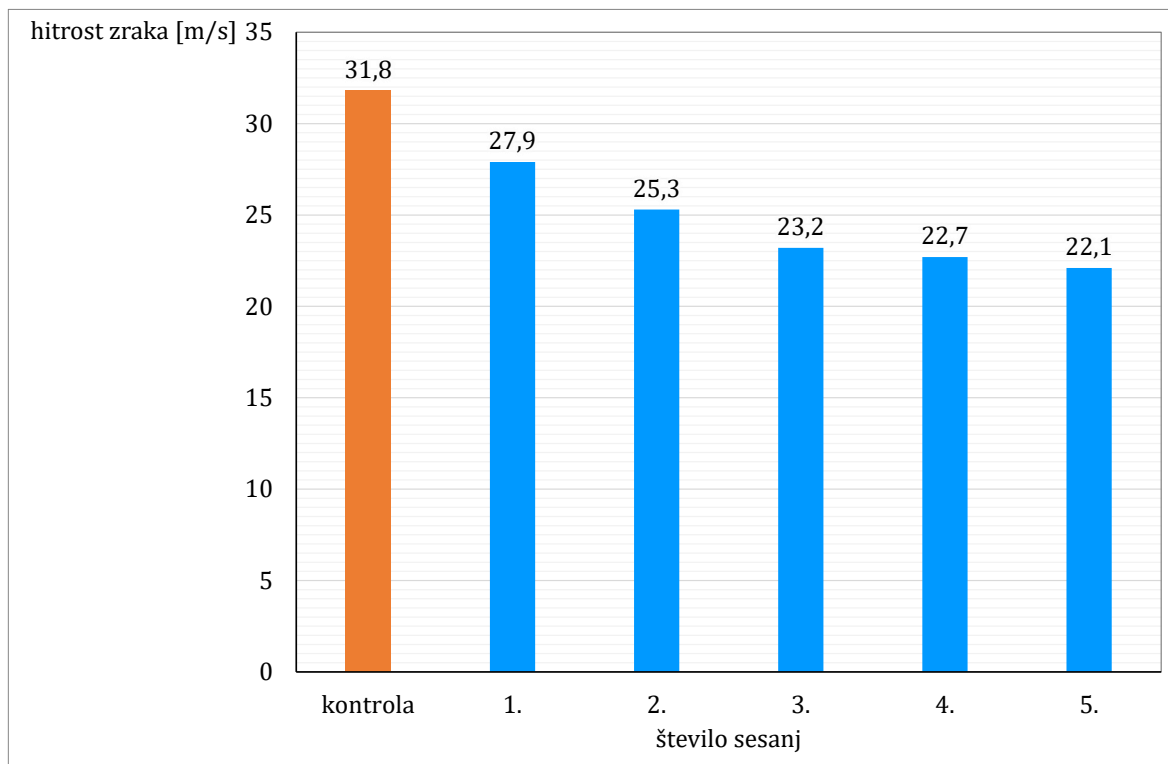


Grafikon 4: Sesalna sila pri različni vhodni moči sesalnika

Iz grafikona je razvidna zveza med vhodno močjo sesalnika in sesalno silo. Sesalna sila je prikazana kot povprečna vrednost treh meritev za vsako stopnjo vhodne moči.

- Pri vhodni moči 250 W je sesalna sila 2,3 N.
- Pri vhodni moči 455 W je sesalna sila 3,6 N.
- Pri vhodni moči 740 W je sesalna sila 6 N.
- Pri vhodni moči 865 W je sesalna sila 7,8 N.
- Pri vhodni moči 1018 W je sesalna sila 11 N.
- Pri vhodni moči 1247 W pa je sesalna sila 12,6 N.

### 2.1.5 Hitrost zraka skozi sesalno cev po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra

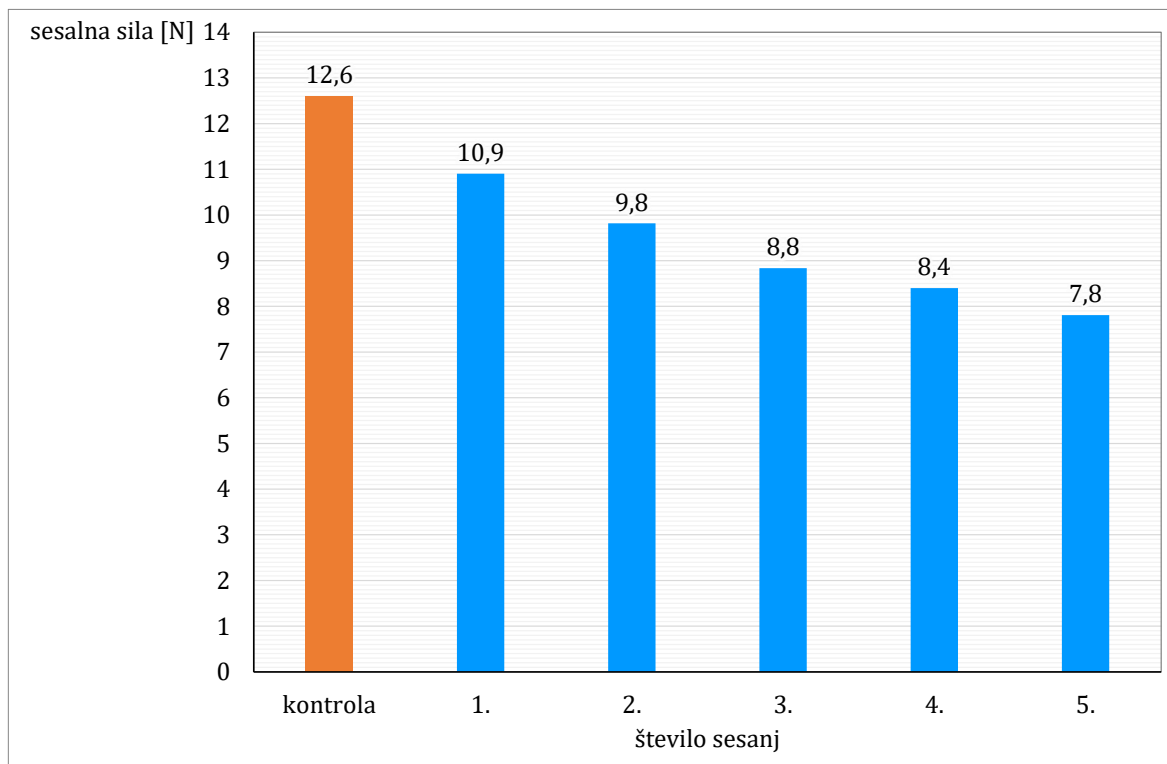


Grafikon 5: Hitrost zraka skozi sesalno cev po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra

Grafikon prikazuje zmanjšanje hitrosti zraka skozi sesalno cev po vsakem sesanju brez vmesnega čiščenja filtra glede na kontrolo. Kontrola je bila v tem primeru hitrost zraka pri novem filtru. Vsa sesanja in meritve so bile izvedene pri največji vhodni moči sesalnika.

Iz grafikona je razvidno, da se je hitrost zraka po prvem sesanju zmanjšala za 3,9 m/s. Po drugem sesanju se je glede na kontrolo zmanjšala za 6,5 m/s. Po tretjem sesanju se je glede na kontrolo zmanjšala za 8,6 m/s. Nato se je po četrtem sesanju hitrost zraka glede na kontrolo zmanjšala za 9,1 m/s, po petem sesanju pa za 9,7 m/s. Največji upad hitrosti zraka skozi sesalno cev je bil torej po prvem sesanju. Z vsakim sesanjem se razlika v hitrosti zraka glede na predhodno meritev zmanjšuje.

## 2.1.6 Sesalna sila po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra

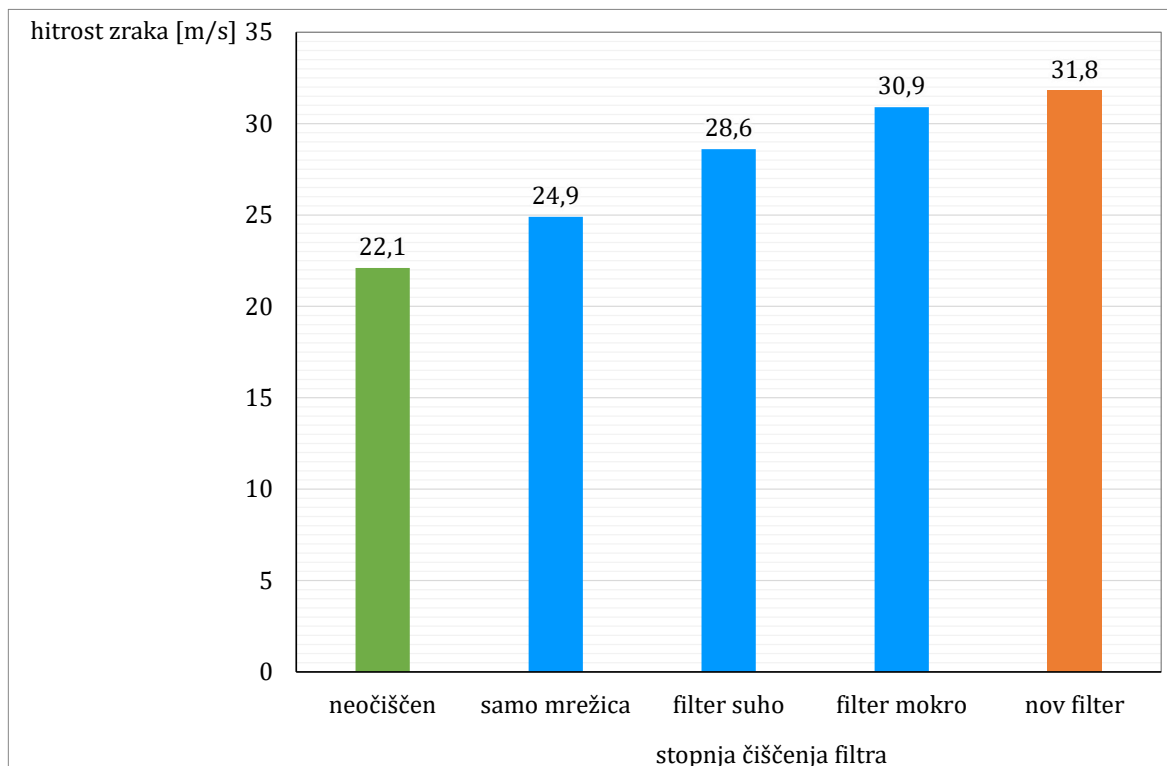


Grafikon 6: Sesalna sila po več zaporednih sesanjih brez čiščenja filtra

Grafikon prikazuje zmanjšanje sesalne sile po vsakem sesanju brez vmesnega čiščenja filtra glede na kontrolo. Kontrola je bila v tem primeru sesalna sila sesalnika pri novem filtru. Vsa sesanja in meritve so bile izvedene pri največji vhodni moči sesalnika. Prikazane so povprečne vrednosti treh meritev za vsako serijo.

Iz grafikona je razvidno, da se je sesalna sila po prvem sesanju zmanjšala za 1,7 N. Po drugem sesanju se je glede na kontrolo zmanjšala za 2,8 N. Po tretjem sesanju se je glede na kontrolo zmanjšala za 3,8 N. Nato se je po četrtem sesanju sila glede na kontrolo zmanjšala za 4,2 N, po petem sesanju pa za 4,8 N. Največji upad sesalne sile je bil torej po prvem sesanju. Z vsakim sesanjem se razlika v sesalni sili glede na predhodno meritev zmanjšuje.

## 2.1.7 Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različnih načinih čiščenja filtra

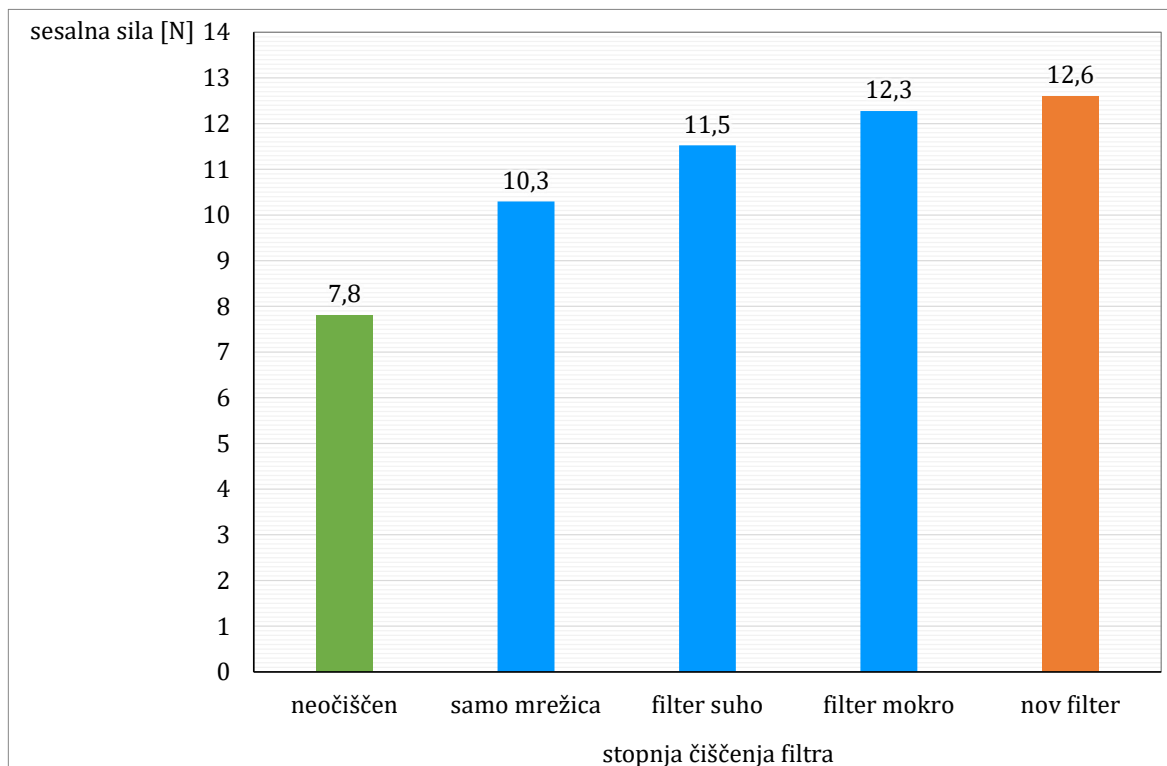


Grafikon 7: Hitrost zraka skozi sesalno cev pri različnih načinih čiščenja filtra

Grafikon prikazuje povečevanje hitrosti zraka skozi sesalno cev po različnih stopnjah čiščenja filtra. Kontrola je bila v tem primeru hitrost zraka pri neočiščenem filtru. Vse meritve so bile izvedene pri največji vhodni moči sesalnika.

Iz grafikona je razvidno, da se je hitrost zraka skozi sesalno cev, potem ko smo očistile samo mrežico filtra, v primerjavi z neočiščeno povečala za 2,8 m/s. Ko smo filter suho očistile, se je hitrost zraka povečala še za dodatnih 3,7 m/s oz. 6,5 m/s v primerjavi s povsem neočiščenim filtrom. Ko pa smo filter še mokro očistile, se je hitrost zraka povečala še za dodatnih 2,3 m/s v primerjavi s suhim čiščenjem. Ni pa dosegla hitrosti zraka pri povsem novem, neuporabljenem filtru.

## 2.1.8 Sesalna sila pri različnih načinih čiščenja filtra



Grafikon 8: Sesalna sila pri različnih načinih čiščenja filtra

Grafikon prikazuje povečevanje sesalne sile po različnih stopnjah čiščenja filtra. Kontrola je bila v tem primeru sesalna sila sesalnika pri neočiščeni filteru. Vse meritve so bile izvedene pri največji vhodni moči sesalnika. Prikazane so povprečne vrednosti treh meritev za vsako stopnjo.

Iz grafikona je razvidno, da se je sesalna sila, potem ko smo očistile samo mrežico filtra, v primerjavi z neočiščeno povečala za 2,5 N. Ko smo filter suho očistile, se je sesalna sila povečala še za dodatnih 1,2 N oz. 3,7 N v primerjavi s povsem neočiščeni filteru. Ko pa smo filter še mokro očistile, se je sesalna sila povečala še za dodatnih 0,8 N v primerjavi s suhim čiščenjem. Ni pa dosegla sesalne sile pri povsem novem, neuporabljenem filteru.

## 2.2 Diskusija

*»Prva zamisel o čiščenju površin z absorpcijo prahu je nastala že približno sredi 19. stoletja, ko je bil razvit prvi osnovni koncept delovanja primitivnega sesalnika. Od takrat je sorazmerno z dvigom kakovosti življenja razvoj tehnologije sesanja v strmem porastu.*

*Če so morali pri uporabi prvih sesalnikov še ročno poganjati motor, pa je danes sesanje postalo tako preprosto, da ga lahko opravimo celo takrat, ko sploh nismo doma.*

*Z rednim sesanjem lahko zelo učinkovito in bistveno zmanjšamo pojav alergijskih simptomov. Odstranjevanje prahu mora biti seveda preprosto, hitro, temeljito in zanesljivo. Hiter tempo življenja zahteva, da sesalniki današnjega časa zagotavljajo kar se da preprosto čiščenje.« (Budja, 2019)<sup>2</sup>*

Raziskovale smo dejavnike, ki vplivajo na sesalno silo in hitrost zraka skozi sesalno cev za izbran sesalnik. Postavile smo 4 hipoteze.

V prvi hipotezi trdimo, da sesalna sila ni linearno povezana z vhodno močjo sesalnika. Hipotezo lahko potrdimo, kar je razvidno iz grafikona 3. Sesalna sila je odvisna od podtlaka, ki ga ustvari motor sesalnika. Večja kot je vhodna moč, hitreje se vrti motor in večji podtlak ustvarja. Vsa električna energija pa se ne spreminja v delo, pač pa se ustvarjajo izgube, npr. v obliki toplote. Hitreje kot se vrti motor, več toplote ustvarja pa tudi glasnejši je.

Druga hipoteza pravi, da hitrost zraka skozi cev ni linearno povezana z vhodno močjo sesalnika. Hipotezo lahko potrdimo, kar je razvidno iz grafikona 4. Hitrost zraka je odvisna od podtlaka, ki ga ustvari motor sesalnika. Večja kot je vhodna moč, večji podtlak ustvarja motor. Zaradi toplotnih izgub odvisnost med vhodno močjo sesalnika in hitrostjo zraka skozi sesalno cev ni linearna.

Iskale smo tudi pojasnilo za spremembo oblike krivulje na grafikonih 3 in 4. Menimo, da se razlog skriva v načinu merjenja. Običajno se namesto sesalne sile meri podtlak, namesto hitrosti zraka pa se uporablja izraz "pretok zraka". Kar je pri tem pomembno, pa je, da se *»pretok zraka običajno meri skozi sesalnik brez priključene cevi ali priključkov, saj obstaja več dejavnikov, ki lahko vplivajo na dejanski pretok zraka, vključno s turbulenco v cevi in omejitvami pretoka zraka na mestih, kjer je cev priključena na sesalnik.«* (Understanding vacuum cleaner specifications, brez datuma)<sup>6</sup>.

---

<sup>2</sup> Budja, B. (Ured.). (27. 6. 2019). *Zgodovina sesalnika na hitro*. (Delo) Pridobljeno 29. 2. 2024 iz Delo: <https://www.delo.si/prosti-cas/dom-in-druzina/zgodovina-sesalnika-na-hitro/>

<sup>6</sup> *Understanding vacuum cleaner specifications*. (brez datuma). Pridobljeno 29. 2. 2024 iz Bestvacuum.com: <https://www.bestvacuum.com/pages/vacuum-cleaner-specifications>

Tretja hipoteza pravi, da sta sesalna sila in hitrost zraka skozi sesalno cev manjša pri neočiščenem filtru. Tudi to hipotezo lahko potrdimo.

Kot je razvidno iz grafikona 5, se je sesalna sila po prvem sesanju zmanjšala za 1,7 N, kar je približno 13 % sesalne sile pri novem filtru. Po petem sesanju brez vmesnega čiščenja filtra pa se je sesalna sila glede na nov filter zmanjšala za 4,8 N, kar je približno 38 %.

Iz grafikona 6 lahko razberemo, da se je hitrost zraka skozi sesalno cev po prvem sesanju zmanjšala za 3,9 m/s, kar je približno 12 % hitrosti zraka pri neuporabljenem filtru. Po petem sesanju brez vmesnega čiščenja filtra pa se je hitrost zraka glede na nov filter zmanjšala za 9,7 m/s, kar je približno 30 %.

V zadnji hipotezi trdimo, da način čiščenja filtra pomembno vpliva na sesalno silo in hitrost zraka skozi sesalno cev. To hipotezo lahko prav tako potrdimo.

Kot je razvidno iz grafikona 7, se že s čiščenjem mrežice filtra sesalna sila poveča za 2,5 N v primerjavi z neočiščeno, kar je približno 32 %. Če poleg čiščenja mrežice s stresanjem očistimo še filter, se sesalna moč v primerjavi z neočiščenim poveča za približno 47 %. Mokro čiščenje (pranje) filtra pa se sesalno moč v primerjavi z neočiščenim filtrom poveča za skoraj 58 %, ne doseže pa več vrednosti, kot jo ima nov filter.

Podobne rezultate smo dobile pri merjenju hitrosti zraka pri različno očiščenem filtru. Če smo samo očistile mrežico, se je hitrost zraka v primerjavi z neočiščeno povečala za 2,8 m/s, kar je približno 13 %. Suho čiščenje filtra je povečalo hitrost zraka v primerjavi z neočiščenim filtrom za 6,5 m/s, kar je približno 29 %. Ko smo filter oprale z vodo, pa se je hitrost zraka v primerjavi z neočiščenim filtrom povečala 8,8 m/s, kar je slabih 40 %, ni pa dosegla vrednosti, kot jo ima nov filter.

### 3 Zaključek

Naša raziskovalna naloga ponuja vpogled v nekatere dejavnike, ki vplivajo na delovanje in učinkovitost izbranega pokončnega sesalnika za prah. Na osnovi izvedenih meritev smo lahko določile, kako izbira vhodne moči, očiščenost filtra in načini čiščenja filtra vplivajo na sesalno silo in hitrost zraka v sesalni cevi.

Ugotovile smo, da v primeru, ko ne čistimo filtra po vsaki uporabi, sesalna sila po prvem sesanju pade na vrednost, primerljivo tisti, ki jo ima sesalnik, če ga uporabljamo pri vhodni moči 1018 W, t.j. eno stopnjo manj od maksimalne, po petem sesanju pa na vrednost, kot jo ima, če ga uporabljamo pri vhodni moči 865 W, t.j. dve stopnji manj od maksimalne.

To pomeni, da bi morali za enak učinek sesanja sesati dlje časa, pri tem pa bi porabili več električne energije, kot bi jo, če bi pred sesanjem očistili filter.

Ugotovile smo tudi, da se največji sesalni sili najbolj približamo, če filter očistimo v celoti – t.j. očistimo mrežico, ga otresemo in operemo. Če očistimo samo mrežico in opravimo suho čiščenje filtra, je sesalna sila primerljiva tisti, ki jo ima sesalnik, če deluje pri vhodni moči 1018 W – t.j. eno stopnjo manj od maksimalne.

Zaključimo lahko, da je v primeru izbranega pokončnega sesalnika smiselno po vsakem sesanju očistiti mrežico filtra in opraviti vsaj suho čiščenje.

Naj omenimo, da smo meritve izvedle drugače, kot smo prvotno načrtovale. Želele smo sistematično sesati neko preprogo s ploskvami, velikimi 1 m<sup>2</sup> in tehtati maso smeti. Žal se je izkazalo, da na šoli nimamo več tako velikih preprog, ki bi jih lahko uporabile za vzorec.

Na koncu smo ugotovile tudi, da bi morda bilo bolje namesto sesalne sile neposredno meriti podtlak, npr. z dolgo cevjo z vodo, kjer bi merili višino, do katere sesalnik potegne vodni stolpec.

Ker se motor sesalnika med delovanjem segreva, bi lahko tudi primerjale sesalno silo oz. hitrost zraka med ohlajenim in segretim motorjem.

Morda pa je to ideja za kakšno od raziskav v prihodnosti.



## 4 Viri

1. Breskvar, Č. (4. 9. 2023). *Test pokončnih brezžičnih sesalnikov*. Pridobljeno 28. 2. 2024 iz Zveza potrošnikov Slovenije: <https://www.zps.si/testi/test-pokoncnih-brezzicnih-sesalnikov-247#tab-kako-smo-testirali>
2. Budja, B. (Ured.). (27. 6. 2019). *Zgodovina sesalnika na hitro*. (Delo) Pridobljeno 29. 2. 2024 iz Delo: <https://www.delo.si/prosti-cas/dom-in-druzina/zgodovina-sesalnika-na-hitro/>
3. Burne, D. (1990). *Kako delujejo stroji*. Ljubljana: Domus.
4. Finniston, M., Williams, T., & Bissell, C. (1997). *Oxfordova ilustrirana enciklopedija izumov in tehnologij*. Ljubljana: DZS.
5. Kutin, B. (Ured.). (2016). *So sesalniki z manjšo močjo manj učinkoviti? ZPS test doma*. Pridobljeno iz Zveza potrošnikov Slovenije.
6. *Understanding vacuum cleaner specifications*. (brez datuma). Pridobljeno 29. 2. 2024 iz Bestvacuum.com: <https://www.bestvacuum.com/pages/vacuum-cleaner-specifications>

Fotografije, objavljene v raziskovalni nalogi so avtorsko delo avtoric in mentorja.

## Izjava

Mentor/-ica *Boštjan Štih* v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom *Merjenje sesalne sile in hitrosti zraka izbranega pokončnega sesalnika za prah*, katere avtorice so *Lana Kolar, Živa Potočnik in Larisa Vodišek*:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 1. 3. 2024

žig šole

Podpis mentorja

*Boštjan Štih, l.r.*

Podpis odgovorne osebe

*Jože Berk, l.r.*

\*

### POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.