

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za elektrotehniko

Denis Šantej

# **Energetska učinkovitost sesalnikov za suho sesanje**

Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija

Mentor: Doc.dr. Gaber Begeš

Ljubljana, 2014



## **Zahvala**

Za vsestransko strokovno podporo in nasvete mentorju doc.dr. Gabru Begešu, ki mi je pomagal pri razreševanju dilem. Marjanu Slabetu za nasvete in predloge za pripravo pripomočkov in Mizarstvu Kotar za izdelavo preskusne plošče. Seveda pa tudi prof.dr. Janezu Drnovšku, ki je odstopil prostor za izvajanje preskusov.

Zahvaljujem se tudi Urošu Mohoriču za medsebojno sodelovanje, podporo in pripravljenost pomagati na pomoč z nasveti in lastnimi ugotovitvami.

Rab bi se zahvalil tudi svoji družini; mami Meliti in očetu Milanu ter sestri Maji in bratu Roky, ker so mi v življenju vedno stali ob strani in mi bili v pomoč pri doseganju ciljev.

Posebej bi se rad zahvalil tudi zaročenki Nini Železnik za smernice pri oblikovanju diplomskega dela, pomoč pri prevajanju tuje literature, brezpogojno podporo in ogromno potrpežljivosti.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>Splošne zahteve standarda za preskušanje (SIST EN 60312:2008)</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Splošni pogoji za preskus</b>	<b>19</b>
2.1.1	Okoljski pogoji	19
2.1.2	Preskusna oprema in materiali	20
2.1.3	Napetost in frekvenca	20
2.1.4	Predpriprava vakuumskih sesalnikov in nastavkov	20
2.1.5	Oprema vakuumskega sesalnika	21
2.1.6	Delovanje vakuumskega sesalnika	21
2.1.7	Predpriprava pred preskusom	22
2.1.8	Mehanski operater	22
2.1.9	Število vzorcev	23
<b>3</b>	<b>Zahteve in opis preskusov skladno s standardom SIST EN 60312-1:2013</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Preskusni materiali in oprema</b>	<b>23</b>
3.1.1	Standardni preskusni prah – Mineralni prah tipa 1	23
3.1.2	Talna preskusna plošča	24
3.1.3	Plošča z razpoko	24
<b>3.2</b>	<b>Preskusi za suho sesanje</b>	<b>25</b>
3.2.1	Odstranjevanje prahu s trdih površin	25
3.2.1.1	Preskusna oprema	25
3.2.1.2	Območje preskušanja in dolžina gibov	25
3.2.1.3	Odstranjevanje preostalega prahu	26
3.2.1.4	Porazdelitev preskusnega prahu	26
3.2.1.5	Predpriprava vrečke za prah	26
3.2.1.6	Ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu	27
3.2.1.7	Izvedba in rezultat preskusa	28
3.2.1.8	Določanje energijske učinkovitosti sesanja na trdih tleh	32
3.2.2	Odstranjevanje prahu s trdih površin z razpokami	35
3.2.2.1	Preskusna oprema	35
3.2.2.2	Porazdelitev preskusnega prahu	36
3.2.2.3	Ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu	36
3.2.2.4	Izvedba in rezultati preskusa	37
3.2.3	Odstranjevanje prahu vzdolž sten	40
3.2.3.1	Preskusna oprema in materiali	40

3.2.3.2	Ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu vzdolž sten.....	41
3.2.3.3	Izvedba in rezultat preskusa .....	42
<b>4</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>PRILOGA.....</b>	<b>46</b>
<b>6.1</b>	<b>Priloga 1: Odstranjevanje prahu s trdih površin .....</b>	<b>46</b>
<b>6.2</b>	<b>Priloga 2: Odstranjevanje prahu s trdih površin z razpokami.....</b>	<b>52</b>
<b>6.3</b>	<b>Priloga 3: Odstranjevanje prahu vzdolž sten .....</b>	<b>60</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Preskusni prah.....	24
Slika 2:	Preskusna plošča z razpoko .....	25
Slika 3:	Preskusna plošča za odstranjevanje prahu s trdih površin .....	28
Slika 4:	Energetska nalepka sesalnika HOOVER.....	30
Slika 5:	Preskusna plošča z vložkom z razpoko.....	35
Slika 6:	Preskusna plošča z odstranjenim vložkom z razpoko.....	35
Slika 7:	Desno usmerjen T .....	40
Slika 8:	Premikanje glave za čiščenje vzdolž notranjega kota.....	41
Slika 9:	Območja meritev.....	42
Slika 10:	Preskusna plošča namesto T-ja .....	43

## KAZALO TABEL

Tabela 1:	Veličine in simboli .....	9
Tabela 2:	Okoljski pogoji.....	19
Tabela 3:	Pogoji preskusnega prahu tipa 1 .....	23
Tabela 4:	Lestvica razredov glede na sposobnost odstranjevanja prahu na trdih tleh ....	30
Tabela 5:	Lestvica razredov glede na letno porabo energije.....	34

## Seznam uporabljenih simbolov in izrazov

Veličina/oznaka		Enota	
Ime	Simbol	Ime	Simbol
Temperatura	$T$	Celzij	°C
Frekvenca	$f$	Hertz	Hz
Tlak	$p$	Pascal	Pa
Dolžina	$l$	meter	m
Čas	$t$	sekunda	S
Hitrost	$v$	-	m/s
Masa	$m$	kilogram	kg
Širina glave za čiščenje	$B$	meter	m
Odstranjevanje prahu	$K_B$	procent	%
Letna poraba energije	$AE$	-	kWh/leto
Povprečna specifična poraba energije med preskusom	$ASE$	-	Wh/m <sup>3</sup>
Specifična poraba energije	$SE$	-	Wh/m <sup>2</sup>
Glasnost zvoka	-	decibel	dB
Moč	$P$	Watt	W

*Tabela 1: Veličine in simboli*

### **SESALNIK**

Je električno gnana naprava, ki odstranjuje suh material (prah, vlakna, niti) s površine. To se očisti z zračnim tokom, ki je ustvarjen zaradi vakuma, ki je ustvarjen znotraj enote. Odstranjen material se loči v napravo, čist sesalni zrak pa se vrne v okolico.

### **GLAVA ZA ČIŠČENJE (ali čistilna glava)**

Je navaden nastavek ali krtača pritrjena na priključno cev ali pa električen nastavek, ki je lahko ločena ali del ohišja. Predstavlja del sesalnika, ki je v stiku s površino, ki jo želimo očistiti.

### **SAMOHODNA GLAVA ZA ČIŠČENJE**

Glava za čiščenje opremljena s pogonskim mehanizmom.

## **ŠIRINA GLAVE ZA ČIŠČENJE**

Največja zunanja širina glave za čiščenje v metrih.

## **AKTIVNA GLOBINA GLAVE ZA ČIŠČENJE**

Razdalja med sprednjim in zadnjim robom glave za čiščenje. Namesto zadnjega roba lahko uporabimo tudi linijo 10 mm za zadnjim robom sesalne odprtine na spodnji strani glave za čiščenje – odvisno katera razdalja je krajša.

## **CIKEL ČIŠČENJA**

Zaporedje petih dvojnih gibov, ki se izvajajo pri določeni hitrosti giba v območju preskusne površine glede na primeren vzorec gibov.

## **VZOREC GIBOV**

Razporeditev gibov naprej in nato nazaj (povratni gib) na površini, ki jo želimo očistiti.

## **PARALELNI VZOREC**

Vzorec gibov, kjer se gib naprej in povratni gib ujemata s smerjo vlaken preproge (smer izdelave), razen če je drugače določeno.

## **HITROST GIBOV**

Hitrost glave za čiščenje, ki se premika čim bolj enakomerno med premikanjem naprej in nazaj.

## **DOLŽINA GIBOV**

Razdalja med dvema paralelnima linijama, ki definira meje vzorcev giba.

## **DVOJNI GIB**

En gib naprej in en gib nazaj, kjer se glava za čiščenje premika po paralelnem vzorcu.

## **GIB NAPREJ**

Premikanje naprej po vzorcu giba. Pri testnih preprogah se giba naprej izvajajo v smeri preproge (smeri izdelave).

## **POVRATNI GIB**

Gibanje nazaj pri vzorcu giba. [1]

# Izjava o avtorstvu

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta *za elektrotehniko*



## IZJAVA

Spodaj podpisani Denis Šantej, z vpisno številko 64100286 s svojim podpisom izjavljam, da sem avtor/-ica zaključnega dela z naslovom:

**Energetska učinkovitost sesalnikov za suho sesanje**

S svojim podpisom potrjujem:

- da je predloženo zaključno delo rezultat mojega samostojnega raziskovalnega dela in da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev skladno s fakultetnimi navodili citirana in navedena v seznam virov, ki je sestavni del predloženega zaključnega dela,
- da je elektronska oblika zaključnega dela identična predloženi tiskani obliki istega dela,
- da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravice shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Repozitorja Univerze v Ljubljani (RUL).

V Ljubljani, \_\_\_\_\_

Podpis avtorja/-ice:



## Povzetek

Danes v vsakem stanovanju in hiši najdemo med obvezno opremo za čiščenje sesalnik. Sesalniki so se prvič pojavili v času industrijske revolucije, ko so ljudje začeli paziti na higieno in čistočo. Prvi je sesalnik patentiral Daniel Hess, sledili pa so mu številni izumitelji, ki so želeli napravo izboljšati z različnimi pogoni, oblikami, modeli, materiali, ... Danes poznamo različne velikosti – od najmanjših ročnih baterijskih sesalnikov do stacionarnih industrijskih sesalnikov in celo vakuumskih tovornjakov. Vsak model sesalnika ima svoje prednosti in pomanjkljivosti, za nakup se odločamo na podlagi naših potreb in želja.

V diplomskem delu sem se osredotočil na sesalnike za suho čiščenje, ki jih standard definira kot »sesalnik je naprava, ki jo poganja električna energija, ki odstranjuje suh material (prah, vlakna, niti) s površine. To se očisti z zračnim tokom, ki je ustvarjen zaradi vakuuma, ki je ustvarjen znotraj enote. Odstranjen material se loči v napravo, čist sesalni zrak pa se vrne v okolico.« Izbral sem sesalnik Hoover TE70\_TE21011 in z njim izvajal preskuse, s katerimi sem želel ugotoviti, kakšna je sposobnost odstranjevanja prahu na trdih površinah, sposobnost odstranjevanja prahu s trdih površin z razpoko, sposobnost odstranjevanja prahu vzdolž stene in energetsko učinkovitost sesalnika. Omenjeni sesalnik sem izbral, ker ima energijsko nalepko in sem lahko rezultate primerjal.

Za izvajanje preskusov je bilo potrebno priskrbeti določene pripomočke in zagotoviti določene pogoje, ki so zapisani v standardu in so natančno opisani v diplomskem delu. Kot glavne pripomočke sem potreboval sesalnik za suho čiščenje, preskusni prah, talno preskusno ploščo, tehtnico in primeren prostor.

Sposobnost odstranjevanja prahu s trdih površin se definira kot srednja vrednost treh meritev. Ena meritev se izračuna kot razmerje med povečanjem teže posode za prah med dvojnimi gibom in težo preskusnega prahu, ki je bil porazdeljen na preskusno površino. Rezultat, ki sem ga dobil, sem primerjal z rezultatom proizvajalca, vendar je prišlo do odstopanj za več razredov zaradi vpliva različnih dejavnikov.

Energetsko učinkovitost sem izračunal s podano enačbo, kjer se upošteva sposobnost odstranjevanja prahu s trdih površin, standardno število čiščenja na leto, običajna bivalna površina, ki je predvidena za čiščenje, standardno število prehodov, ki jih sesalnik naredi čez vsako točko na tleh, standardna sposobnost in standardna razlika med sposobnostjo. Rezultat, ki sem ga dobil, je bil izračunan na podlagi polne moči sesalnika. Proizvajalec pa je lahko z manjšo močjo sesalnika dosegel isti procent sposobnosti odstranjevanja prahu.

Sposobnost odstranjevanja prahu s trdih površin z razpoko se izračuna s srednjo vrednostjo dveh čistilnih ciklov, vsak cikel vsebuje pet dvojnih gibov. Rezultat, ki sem ga dobil, po mojih opažanjih ni realen in tudi ga nisem mogel primerjati z rezultatom proizvajalca, ker rezultat na energijski nalepki ni naveden.

Pri ugotavljanju sposobnosti odstranjevanja prahu vzdolž stene sem ugotovil, da sesalnik vzdolžno steno odlično poseša, na prečni steni pa glede na časovni okvir 2,3 sekunde ne poseša prahu.

Pri izvajanju preskusov so se pojavile številne dileme in težave, ki se nanašajo predvsem na težave pri razumevanju standarda zaradi zapletene strukture stavka in pomanjkanja natančnih zapisov in enačb. Odstopanja pri rezultatih so se pokazala zaradi slabše zagotovljenih pogojev preskušanja, na kar bi bilo potrebno biti pozoren v prihodnje.

**Ključne besede:** sesalnik za suho čiščenje, sposobnost odstranjevanja prahu, energetska učinkovitost

## Abstract

Today, in every apartment or a house we find in people's equipment for cleaning at least one vacuum cleaner. Vacuum cleaners first appeared during the Industrial Revolution, when people began to pay attention to hygiene and cleanliness. The first one, who patented vacuum cleaner was Daniel Hess. Numerous inventors followed him, they wanted to improve the device with different drives, shapes, designs, materials, ... Today there are a variety of sizes - from the smallest handheld battery operated vacuum cleaners to stationary industrial vacuum cleaners and even vacuum trucks. Each model has its own advantages and disadvantages and decisions for a buying can be based on our needs and desires.

In the thesis I focused on vacuum cleaners for dry cleaning. Standard defines it as a "vacuum cleaner is a device that is powered by electricity, which removes dry material (dust, fibers, threads) from the surface. It is cleaned by the air stream, which is generated due to a vacuum that is created within the unit. The shredded material is separated into the machine, clean the intake air is returned to the environment." I chose Hoover vacuum cleaner TE70\_TE21011 and it carried out tests with whom I wanted to find out it's ability to remove dust on hard surfaces, ability to remove dust from hard surfaces with crevices, ability to remove dust along the walls and energy-efficiency of the vacuum cleaner.

For the implementation of the tests was required to provide certain devices and provide certain conditions, which are described in standard and also are described in detail in the thesis. As the main tool I needed a vacuum cleaner for dry cleaning, test dust, floor plate test, scale and appropriate room.

Ability to remove dust from hard surfaces is defined as the mean value of three measurements. Each of the measurements is calculated as the ratio between the increase in the weight of the dust container during the double motion and weight of the test dust, which has been distributed to the test area. The result that I got, I compared to the results of the manufacturer, but there was a deviation due to the influence of various factors

I calculated the energy efficiency with given equation, which takes into account the ability to remove dust from hard surfaces, standard number of cleaning per year, a common living area, which is predicted to clean, standard number of passes, which ones the vacuum cleaner makes over each point on the ground, a standard capability and the standard difference between the capacity. The result I got was calculated on the basis of the full power of a vacuum cleaner.

However, the manufacturer might use less power of the vacuum cleaner to achieve the same percentage of the capability of the dust removal.

Ability to remove dust from hard surfaces with a crevice is calculated by the mean of two cleaning cycles, each cycle consists of five double strokes. The result that I got in my observations is not realistic and I could not compare it with the results of the manufacturer, because the result were not listed.

In determining the ability of dust removal along the wall, I found that the longitudinal wall vacuum sucked excellent, the transverse wall, according to the timing of 2.3 seconds does not suck all of the dust.

In carrying out the tests, there were numerous dilemmas and problems that relate primarily to the difficulty in understanding the standard due to the complex structure of the sentence and the lack of accurate records and equations. Variations in the results are shown due to poorly provided conditions for testing, and that should be necessary to take caution in the future.

**Key words:** vacuum cleaner for dry cleaning, dust removal ability, energy efficiency

# 1 Uvod

V okviru diplomskega dela sem raziskoval energetska učinkovitost sesalnika za suho sesanje. Sodeloval sem z Urošem Mohoričem, ki je za diplomsko delo raziskoval energetska učinkovitost robotskega sesalnika.

Sesalnik uporabljamo v vsakdanjem življenju, kupimo pa ga na podlagi nasvetov prodajalcev, mnenja prijateljev, sorodnikov. Običajno se odločamo na podlagi dobrih karakteristik za ugodno ceno. Različni sezname, kateri sesalnik kupiti, večinoma temeljijo na standardiziranih preskusih. Na spletni straneh obstaja veliko različnih seznamov, Liam McCabe pa je naredil širšo raziskavo, kamor je vključil različne spletne strani, ki so ponujale sezame najboljših sesalnikov (CNET, Good Housekeeping, VacuumWizard.com, ..), pogovore z uredniki omenjenih strani, različnimi prodajalci in serviserji, ... Želel je ugotoviti, kaj vse naredi sesalnik za dober sesalnik. Zanašal se je na že znane podatke in na podlagi tega izbral različne sesalnike – opisal je prednosti in slabosti in za koga bi bil sesalnik idealen in komu ga ne bi priporočal. Na tak način lahko oseba izbere sesalnik na podlagi svojih potreb in želja, ne pa na podlagi prodajalčevih besed. Pritegnilo me je to, da je nekatere preskuse izvedel kar sam (omenil je, da so nekateri podatki manjkali, zato si je pripravil načrt za preskuse in jih tudi sam izvedel), žal pa ni zapisal točnih ugotovitev, ampak jih je le vključil pri opisu posameznik sesalnikov. [2] Ob tem me je spodbudilo v razmišljanje, da bi izvedel preskuse za katere so rezultati sicer že znani, vendar bi jih izvedel sam, s svojimi pripomočki in primerjal rezultate ter ugotavljal, zakaj so podatki enaki oziroma različni.

Sesalniki so se prvič pojavili ob pojavu industrijske revolucije in različnih teorijah, da mikroorganizmi v umazaniji povzročajo različne bolezni, zaradi česar so ljudje začeli dajati velik pomen higieni in čistoči. [3] Sesalnik, ki je uporabljen v diplomskem delu, je definiran kot naprava, ki jo poganja električna energija, ki odstranjuje suh material (prah, vlakna, niti) s površine. To se očisti z zračnim tokom, ki je ustvarjen zaradi vakuuma, ki je ustvarjen znotraj enote. Odstranjen material se loči v napravo, čist sesalni zrak pa se vrne v okolico. [1] Skozi zgodovino so z razvojem tehnologije izumili različne oblike in modele sesalnikov na različne pogone. Američan Daniel Hess je leta 1860 prvi izumil in patentiral napravo danes poznano kot sesalnik. Na začetku so ga v Iowi imenovali »carpet sweeper«, kar bi v prevodu pomenilo »pometalnik preprog«. Vendar ni zapisov ali je bila naprava kdaj proizvedena. Prvi sesalniki so se poganjali ročno. Za tem so različni izumitelji poskušali patentirati sesalnike na različne pogone.

Leta 1899 je John S. Thurman izumil sesalnik na bencinski pogon, leta 1901 pa je Londončan Hubert Cecil Booth izumil električni sesalnik. Šele leta 2002 je tehnologija ponovno napredovala v tej smeri, ko je Helen Greiner s sodelavci predstavila prvi robotski sesalnik. [2] Danes poznamo sesalnike, ki se jih uporablja tako za domačo uporabo kot v industriji, v različnih velikostih - poznamo od majhnih naprav na baterije, klasičnih domačih sesalnikov do ogromnih stacionarnih industrijskih naprav in samohodnih vakuumskih tovornjakov. [4]

Sam sem se namenil narediti nekatere od preskusov, da ugotovim, kakšna je sposobnost odstranjevanja prahu in energetska učinkovitost sesalnika za suho sesanje Hoover TE70 TE21011, ob tem pa raziskal, kakšna je tehnična kakovost sesalnika in če bi bilo mogoče, kaj izboljšati. Naveden sesalnik sem izbral, ker ima energijsko nalepko, kjer so zapisani razredi in letna poraba energije in lahko svoje rezultate primerjam. Podjetje sesalnik uvršča med klasične električne sesalnike za suho sesanje. Za zbiranje prahu je predvidena uporaba vrečk za prah, ki jih po uporabi zavržemo in zamenjamo z novo (tip H60 ali H30).

Da sem se lahko lotil izvajanja preskusov, sem moral dobro poznati krovni standard SIST EN 60312:2008 z naslovom sesalniki za uporabo v gospodinjstvu, in podstandard SIST EN 60312-1:2013 z naslovom sesalniki za uporabo v gospodinjstvu- 1.del: Sesalniki za suho čiščenje. Preučiti je bilo potrebno postopke izvajanja posameznih preskusov, katere pripomočke potrebujemo za posamezne preskuse in s katerimi izračuni lahko pridemo do zelenih rezultatov, kar je tudi podrobno opisano v diplomskem delu.

V naslednjem koraku je bilo potrebno ugotoviti, katere vrste pripomočkov so najbolj primerne in te pripomočke priskrbeti. Sesalnik za suho čiščenje je moral biti označen z energijskim razredom z energijsko nalepko, saj sem le tako lahko svoje ugotovitve primerjal z že podanimi karakteristikami proizvajalca. Primeren sesalnik sem dobil v trgovini Harvey Norman. Pogoji za nakup sesalnega prahu so opisani v standardu, kjer je zapisano, da naj bo to mineralni prah, sestavljen iz dolomitnega peska z določeno porazdelitvijo velikosti zrnec, ki je opisana v standardu in drugi pogoj, da je prah namenjen preskušanju na trdih talnih površinah in trdnih tleh z razpokami. Uporabil sem dolomitni prah granulacije 0,1 - 0,5 mm. Ime prahu je BARVIT MIKRO BEL. Za posipavanje prahu sem uporabil posipalnik. Po standardu se preskusi izvajajo na talni preskusni plošči, zato je bilo potrebno izdelati primerno ploščo. Naredil sem načrt za talno preskusno ploščo, ki so jo izdelali pri Mizarstvu Kotar. Preskusi, ki se nanašajo na trdna ravna tla, se izvajajo na talni preskusni plošči iz neobdelanega lepljenega borovega lesa ali enakovredne plošče, najmanj 15 mm debele. Uporabili smo neobdelan lepljen smrekov les. Plošča, ki so jo izdelali pri Mizarstvu Kotar je multifunkcijska, uporabil sem jo lahko za preskus

na trdih tleh in za preskus vzdolž stene. Za preskus na trdih tleh z razpoko se je izdelal dodaten vložek. Preskuse sem izvajal v prostorih Fakultete za elektrotehniko, v Laboratoriju za metrologijo in kakovost. Tam so mi zagotovili tehtnico in pripravo za merjenje porabe električne energije sesalnika.

Ti pripomočki so bili zadostni za izvajanje naslednjih preskusov za suho sesanje: preskus za odstranjevanje prahu s trdih površin, preskus za odstranjevanje prahu s trdih površin z razpoko in preskus za odstranjevanje prahu vzdolž sten.

Prvi cilj diplomskega dela se nanaša na ugotovitev sposobnosti odstranjevanja prahu s trdih površin, s trdih površin z razpoko in vzdolž sten. Drugi cilj pa se nanaša na ugotovitev energetske učinkovitosti sesalnika. Zadal sem si torej, da ugotovim, kakšna je sposobnost odstranjevanja prahu sesalnika pri različnih pogojih (ravna trda površina, razpoka, vzdolž stene) in kakšna je energetska učinkovitost sesalnika pri sesanju trdih površin, kar bom ugotovil s pomočjo merjenja porabe energije. Da lahko naredim veljavne preskuse in jih primerjam, moram poznati in upoštevati standardizirane zahteve za preskušanje sesalnikov, ki so opisane v naslednjem poglavju.

## 2 Splošne zahteve standarda za preskušanje (SIST EN 60312:2008)

V nadaljevanju so zapisane splošne zahteve za preskušanje, ki so zapisane v standardu SIST EN 60312:2008. Standard je namenjen za preskušanje sesalnikov, ki so namenjeni uporabi v gospodinjstvu. V standardu so opisane metode za merjenje lastnosti. Za namene diplomskega dela pa sem iz standarda povzel splošne pogoje, ki so potrebni za preskušanje.

### 2.1 Splošni pogoji za preskus

#### 2.1.1 Okoljski pogoji

Če ni drugače zahtevano se meritve izvajajo pod sledečimi pogoji (v skladu z ISO 554) :

Standardna atmosfera	23/50
Temperatura	(23±2) °C
Relativna vlažnost	(50±5) %
Zračni tlak	86kPa do 106 kPa

*Tabela 2: Okoljski pogoji*

Temperaturne in vlažnostne zahteve znotraj določenih območij so potrebne za dobro ponovljivost in obnovljivost. Paziti moramo, da ne pride do sprememb v času preizkusa.

Navodila za laboratorije, da nastavijo pravilne vrednosti:

Temperatura na tekočinskem termometru: 16,3 °C

Tlak pare: 1,41 kPa

Vsebnost vode: 8,8 g/kg suhega zraka

Za meritve, ki naj bi bile izvedene pod drugačnimi kot standardnimi atmosferskimi pogoji, mora biti okoljska temperatura vzdrževana pri (23±5) °C.



### **2.1.2 Preskusna oprema in materiali**

Oprema in materiali za meritve (naprave, preskusni prah itd.), ki bodo uporabljeni v preskusu morajo biti pred preskusom shranjeni v prostoru s standardnimi atmosferskimi pogoji (v skladu s točko 2.1.1) in sicer vsaj 24 ur.

### **2.1.3 Napetost in frekvenca**

Meritve morajo biti izvedene pri nazivni napetosti s toleranco  $\pm 1$  % in če je potrebno pri nazivni frekvenci.

Vakuumski sesalniki narejeni izključno za enosmerni tok, morajo delovati samo na enosmernem toku. Vakuumski sesalniki narejeni za izmenični in enosmerni tok, morajo delovati na izmeničnem toku. Vakuumski sesalniki, ki nimajo označene nazivne frekvence morajo delovati pri 50 Hz ali 60 Hz, kot je običajno v državni uporabi.

Za vakuumske sesalnice z območjem nazivne napetosti, morajo biti meritve izvedene pri srednji vrednosti območja napetosti, če razlika med koncema območja ne presega 10% srednje vrednosti. Če razlika presega 10% srednje vrednosti, morajo biti meritve izvedene pri zgornjem koncu, kot tudi na spodnjem koncu območja napetosti.

Če nazivna moč odstopa od nominalnega sistema napetosti v državi, lahko meritve narejene pri nazivni napetosti dajo napačne rezultate in tako so lahko zahtevane dodatne meritve. Če preizkusna napetost odstopa od nazivne napetosti moramo to zabeležiti

### **2.1.4 Predpriprava vakuumskih sesalnikov in nastavkov**

Pred začetnim preskusom morajo vakuumski sesalnik in nastavki, če obstajajo, delovati pod neomejenim pretokom zraka vsaj dve uri, da se zagotovi primerna predpriprava.

### **2.1.5 Oprema vakuumskega sesalnika**

V primeru, da vakuumski sesalnik uporablja vrečke za prah za enkratno uporabo, mora biti sesalnik pred vsakim preskusom opremljen z novo vrečko za prah (tipa, ki ga priporoča proizvajalec).

Če ima vakuumski sesalnik posodo za prah, ki je ni mogoče odstraniti, mora biti posoda pred vsakim preizkusom očiščena z tresenjem, dokler ni njena teža znotraj 1% prvotne teže. Brušenje ali pranje vrečke za prah ni dovoljeno, vendar če je posoda za prah plastična, jo lahko operemo in dobro posušimo.

Če ima vakuumski sesalnik dodatne filtre in navodila proizvajalca določajo periodično čiščenje ali zamenjavo le-teh, za to veljajo ista pravila kot so napisana zgoraj, razen če ni razvidno, da bi lahko ponovna uporaba filtrov močno vplivala na končni rezultat preizkusa.

### **2.1.6 Delovanje vakuumskega sesalnika**

Vakuumski sesalnik in njegovi dodatki morajo biti nastavljeni in uporabljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preskusov. Kontrole za nastavitve višine čistilne glave morajo biti nastavljene primerno za podlago, ki se jo bo čistilo, in položaj. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka, razen če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zračni by-pass za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte.

To velja le za tiste naprave, ki so lahko upravljane s strani uporabnika med normalno uporabo. Kakršnekoli varnostne naprave morajo biti dovoljene za uporabo.

Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike se mora držati na normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.

Med meritvami, kjer električna šoba ni uporabljena kot v normalnem delovanju, mora teči, vendar ne v stiku s tlemi.

### **2.1.7 Predpriprava pred preskusom**

Pred vsakim preskusom mora biti vakuumski sesalnik z dodatki, nastavki, vrečkami za enkratno uporabo in dodatnimi filtri, ki se ga bo uporabljajo v preskusu, shranjen vsaj 24 ur v standardnih atmosferskih pogojih, kot je to opisano v točki 2.1.1.

Vakuumski sesalnik in nastavki morajo nato teči vsaj 10 min pod nadzorom, opisanim v točki 2.1.4, da se lahko stabilizirajo.

Preizkusne preproge, ki so že bile uporabljene morajo biti shranjene nepoškodovane pri standardnih atmosferskih pogojih. Kadar niso v uporabi, morajo viseti prosto, ne ležati ali pa biti zvite.

Preizkusne preproge pred prvo uporabo morajo biti shranjene pri standardnih atmosferskih pogojih za vsaj 24 h.

### **2.1.8 Mehanski operater**

Za doseg zanesljivih rezultatov, določene meritve zahtevajo, da se čistilna glava premika pri enakomerni hitrosti čez območje preskusa in brez izvajanja dodatne sile pritiska čistilne glave po preskusni podlagi.

Priporočeno je, da pri preskusih simuliramo uporabo sesalnika z uporabo mehanskega operaterja. Oprijem cevi sesalnikov s sesalno cevjo ali držalo drugih sesalnikov mora biti pritrjena na linearni pogon tako, da njena sredina niha na višini  $(800 \pm 50)$  mm nad preskusno podlago. Linearni pogon je lahko motoriziran ali upravljan ročno.

Zagotovljeno mora biti, da spodnji del čistilne glave doseže popoln stik s preskusno podlago. Če to ni mogoče, mora biti dolžina cevi prilagojena.

### 2.1.9 Število vzorcev

Meritve zmogljivosti, za npr. primerjalne preskuse, morajo biti narejeni na enem vzorcu vakuumskega sesalnika z njegovimi dodatki in nastavki, če le-ti obstajajo.

Preskusi, ki se izvajajo za simulacijo naporov, pod katerimi je lahko vakuumski sesalnik med normalno uporabo, lahko zahtevajo dodatne vzorce za nadomestljive dele. Taki preskusi morajo biti narejeni na koncu preskusnega programa.[5]

## 3 Zahteve in opis preskusov skladno s standardom SIST EN 60312-1:2013

Standard SIST EN 60312-1:2013 vsebuje metode za merjenje lastnosti sesalnikov za suho čiščenje, ki so namenjeni uporabi v gospodinjstvu. Za namene diplomskega dela sem iz standarda povzel, kakšni so postopki preskušanja in kakšne materiale in opremo določeni preskusi zahtevajo. V Prilogi 1, Prilogi 2 in Prilogi 3 so navedeni napotki za izvedbo preskusa in obrazci za beleženje meritev, ki jih lahko uporabimo pri izvajanju posameznih preskusov.

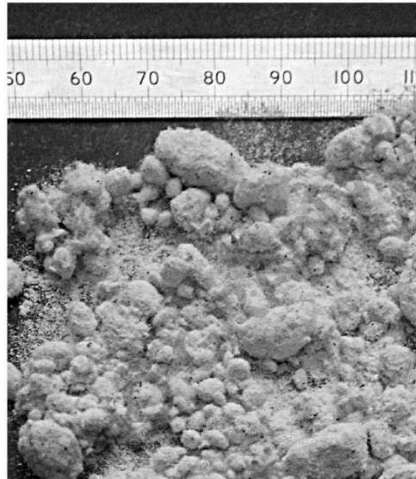
### 3.1 Preskusni materiali in oprema

#### 3.1.1 Standardni preskusni prah – Mineralni prah tipa 1

Mineralni prah, prikazan na Sliki 1, naj bo sestavljen iz dolomitnega peska s porazdelitvijo velikosti zrnc opisano v Tabeli 2 in se uporablja pri preskusih na trdih talnih površinah in trdnih tleh z razpokami.

Razpon velikosti delcev (mm)	Masni delež (%)
< 0,020	20
0,020 < 0,040	10
0,040 < 0,075	10
0,075 < 0,125	10
0,125 < 0,25	20
0,25 < 0,5	16
0,5 < 1,0	11
1,0 < 2,0	3

Tabela 3: Pogoji preskusnega prahu tipa 1



*Slika 1: Preskusni prah*

### **3.1.2 Talna preskusna plošča**

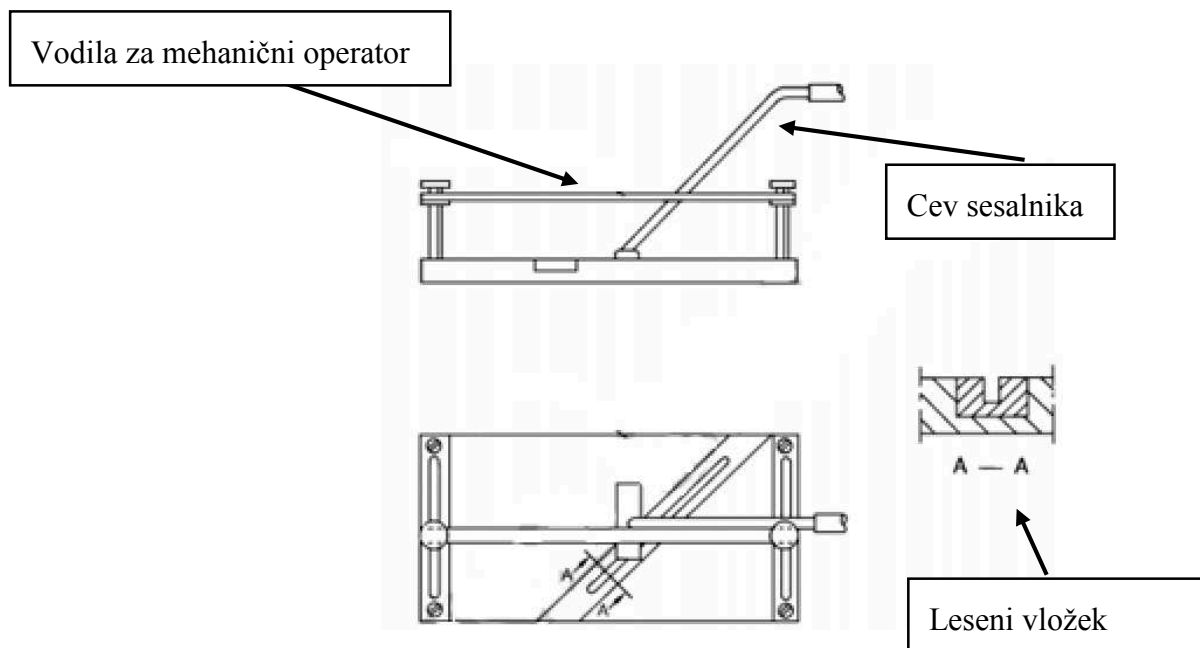
Preskusi, ki se nanašajo na trda ravna tla, se izvajajo na talni preskusni plošči iz neobdelanega lepljenega borovega lesa ali enakovredne plošče, najmanj 15 mm debele.

### **3.1.3 Plošča z razpoko**

Oprema je sestavljena iz neobdelanega borovega lesa ali enakovredne plošče opremljene z odstranljivim lesenim vložkom (borov les ali enakovreden les), ki je  $(3 \pm 0,05)$  mm širok in  $10 \text{ mm} \pm 0,05$  mm globoka gladka razpoka.

Dolžina razpoke naj bi bila približno dvakratna zunanja širina glave za čiščenje.

Na Sliki 2 je predstavljena plošča z razpoko. Na zgornjem delu slike je prikazano, kako pripravimo mehanični operator.



Slika 2: Preskusna plošča z razpoko

## 3.2 Preskusi za suho sesanje

### 3.2.1 Odstranjevanje prahu s trdih površin

#### 3.2.1.1 Preskusna oprema

Talna preskusna plošča mora biti uporabljena v skladu s točko 3.1.3

#### 3.2.1.2 Območje preskušanja in dolžina gibov

Dolžina preskusne plošče je  $(700 \pm 5)$  mm. Širina preskusne plošče je enaka kot širina glave za čiščenje. Dolžina, najmanj 200 mm, mora biti dodana pred začetkom preskusne plošče in najmanj 300 mm za koncem preskusne plošče zaradi upoštevanja pospeševanja in zaviranja glave za čiščenje. Torej, dolžina giba je najmanj 1200 mm za podano preskusno dolžino 700 mm. Simetrala sprednjega roba glave za čiščenje je poravnana s središčno črto začetka pospeševalnega območja na začetku giba in tako je ravno 200 mm porabljenih za pospeševanje.

Glava za čiščenje bo dosegla konec giba, ko je zadnji rob aktivne globine glave za čiščenje najmanj 200 mm čez konec preskusnega območja, zato moramo dovoliti primerno razdaljo za zaviranje. Povratni gib se izvede na podoben način, dokler sprednji rob glave za čiščenje ni ponovno na liniji z začetkom pospeševalne dolžine pred preskusnim območjem.

Aktivna globina glave za čiščenje se sme premikati z enakomerno hitrostjo giba  $1,50 \text{ m/s} \pm 0,02 \text{ m/s}$  in v ravni liniji čez preskusno območje. Sesalniki opremljeni z napravo za samostojni pogon, morajo delovati s predpisano hitrostjo giba  $0,5 \text{ m/s} \pm 0,02 \text{ m/s}$ , če je mogoče. V drugem primeru bo hitrost giba določena s strani sesalnika.

### **3.2.1.3 Odstranjevanje preostalega prahu**

Površina mora biti suho očiščena, tako da ne ostane nič prahu pred naslednjim preskusom.

### **3.2.1.4 Porazdelitev preskusnega prahu**

Preskusni prah Tipa 1 v skladu s točko 4.2 naj bo porazdeljeno s povprečno pokritostjo  $50 \text{ g/m}^2$ , kolikor enakomerno je mogoče, po celotni preskusni površini.

Količina preskusnega prahu, ki ga bomo uporabili, se izračuna s formulo  $B \times 0,7 \text{ m} \times 50 \text{ g/m}^2$ , kjer  $B$  predstavlja širino glave za čiščenje v metrih in  $0,7 \text{ m}$  predstavlja preskusno dolžino.

### **3.2.1.5 Predpriprava vrečke za prah**

Da lahko minimaliziramo učinke vlažnosti, moramo vrečko za prah predpripraviti.

Sesalnik je pri preskusu opremljen s čisto vrečko za prah in dopušča neprekinjen pretok zračnega toka s šobo stran od površine za 2 minuti ali dokler se vhodna moč ne stabilizira.

Po predpripravi se vrečka za prah in možni filtri, ki so odstranljivi brez pomoči orodja, odstrani od sesalnika in stehta. Teža se zabeleži in predmete se nadomesti.

Ker ima lahko zračni tok sesalnika vpliv na težo vrečke za prah med 2 minutnim predpripravljanjem, moramo delovati previdno, da se teža posode za prah stabilizira pred tehtanjem.

### 3.2.1.6 Ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu

Narejene morajo biti tri ločene meritve, vsaka od meritev vsebuje en dvojni gib. Po čistilnem ciklu mora biti glava za čiščenje dvignjena za vsaj 50 mm stran od površine, preden ugasnemo sesalnik. Vrečke za prah ne smemo odstranjevati, dokler se motor popolnoma ne ustavi.

Ko se sesalnik popolnoma ustavi, previdno odstranimo vrečko za prah in jo ponovno stehtamo. Zaradi učinkov morebitnega kopičenja statike v času pobiranja prahu, je potrebno zagotoviti, da se vrečka v celoti stabilizira pred tehtanjem.

Sposobnost odstranjevanja prahu se izračuna kot razmerje med povečanjem teže vrečke za prah med dvojnimi gibanji in težo preskusnega prahu, ki je bil porazdeljen na preskusno površino.

Srednja vrednost treh meritev se izračuna po enačbi (1), posamezna meritev pa se izračuna na podlagi enačbe (2):

$$K_B(3) = \frac{K_{B1} + K_{B2} + K_{B3}}{3} \quad (1)$$

$$K_{Bi} = 100 \times \frac{m_{DRf} - m_{DRe}}{m_D} \quad (2)$$

Kjer je,

$i$	Zaporedna številka meritve
$K_B(i)$	Povprečno odstranjevanje prahu za $i$ meritev v procentih
$K_{Bi}$	Odstranjevanje prahu za $i$ meritev v procentih
$m_D$	Teža porazdeljenega prahu na preskusni površini v gramih
$m_{DRe}(i)$	Teža vrečke za prah v gramih
$m_{DRf}(i)$	Teža vrečke za prah po čiščenju v gramih

Kadar je srednja vrednost manjša kot 90% mora biti območje meritev večje od 3% območja, dve dodatni meritvi morata biti narejeni in srednja vrednost vseh meritev je podana kot merilni rezultat. Kadar je srednja vrednost enaka ali večja 90% mora biti območje vseh meritev večje od  $0,3 \times (100 \% - \text{srednja vrednost})$ , dve dodatni meritvi morata biti narejeni in srednja vrednost vseh meritev se uporabi kot merilni rezultat. V razmislek moramo dati kontrolo ponovljivosti znotraj laboratorija in oblike sesalnikov ali sesalne glave, da se preveri, če obstajajo kakšni faktorji, ki prej niso bili opazovani in bi lahko negativno vplivali na ponovljivost. [1]

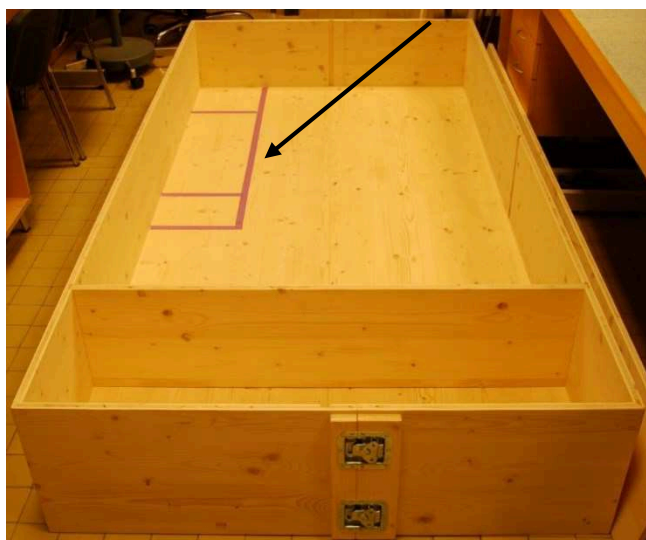


### 3.2.1.7 Izvedba in rezultat preskusa

Pri preskusu sem uporabil naslednje pripomočke: sesalnik, talna preskusna plošča, preskusni prah in tehtnico.

Preskusni prah sem pridobil že zmešan glede na zahteve standarda. Uporabil sem dolomitni prah granulacije 0,1 - 0,5 mm. Ime prahu je BARVIT MIKRO BEL. Uporabil sem 9,8 g preskusnega prahu, kar sem izračunal na podlagi točke 3.2.1.4.

Slika 3 predstavlja preskusno ploščo iz neobdelanega lepljenega smrekovega lesa, ki sem jo uporabil. Puščica nakazuje vijoličen trak, ki predstavlja območje za preskušanje odstranjevanja prahu s trdih površin. Dolžina preskusne plošče je 700 mm. 200 mm je dodano pred začetkom preskusne plošče in 300 mm za koncem preskusne plošče zaradi upoštevanja pospeševanja in zaviranja glave za čiščenje. Širina preskusne plošče je enaka širini glave za čiščenje.



*Slika 3: Preskusna plošča za odstranjevanje prahu s trdih površin*

Pred začetkom preskusa sem sesalnik predpripravil, kot zahteva standard v točki 2.1.7. Ker je celotna preskusna plošča namenjena večini preskusom, je bilo potrebno označiti območje za sesanje pri preskusu odstranjevanja prahu na trdih tleh, kar predstavlja Slika 3. S posipalnikom sem posipal 9,8 g prahu. Narediti je bilo potrebno tri meritve in po vsaki meritvi sem očistil prah, da je bila plošča za naslednjo meritev čista. Rezultate meritev sem sproti beležil.

S pomočjo enačbe (1) in enačbe (2) sem prišel do naslednjih izračunov in rezultatov:

$$K_{B1} = 100 \times \frac{m_{DRf1} - m_{DRe1}}{m_{D1}} = 100 \times \frac{44,21 \text{ g} - 34,93 \text{ g}}{9,81 \text{ g}} = 94,59 \%$$

Pri prvi meritvi je bila teža porazdeljenega prahu na preskusni površini ( $m_D$ ) 9,81 g. Teža vrečke pred čiščenjem ( $m_{DRe}$ ) je bila 34,93 g in po čiščenju ( $m_{DRf}$ ) 44,21 g. Odstranjevanje prahu pri prvi meritvi je bilo 94,59%.

$$K_{B2} = 100 \times \frac{m_{DRf2} - m_{DRe2}}{m_{D2}} = 100 \times \frac{44,23 \text{ g} - 34,9 \text{ g}}{9,80 \text{ g}} = 95,20\%$$

Pri drugi meritvi je bila teža porazdeljenega prahu na preskusni površini ( $m_D$ ) 9,80 g. Teža vrečke pred čiščenjem ( $m_{DRe}$ ) je bila 34,90 g in po čiščenju ( $m_{DRf}$ ) 44,23 g. Odstranjevanje prahu pri prvi meritvi je bilo 95,20%.

$$K_{B3} = 100 \times \frac{m_{DRf3} - m_{DRe3}}{m_{D3}} = 100 \times \frac{44,62 \text{ g} - 34,91 \text{ g}}{9,82 \text{ g}} = 98,88\%$$

Pri tretji meritvi je bila teža porazdeljenega prahu na preskusni površini ( $m_D$ ) 9,82 g. Teža vrečke pred čiščenjem ( $m_{DRe}$ ) je bila 34,91 g in po čiščenju ( $m_{DRf}$ ) 44,62 g. Odstranjevanje prahu pri prvi meritvi je bilo 98,88%.

Končni rezultat predstavlja srednjo vrednost vseh treh meritev:

$$K_B(3) = \frac{K_{B1} + K_{B2} + K_{B3}}{3} = \frac{94,59 \% + 95,20 \% + 98,88 \%}{3} = 96,22 \%$$

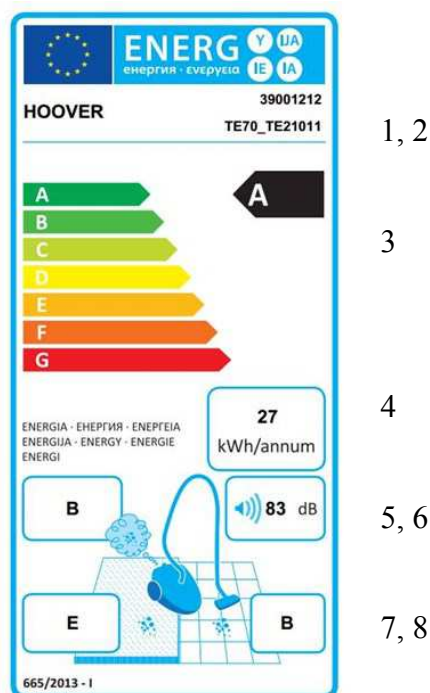
Končni rezultat, ki sem ga dobil, sem poiskal na lestvici razredov učinkovitosti čiščenja trdih površin (zapisani v Tabeli 5) in iz tabele razbral, da po mojih rezultatih sesalnik spada v F razred.

Razred učinkovitosti čiščenja	Sposobnost odstranjevanja prahu na trdih tleh ( $K_B$ )
A	$K_B \geq 1,11$
B	$1,08 \leq K_B < 1,11$
C	$1,05 \leq K_B < 1,08$
D	$1,02 \leq K_B < 1,05$
E	$0,99 \leq K_B < 1,02$
F	$0,96 \leq K_B < 0,99$
G	$K_B < 0,96$

Tabela 4: Lestvica razredov glede na sposobnost odstranjevanja prahu na trdih tleh

[7]

Glede na tehnične podatke sesalnika, ki jih je podal proizvajalec in so zapisani na energetski nalepki, pa sesalnik spada v razred B.



Slika 4: Energetska nalepka sesalnika HOOVER

Energetska nalepka ima določeno postavitev in mora vsebovati določene podatke. Na začetku sta podana blagovna znamka in identifikacijska številka modela sesalnika, ki sta na Sliki 4 označena s številčkama 1 in 2. Pod številko 3 so predstavljeni razredi v različnih barvah, na desni strani pa je v črni puščici zapisan razred energijske učinkovitosti sesalnika (A).

Povprečna letna poraba energije je pod številko 4 (27 kWh/leto), razred izpusta prahu pod številko 5 (B) in pod številko 6 raven znakovne moči (83 dB). Pod številko 7 je zabeležen razred učinkovitosti čiščenja na preprogi (E) in pod 8 raven učinkovitosti čiščenja na trdih tleh (B).  
[7]

Do tako velike razlike je verjetno prišlo zaradi slabše zagotovljenih vseh pogojev pri izvajanju preskusov. V standardu je predlagana uporaba mehničnega operaterja za zagotavljanje enakomernega sesanja in neodvisnosti od preskuševalca, česar sam pri preskusih nisem uporabil, kar je povzročilo odstopanja zaradi neenakomernega sesanja. Opazil sem namreč, da če čistiš natančno (da se glava za čiščenje tesno prilagaja podlagi), sesalnik poseša skoraj vse. Če pa se zgodi, da glava za čiščenje ni popolnoma prilagojena (če sesaš površno ali prehitro) podlagi, sesalnik ni tako natančen pri sesanju in več prahu ostane na podlagi. Odstopanja so se pojavila tudi zaradi neenakomerno porazdeljenega prahu; količina prahu je bila premajhna za uporabljeni posipalnik in se je na enem delu posipalo preveč. Potrebno bi bilo uporabiti posipalnik z gostejšim sitom. Zaradi vseh teh dejavnikov moj rezultat ni veljaven. Vendar tudi dvomim v proizvajalčev rezultat, ker tudi če sesalnik poseša popolnoma vse, to matematično predstavlja 100% in ni mogoče, da poseša več kot je bilo prahu posipanega, če upoštevamo, da so zagotovljeni vsi pogoji preskušanja.

### 3.2.1.8 Določanje energijske učinkovitosti sesanja na trdih tleh

#### 3.2.1.8.1 Letna poraba energije

Letno porabo energije označimo z  $AE$  in se izračuna v kWh/leto. Zaokrožimo jo na eno decimalno mesto.

Pri sesalnikih za trda tla velja enačba (3):

$$AE_{hf} = 4 \times 87 \times 50 \times 0,001 \times ASE_{hf} \times \left( \frac{1 - 0,20}{K_B - 0,20} \right) \quad (3)$$

Kjer

$ASE_{hf}$  predstavlja povprečno specifično porabo energije v Wh/m<sup>2</sup> med preskusom na trdih tleh

$K_B$  predstavlja sposobnost odstranjevanja prahu

4 predstavlja standardno število prehodov, ki jih sesalnik naredi čez vsako točko na tleh (dva dvojna giba)

87 predstavlja običajno bivalno površino, ki je predvidena za čiščenje v m<sup>2</sup>

50 predstavlja standardno število čiščenj na leto

0,001 predstavlja pretvorbeni faktor iz Wh v kWh

1 predstavlja standardno sposobnost odstranjevanja prahu

0,20 predstavlja standardno razliko med sposobnostjo odstranjevanja prahu po petih in po dveh dvojnih gibih

#### POVPREČNA SPECIFIČNA PORABA ENERGIJE ( $ASE$ )

Povprečna specifična poraba energije med preskusom na trdih tleh ( $ASE_{hf}$ ) se določi kot povprečna specifična poraba energije ( $SE$ ) števila čistilnih ciklusov, ki tvorijo preskus na trdih tleh.

Splošno enačbo (4) za specifično porabo energije  $SE$  v  $\text{Wh/m}^2$  na preskusnem območju zaokrožimo na 3 decimalna mesta natančno. Enačba se uporablja pri sesalnikih za trda tla:

$$SE = \frac{P \times t}{A} \quad (4)$$

Kjer

$P$  predstavlja povprečno moč v W med čistilnim ciklusom, ko središče čistine glave preide preskusno območje

$t$  predstavlja skupni čas v urah v čistilnem ciklusu, med katerim središče čistilne glave preide preskusno območje

$A$  površina v  $\text{m}^2$ , ki jo čistilna glava preide v enem čistilnem ciklusu, izračunana kot desetkratnih zmnožka širine glave in ustrezne dolžine preskusnega območja

Za izračun letne porabe energije sem uporabil enačbo (3) in enačbo (4).

Iz prvega preskusa sem pridobil podatek o sposobnosti odstranjevanja prahu na trdih tleh, ki je opisan v točki 3.2.1.7. Vrednost predstavlja 0,96. Čas sem izračunal na podlagi hitrosti dvojnega giba (0,5 m/s) in dolžino dvojnega giba 2 m (1 m naprej in 1 m poteg nazaj). Na podlagi teh podatkov je čas 4s. Na preskusu izvedemo 5 dvojnih gibov, kar predstavlja  $t=20$  s=0,0056 h. Površino  $A$  dobimo iz zmnožka dolžine potega (1 m) in 5-kratne širine sesalne glave (5\*0,28 m) zaradi čistilnega cikla, ki predpisuje 5 dvojnih potegov. Dobimo vrednost 1,4  $\text{m}^2$ .  $P$  predstavlja maksimalno moč sesalnika Hoover 700 W.

$$SE = \frac{P \times t}{A} = \frac{700 \text{ W} \times 0,0056 \text{ h}}{1,4 \text{ m}^2} = 2,8 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2}$$

$$\begin{aligned} AF_{hf} &= 4 \times 87 \times 50 \times 0,001 \times ASE_{hf} \times \left( \frac{1 - 0,20}{K_B - 0,20} \right) \\ &= 4 \times 87 \times 50 \times 0,001 \times 2,8 \times \left( \frac{1 - 0,20}{0,96 - 0,20} \right) = 51,28 \text{ kWh/leto} \end{aligned}$$

Razred energijske učinkovitosti	Letna poraba energije [kWh/leto]
A+++	Ni relevantno
A++	Ni relevantno
A+	Ni relevantno
A	$AE \leq 28,00$
B	$28,00 < AE \leq 34,00$
C	$34,00 < AE \leq 40,00$
D	$40,00 < AE \leq 46,00$
E	$46,00 < AE \leq 52,00$
F	$52,00 < AE \leq 58,00$
G	$AE > 58,00$

*Tabela 5: Lestvica razredov glede na letno porabo energije*

Sesalnik z rezultatom 51,28 kWh/leto pade v E razred energijske učinkovitosti. Proizvajalec je sesalnik uvrstil v razred A. Pri izračunu sem upošteval maksimalno moč sesalnika, proizvajalec pa je lahko uporabil manjšo moč sesalnika in še vedno dobil isti procent sposobnosti odstranjevanja prahu s trdih površin, od katerega je odvisna letna poraba energije. Iz tega razloga je najverjetneje prišlo do te razlike med mojim in proizvajalčevim rezultatom.

## 3.2.2 Odstranjevanje prahu s trdih površin z razpokami

### 3.2.2.1 Preskusna oprema

Površina, glede na točko 3.1.4, je sestavljena iz lesene preskusne plošče in vgrajenega odstranljivega vložka z razpoko kot je prikazano na Sliki 7 in Sliki 8. Kot med razpoko in smerjo gibov je  $45^{\circ}$ .



*Slika 5: Preskusna plošča z vložkom z razpoko*



*Slika 6: Preskusna plošča z odstranjenim vložkom z razpoko*



### 3.2.2.2 Porazdelitev preskusnega prahu

Stehta se vložek in razpoke, ki se jo nato napolni z mineralnim prahom, glede na 3.1.1. Po izravnavanju površine prahu z gumijastim strgalom, vložek ponovno stehtamo in previdno zamenjamo v preskusni plošči in se izogibamo tresenju.

Razpoke očistimo po vsakem merjenju vsakega čistilnega cikla.

### 3.2.2.3 Ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu

Med merjenjem je glava za čiščenje položena preko razpoke, ko izvajamo dvojni gib v paralelnem vzorcu ob hitrosti giba ( $0,50 \pm 0,02$ ) m/s in ob tem pazimo, da je glava za čiščenje v centru preskusne plošče. Količina prahu odstranjenega iz razpoke po petih dvojnih gibih je določena kot razlika v teži prahu v razpoki pred in po čiščenju – obe teži sta zabeleženi.

Sposobnost odstranjevanja prahu v procentih je izračunana glede na sledečo formulo kot razmerje med količino odstranjenega prahu in količino prahu v tistem delu razpoke, ki je določena s širino glave za čiščenje in glede na poševni kot  $45^{\circ}$ .

Srednja vrednost sposobnosti odstranjevanja prahu za dva čistilna cikla se izračuna z enačbo (5), ki jo dobimo na podlagi rezultatov posameznih ciklov z enačbo (6):

$$K_{cr}(2) = \frac{(k_{cr}(1) + k_{cr}(2))}{2} \quad (5)$$

$$k_{cr} = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^{\circ} \times 100 \quad (6)$$

$k_{cr}$	Sposobnost odstranjevanja prahu za en čistilni cikel v procentih
$m_L$	Količina prahu v razpoki pred čiščenjem v gramih
$m_r$	Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju v gramih
$L$	Dolžina razpoke v metrih
$B$	Širina glave za čiščenje v metrih

Izvede se dve ločeni meritvi za določanje srednje vrednosti sposobnosti odstranjevanja prahu za pet dvojnih gibov,  $k_{cr5}$ , ki se beležijo ločeno. [1]

### 3.2.2.4 Izvedba in rezultati preskusa

Sesalnik in pripomočke sem predpripravil. Za izvedbo preskusa na trdih tleh z razpoko sem uporabil preskusno ploščo iz neobdelanega lepljenega smrekovega lesa z lesenim vložkom za ustvarjanje razpoke (glej Sliko 5 in Sliko 6). Najprej sem stal vložek in razpoko in nato razpoko napolnil s preskusnim prahom. Narediti je bilo potrebno dve ločeni meritvi, vsaka meritev pa je bila sestavljena iz petih dvojnih gibov. Po vsaki meritvi sem očistil ostali prah, da je bila razpoka za naslednjo meritev čista. Rezultate meritev sem sproti beležil.

Prišel sem do naslednjih izračunov in rezultatov, pri katerih sem uporabil enačbo (5) in enačbo (6):

#### PRVI CIKEL

Pri prvem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,23 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,04 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(1) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,23 \text{ g} - 0,04 \text{ g}}{22,23 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 141,17 \%$$

Pri drugem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,70 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,72 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

Opomba: Količina ostalega prahu v razpoki po čiščenju je veliko večja kot pri ostalih meritvah zaradi nepredvidenega dviga glave za čiščenje od podlage.

$$k_{cr}(2) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,70 \text{ g} - 0,72 \text{ g}}{22,70 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 136,94 \%$$

Pri tretjem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 21,97 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,15 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(3) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{21,97 \text{ g} - 0,15 \text{ g}}{21,97 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 140,49\%$$

Pri četrtem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,55 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,00 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(4) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,55 \text{ g} - 0,00 \text{ g}}{22,55 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 141,42\%$$

Pri petem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,19 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,06 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(5) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,19 \text{ g} - 0,06 \text{ g}}{22,19 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 141,03\%$$

Rezultat prvega cikla predstavlja srednjo vrednost petih meritev cikla:

$$K_{cr1} = \frac{(k_{cr}(1) + k_{cr}(2) + k_{cr}(3) + k_{cr}(4) + k_{cr}(5))}{5} = \frac{141,17\% + 136,94\% + 140,49\% + 141,42\% + 141,03\%}{5} = 140,21\%$$

## DRUGI CIKEL

Pri šestem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,45 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,19 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(6) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,45 \text{ g} - 0,19 \text{ g}}{22,45 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 140,22\%$$

Pri sedmem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,63 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,08 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(7) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,63 \text{ g} - 0,08 \text{ g}}{22,63 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100 = 140,92\%$$

Pri osmem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,14 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,20 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(8) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,14 \text{ g} - 0,20 \text{ g}}{22,14 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100$$

$$= 140,14 \%$$

Pri devetem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,53 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,01 g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(9) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,53 \text{ g} - 0,01 \text{ g}}{22,53 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100$$

$$= 141,36 \%$$

Pri desetem dvojnem gibu je bila količina prahu v razpoki pred čiščenjem ( $m_L$ ) 22,25 g. Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju ( $m_r$ ) je bila 0,00g. Dolžina razpoke ( $L$ ) je 0,56 m in širina glave za čiščenje ( $B$ ) 0,28 m.

$$k_{cr}(10) = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100 = \frac{22,25 \text{ g} - 0,00 \text{ g}}{22,25 \text{ g}} \frac{0,56 \text{ m}}{0,28 \text{ m}} \cos 45^\circ \times 100$$

$$= 141,42 \%$$

Rezultat drugega cikla predstavlja srednjo vrednost petih meritev cikla:

$$K_{cr2} = \frac{(k_{cr}(6) + k_{cr}(7) + k_{cr}(8) + k_{cr}(9) + k_{cr}(10))}{5}$$

$$= \frac{140,22 \% + 140,92 \% + 140,14 \% + 141,36 \% + 141,42 \%}{5} = 140,81 \%$$

Končni rezultat predstavlja srednjo vrednost rezultatov obeh ciklov:

$$K_{cr}(2) = \frac{(k_{cr1} + k_{cr2})}{2} = \frac{(140,21 \% + 140,81 \%)}{2} = 140,51 \%$$

Zaradi načina drže sesalnika in vpliva človeka (ni bilo uporabe mehničnega operaterja), se posamezne meritve (1-10) med seboj razlikujejo.

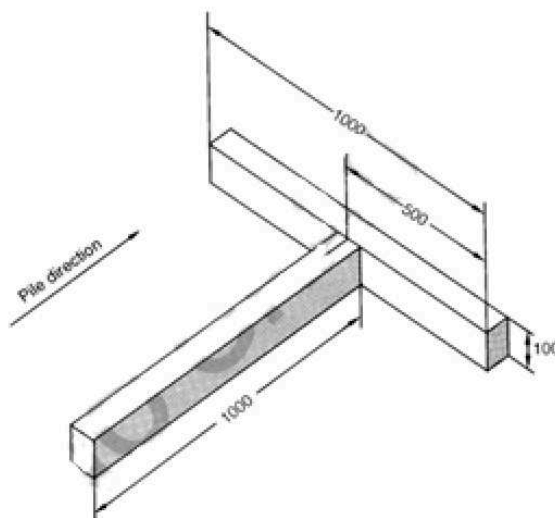
V tehničnih podatkih sesalnika ni nikjer zapisan rezultat preskusa sposobnosti odstranjevanja prahu s trdih površin, zato rezultatov ne morem primerjati.

Glede na moja opažanja, bi hipotetično sesalnik spadal v najboljši razred glede sposobnosti odstranjevanja prahu s trdih površin z razpoko, saj je v dveh merjenjih posegal popolnoma vse. Moj rezultat pa se mi ne zdi realen, ker sesalnik ne more posesati več kot 100%.

### 3.2.3 Odstranjevanje prahu vzdolž sten

#### 3.2.3.1 Preskusna oprema in materiali

Za ta preskus se uporabi desno kotni T v skladu s Sliko 7, ki je sestavljen iz dveh kosov lesa ali drugačnega primerne materiala. Mora biti zelo težak, zato da ostane na poziciji med meritvami ali pa se uporabi uteži ali sponke, da se ga pritrdi.



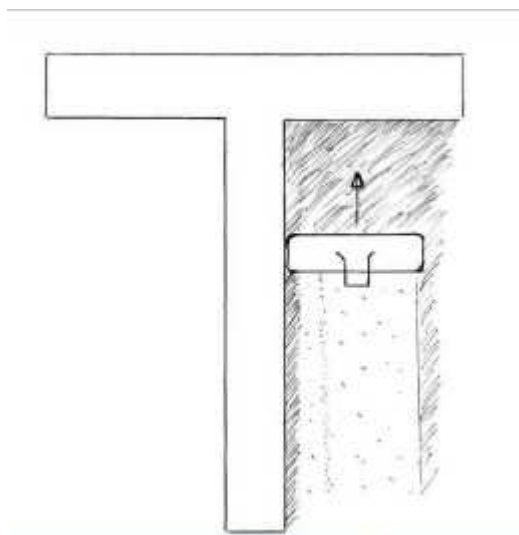
Slika 7: Desno usmerjen T

Za meritve na trdih tleh se uporabi talna plošča v skladu s točko 3.1.3.

### 3.2.3.2 Ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu vzdolž sten

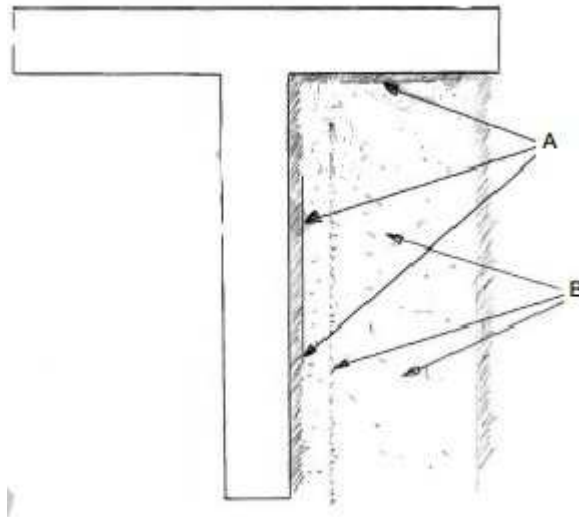
T je postavljen čez območje pokrito s prahom in če je potrebno pritrjen s sponkami ali utežmi. Naredi se en dvojni gib pri hitrosti  $(0,25 \pm 0,05)$  m/s, s tem, da se čistilno glavo vodi vzdolž ene strani noge T-ja, ter se za 2,3 s ustavi na koncu giba naprej, da se definira mejo sprednjega robu čiščenja.

Širina vidnega neočiščenega območja je izmerjena pri treh enako oddaljenih točkah vzdolž noge in vzdolž prečnika, da se vzpostavi do natančnosti milimetra, dve srednji vrednosti predstavljata sposobnost odstranjevanja prahu vzdolž sten, na strani in od spredaj na glavi za čiščenje, obe vrednosti se zabeležita. Neočiščeno območje zajema območja prahu, ki je bil potresen, vendar pa ne popolnoma odstranjen. Glej Sliko 8 in 9.



Slika 8: Premikanje glave za čiščenje vzdolž notranjega kota

Slika 8 prikazuje glavo za čiščenje, ki se premika naprej skozi nanešen prah, dokler ne doseže notranjega kota.



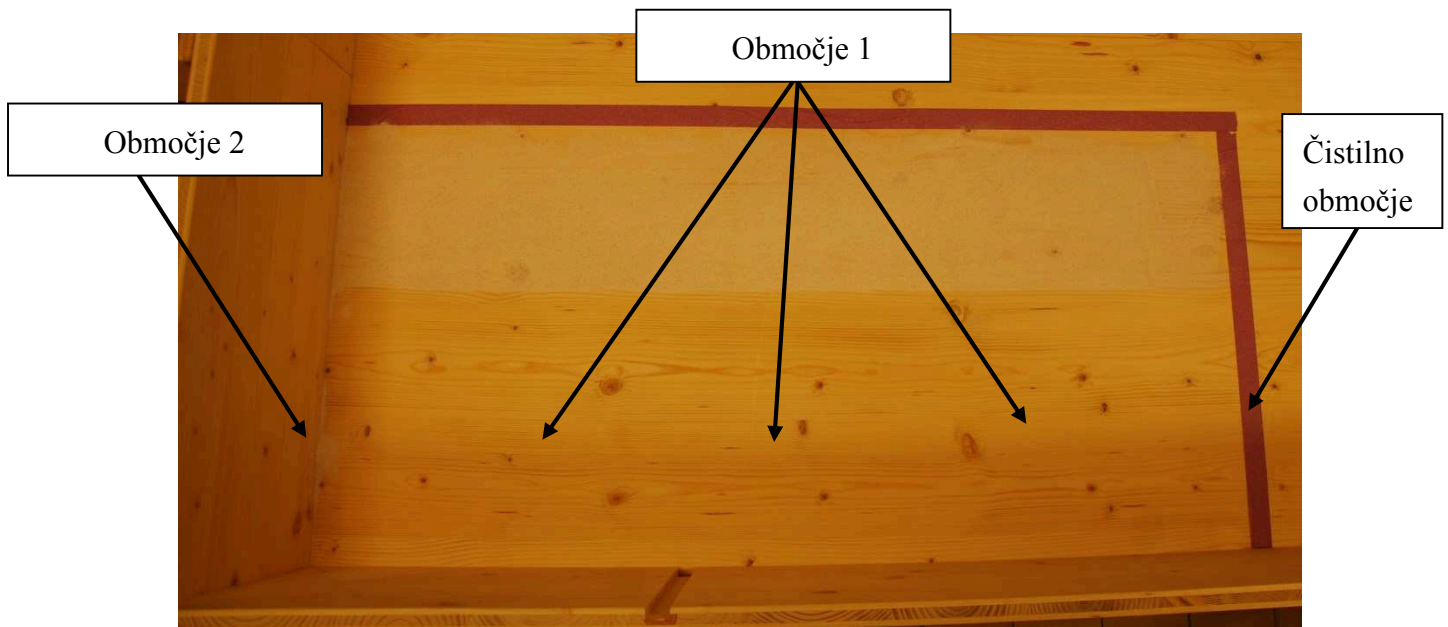
*Slika 9: Območja meritev*

Ko je glava za čiščenje odstranjena, se naredijo meritve za območje, kjer je prah najbolj nemoten – območje A. Naključni preostali delci ali kjer se verjetno nahaja trak ščitnika, se prezre – območje B. Območja A in B sta prikazana na Sliki 9. [1]

### ***3.2.3.3 Izvedba in rezultat preskusa***

Namesto T-ja, ki je sestavljen iz dveh kosov lesa, sem uporabil kar talno preskusno ploščo, ker ima stranice, ki so enakovredne T-ju. Notranji kot sem ustvaril s talno preskusno ploščo, ki je uporabna tudi za druge preskuse.

Območje primerno za ugotavljanje sposobnosti odstranjevanja prahu vzdolž stene sem označil z rdečim trakom, ki je viden na Sliki 10. Območje je dolgo 1 m in široko 0,50 m. Porazdelil sem 500 g prahu.



*Slika 10: Preskusna plošča namesto T-ja*

Sesalnik je na preskusni plošči posesal vse v Območju 1. Brez težav posesal vse vzdolž stene, težave se pojavijo pred čistilno glavo, ker prah poriva naprej in se na koncu pri steni nabere na kupu. Do tega je verjetno prišlo zaradi prevelike debeline posutega prahu pri preskusu. V času 2,3 sec sesalnik ni posesal vsega prahu v Območju 2, kar nakazuje slabšo učinkovitost sesanja v kotih ali kadar sesamo steno s sprednjo stranjo čistilne glave. Po preteku 2,3 sec je prah ostal neenakomerno porazdeljen na območju 2 cm od stene.



## 4 ZAKLJUČEK

Z opravljanjem preskusov in izračuni sem uspel odgovoriti na zastavljena vprašanja, ki sem si jih zadal pred začetkom diplomskega dela. Pridobil sem rezultate, ki sem jih tudi interpretiral.

Žal ne morem trditi, da so rezultati uporabni v kakršnekoli druge namene kot moje lastno raziskovanje. Ugotovil sem namreč, da rezultati preveč odstopajo od proizvajalčevih rezultatov, jih nisem mogel primerjati s proizvajalčevimi ali pa niso realni. Dopuščam tudi možnost, da sem naredil kakšno napako pri zapisovanju meritev ali izračunih. Zavedam se tudi, da so bili pogoji preskušanja slabše zagotovljeni – za cilj bi si moral zadati tudi preverjanje in zagotavljanje okoljskih pogojev. Preveč je bilo nenadzorovanih dejavnikov, ki so vplivali na izvajanje in rezultate. Za veliko slabost se je pokazalo tudi odsotnost mehanskega operaterja, s čimer bi lahko zagotovili enakomerno sesanje in s tem bolj točne rezultate. Pri mojem preskušanju je bilo sesanje v veliki meri odvisno od preskuševalca.

Na težave sem naletel tudi zaradi slabšega razumevanja standarda, kajti zapisan je v angleščini, je zelo strokoven in struktura stavkov je dokaj zapletena. Prav tako sem menil, da je pomanjkljiv, za pravilno izvedbo preskusov bi potreboval bolj natančna navodila, nekje pa sem tudi potreboval dodatne izračune, ki sem jih uspel najti v drugi literaturi, da sem lahko svoje rezultate primerjal in tako ugotovil, kaj pomenijo.

Kljub nekaterim težavam pa sem z izvajanjem preskusov utrdil svoje znanje in usvojil tudi nekaj novega znanja. Sedaj, ko vem na katere stvari bi moral biti bolj pozoren, bi bilo veliko lažje ponoviti preskuse in videti, kakšni bi bili rezultati – ali bi bili bolj veljavni.

## 5 LITERATURA

- [1] »Sesalniki za uporabo v gospodinjstvu – 1.del: Sesalniki za suho čiščenje«, standard, SIST EN 60312-1, 2013.
- [2] L. McCabe, »The Best Home Vacuum Cleaners« Dosegljivo: <http://thesweethome.com/reviews/best-home-vacuum-cleaner/>. [Dostopano 5.12.2014].
- [3] »Fascinating facts about the invention of vacuum cleaner by Daniel Hess in 1860« *The Great Idea Finder*. Dosegljivo: <http://www.ideafinder.com/history/inventions/vacleaner.htm>. [Dostopano 5.12.2014].
- [4] »Vacuum cleaner« *Wikipedia*. Dosegljivo: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum\\_cleaner](http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_cleaner). [Dostopano 4.12.2014].
- [5] »Sesalniki za uporabo v gospodinjstvu«, standard, SIST EN 60312, 2008.
- [6] »TE70\_TE21011« Hoover. Dosegljivo: <http://www.hoover.si/izdelki/online-katalog/produkt-16354.sesalniki-klasicni-z-vrecko-te70-te21011.pccms?PHPSESSID=3360e77818a76e4b22269ab5b37512a2>. [Dostopano 5.12.2014].
- [7] »UREDBA KOMISIJE (EU) št. 665/2013o dopolnitvi Direktive 2010/30/EU Evropskega parlamenta in Sveta v zvezi z označevanjem sesalnikov z energijskimi nalepkami« *Uradni list evropske unije*, 2013. Elektronska verzija dostopna na <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0665&from=EN>. [Dostopano 6.12.2014].

## 6 PRILOGA

### 6.1 Priloga 1: Odstranjevanje prahu s trdih površin

#### Namen preizkusa

Namen preizkusa je ugotoviti sposobnost sesalca pri odstranjevanju prahu iz trdih površin.

#### Predpriprava

-Meritve se izvajajo pod sledečimi pogoji (v skladu s ISO 554) :

Standardna atmosfera	23/50
Temperatura	(23±2) °C
Relativna vlažnost	(50±5) %
Zračni tlak	86kPa do 106 kPa

-Oprema in materiali za meritve (naprave, preskusni prah itd.), ki bodo uporabljeni v preizkusu morajo biti pred preizkusom shranjeni v prostoru s standardnimi atmosferskimi pogoji in sicer vsaj 24 h.

-Meritve morajo biti izvedene pri nazivni napetosti s toleranco  $\pm 1$  % in če je potrebno pri nazivni frekvenci.

-Pred začetnim preizkusom mora sesalnik delovati pod neomejenim pretokom zraka vsaj dve uri, da se zagotovi primerna predpriprava. Pri aktivnih nastavkih mora električna šoba delovati, vendar ne v stiku s tlemi.

-Pred izvedbo kateregakoli preskusa se mora zabeležiti starost, stanje in zgodovina izdelka.

-Če je sesalnik narejen tako, da uporablja vrečke za prah za enkratno uporabo, mora biti pred vsakim preizkusom opremljen z novo vrečko za prah, tipa, ki ga priporoča proizvajalec za sesalnik.

-Če ima sesalnik posodo za prah za večkratno uporabo (kot prvotna (originalna) posoda za prah ali pa ohišje za vrečke za prah za enkratno uporabo), mora biti posoda za prah in kakršnikoli dodatni filtri (ki se jih da odstraniti brez uporabe orodja) pred vsakim merjenjem očiščena glede na navodila proizvajalca dokler ni njena masa znotraj 1% ali 2 g prvotne mase (uporabimo vrednost, ki je nižja).

-Nekatere posode za večkratno uporabo vsebujejo nepremični zabojnik in vgrajen filter. V tem primeru sta zabojnik in filter mišljena kot posoda in ju moramo obravnavati kot samostojno komponento.

- Sesalniki opremljeni z napravami za ločevanje, ki so del sesalnika in ločujejo prah od zračnega toka in/ali imajo dodatne filtre, ki jih moramo zamenjati ali očistiti ročno, brez uporabe orodij. Težo teh naprav moramo upoštevati pri preskusu sposobnosti odstranjevanja prahu.
- Sesalniki s posodami za enkratno ali večkratno uporabo lahko imajo sekundarne filtracijske naprave, ki ne pobirajo pomembne količine prahu, kadar delamo preskus sposobnosti odstranjevanja prahu, vendar vplivajo na filtracijo in življenjski preskus. Zamenjava in/ali vzdrževanje teh naprav mora biti v skladu z ustreznimi poglavji in se izvajati v skladu z navodili proizvajalca.
- Sesalnik in njegovi dodatki morajo biti uporabljeni in nastavljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preizkusov. Kontrole za nastavitev višine čistilne glave in položaj morajo biti nastavljene primerno za podlago, kjer se bo čistilo. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka razen, če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte (če so odprte, mora biti to zabeleženo). Dovoljene so vse naprave, ki so povezane z varnostjo.
- Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike se mora držati na normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.
- Sesalnik in njegovi dodatki morajo biti uporabljeni in nastavljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preizkusov. Kontrole za nastavitev višine čistilne glave in položaj morajo biti nastavljene primerno za podlago, kjer se bo čistilo. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka razen, če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte (če so odprte, mora biti to zabeleženo). Dovoljene so vse naprave, ki so povezane z varnostjo.
- Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike mora biti držano pri normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.
- Med meritvami, kjer agitacijska naprava pokončnega sesalnika ali električne šobe, ni uporabljena kot v normalnem delovanju, mora vseeno delovati, vendar ne v stiku s tlemi.
- Če sesalnik ni v uporabi ali brez napajanja več kot eno uro, potem morajo sesalnik in nastavki delovati vsaj deset minut, da se stabilizirajo.
- Vse meritve izvajanja morajo biti narejene glede na enak vzorec (ali vzorce) sesalnika z njegovimi dodatki, če jih ima.

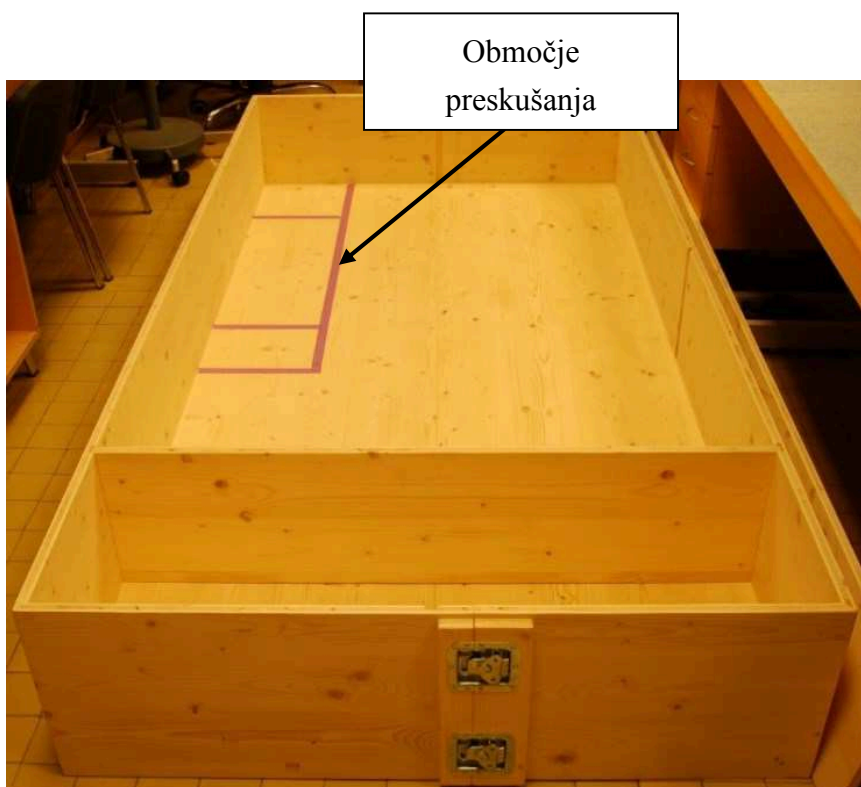
## Preskusna plošča

Oprema je sestavljena iz neobdelanega lepljenega borovega lesa ali enakovredne plošče, najmanj 15 mm debeline.

Dolžina preskusne plošče je  $(700 \pm 5)$  mm. Širina preskusne plošče je enaka kot je največja zunanja širina glave za čiščenje v metrih. Dolžina najmanj 200 mm mora biti dodana pred začetkom preskusne plošče in najmanj 300 mm za koncem preskusne plošče zaradi upoštevanja pospeševanja in zaviranja glave za čiščenje. Torej, dolžina giba je najmanj 1200 mm za podano preskusno dolžino 700 mm. Simetrala sprednjega roba glave za čiščenje je poravnana s središčno črto začetka pospeševalnega območja na začetku giba in tako je ravno 200 mm porabljenih za pospeševanje.

Glava za čiščenje bo dosegla konec giba, ko je zadnji rob aktivne globine glave za čiščenje najmanj 200 mm čez konec preskusnega območja, zato moramo dovoliti primerno razdaljo za zaviranje. Povratni gib se izvede na podoben način, dokler sprednji rob glave za čiščenje ni ponovno na liniji z začetkom pospeševalne dolžine pred preskusnim območjem.

Aktivna globina glave za čiščenje se sme premikati z enakomerno hitrostjo giba  $0,50 \text{ m/s} \pm 0,02 \text{ m/s}$  in v ravni liniji čez preskusno območje.



Primer preskusne plošče za odstranjevanje prahu s trdih površin

## Prah

Mineralni prah naj bo sestavljen iz dolomitnega peska z naslednjo porazdelitvijo velikosti zrnec in se uporablja pri preskusih na trdih talnih površinah in trdnih tleh z razpokami.

Razpon velikosti delcev (mm)	Masni delež (%)
< 0,020	20
0,020 < 0,040	10
0,040 < 0,075	10
0,075 < 0,125	10
0,125 < 0,25	20
0,25 < 0,5	16
0,5 < 1,0	11
1,0 < 2,0	3

### Potek preskusa

Površina mora biti suho očiščena, tako da ne ostane nič prahu pred naslednjim preskusom.

Preskusni prah Tipa 1 v skladu s točko 4. naj bo porazdeljeno s povprečno pokritostjo  $50 \text{ g/m}^2$ , kolikor enakomerno je možno, po celotni preskusni površini.

Količina preskusnega prahu, ki ga bomo uporabili se izračuna skozi formulo  $B \times 0,7 \text{ m} \times 50 \text{ g/m}^2$ , kjer B predstavlja širino glave za čiščenje v metrih in 0,7 m predstavlja preskusno dolžino.

Da lahko minimaliziramo učinke vlažnosti, moramo vrečko za prah predpripraviti.

Sesalnik je pri preskusu opremljen s čisto vrečko za prah in dopušča neprekinjen pretok zračnega toka s šobo stran od površine za 2 minuti ali dokler se vhodna moč ne stabilizira.

Po predpripravi se vrečka za prah in možni filtri, ki so odstranljivi brez pomoči orodja, odstrani od sesalnika in stehta. Teža se zabeleži in predmete se nadomesti.

Tri ločene meritve morajo biti narejene in vsaka vsebuje en dvojni gib. Po čistilnem ciklu mora biti glava za čiščenje dvignjena za vsaj 50 mm stran od površine preden ugasnemo sesalnik.

Posode za prah ne smemo odstranjevati dokler se motor popolnoma ne ustavi.

Ko se sesalnik popolnoma ustavi, previdno odstranimo posodo za prah in jo ponovno stehtamo.

Zaradi učinkov morebitnega kopičenja statike v času pobiranja prahu, je potrebno zagotoviti, da se posoda v celoti stabilizira pred tehtanjem.

Sposobnost odstranjevanja prahu se izračuna kot razmerje povečanjem teže posode za prah med dvojnimi gibom (En gib naprej in en gib nazaj) na težo preskusnega prahu, ki je bil porazdeljen na preskusno površino.

Srednja vrednost treh meritev se izračuna po formuli:

$$K_B(3) = \frac{K_{B1} + K_{B2} + K_{B3}}{3}$$

$$K_{Bi} = 100 \times \frac{m_{DRf} - m_{DRe}}{m_D}$$

<i>i</i>	Zaporedna številka meritve
$K_B(i)$	Povprečno odstranjevanje prahu za <i>i</i> meritev v procentih
$K_{Bi}$	Odstranjevanje prahu za <i>i</i> meritev v procentih
$m_D$	Teža porazdeljenega prahu na preskusni površini v gramih
$m_{DRe}(i)$	Teža vrečke za prah v gramih
$m_{DRf}(i)$	Teža vrečke za prah po čiščenju v gramih

Kadar je srednja vrednost manjša kot 90% : mora biti območje meritev večje od 3% območja, dve dodatni meritvi morata biti narejeni in srednja vrednost vseh meritev je podana kot merilni rezultat.

Kadar je srednja vrednost enaka ali večja 90%: mora bi območje vseh meritev večja od 0,3 x (100 % - srednja vrednost), dve dodatni meritvi morata biti narejeni in srednja vrednost vseh meritev se uporabi kot merilni rezultat.

V obeh primerih, moramo dati v razmislek kontrolo ponovljivosti znotraj laboratorija in oblike ter proizvodnje sesalnikov ali sesalne glave, da se preveri, če obstajajo kakšni faktorji, ki prej niso bili opazovani in bi lahko negativno vplivali na ponovljivost.

### Obrazec za vpisovanje rezultatov

Meritev 1	Vpisovanje podatkov
$m_{DRf}$	
$m_{DRe}$	
$m_D$	

Meritev 3	Vpisovanje podatkov
$m_{DRf}$	
$m_{DRe}$	
$m_D$	

Meritev 2	Vpisovanje podatkov
$m_{DRf}$	
$m_{DRe}$	
$m_D$	

$$K_{Bi} = 100 \times \frac{m_{DRf} - m_{DRe}}{m_D}$$

$K_{B1} =$
$K_{B2} =$
$K_{B3} =$

Končni rezultat predstavlja srednjo vrednost vseh treh meritev:

$$K_B(3) = \frac{K_{B1} + K_{B2} + K_{B3}}{3} =$$



## 6.2 Priloga 2: Odstranjevanje prahu s trdih površin z razpokami

### Namen preizkusa

Namen preizkusa je ugotoviti sposobnost sesalca pri odstranjevanju prahu s trdih površin z razpokami.

### Predpriprava

-meritve se izvajajo pod sledečimi pogoji (v skladu s ISO 554) :

Standardna atmosfera	23/50
Temperatura	(23±2) °C
Relativna vlažnost	(50±5) %
Zračni tlak	86kPa do 106 kPa

-Oprema in materiali za meritve (naprave, preskusni prah itd.), ki bodo uporabljeni v preizkusu morajo biti pred preizkusom shranjeni v prostoru s standardnimi atmosferskimi pogoji in sicer vsaj 24 h.

-Meritve morajo biti izvedene pri nazivni napetosti s toleranco  $\pm 1$  % in če je potrebno pri nazivni frekvenci.

-Pred začetnim preizkusom mora sesalnik delovati pod neomejenim pretokom zraka vsaj dve uri, da se zagotovi primerna predpriprava. Pri aktivnih nastavkih mora električna šoba delovati, vendar ne v stiku s tlemi.

-Pred izvedbo kateregakoli preskusa se mora zabeležiti starost, stanje in zgodovina izdelka.

-Če je sesalnik narejen tako, da uporablja vrečke za prah za enkratno uporabo, mora biti pred vsakim preizkusom opremljen z novo vrečko za prah, tipa, ki ga priporoča proizvajalec za sesalnik.

-Če ima sesalnik posodo za prah za večkratno uporabo (kot prvotna (originalna) posoda za prah ali pa ohišje za vrečke za prah za enkratno uporabo), mora biti posoda za prah in kakršnikoli dodatni filtri (ki se jih da odstraniti brez uporabe orodja) pred vsakim merjenjem očiščena glede na navodila proizvajalca dokler ni njena masa znotraj 1% ali 2 g prvotne mase (uporabimo vrednost, ki je nižja).

-Nekatere posode za večkratno uporabo vsebujejo nepremični zabojnik in vgrajen filter. V tem primeru sta zabojnik in filter mišljena kot posoda in ju moramo obravnavati kot samostojno komponento.

-Sesalniki opremljeni z napravami za ločevanje, ki so del sesalnika in ločujejo prah od zračnega toka in/ali imajo dodatne filtre, ki jih moramo zamenjati ali očistiti ročno, brez uporabe orodij. Težo teh naprav moramo upoštevati pri preskuševanju sposobnosti odstranjevanja prahu.

-Sesalniki s posodami za enkratno ali večkratno uporabo lahko imajo sekundarne filtracijske naprave, ki ne pobirajo pomembne količine prahu, kadar delamo preskus sposobnosti odstranjevanja prahu, vendar vplivajo na filtracijo in življenjski preskus. Zamenjava in/ali vzdrževanje teh naprav mora biti v skladu z ustreznimi poglavji in se izvajati v skladu z navodili proizvajalca.

-Sesalnik in njegovi dodatki morajo biti uporabljeni in nastavljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preizkusov. Kontrole za nastavitev višine čistilne glave in položaj morajo biti nastavljene primerno za podlago, kjer se bo čistilo. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka razen, če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte (če so odprte, mora biti to zabeleženo). Dovoljene so vse naprave, ki so povezane z varnostjo.

-Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike se mora držati na normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.

-Sesalnik in njegovi dodatki morajo biti uporabljeni in nastavljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preizkusov. Kontrole za nastavitev višine čistilne glave in položaj morajo biti nastavljene primerno za podlago, kjer se bo čistilo. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka razen, če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte (če so odprte, mora biti to zabeleženo). Dovoljene so vse naprave, ki so povezane z varnostjo.

-Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike mora biti držano pri normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.

-Med meritvami, kjer agitacijska naprava pokončnega sesalnika ali električne šobe, ni uporabljena kot v normalnem delovanju, mora vseeno delovati, vendar ne v stiku s tlemi.

-Če sesalnik ni v uporabi ali brez napajanja več kot eno uro, potem morajo sesalnik in nastavki delovati vsaj deset minut, da se stabilizirajo.

-Vse meritve izvajanja morajo biti narejene glede na enak vzorec (ali vzorce) sesalnika z njegovimi dodatki, če jih ima.

### Preskusna plošča

Površina je sestavljena iz lesene preskusne plošče in vgrajenega odstranljivega vložka z razpoko. Kot med razpoko in smerjo gibov je  $45^{\circ}$ .

Oprema je sestavljena iz neobdelanega lepljenega borovega lesa ali enakovredne plošče, najmanj 15 mm debeline. Preskusna plošča naj bo opremljena z odstranljivim lesenim vložkom (borov les ali enakovreden les), ki je  $(3 \pm 0,05)$  mm širok in  $10 \text{ mm} \pm 0,05$  mm globoka gladka razpoka. Dolžina razpoke naj bi bila približno dvakratna zunanja širina glave za čiščenje.



Primer preskusne plošče z razpoko z vložkom



Primer preskusne plošče z odstranjenim vložkom z razpoko

## Prah

Mineralni prah naj bo sestavljen iz dolomitnega peska z naslednjo porazdelitvijo velikosti zrnec in se uporablja pri preskusih na trdih talnih površinah in trdnih tleh z razpokami.

Razpon velikosti delcev (mm)	Masni delež (%)
< 0,020	20
0,020 < 0,040	10
0,040 < 0,075	10
0,075 < 0,125	10
0,125 < 0,25	20
0,25 < 0,5	16
0,5 < 1,0	11
1,0 < 2,0	3

## Potek preizkusa

Stehta se vložek in razpoko, ki se jo nato napolni z mineralnim prahom. Po izravnavanju površine prahu z gumijastim strgalom, vložek ponovno stehtamo in previdno zamenjamo v preskusni plošči in se izogibamo tresenju.

Linearna gostota prahu znotraj razpoke naj bo med 0,0340 g/mm in 0,0290 g/mm dolžine razpoke. Drugače moramo ponovno napolniti razpoko. Razpoko očistimo po vsakem merjenju vsakega čistilnega cikla.

Med merjenjem je glava za čiščenje položena preko razpoke, ko izvajamo dvojni gib v paralelnem vzorcu ob hitrosti giba ( $0,50 \pm 0,02$ ) m/s in ob tem pazimo, da je glava za čiščenje v centru preskusne plošče. Količina prahu odstranjenega iz razpoke po petih dvojnih gibih je določena kot razlika v teži prahu v razpoki pred in po čiščenju – obe teži sta zabeleženi.

Sposobnost odstranjevanja prahu v procentih je izračunana glede na sledečo formulo kot razmerje med količino odstranjenega prahu in količino prahu v tistem delu razpoke, ki je določena z največjo zunanjo širino glave za čiščenje v metrih in glede na poševni kot  $45^{\circ}$ .

Srednja vrednost sposobnosti odstranjevanja prahu za dva čistilna cikla se izračuna tako:

$$K_{cr}(2) = \frac{(k_{cr}(1) + k_{cr}(2))}{2}$$

$$k_{cr} = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100$$

$k_{cr}$  Sposobnost odstranjevanja prahu za en čistilni cikel v procentih

$m_L$  Količina prahu v razpoki pred čiščenjem v gramih

$m_r$  Količina prahu ostalega v razpoki po čiščenju v gramih

$L$  Dolžina razpoke v metrih

$B$  Širina glave za čiščenje v metrih

Izvede se dve ločeni meritvi za določanje srednje vrednosti sposobnosti odstranjevanja prahu za pet dvojnih gibov ( $k_{cr5}$ ), ki se beležijo ločeno.

## Obrazec za vpisovanje podatkov

### CIKEL 1

Meritev 1	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 4	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 2	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 5	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 3	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

$$k_{cr} = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100$$

$k_{cr}(1)=$
$k_{cr}(2)=$
$k_{cr}(3)=$
$k_{cr}(4)=$
$k_{cr}(5)=$

Rezultat prvega cikla predstavlja srednjo vrednost petih meritev cikla:

$$K_{cr1} = \frac{(k_{cr}(1) + k_{cr}(2) + k_{cr}(3) + k_{cr}(4) + k_{cr}(5))}{5}$$

## CIKEL 2

Meritev 6	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 9	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 7	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 10	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

Meritev 8	Vpisovanje podatkov
$m_L$	
$m_r$	
$L$	
$B$	

$$k_{cr} = \frac{m_L - m_r}{m_L} \frac{L}{B} \cos 45^\circ \times 100$$

$k_{cr}(6)=$
$k_{cr}(7)=$
$k_{cr}(8)=$
$k_{cr}(9)=$
$k_{cr}(10)=$

Rezultat prvega cikla predstavlja srednjo vrednost petih meritev cikla:

$$K_{cr2} = \frac{(k_{cr}(6) + k_{cr}(7) + k_{cr}(8) + k_{cr}(9) + k_{cr}(10))}{5}$$

## KONČNI REZULTAT

$$k_{cr1} =$$

$$k_{cr2} =$$

Predstavlja srednjo vrednost rezultatov obeh ciklov:

$$K_{cr}(2) = \frac{(k_{cr1} + k_{cr2})}{2} =$$



### 6.3 Priloga 3: Odstranjevanje prahu vzdolž sten

#### Namen preizkusa

Namen preizkusa je ugotoviti sposobnost sesalca pri odstranjevanju prahu vzdolž sten.

#### Predpriprava

-meritve se izvajajo pod sledečimi pogoji (v skladu s ISO 554) :

Standardna atmosfera	23/50
Temperatura	(23±2) °C
Relativna vlažnost	(50±5) %
Zračni tlak	86kPa do 106 kPa

-Oprema in materiali za meritve (naprave, preskusni prah itd.), ki bodo uporabljeni v preizkusu morajo biti pred preizkusom shranjeni v prostoru s standardnimi atmosferskimi pogoji in sicer vsaj 24 h.

-Meritve morajo biti izvedene pri nazivni napetosti s toleranco  $\pm 1$  % in če je potrebno pri nazivni frekvenci.

-Pred začetnim preizkusom mora sesalnik delovati pod neomejenim pretokom zraka vsaj dve uri, da se zagotovi primerna predpriprava. Pri aktivnih nastavkih mora električna šoba delovati, vendar ne v stiku s tlemi.

-Pred izvedbo kateregakoli preskusa se mora zabeležiti starost, stanje in zgodovina izdelka.

-Če je sesalnik narejen tako, da uporablja vrečke za prah za enkratno uporabo, mora biti pred vsakim preizkusom opremljen z novo vrečko za prah, tipa, ki ga priporoča proizvajalec za sesalnik.

-Če ima sesalnik posodo za prah za večkratno uporabo (kot prvotna (originalna) posoda za prah ali pa ohišje za vrečke za prah za enkratno uporabo), mora biti posoda za prah in kakršnikoli dodatni filtri (ki se jih da odstraniti brez uporabe orodja) pred vsakim merjenjem očiščena glede na navodila proizvajalca dokler ni njena masa znotraj 1% ali 2 g prvotne mase (uporabimo vrednost, ki je nižja).

-Nekatere posode za večkratno uporabo vsebujejo nepremični zabojnik in vgrajen filter. V tem primeru sta zabojnik in filter mišljena kot posoda in ju moramo obravnavati kot samostojno komponento.

-Sesalniki opremljeni z napravami za ločevanje, ki so del sesalnika in ločujejo prah od zračnega toka in/ali imajo dodatne filtre, ki jih moramo zamenjati ali očistiti ročno, brez uporabe orodij. Težo teh naprav moramo upoštevati pri preskušanju sposobnosti odstranjevanja prahu.

-Sesalniki s posodami za enkratno ali večkratno uporabo lahko imajo sekundarne filtracijske naprave, ki ne pobirajo pomembne količine prahu, kadar delamo preskus sposobnosti odstranjevanja prahu, vendar vplivajo na filtracijo in življenjski preskus. Zamenjava in/ali vzdrževanje teh naprav mora biti v skladu z ustreznimi poglavji in se izvajati v skladu z navodili proizvajalca.

-Sesalnik in njegovi dodatki morajo biti uporabljeni in nastavljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preizkusov. Kontrole za nastavitev višine čistilne glave in položaj morajo biti nastavljene primerno za podlago, kjer se bo čistilo. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka razen, če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte (če so odprte, mora biti to zabeleženo). Dovoljene so vse naprave, ki so povezane z varnostjo.

-Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike se mora držati na normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.

-Sesalnik in njegovi dodatki morajo biti uporabljeni in nastavljeni v skladu z navodili uporabnika za normalno delovanje za izvedbo preizkusov. Kontrole za nastavitev višine čistilne glave in položaj morajo biti nastavljene primerno za podlago, kjer se bo čistilo. Vse električne kontrole morajo biti nastavljene na maksimalen neprestan pretok zraka razen, če navodila proizvajalca določajo nasprotno. Vse odprtine za zmanjšanje moči sesanja morajo biti zaprte (če so odprte, mora biti to zabeleženo). Dovoljene so vse naprave, ki so povezane z varnostjo.

-Oprijem cevi za sesalnike s sesalno cevjo ali držalo za ostale sesalnike mora biti držano pri normalni višini delovanja ( $800 \pm 50$ ) mm nad tlemi.

-Med meritvami, kjer agitacijska naprava pokončnega sesalnika ali električne šobe, ni uporabljena kot v normalnem delovanju, mora vseeno delovati, vendar ne v stiku s tlemi.

-Če sesalnik ni v uporabi ali brez napajanja več kot eno uro, potem morajo sesalnik in nastavki delovati vsaj deset minut, da se stabilizirajo.

-Vse meritve izvajanja morajo biti narejene glede na enak vzorec (ali vzorce) sesalnika z njegovimi dodatki, če jih ima.

## Preskusna plošča

Za ta preskus se uporabi desno kotni T, ki je ponazorjen na naslednji sliki:



Primer preskusne plošče namesto T-ja

Testno območje je označeno z rdečim trakom. Za meritve na trdih tleh se uporabi talna plošča iz neobdelanega lepljenega borovega lesa ali enakovredne plošče, najmanj 15 mm debele.

## Prah

Mineralni prah naj bo sestavljen iz dolomitnega peska z naslednjo porazdelitvijo velikosti zrnec in se uporablja pri preskusih na trdih talnih površinah in trdnih tleh z razpokami.

Razpon velikosti delcev (mm)	Masni delež (%)
< 0,020	20
0,020 < 0,040	10
0,040 < 0,075	10
0,075 < 0,125	10
0,125 < 0,25	20
0,25 < 0,5	16
0,5 < 1,0	11
1,0 < 2,0	3

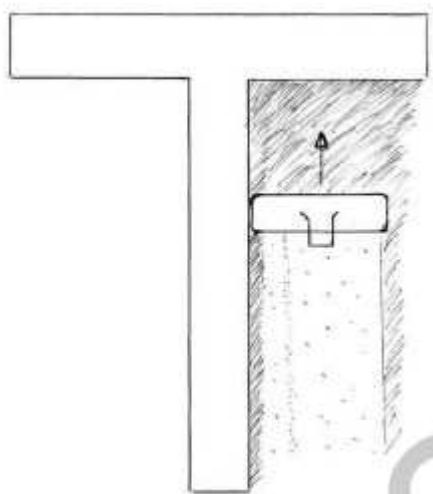
## Potek preizkusa

Velika količina mineralnega prahu, mora biti porazdeljena po območju preskusne podlage tako, da ustreza okončinam T-ja za zagotavljanje dobrega vizualnega pokritja.

Naredi se en dvojni gib pri hitrosti  $(0,25 \pm 0,05)$  m/s, s tem, da se čistilno glavo vodi vzdolž ene strani noge T-ja, ter se za 2,3 s ustavi na koncu giba naprej, da se definira mejo sprednjega robu čiščenja.

Širina vidnega neočiščenega območja je izmerjena pri treh enako oddaljenih točkah vzdolž noge in vzdolž prečnika da se vzpostavi do natančnosti milimetra, dve srednji vrednosti predstavljata sposobnost odstranjevanja prahu vzdolž sten, na strani in od spredaj na glavi za čiščenje, obe vrednosti se zabeležita. Neočiščeno območje zajema območje prahu, ki je bil potresen, vendar pa ne popolnoma odstranjen.

Če čistilna glava ni simetrično narejena se preizkus ponovi vzdolž druge strani noge T-ja.



Premikanje glave za čiščenje vzdolž T-ja

Slika prikazuje glavo za čiščenje, ki se premika naprej skozi nanešen prah dokler ne doseže križišče T-ja.

Ko je glava za čiščenje odstranjena, se naredijo meritve za območje, kjer je prah najbolj nemoten – območje A. Naključni preostali delci ali kjer se verjetno nahaja trak ščitnika, se prezre – območje B.