

UNIVERZA V MARIBORU  
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

Dušan PAVČNIK

**KONSTRUIRANJE POSODE ZA ZRNA KAVNEGA  
APARATA**

Diplomsko delo  
visokošolskega strokovnega študijskega programa  
Strojništvo

Maribor, avgust 2016



Fakulteta za strojništvo

# KONSTRUIRANJE POSODE ZA ZRNA KAVNEGA APARATA

Diplomsko delo

Študent(ka): Dušan PAVČNIK  
Študijski program: Visokošolski strokovni študijski program  
Strojništvo  
Smer: Konstrukterstvo in gradnja strojev  
Mentor: Doc. dr. Aleš BELŠAK  
Somentor: Jaka JESIČ, uni. dipl. inž. str.



## IZJAVA

Podpisani Dušan PAVČNIK izjavljam, da:

- je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela,
- da predloženo delo v celoti ali v delih ni bilo predloženo za pridobitev kakršnekoli izobrazbe po študijskem programu druge fakultete ali univerze,
- da so rezultati korektno navedeni,
- da nisem kršil avtorskih pravic in intelektualne lastnine drugih,
- da soglašam z javno dostopnostjo diplomskega dela v Knjižnici tehniških fakultet ter Digitalni knjižnici Univerze v Mariboru, v skladu z Izjavo o istovetnosti tiskane in elektronske verzije zaključnega dela.

Maribor, \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_

## ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Alešu BELŠAKU in Jaku JESIHU, univ. dipl. inž. str., za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi podjetju BSH Hišni aparati d. o. o. Nazarje, ki mi je pomagalo pri študiju, in vsem sodelavcem, ki so kakor koli pomagali pri izdelavi praktičnega dela diplomske naloge.

Posebna zahvala velja tudi staršem, ki so mi omogočili študij.

## KONSTRUIRANJE POSODE ZA ZRNA KAVNEGA APARATA

**Ključne besede:** posoda, zaščita, kavni aparat, konstruiranje, zvok

**UDK:** 658.512.2(043.2)

### POVZETEK

*Zaradi nenehnih sprememb zakonodaje, vse zahtevnejših želja uporabnikov in vse večji konkurenci na trgu se morajo podjetja nenehno prilagajati tako željam kupca kot tudi standardom. V ta namen je priporočljivo, da podjetja konstantno razvijajo in izpopolnjujejo svoje produkte. V diplomski nalogi je predstavljen potek razvoja in optimizacije posode za kavna zrna. Prikazan je posnetek trenutnega stanja, iz katerega izhaja problem, ki je izhodišče za opis vseh postopkov nadgradnje. Pri procesu konstruiranja so uporabljene analitične in primerjalne metode. V nalogi so podrobneje opisani vsi postopki: od idejne zasnove, modeliranja, analize in testiranja do vgradnje izdelka v popolnoma avtomatski kavni aparat.*

## CONSTRUCTION OF BEAN CONTAINER FOR COFFEE APPLIANCE

**Key words:** container, protection, coffee appliance, construction, sound

**UDK:** 658.512.2(043.2)

### ABSTRACT

*Due to constant changes in legislations, complicated user desires and tougher competition on the market, companies have to adapt to buyers wishes as well as to standards. For this purpose, it is recommended that companies constantly develop and elaborate their product. This diploma work presents a roadmap of the development and optimization of the bean container for coffee grains. Shown is the current situation enlisting the problems, which is the starting point for the description of all operation upgrades. In the process of contracting, we used analytical and comparative methods. In this work, we described all the operations from conceptual design, modelling, analysis, and testing to the installation of the product in a fully automatic coffee machine.*

**KAZALO**

<b>1</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1	Predstavitev podjetja BSH Hišni aparati .....	1
1.2	Opredelitev problema.....	2
1.3	Definicija splošnega problema.....	2
<b>2</b>	<b>OPIS STANDARDA EN 60335.....</b>	<b>3</b>
2.1	Definicija standarda EN 60335.....	3
2.2	Testiranje ustreznosti zaščite po standardu EN 60335 .....	3
2.3	Mehanska trdnost zaščite .....	3
<b>3</b>	<b>OBSTOJEČE STANJE IN ROBNI POGOJI .....</b>	<b>5</b>
3.1	Obstoječe stanje popolnoma avtomatskih kavnih aparatov .....	5
3.2	Robni pogoji .....	6
<b>4</b>	<b>PREDLOGI IN KONSTRUKCIJSKE REŠITVE POSODE ZA ZRNA.....</b>	<b>7</b>
4.1	Pogoji za izbor predlogov.....	8
<b>5</b>	<b>PREDSTAVITEV KONSTRUKCIJE POSODE ZA ZRNA KAVNEGA AVTOMATA ..</b>	<b>10</b>
5.1	Definicija CAD.....	10
5.2	Predstavitev programa Unigraphics NX 8.5.....	11
5.3	Predstavitev uporabljenih osnovnih in naprednih funkcij programa Unigraphics NX	
8.5.	.....	14
5.4	Modeliranje.....	16
5.5	Potek izdelave .....	19
5.6	3D-tiskanje .....	19
5.7	Izbor vijakov in določanje luknje navoja zaščite.....	21
5.8	Izbor materiala .....	23
<b>6</b>	<b>TESTIRANJE KOMPLETA POSODE ZA ZRNA PO ZAHTEVAH STANDARDA EN</b>	
<b>60335 .....</b>	<b>.....</b>	<b>26</b>



---

<b>7</b>	<b>MONTAŽA POSODE ZA ZRNA Z ZAŠČITO .....</b>	<b>30</b>
7.1	Poka-yoke.....	30
<b>8</b>	<b>MERJENJE ZVOKA.....</b>	<b>32</b>
8.1	Definicija zvoka .....	32
8.2	Zaznavanje zvoka .....	33
8.3	Zvočna analiza kavnega aparata .....	35
<b>9</b>	<b>SKLEP .....</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>PRILOGE.....</b>	<b>42</b>

**KAZALO SLIK**

Slika 3.1: Komplet obstoječe posode za zrna EQ5.....	5
Slika 3.2: Komplet obstoječe posode za zrna EQ7.....	6
Slika 4.1: Pregled pristopov .....	7
Slika 5.1: Delovno okolje Unigraphics NX 8.5.....	11
Slika 5.2: Polje 1 – orodna vrstica osnovnih ukazov programa.....	12
Slika 5.3: Polje 2 – skupek zavihkov programa Unigraphics 8.5.....	13
Slika 5.4: Prva faza modeliranja.....	17
Slika 5.5: Druga faza modeliranja .....	18
Slika 5.6: Zadnja faza modeliranja .....	18
Slika 5.7: Primer stereografskega izdelka – diplomski primer .....	20
Slika 5.8: Način tridimenzionalnega tiskanja [6] .....	20
Slika 5.9: Konstrukcija luknje navoja zaščite [7] .....	23
Slika 5.10: Kemijska formula SAN [8].....	24
Slika 6.1: Pozicije testiranja točkovnih udarcev .....	27
Slika 6.2: Testiranje s testno napravo B.....	28
Slika 6.3: Testiranje s testno napravo 18.....	28
Slika 6.4: Način merjenja izvlečne sile kompleta.....	29
Slika 8.1: Krivulje uteženja ali vrednotenja .....	35
Slika 8.2: Proces mletja kave (obratovanje aparata od 2 s do 7 s).....	36
Slika 8.3: Zvočna moč procesa priprave napitka aparata EQ7 s staro posodo za zrna .....	37
Slika 8.4: Zvočna moč procesa priprave napitka aparata EQ7 z novo posodo za zrna .....	38

---

**KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 4.1: Obstoječe stanje elementa na komplet .....	9
Preglednica 4.2: Novo stanje elementa na komplet .....	9
Preglednica 8.1: Meritev procesa mletja kave .....	36
Preglednica 8.2: Meritve procesa varjenja napitka .....	36
Preglednica 8.3: Meritev celotnega procesa priprave napitka .....	36

**UPORABLJENI SIMBOLI**

$d_1$  – osnovni premer navoja

$d_b$  – zahtevana širina luknje

$d_i$  – minimalna dolžina luknje navoja

$d_c$  – širina vodila luknje navoja

$d_T$  – prosta globina luknje

## UPORABLJENE KRATICE

EN	<i>European Norm</i>
2D	Dvodimenzionalno
3D	Tridimenzionalno
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
STL	<i>Stereolithography</i>
EU	Evropska unija
ABS	<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i>
SAN	<i>Styrene-acrylonitrile copolymer</i>
PA	Poliamid
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
EFQM	<i>European Foundation for Quality Management</i>

# 1 UVOD

## 1.1 Predstavitev podjetja BSH Hišni aparati

Podjetje BSH Hausgeräte GmbH je največji proizvajalec gospodinjskih aparatov v Evropi in eno od vodilnih podjetij v tem sektorju po vsem svetu. S paleto štirinajstih znamk BSH pokriva širok spekter potreb potrošnikov. V sklop globalnih znamk poleg Bosch in Siemens sodita še znamki Gaggenau in Neff, skupina pa obsega tudi lokalne znamke Heroes, Thermador, Balay, Coldex, Constructa, Pitsos, Profilo, Ufesa in Zelmer.

BSH, ki je bil ustanovljen leta 1976 kot skupno podjetje Robert Bosch GmbH (Stuttgart) in Siemens AG (München), je v popolni lasti skupine Bosch od januarja leta 2015 dalje. V svoji skoraj 50-letni zgodovini se je podjetje razvilo iz nemškega izvoznika v drugega največjega proizvajalca gospodinjskih aparatov na svetu. Z več kot 56.000 zaposlenimi je v letu 2015 povečalo svoje prihodke na okoli 12,6 milijarde evrov. BSH ima 40 tovarn po vsem svetu in izdeluje celotno paleto sodobnih hišnih aparatov. Ta se giblje od štedilnikov, pečic, nap, pomivalnih strojev, pralnih strojev, sušilnih strojev, hladilnikov in zamrzovalnikov do izdelave majhnih gospodinjskih aparatov (Consumer Products), kot so sesalniki, kavni avtomati, grelniki vode, likalniki in sušilci za lase itd [1].

Skupina BSH je v Sloveniji navzoča od leta 1993, ko je v Nazarjah prevzela proizvodnjo malih gospodinjskih aparatov na motorni pogon. Uspešno poslovanje je omogočilo, da danes razvojni in proizvodni program podjetja BSH Hišni aparati d.o.o. obsega tudi druge aparate za pripravo hrane in napitkov. Razvoju in proizvodnji se je leta 2003 pridružil oddelek prodaje, marketinga in servisa v Ljubljani, ki skrbi za trženje in servisiranje malih in velikih gospodinjskih aparatov blagovnih znamk Bosch, Siemens, Ufesa in Gaggenau na devetih evropskih trgih: v Sloveniji, na Hrvaškem, v Bosni in Hercegovini, Srbiji, Črni Gori, Makedoniji, na Kosovu, v Albaniji in Bolgariji [2].

## 1.2 Opredelitev problema

V diplomski nalogi smo predstavili in opisali potek konstruiranja posode za zrna kavnega avtomata. Zaradi uvedbe standarda EN 60335 (*Household and similar electrical appliances – Safety*), Varnost gospodinjskih in podobnih električnih aparatov, je potrebno preprečiti dostop do vseh rotirajočih delov malih gospodinjskih aparatov. Pri nalogi se bomo omejili na zahteve marketinga, dizajna in tovarniških procesov.

Posoda mora biti povratno združljiva s prejšnjimi različicami kavnih aparatov (*backwards compatible*), prostornina novega kompleta posode za zrna se v primerjavi z obstoječo posodo ne sme bistveno zmanjšati, končni izdelek pa ne sme povečati hrupa kavnega aparata.

Namen diplomskega dela je predstaviti celoten potek razvoja izdelka od idejne faze, skozi proces konstruiranja, testiranja in obvladovanja procesa brizganja do izboljšave procesa montaže.

## 1.3 Definicija splošnega problema

S sprejetjem standarda EN 60335 (*Household and similar electrical appliances – Safety*) je potrebno preprečiti dostop prstov do vseh premikajočih se delov. Ker trenutna oblika obstoječe posode za zrna ne ustreza novim spremembam zakonodaje, je potrebno z ukrepi zagotoviti, da sledimo zahtevam spremenjene zakonodaje kot tudi marketinškim in funkcijskim zahtevam.

V nalogi se bomo posluževali opisne, numerične in statistične metode.

## 2 OPIS STANDARDA EN 60335

Standard EN 60335 je Evropski standard za področje hišnih in električnih naprav, ki definira preprečitev poškodb uporabnika malih gospodinjstev pri uporabi.

Na podlagi sprejete odločitve koncerna BSH Hausgeräte GmbH o upoštevanju standarda je podjetje BSH Hišni aparati d. o. o. Nazarje sprejelo odločitev, da se bodo aparati, izdelani v tovarni, certificirali tudi po omenjenem standardu.

### 2.1 Definicija standarda EN 60335

Standard zahteva, da v kolikor imajo aparati premikajoče se dele in če so ti deli uporabnikom fizično dostopni, morajo biti premikajoči se deli zaprti, oziroma morajo aparati zagotoviti ustrezno zaščito za preprečitev poškodb ob normalni uporabi aparata. Zaščitna ohišja, varovala in podobni deli ne smejo biti snemljivi in morajo prenesti ustrezno mehansko obremenitev (če je kos možno odpreti ali poškodovati s preobremenitvijo, je kos potrebno jemati kot snemljiv kos) [3].

### 2.2 Testiranje ustreznosti zaščite po standardu EN 60335

Če zaščita prestane test pred, med in po obratovanju aparata s testno napravo 18 (preseka 50 mm in končno zaobljeno površino), na katero pritiskamo s silo 5 N, in se zaščita ne poškoduje, je zaščita ustrezna zahtevam. Sonda ne sme priti v stik s premikajočimi se deli aparata [3].

### 2.3 Mehanska trdnost zaščite

Aparat mora imeti ustrezno mehansko trdnost in mora biti izdelan tako, da prenese grobo ravnanje z aparati, ki ga je mogoče pričakovati pri normalni uporabi.

Ustreznost zaščite se preveri z udari testne naprave IEC 60068-2-75 – udarno kladivo (*spring hammer test*). S tremi udarci, ki imajo energijo 0,5 J, se udari po točkah zaščite, kjer bo verjetno zaščita šibka (zaščita aparata je togo podprta).



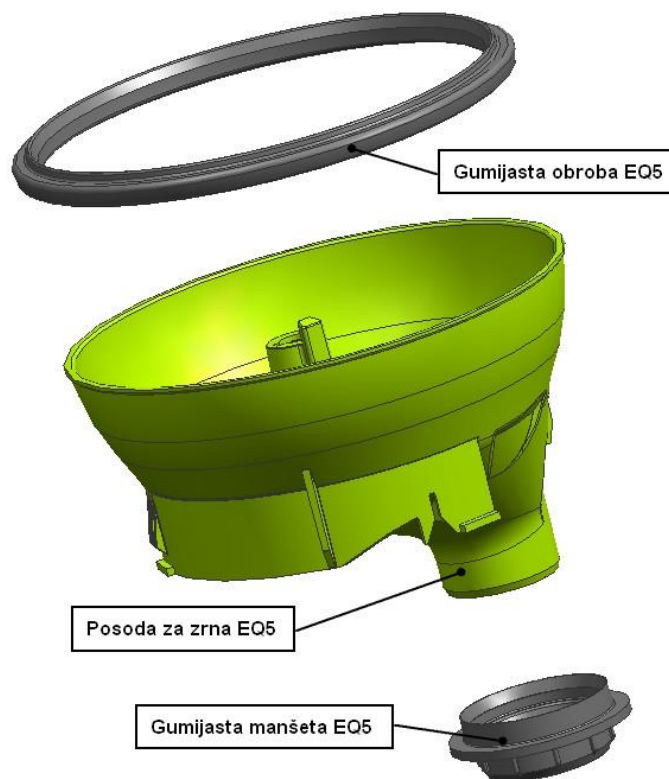
Poškodbe in razpoke, ki niso vidne prostemu očesu, ter razpoke v vlaknih ojačanih profilov in podobnih materialov se ne upoštevajo [3].

### 3 OBSTOJEČE STANJE IN ROBNİ POGOJI

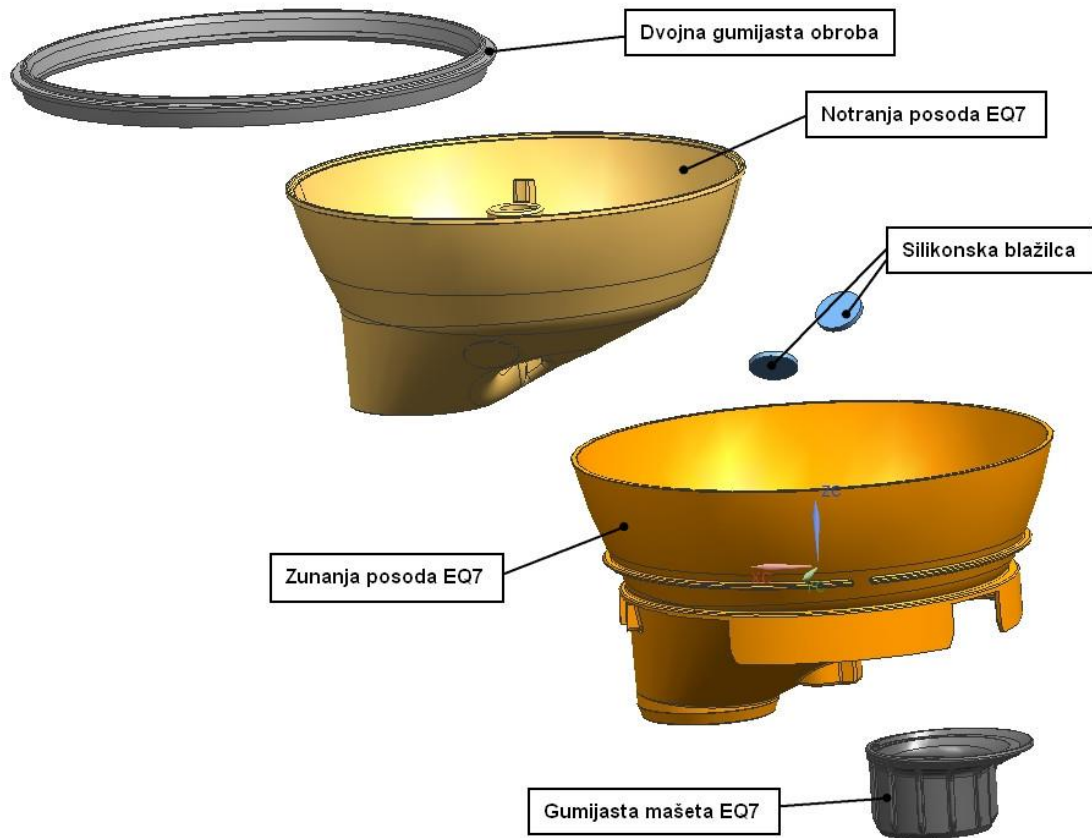
#### 3.1 Obstoječe stanje popolnoma avtomatskih kavnih aparatov

Trenutno serijsko stanje obravnava dve različici posod. Prva je tako imenovana različica posode EQ5 (Slika 3.1), ki je sestavljena iz posode za zrna EQ5, gumijaste manšete EQ5 in gumijaste obrobe posode EQ5.

Druga različica posode je pa EQ7 (Slika 3.2), ki je sestavljena iz notranje in zunanje posode za zrna EQ7, dvojne gumijaste obrobe EQ7, gumijaste manšete EQ7 in dveh blažilcev iz silikona.



Slika 3.1: Komplet obstoječe posode za zrna EQ5



Slika 3.2: Komplet obstoječe posode za zrna EQ7

### 3.2 Robni pogoji

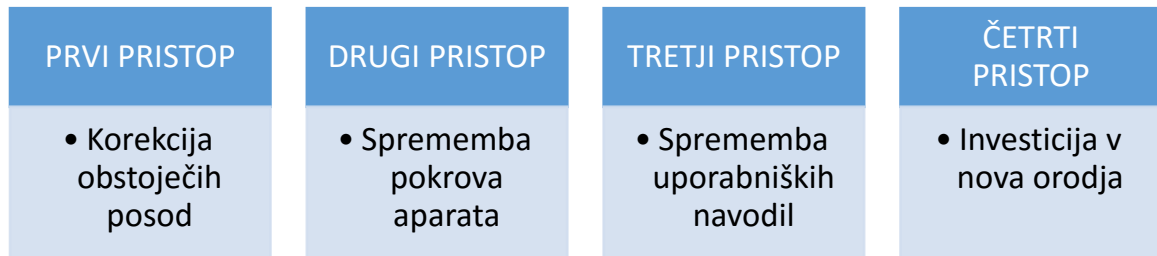
Poleg dodatnega elementa zaščite se s spremembo orodij za brizganje posod za zrna (EQ5 ali EQ7) ne sme bistveno spremeniti oblika posode za zrna, prav tako pa ni zaželeno, da se drastično zmanjša prostornina novih posod.

Ključnega pomena pa je dušitev zvoka mlina med obratovanjem (mletje kavnih zrn). Z uvedbo novih posod aparat ne sme biti glasnejši v primerjavi z obstoječim stanjem.

Poleg vseh navedenih pogojev ne smemo pozabiti na zahteve proizvodnje. Poleg internih zahtev o izvlečnih silah je potrebno upoštevati tudi zahteve lažje montaže in sistema »Poka-yoke«, ki ga bomo opisali v nadaljevanju.

## 4 PREDLOGI IN KONSTRUKCIJSKE REŠITVE POSODE ZA ZRNA

Za prilagoditev izdelkov po standardu EN 60335 smo predlagali štiri različne pristope.



Slika 4.1: Pregled pristopov

Prvi pristop bi bil dodelava obstoječih orodij za brizganje posode za zrna EQ5 in EQ7, predvidevamo spremembo vsaj dveh orodji. Zaradi koncepta in kompleksnosti orodij še vedno ne bi bilo mogoče zagotoviti popolne preprečitve dostopa do rotirajočih delov kavnega aparata.

Drugi pristop je sprememba pokrova kavnega aparata (dodaten zaklop med obratovanjem mletja kavnega aparata). S tem predlogom bi bilo potrebno poseči v spremembo orodja pokrova in v spremembo orodij za brizganje posod. Prav tako ne izločujemo tudi možnosti dodatne napeljave za elektroniko, potrebne za delovanje senzorja.

Tretji pristop bi bila sprememba uporabniških navodil. S spremembo navodil bi informirali uporabnike kavnih aparatov o pravilni uporabi aparata, ampak s tem predlogom problem dostopa do rotirajočega dela (mlina) ne bi bil rešen.

Četrty pristop bi lahko bila dodatna zaščita, ki bi uporabniku kavnega aparata popolnoma preprečila dostop do mlina. Pri tem predlogu bi bilo potrebno izdelati novo orodje za mrežo in obe posodi za zrna, oziroma uvesti spremembe na obstoječih orodjih za brizganje.

## 4.1 Pogoji za izbor predlogov

Pri podrobnejši preučitvi vseh pristopov se je izkazalo, da se četrti pristop najbolj optimalno približa zahtevam standarda EN 60335. Pristop popolnoma zagotovi preprečitev dostopa uporabniku do rotirajočih delov kavnega avtomata. Sklenjena je bila odločitev za optimizacijo obstoječih posod za zrna in investicijo v dodatno orodje za zaščito posode za zrna.

S sprejetjem odločitve o izvedbi spremembe posode za zrna z zaščito je bila zaradi obrabljenih obstoječih orodjih za brizganje posod sprejeta tudi odločitev o investiciji v nova orodja za brizganje posod.

Z dodatno investicijo v orodje se je pojavila tudi želja o poenoteni posodi za zrna: posodi, ki bi jo lahko uporabljali na vseh obstoječih kavnih aparatih.

Ob natančnejšem pregledu montaže obstoječih posod za zrna EQ5 in EQ7 je bilo razvidno, da sta principa za zaklepanje oziroma za pravilno vstavljanje posod v kavne aparate povsem različna. Medtem ko ima posoda za zrna kavlje za zatikanje vgrajene na okrovu okvirja EQ5 in nasprotne utore na posodi sami, ima posoda za aparate EQ7 kavlje na posodi, rebra za zatikanje kavljev pa na posodi sami.

Rešitev za izvedbo poenotene posode bi bila investicija v dodatno orodje – vmesni člen, kar pa bi pomenilo dodatne stroške za ponovno certificiranje ali EQ5 ali EQ7, oziroma celo obeh modelov kavnih aparatov za večino tržišč v nam nesprejemljivem roku.

Z uporabo že obstoječih polizdelkov, uporabljenih v preostalih šasijah kavnih aparatov, izdelanih v podjetju BSH Hišni aparati d.o.o. Nazarje, smo se izognili dodatnim investicijam v nova orodja, prav tako pa lahko z dvigom količine polizdelkov znižamo ceno le-teh. Iz Preglednice 1 je razvidna sestava obstoječega kompleta posode za zrna EQ5 in EQ7, v Preglednici 2 pa je opisana predvidena sestava novih posod za zrna z zaščito.

Preglednica 4.1: Obstoječe stanje elementa na komplet

<b>OBSTOJEČE STANJE</b>	Komplet posode za zrna EQ5 [obstoječ]	Komplet posode za zrna EQ7 [obstoječ]
Gumijasta manšeta EQ5 [obstoječa]	<b>DA</b>	<b>NE</b>
Posoda za zrna EQ5 [obstoječa]	<b>DA</b>	<b>NE</b>
Gumijasta obroba EQ5 [obstoječa]	<b>DA</b>	<b>NE</b>
Manšeta EQ7 [obstoječa]	<b>NE</b>	<b>DA</b>
Zunanja posoda za zrna EQ7 [obstoječa]	<b>NE</b>	<b>DA</b>
Notranja posoda za zrna EQ7 [obstoječa]	<b>NE</b>	<b>DA</b>
Dvojna gumijasta obroba EQ7 [obstoječa]	<b>NE</b>	<b>DA</b>
Gumijasta obroba EQ7 [obstoječa]	<b>NE</b>	<b>DA</b>
Silikonski blažilec [obstoječ]	<b>NE</b>	<b>DA</b>

Preglednica 4.2: Novo stanje elementa na komplet

<b>NOVO STANJE</b>	Komplet posode za zrna EQ5 [nov]	Komplet posode za zrna EQ7 [nov]
Gumijasta manšeta EQ5 [obstoječa]	<b>DA</b>	<b>DA</b>
Gumijasta obroba EQ5 [obstoječa]	<b>DA</b>	<b>DA</b>
Posoda za zrna EQ5 [nova]	<b>DA</b>	<b>NE</b>
Posoda za zrna EQ7 [nova]	<b>NE</b>	<b>DA</b>
Zaščita posode za zrna EQ	<b>DA</b>	<b>DA</b>
Vijak EJOT 30x12	<b>DA</b>	<b>DA</b>

## 5 PREDSTAVITEV KONSTRUKCIJE POSODE ZA ZRNA KAVNEGA AVTOMATA

### 5.1 Definicija CAD

Termin *CAD (Computer Aided Design)* pomeni računalniško podprto konstruiranje, pri katerem konstrukter pri snovanju izdelka uporablja računalniške in programske sisteme. Snovanje in konstruiranje lahko opišemo kot proces transformacije niza funkcionalnih specifikacij in zahtev v celovitem opisu fizikalnega predmeta – produkta, ki v celoti izpolnjuje postavljene specifikacije in zahteve [4]. Konstrukter v procesu določa funkcijo produkta, ga oblikuje, določa lastnosti materialov, način izdelave in tako dalje. Upoštevati mora:

- izkušnje
- informacije iz priročnikov
- standarde
- opravljene numerične analize
- interne predpise in pravila v podjetju
- uveljavljeno prakso v podjetju
- svojo lastno intuicijo

Računalniško konstruiranje zajema:

- razvoj in snovanje izdelka
- konstruiranje detajlov, sklopov in elementov
- ovrednotenje in analizo konstrukcije
- modifikacijo

## 5.2 Predstavitev programa Unigraphics NX 8.5

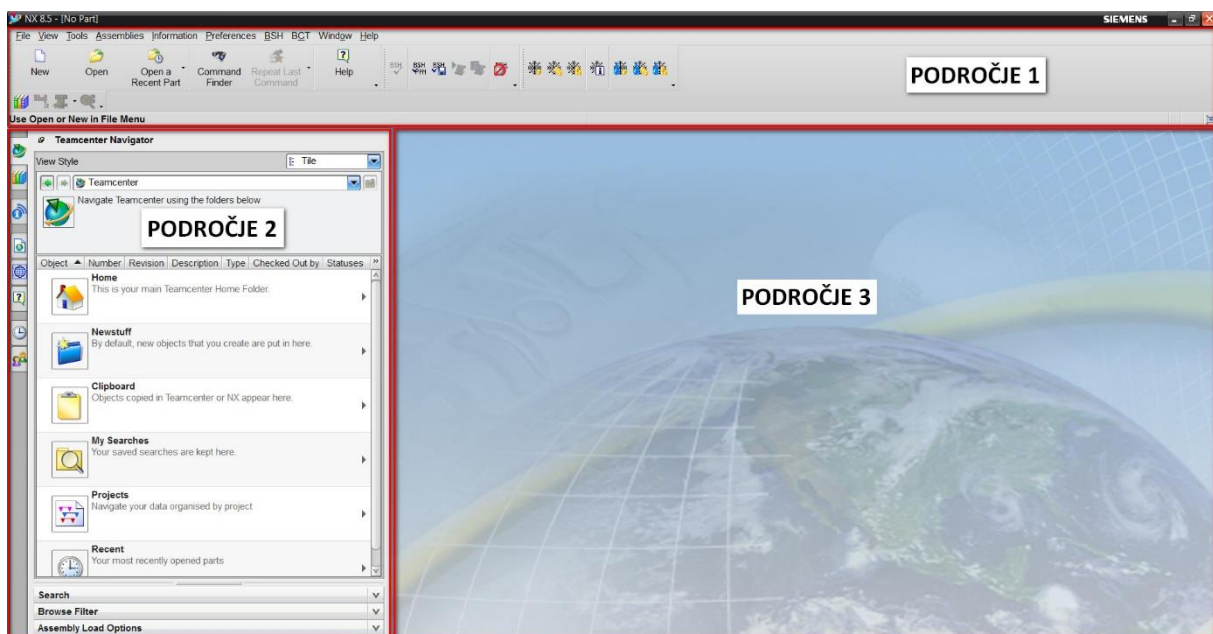
Unigraphics NX 8.5 je napredna programska oprema, ki olajša konstruiranje najrazličnejših CAD modelov v delovnem okolju. V osnovi je program sestavljen iz več modulov. Vsak modul ima svoje specifično delovno okolje:

- CAD modeliranje (*CAD modeling*)
- CAD napredno simuliranje (*CAD – Advanced Simulation*)
- CAD sinhronizirano modeliranje (*CAD Synchronous Modeling*)
- CAD izdelava (*CAD – Drafting*)

V našem primeru se bomo posluževali predvsem delovnega okolja modula CAD modeliranje. Modul CAD modeliranje je v celoti namenjen modeliranju oziroma konstruiranju kosov in izdelovanju tehničnih in delavniških risb.

Ob zagonu programa Unigraphics NX se odpre osnovno delovno okolje, v katerem lahko operiramo z več ukazi. V prvotnem smislu je delovno okolje modula CAD modeliranje programa Unigraphics NX 8.5 razdeljeno na tri glavna področja (Slika 5.1):

1. orodna vrstica osnovnih ukazov programa
2. napredna orodja za pomoč pri konstruiranju
3. vizualno polje za konstruiranje



Slika 5.1: Delovno okolje Unigraphics NX 8.5



V prvem polju se nahaja področje, ki nam ponuja nabor funkcijskih ukazov za shranjevanje in nadzor podatkov, kot so (Slika 5.2):

1. »File«

V meniju *File* lahko najdemo vse začetne ukaze za pričetek izvajanja konstrukcije. V meniju se nahajajo vsi osnovni ukazi za kreiranje novih dokumentov in shranjevanje le-teh.

2. »View«

V meniju *View* najdemo ukaze in funkcije za pomoč pri pregledu izbranega dokumenta.

3. »Tools«

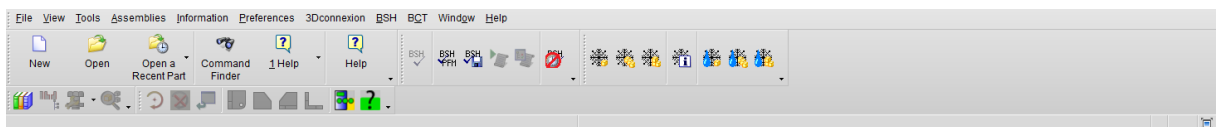
V meniju *Tools* so shranjeni vsi osnovni in napredni ukazi za pričetek konstruiranja.

4. »Assemblies«

V meniju *Assemblies* najdemo ukaze, ki so nam v pomoč za izdelovanje in obdelovanje konstruiranih sestavov izdelkov.

5. »Help«

V meniju *Help* lahko najdemo vse dodatne potrebne informacije za delo z programom Unigraphics NX 8.5.



Slika 5.2: Polje 1 – orodna vrstica osnovnih ukazov programa

V drugem polju se nahaja nabor zavihkov in funkcij za hitro pomoč pri iskanju dodatnih informacij in povezav z drugimi programi (Slika 5.3). Nekaj osnovnih zavihkov:

1. »Teamcenter navigator«

V zavihku najdemo možnosti izbire med več vrstami drevesne strukture ukazov modeliranja, napredne opcije za iskanje datotek in dodatne podatke o dokumentih.

2. »Reuse library«

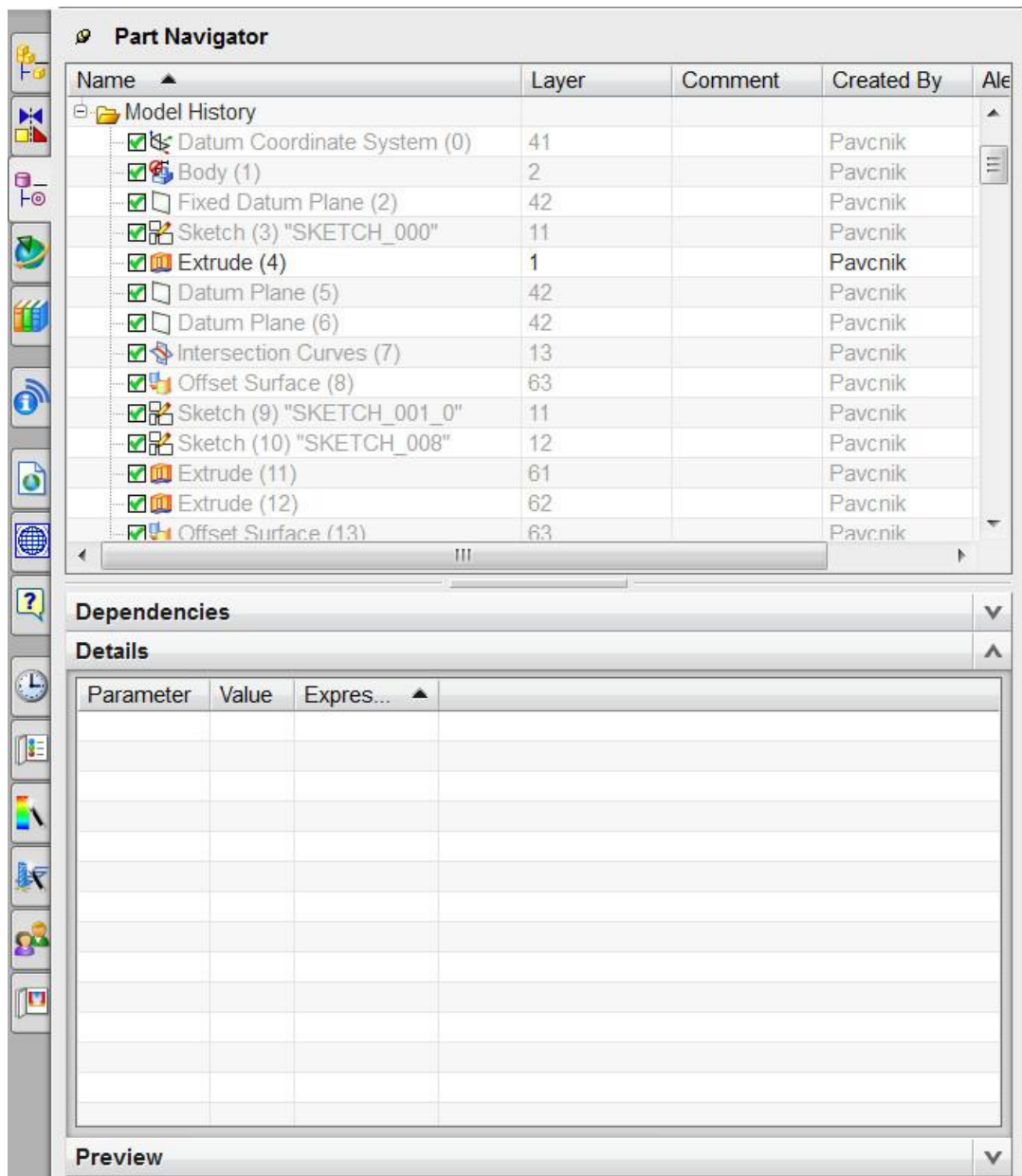
V zavihku je možno uvažanje in izvažanje predpripravljenih ali že uporabljenih modelov.

### 3. »Part navigator«

Iz zavihka je razvidna celotna drevesna struktura uporabljenih ukazov, namenjenih za konstruiranje želenega modela.

### 4. »History«

V zavihku se nahaja vsa zgodovina dokumentov, ki jih je uporabnik uporabljal. Služi kot hitro odpiranje projektov.



Slika 5.3: Polje 2 – skupek zavihkov programa Unigraphics 8.5

V tretjem polju se nahaja vizualni produkt, ki je rezultat modelirnih ukazov.

## 5.3 Predstavitev uporabljenih osnovnih in naprednih funkcij programa Unigraphics NX 8.5.

Konstruiranje z uporabo programa Unigraphics NX 8.5 je deljeno v več stopenj. Opisani bosta predvsem dve stopnji: konstruiranje proizvoda v delovnem okolju »*Modeling*« in kreiranje načrta v delovnem okolju »*Drafting*«.

### Delovno okolje »*Modeling*« – funkcije za modeliranje CAD izdelka

Pri konstrukciji posode za zrna z zaščito je uporabljenih več osnovnih in naprednih ukazov. Upoštevano je tudi načelo »manj je več«, kjer z manjšim številom ukazov zagotovimo čim lažjo in manj komplicirano izvedbo konstrukcije z raznimi kompromisi.

#### Ukazi 2D-oblik



*Sketch* – program kreira risbo na določeno ravnino ali ploskev

*Line* – program kreira daljico na izbrani ravnini ali ploskvi, ki jo je potrebno geometrično omejiti (*constraints*).

*Arc* – program kreira krivuljo med dvema določenima točkama z določenim radijem. Krivuljo je potrebno geometrijsko omejiti (*constraints*).

*Point* – program kreira točko, ki jo je potrebno geometrijsko omejiti (*constraints*).



*Datum Plane* – program kreira ravnino, na kateri lahko nadaljujemo z ukazi. Začetna ravnina je pogoj za funkcijo *Sketch*.

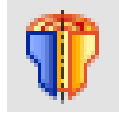
*Inferred* – program kreira novo ravnino na obstoječo ravnino ali ploskev na določeno razdaljo.

*At distance* – program kreira novo ravnino (eno ali več) na obstoječo ravnino ali ploskev na določeno medsebojno razdaljo.

*At angle* – program kreira novo ravnino pod želenim kotom na obstoječo ravnino ali ploskev. Določiti moramo kot, ravnino in premico, skozi katero se bo nova ravnina nagibala.

**Ukazi za modeliranje osnovnih 3D-oblik**

*Extrude* – ustvari obliko z ekstrudiranjem funkcije vzdolž vektorja.



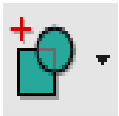
*Revolve* – ustvari obliko, ki zavrti odsek okoli osi.



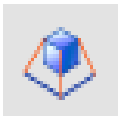
*Edge blend* – zaokroži ostre robove med ploskvami.



*Changer* – posname robove med ploskvami.



*United* – združi volumen dveh ali več teles v eno telo.



*Draft* – spremeni nagib ploskve s spreminjanjem kota na smer vleka.

**Napredni ukazi za modeliranje osnovnih 3D-oblik**

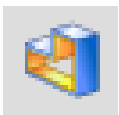
*Ruled* – ustvari telo med dvema odsekoma, kjer je oblika pravilen linearni prehod med sekcijama.



*Offset face* – izravna ali poravna niz obrazov iz trenutne lokacije.



*Offset surface* – ustvari telo z odbitkom ali izravnavo izbranih površin.



*Shell* – preoblikuje telo z uporabo funkcije debeline stene in odpiranjem izbranih površin.



*Mirror feature* – kopira funkcijo in jo prezrcali čez ravnino.

Rezultat smiselne uporabe zgoraj navedenih ukazov je virtualni 3D-izdelek. Naslednji korak v procesu konstruiranja je izdelava delavniške risbe. Delavniško risbo izdelamo s pomočjo delovnega okolja »Drafting«.

#### Delovno okolje »Drafting« – funkcije za kreiranje načrta



*Insert Pattern* – program uvozi shranjene oblike in glave standardnih delavniških risb.



*Base view* – izbor projekcije izdelka.



*Section view* – funkcija za izbor sekcije izdelka.



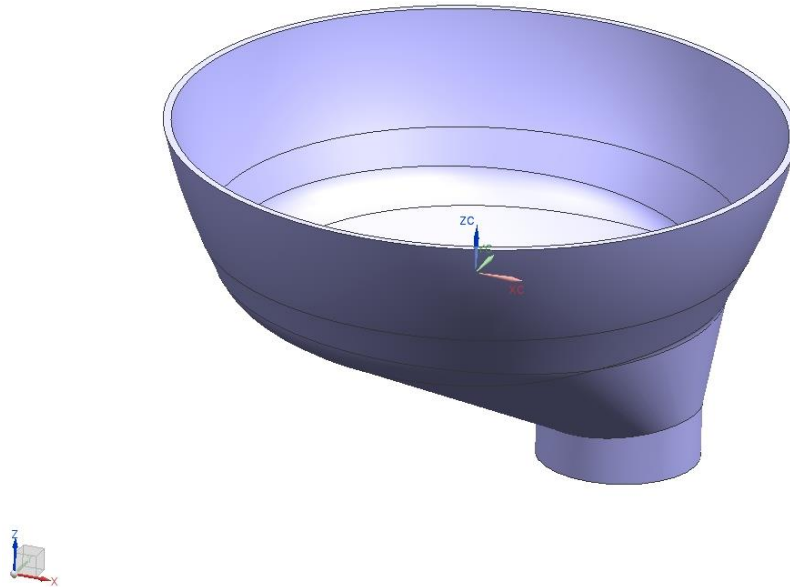
*Inferred dimension* – s pomočjo funkcije za izbor dimenzij definiramo dimenzije izdelka.

## 5.4 Modeliranje

Potek modeliranja v delovnem okolju »Modeling« smo razdelili v tri ključne faze:

- Prva faza – definiranje osnovne oblike
- Druga faza – definiranje pozicije reber
- Tretja faza – definiranje kupole posode

Pričeli smo definiranjem koordinatnega izhodišča. Sledil je korak izdelave skice, ki smo jo naredili z uporabo funkcije »Sketch«. Odprlo se je novo okno, kjer je bilo potrebno določiti dimenzije in vse ostale podatke, ki bodo opredelili obliko. S funkcijami »Revolve«, »Ruled« ter »Offset surface« smo kreirali površino (»Sheet«), s funkcijo »Extrude«, pa smo kreirali 3D-obliko izdelka. Z »Edge blend« smo zaoblili robove. V tej fazi je bila že vidna groba oblika posode (Slika 5.4).

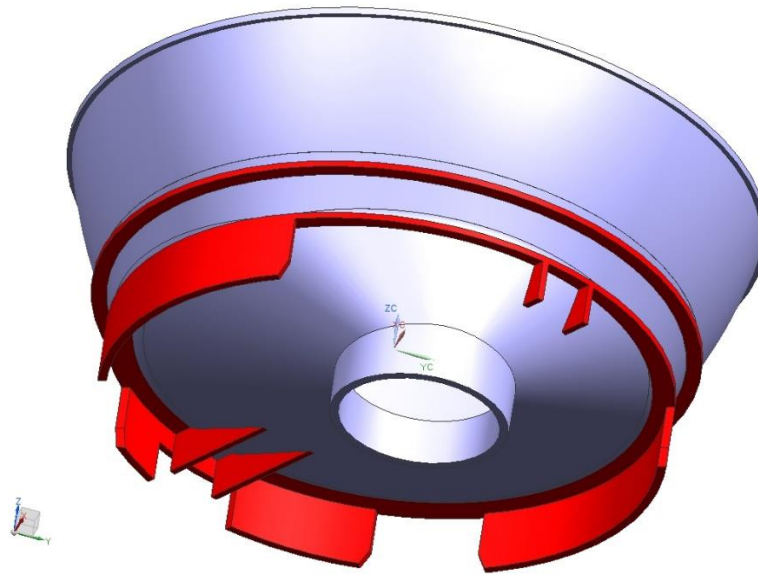


Slika 5.4: Prva faza modeliranja

V naslednji fazi smo definirali pozicijo ter oblika reber za zatikanje kavljev oziroma zaskočk, ki fiksirajo posodo v aparat. To smo storili tako, da smo določili nove ravnine (»Datum plane«), na to pa smo uporabili že prej naštete ukaze »Sketch« in »Extrude«. S pomočjo ukaza »Trim Body« smo odrezali odvečna rebra. Prav tako smo definirali lokacijo zaznavala<sup>1</sup> za merjenje količine kavnih zrn v posodi. Na zadnje smo dodali še rob za lažje nastavljanje gumijaste obrobe (Slika 5.5).

---

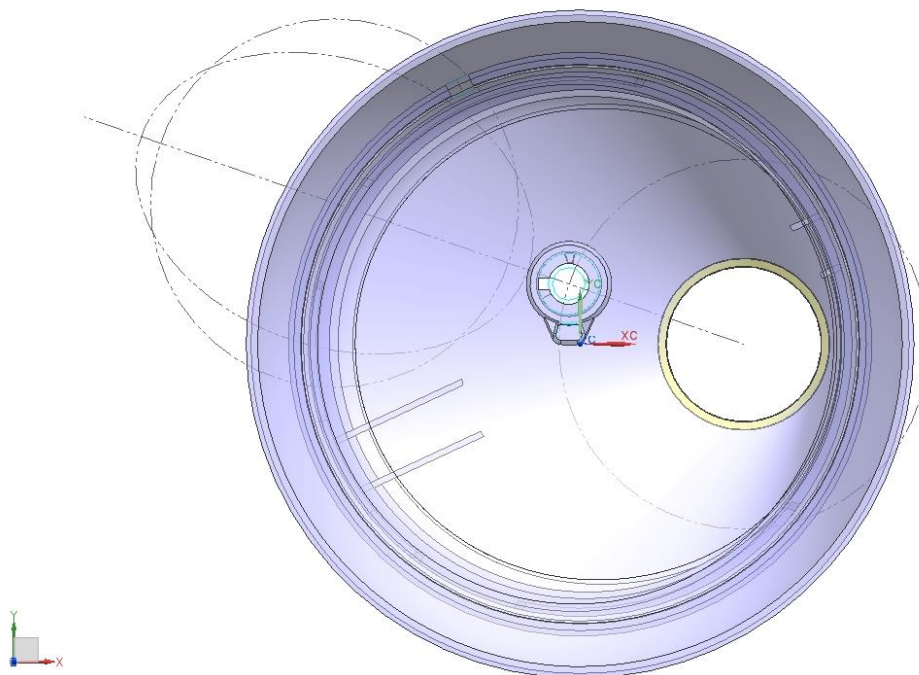
<sup>1</sup> Zaznavalo zazna ustrezno fizikalno veličino in jo spremeni v električno veličino.



Slika 5.5: Druga faza modeliranja

V zadnji fazi modeliranja smo določili pozicijo in obliko kupole posode. Upoštevali smo potrebno montažno zahtevo po uporabi mehanizma »Poka-Yoke« (natančneje opisano v poglavju 7.1).

Končni rezultat je CAD model posode, ki služil kot osnova za izdelavo delavniške risbe (Slika 5.6).



Slika 5.6: Zadnja faza modeliranja

## 5.5 Potek izdelave

Z uporabo delovnega okolja »*Drafting*« program kreira delavniško risbo, oziroma načrt. Pričeti ga je potrebno z uporabo funkcije »*Insert Pattern*«, ki odpre novo okno, v katerem se izberejo dimenzije načrta. Z ukazom »*Base view*« se ustvari poljubne poglede, s funkcijo »*Section view*«, pa željene prereze izdelka. Ukaz »*Inferred Dimension*« služi za določanje ustreznih dimenzij. Na načrtu so prikazani vsi ključni podatki, pogledi in zahteve, ki jih mora vsebovati končen produkt (glej priloge 1 - 5).

## 5.6 3D-tiskanje

3D-tiskanje je izraz za različne slojevite tehnologije, pri katerih tiskalnik plast za plastjo nanaša material in s tem izdeluje prototipe oziroma izdelke iz različnih materialov. Prednost postopka je v neposredni uporabi tridimenzionalnega CAD modela, ki ga naknadno računalniško obdelamo in uporabimo za neposredno izdelavo izdelkov brez uporabe kalupov ali orodij [5].

### Tehnologija selektivnega laserskega sintranja

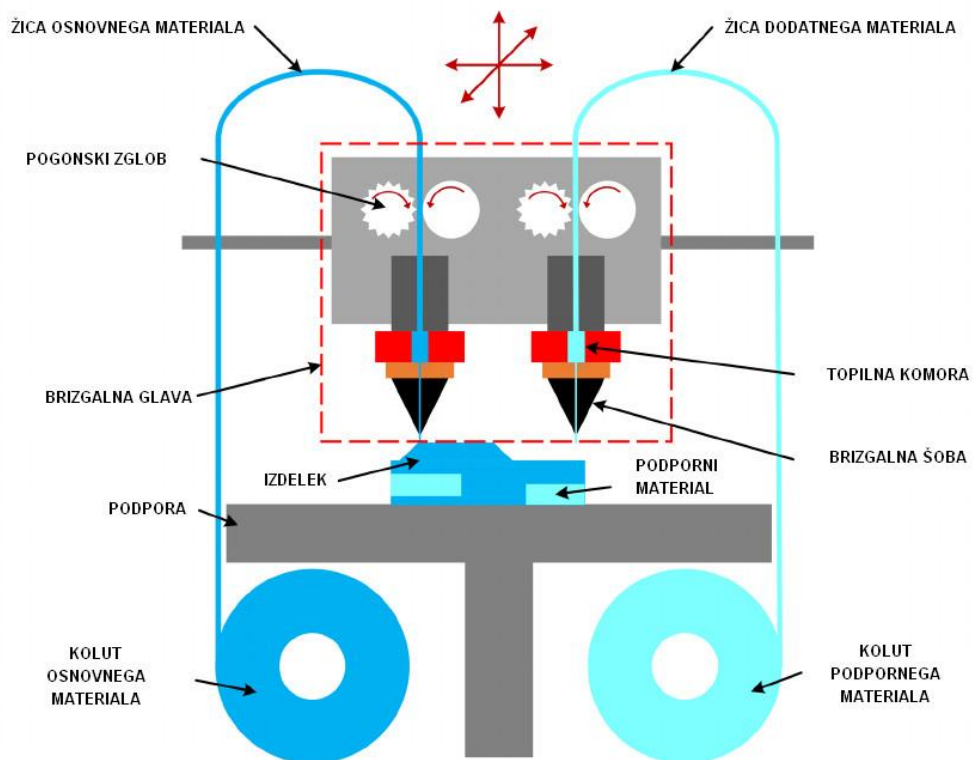
Prednost hitre izdelave prototipov (*Rapid prototyping – RP*) ali orodij in končnih izdelkov (*Rapid Tooling and Rapid Manufacturing*) je v neposredni uporabi tridimenzionalnega CAD modela. Izdelani tridimenzionalni CAD model pretvorimo v STL format, ki je osnova za vse slojevite tehnologije.

V posebnem programu se izdelki orientirajo in se jim določi pozicija v izdelovalni komori glede na njihove mehanske in oblikovne značilnosti, dodajo pa se tudi ustrezne skrčke glede na njihovo velikost. S programom se izdelek razreže na več plasti, ki jih stroj uporabi za taljenje posameznih slojev materiala [5].





Slika 5.7: Primer stereografskega izdelka – diplomski primer



Slika 5.8: Način tridimenzionalnega tiskanja [6]

Za 3D-tiskane izdelke je značilno, da tiskalnik uporablja dva med seboj različna materiala. Prvi služi za tiskanje materiala (»ABS plus«), drugi pa za podporni material (topljivi podporni material »P400SR«). 3D-tiskalniki imajo za to izdelano posebno podajalno glavo z dvema šobama za nanašanje osnovnega in dodatnega materiala, ki se premika v vseh treh smereh koordinatnega sistema.

Končen produkt 3D-tiskanja nima enakih lastnosti kot brizgan izdelek iz orodja, mu je pa zelo dober približek. Namen 3D-tiskanega kosa je osnovno testiranje funkcije izdelka in testiranje v montaži. 3D-tisk ni nujen, vendar se lahko s tiskanimi izdelki izognemo neželenim napakam pri konstrukciji izdelka.

## 5.7 Izbor vijakov in določanje luknje navoja zaščite

Zaradi zahteve standarda EN 60335, ki navaja zaščito, ki preprečuje dostop do premikajočih se delov aparata in mora biti nerazstavljiva mehanska zveza, smo se odločili za uporabo vijakov.

Koncept vijačenja zaščite na posodo za zrna smo zasnovali tako, da lahko do vijaka EJOT Delta PT 30x10 Stainless, ki je privijačen v zaščito skozi posodo za zrna, dostopamo le s spodnje strani posode. Spodnja stran posode uporabniku ni vidna, razen če iz kavnega aparata izvleče celotno posodo za zrna z zaščito.

Pri konstrukciji luknje v zaščiti posode za zrna smo upoštevali priporočila izdelovalca vijakov.

### Preračun luknje navoja

Osnovni podatki vijaka EJOT Delta PT 30x10 WN5451:

$$d_1 = 3 \text{ mm} - \text{osnovni premer navoja}$$

$$L = 10 \text{ mm} - \text{dolžina navoja vijaka}$$

$$d_b = 0,8 \times d_1 \tag{5.1}$$

$$d_b = 0,8 \times 3 \text{ mm} = 2,4 \text{ mm}$$

Pri čemer je:

$$d_1 \text{ [mm]} - \text{osnovni premer navoja}$$

$d_b$  [mm] – zahtevana širina luknje

$$d_i = 2 \times d_1 \quad (5.2)$$

$$d_i = 2 \times 3 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

Pri čemer je :

$d_i$  [mm] – minimalna dolžina luknje navoja

$$d_c = 1,05 \times d_1 \quad (5.3)$$

$$d_c = 1,05 \times 3 \text{ mm} = 3,15 \text{ mm}$$

Pri čemer je:

$d_c$  [mm] – širina vodila luknje navoja

Višina vodila luknje navoja

$$0,3 \sim 0,4 \times d_1 \quad (5.3)$$

$$0,4 \times 3 \text{ mm} = 1,2 \text{ mm}$$

Minimalna zahtevana debelina materiala

$$d_T = 2 \times d_1 \quad (5.4)$$

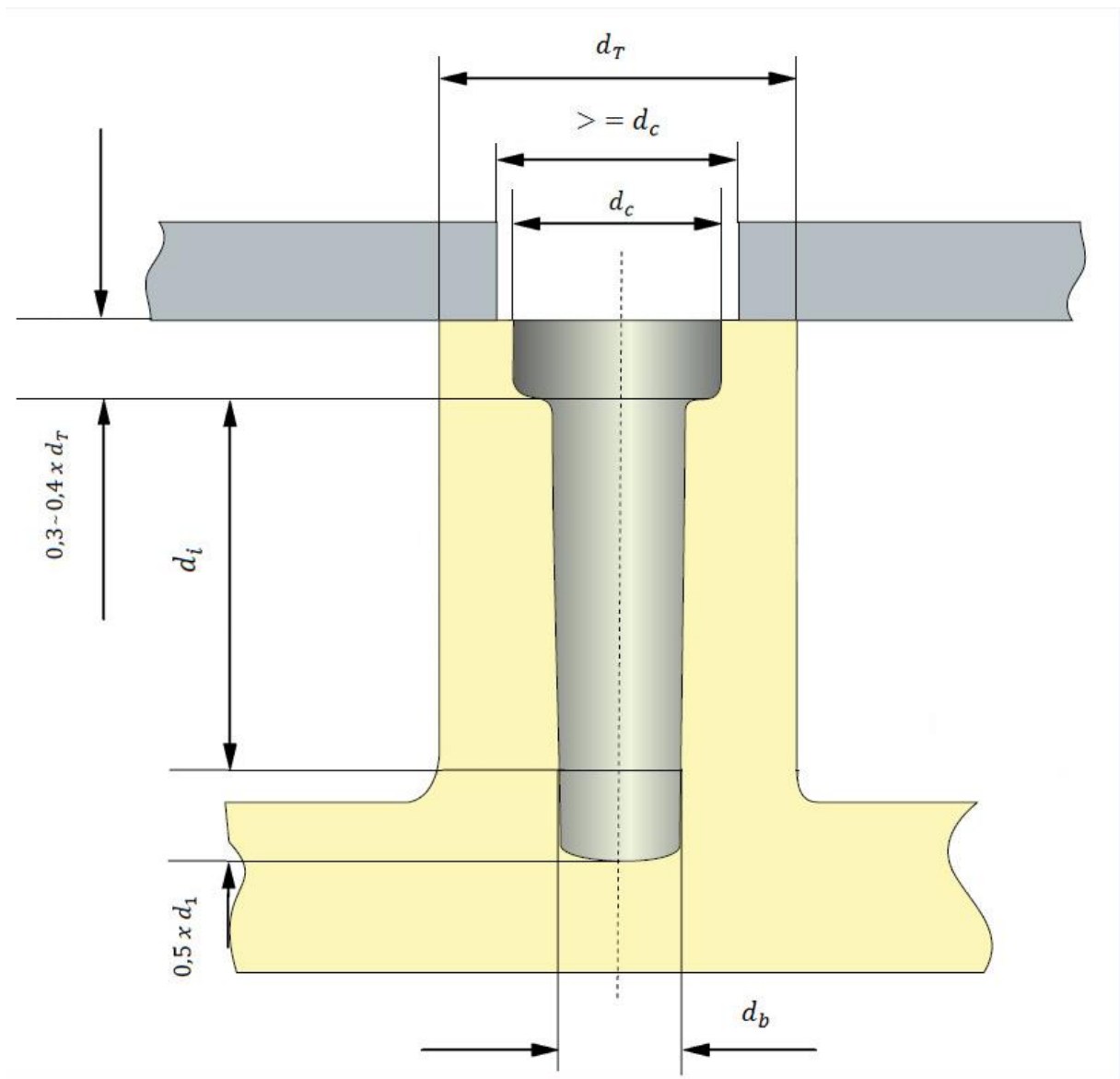
$$d_T = 2 \times 3 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

Pri čemer je:

$d_T$  [mm] – prosta globina luknje

$$0,5 \times d_1 \quad (5.5)$$

$$0,5 \times 3 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm}$$



Slika 5.9: Konstrukcija luknje navoja zaščite [7]

## 5.8 Izbor materiala

Pri izboru materiala smo večino pozornosti usmerili v zahteve marketinga in zahteve mednarodne zakonodaje. Ker sta tako posoda za zrna kot tudi zaščita neposredno v kontaktu s kavnimi zrnji, mora material ustrezati uredbi Evropske unije 1935/2004 EU, zahtevam o živilski neoporečnosti FDA (*U. S. Food and Drug Administration*), zahtevam standarda EN 60335 in vizualni podobi obstoječe posode za zrna EQ5.

Na podlagi omenjenih zahtev smo za posodo za zrna izbrali material SAN LURAN 368 RAUCHTOPAS, za material zaščite pa PA DURETHAN BKV30F s črnim barvilom.

### SAN Luran 368 Rauchtupas

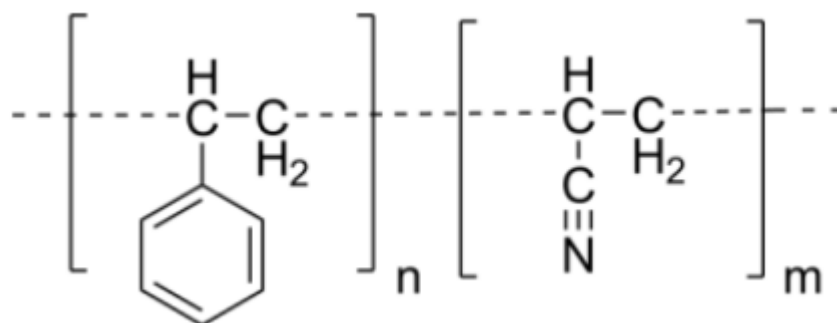
SAN oziroma stiren-akrilonitril (*Styrene-acrylonitrile copolymer*) je kopolimer stirena in akrilonitrila. SAN združuje jasnost in togost polistirena s trdnostjo in odpornostjo na vročino in topila poliakrilonitrila. Uveden je bil leta 1950 in je uporabljen za najrazličnejše dele v avtomobilski industriji, uporablja pa se tudi v akumulatorjih, kuhinjskih aparatih, pohištvu in medicinskih pripomočkih. Je izredno prozoren, ima sijaj in je odporen na praske.

SAN je sestavljen iz enote stirena in enote akrilonitrila v razmerju približno 70 : 30. Obe spojini sta zmešani v razsutem sipkem stanju, tekoči obliki ali na vodni osnovi v obliki emulzije ali suspenzije.

Rezultat je dobljen plastičen material SAN, ki prikazuje boljšo odpornost na vročino in topila kot pa polistiren sam. Odpornost na udarce kopolimera za mnoge aplikacije inženiringa ni zadovoljiva, vendar pa stiren in akrilonitril pogosto kopolimeriziramo s primesmi kavčuka, da dobimo bolj odporen izdelek, znan kot ABS ali akrilonitril-butadien-stiren kopolimer [8].

Glavne značilnosti stiren-akrilonitrila (SAN) so:

- visoka stopnja transparentnosti
- kemična odpornost
- visoka togost
- zelo trda površina
- odpornost na praske



Slika 5.10: Kemijska formula SAN [8]

**PA Durethan BKV30F**

PA oziroma Poliamid je delno kristalizirana plastika, ki ponuja idealno kombinacijo lastnosti, predvsem za tehnične namene. Odlikujejo jo visoka mehanska trdnost in togost z dobrimi električnimi izolacijskimi lastnostmi, odpornost na visoko temperaturo in kemikalije, nizko trenje, dobre sile tečenja, odpornost proti obrabi, dušenje hrupa, vibracije in izjemno enostavna obdelava.

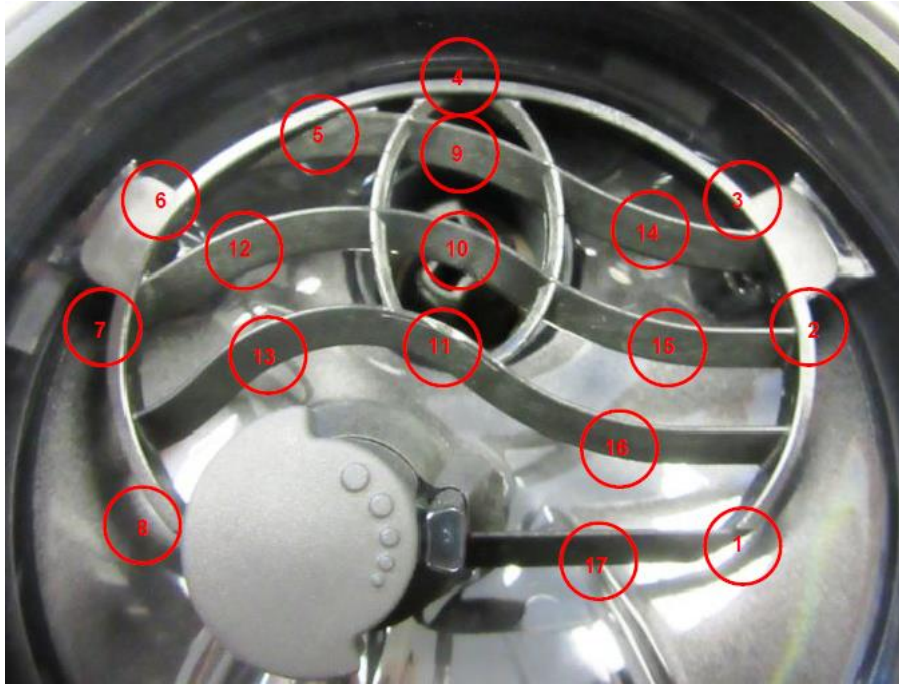
Odvisno od posameznega materiala in razreda poliamid absorbira vlago iz okolja na reverzibilni osnovi. To ima enak učinek kot mehčalec. Nateznost se obdrži pri meji porušitve, medtem pa se trdnost in togost zmanjšata [9]. Pri zaščiti posode za zrna je zato določen tudi čas kondicioniranja, oziroma mirovanja brizganega elementa pred montažo v posodo za zrna.

## **6 TESTIRANJE KOMPLETA POSODE ZA ZRNA PO ZAHTEVAH STANDARDA EN 60335**

Zahteve standarda EN 60335 so prepričati uporabniku dostop do premikajočih se delov ob normalni uporabi gospodinjskih aparatov. Standard definira, katere mehanske obremenitve mora zaščita ali prepreka zdržati:

- zaščita mora prenesti točkovne udarce z energijo vsaj 0,5 J (zahtevani so trije udarci na eni točki)
- ob morebitni poškodbi zaščite mora le-ta obdržati osnovno funkcijo – prepričati dostop sonde do rotirajočih delov
- poškodovana zaščita ne sme biti nevarna za uporabnika
- zaščita ne sme biti snemljiva

Točkovne udarce je potrebno testirati s certificirano testno napravo Ehb (po standardu IEC 60068-2-75) – z vzmetnim kladivom. Naprava mora biti nastavljena na energijski udarec 0,5 J in naslonjena na zaščito aparata. Ob dotiku testne naprave se le-ta sprosti z energijo 0,5 J. Test je potrebno na želeni točki ponoviti trikrat [3]. Spodnja slika (Slika 6.1) prikazuje različne točke testiranja zaščite.



Slika 6.1: Pozicije testiranja točkovnih udarcev

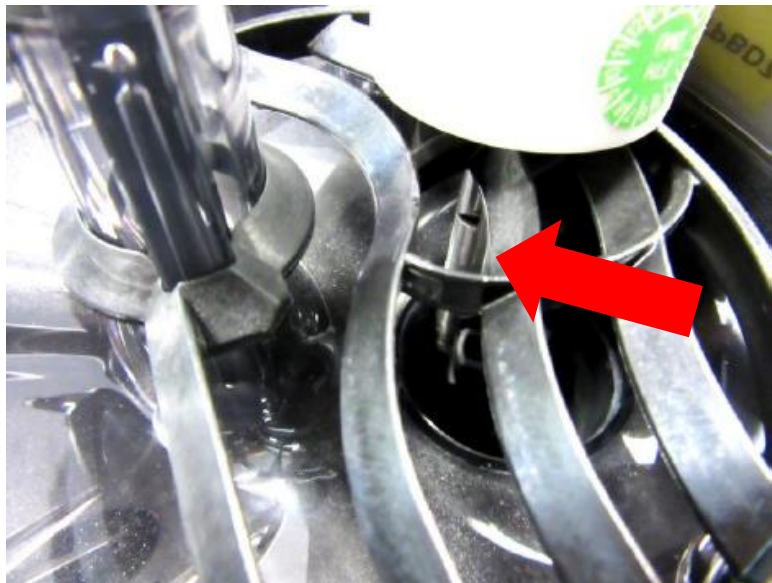
Po opravljenem testu točkovnih udarcev je potrebno testirati osnovno funkcijo zaščite, ki je preprečiti dostop uporabniku do premikajočih se delov. Test se opravlja z dvema certificiranima napravama:

- testna naprava B, premera 50 mm, z zaobljeno konico (po standardu EN 61032), na katero deluje sila vsaj 5 N. Vsi razstavljivi deli morajo biti odstranjeni [3]
- testna naprava 18 (po standardu EN 61032), na katero deluje sila vsaj 2,5 N [3].





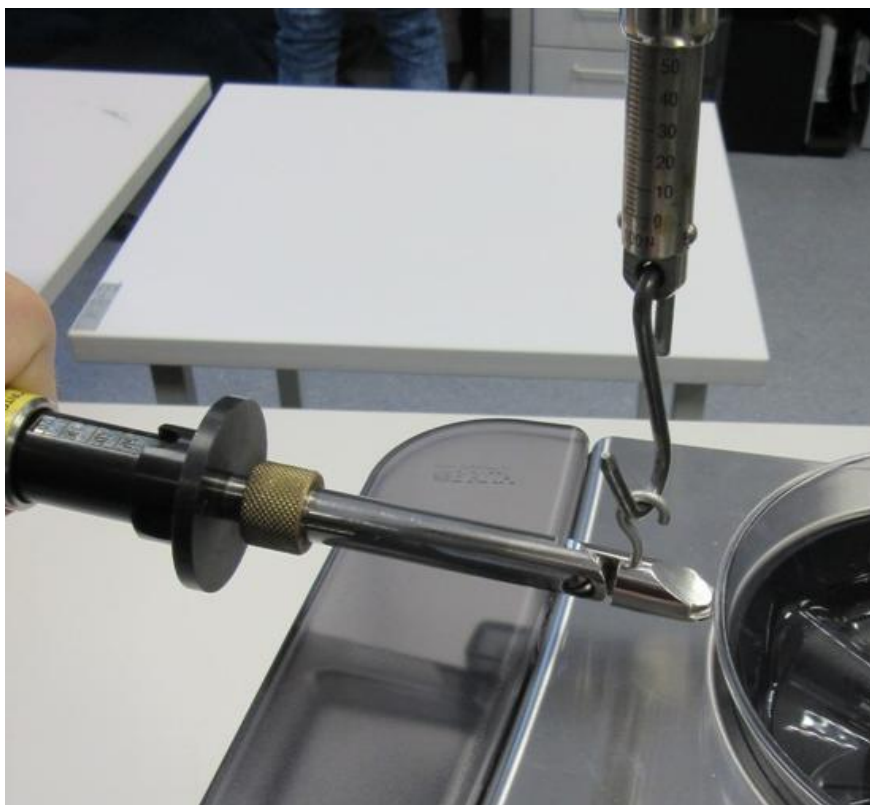
Slika 6.2: Testiranje s testno napravo B



Slika 6.3: Testiranje s testno napravo 18

S certificirano tesno napravo 11 (po standardu IEC 61032) se testira potisk (pritisk zaščite v posodo) in izvlek le-te. Zaščita mora prenesti silo potiska  $50 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$  ter izvlečno silo vsaj  $30 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$ .

Ker je možno komplet posode za zrna in mrežo tudi odstraniti iz aparata, mora celotna konstrukcija prenesti izvlečne sile  $30 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$  [3].



Slika 6.4: Način merjenja izvlečne sile kompleta

## 7 MONTAŽA POSODE ZA ZRNA Z ZAŠČITO

Z optimizacijo posode za zrna z zaščito se je pojavila tudi zahteva o lažji montaži ob upoštevanju standardov in internih zahtev ter navodil o montaži izdelkov. Ker je obstoječa posoda zaradi težjega vstavljanja v aparat zahtevnejša do delavcev na proizvodnji liniji, kljub temu pa jo je iz aparata še vedno zelo preprosto odstraniti, smo se usmerili k sistemu lažjega vstavljanja nove posode v aparat, hkrati pa zadovoljili interne zahteve podjetja BSH.

Izmerjene meritve sile pritrdjevanja so pokazale, da je potrebna povprečna točkovna sila za montažo posode v aparat 50 N, kar pa za masovno proizvodnjo aparatov pomeni veliko obremenitev delavcev na tem delovnem mestu. Izvlečna sila, potrebna za demontažo posode iz aparata, pa se zaradi togosti obstoječe posode giblje v območju 30 do 45 N, kar zadostuje minimalnim zahtevam zakonodaje.

Pri optimizaciji nove posode za zrna smo sprejeli sklep, da zmanjšamo silo montaže in zagotovimo silo izvleka v skladu z internimi zahtevami podjetja BSH in ob upoštevanju pomena »Poka-yoke«. Sila montaže vstavljanja posode za zrna naj se zato giblje med 25 in 40 N, medtem pa mora biti sila izvleka minimalno 50 N.

Z eksperimentalno metodo smo ugotovili, da je samo s spremembo oblike posode za zrna to nemogoče, z dodatno investicijo v spremembo nasprotnega elementa okrova okvirja pa je to izvedljivo. Tako smo na zaskočke, ki zadržijo posodo v aparatu, dodali dodatno rebro vzdolžno po korenu zaskočke, za katero se je izkazalo, da dovoljuje zadostno togost za preprečitev sile izvleka posode za zrna z manj kot 50 N, istočasno pa zniža silo montaže na 25 N. Preprosta sprememba dodatnega rebra na zaskočki je rešila problem lažjega vstavljanja posode v aparat ter zadovolji interno zahtevo sile izvleka izdelka iz aparata.

### 7.1 Poka-yoke

Poka-yoke je japonski izraz, ki pomeni »napaka neprepustnosti« ali »preprečevanje nenamernih napak«. Poka-yoke sistema, ki bi operaterju preprečil možnost sabotaže kosa ali aparata ni, vendar je sabotaža le redko vedenje med ljudmi.

Poka-yoke je vsak mehanizem v proizvodnem sistemu, ki pripomore operaterju, da se izogne napaki pri sestavi. Njegov namen je, da odpravlja človeške napake, ki bi lahko nastale pri sestavi kosa ali aparata [10].

Konstrukcijo posode za zrna smo zasnovali tako, da smo kupolo posode zamaknili iz centra in s tem kreirali nesimetričen izdelek. S tem smo preprečilo možnost napačne montaže zaščite v posodo za zrna.

Pri posodi za zrna smo prav tako postavili iztok posode iz centra kosa, kar pa prepreči možnost nepravilne vstavitve posode v aparat.

## 8 MERJENJE ZVOKA

Zvok je eno od najpomembnejših komunikacijskih sredstev, koristimo ga pri komunikaciji med ljudmi, za prenos informacij oziroma signalov, za nadzor procesov in tako naprej. Zvok je lahko prijeten, lahko pa je tudi nadležen, boleč ali celo zdravju škodljiv. Takšen zvok imenujemo hrup.

Hrup je problem sodobne civilizacije, je posledica delovanja najrazličnejših strojev in naprav, transportnih sredstev in aktivnosti ljudi, kar posledično povzroča manj miru in slabšo kakovost življenja [11].

### 8.1 Definicija zvoka

Zvok ali zvočno valovanje je pojav, ki nastane pri mehanskem nihanju materialnih delcev v nekem mediju, ki ima maso in elastičnost, v slišnem področju frekvence. Taki mediji so: plini, tekočine in toga telesa (v vakumu zvok ne more nastajati in se tudi ne more širiti). Nihanje materialnih delcev se kaže kot periodično nihanje tlaka (gostote in hitrosti delcev) okrog neke ravnotežne lege. Ravnotežna lega pri zvoku v zraku je atmosferski tlak  $10^5$  Pa [11].

Nihanja v zraku (plinih) povzročajo zračni ali aerodinamični zvok, v tekočinah (vodi, olju) tekočinski ali hidrodinamični zvok in v togih telesih oz. strukturi strukturalni zvok. Nihanja v togih telesih imenujemo tudi tresljaji ali vibracije. Z vibriranjem struktur se nihanja prenašajo na okoliški zrak, ki ga slišimo kot zvok [11].

Zvok zaznavamo s pomočjo čutila za sluh. Človeško uho lahko zazna najrazličnejše tone, zvone, šume in njihove lastnosti, vendar samo v določenem obsegu frekvenc in višine zvočnega tlaka. Mlad zdrav človek v frekvenčnem območju med 20 in 20.000 Hz. Pod 20 Hz je polje neslišnega – infra zvoka, nad 20.000 Hz pa polje neslišnega – ultra zvoka [11].

Pogoj za prenašanje valovanja v nekem mediju je vztrajnost in elastičnost. Vztrajnost je lastnost, ki omogoča enemu elementu medija prenašati vzbujano nihanje na sosedne elemente in je v zvezi z gostoto medija, to je maso elementa. Elastičnost pa je lastnost, ki vzbuja silo na premaknjenem elementu in ga potem vrne v njegovo uravnoteženo stanje [11].

S frekvenco, hitrostjo širjenja zvoka in valovno dolžino lahko definiramo vsako zvočno valovanje [12].

## 8.2 Zaznavanje zvoka

Zvok je valovanje ali nihaje zgoščenin zraka, v katerih je stisnjen in nato raztegnjen, ko se le-ta oddaljuje od svojega vira.

Človek in mnoge živali uporabljajo svoja ušesa za zaznavanje zvoka. Nizek zvok oziroma zvok z nizko frekvenco lahko zaznamo tudi z drugimi deli telesa, s pomočjo čutila za tip. Zvok se uporablja na različne načine, najpomembnejša sta komunikacija s pomočjo govora in glasba.

Amplituda zvočnega vala je določena glede na njegov tlak. Človeško uho lahko zaznava zvok z velikim obsegom amplitud. Za to se uporablja logaritmična decibelna amplitudna lestvica. Najtišji zvok, ki ga človeško uho še zazna, ima amplitudi  $20 \mu\text{Pa}$  ali raven zvočnega tlaka  $0 \text{ dB}$ . Daljša izpostavljenost zvočnemu tlaku, ki presega  $85 \text{ dB}$ , lahko trajno poškoduje uho, te poškodbe pa povzročijo zvenenje v ušesih ali slušne okvare. Raven zvoka, ki presega  $130 \text{ dB}$ , je višja, kot lahko človeško uho varno zdrži, in lahko povzroči resne bolečine in trajne poškodbe sluha. Pri zelo visokih amplitudah lahko zvočni valovi povzročijo nelinearne posledice, vključno s šoki [11].

Pri zvočnih analizah moramo biti pozorni predvsem na zvočni tlak, zvočno intenzivnost, zvočno moč in zvočno raven.

Zvočni tlak pomeni spremembo motnje okoli ravnotežnega tlaka. Zvočni tlak je dinamični tlak, ki je proti statičnemu tlaku okolice razmeroma majhen. Pri normalnem govoru je višina zvočnega tlaka okrog  $0,1 \text{ Pa}$  nad in pod atmosferskim tlakom na razdalji  $1 \text{ m}$  od govornika in znaša komaj milijoninko statičnega tlaka okolice [11].

Zvočna moč je merilo za zvočno energijo, ki jo seva zvočni vir in je v danih obratovalnih razmerah konstantna. Zvočna energija se od zvočnega vira prenaša v obliki zvočnih valov, ki prodirajo skozi medij, le-ta pa oddaja zvočni vir na vse strani. Če ne bi bilo ovir in izgub v mediju, potem bi celotna sevana moč šla enakomerno razporejeno skozi površino, ki oddaja vir [11].

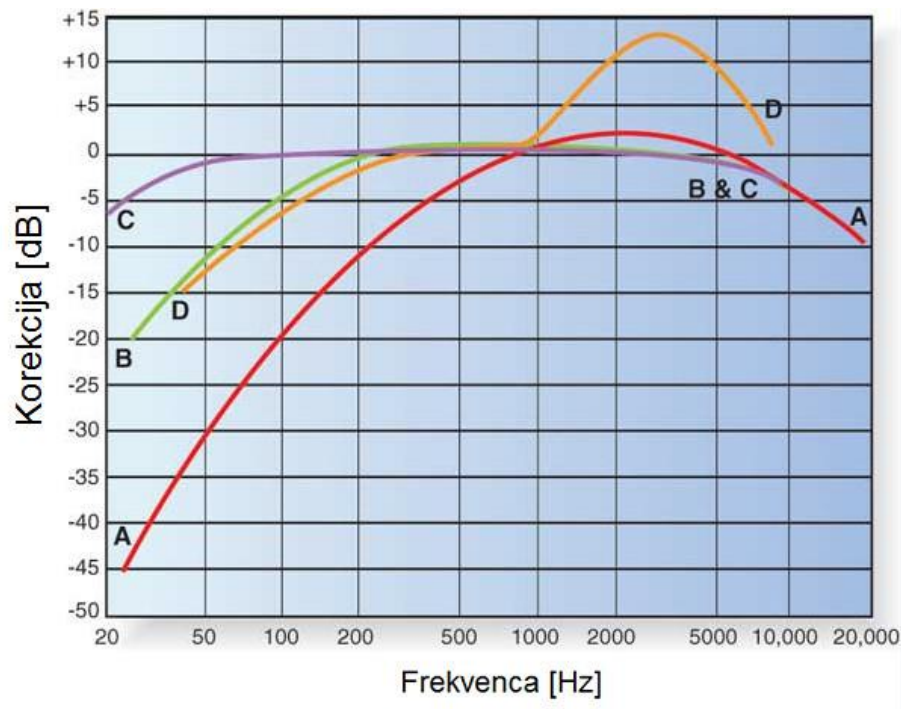
Zvočna raven je logaritemsko razmerje katerekoli akustične veličine (tlaka, intenzivnosti, moči, gostote energije, pospeška, hitrosti in pomika vibracij) z njeno referenčno vrednostjo. Ker pa logaritem nima dimenzije, so raven dodelili z enoto Bel (po kanadskemu izumitelju telefona Alexandru Grahamu Belu), desetinko vrednosti pa decibel (dB), ime, ki je znano na področju akustike [11].

### **Kaj je decibel**

Decibel (okrajšava dB) je enota, s katero izražamo razmerje med spremenljivo količino in fiksno referenco. Uporabljamo ga pri meritvah v akustiki, fiziki, elektroniki in sorodnih področjih. Ker se za izračun uporablja logaritem, je z njim možno izražati zelo velik razpon razmerij z relativno majhnimi števili.

Decibel je enota po standardu SI, ga pa je Mednarodni urad za uteži in mere (BIPM) uvrstil v klasifikacijo ne-SI enot, ki so sprejemljive za uporabo s sistemom SI. Po dogovoru se d kot okrajšava za SI predpono »deci« piše z malo, B pa z veliko, ker je okrajšava za enoto, ki izvira iz pomena. Poimenovana je po kanadskem izumitelju Alexandru Grahamu Bellu [12].

Ker uho ni enako občutljivo pri vseh frekvencah, je slišnost zvočnega pojava različna pri različnih frekvencah. Zaradi tega je bila vpeljana enota za subjektivno oceno jakosti zvoka – fon oziroma son, ki ponazarjata slišnost ušesa pri različnih frekvencah. Da bi prilagodili izmerjeno vrednost tisti, ki jo slišimo, so se standardizirale frekvenčne krivulje uravnoteženja ali vrednotenja z A, B, C in D (za slab, srednje močan in zelo močan zvok), prikazano na sliki (8.1) [11].



Slika 8.1: Krivulje uteženja ali vrednotenja

### 8.3 Zvočna analiza kavnega aparata

Na račun prihranka pri optimizaciji izdelka smo pri konstrukciji odstranili dvojno dno posode za zrna EQ7. Prav tako sta bila odstranjena dva silikonska vložka, ki sta služila kot blažilca vibracij pri postopku mletja kave kavnega aparata. Z optimizacijo posode, hrupa aparata nismo bistveno povečali.

Z zvočno analizo kavnega aparata smo dokazali, da smo z uvedbo novega kompleta posode za zrna izenačili ali zmanjšali hrup aparata.

Kot vzorec za zvočno analizo hrupa so bili izmerjeni štiri EQ7 aparati. Analiza zvočnih emisij je potekala po zahtevah standarda BS EN 60704-1 (*Household and similar electrical appliances. Test code for the determination of airborne noise. General requirements*). Na aparatu smo izbrali izbrane standardne tovarniške nastavitve: napitek coffee cream, aroma štirih zrn in srednja velikost napitka. Analiza je potekala v ločenih sekvencah:

- proces mletja kave
- proces varjenja napitka
- celoten proces priprave napitka



Preglednica 8.1: Meritev procesa mletja kave

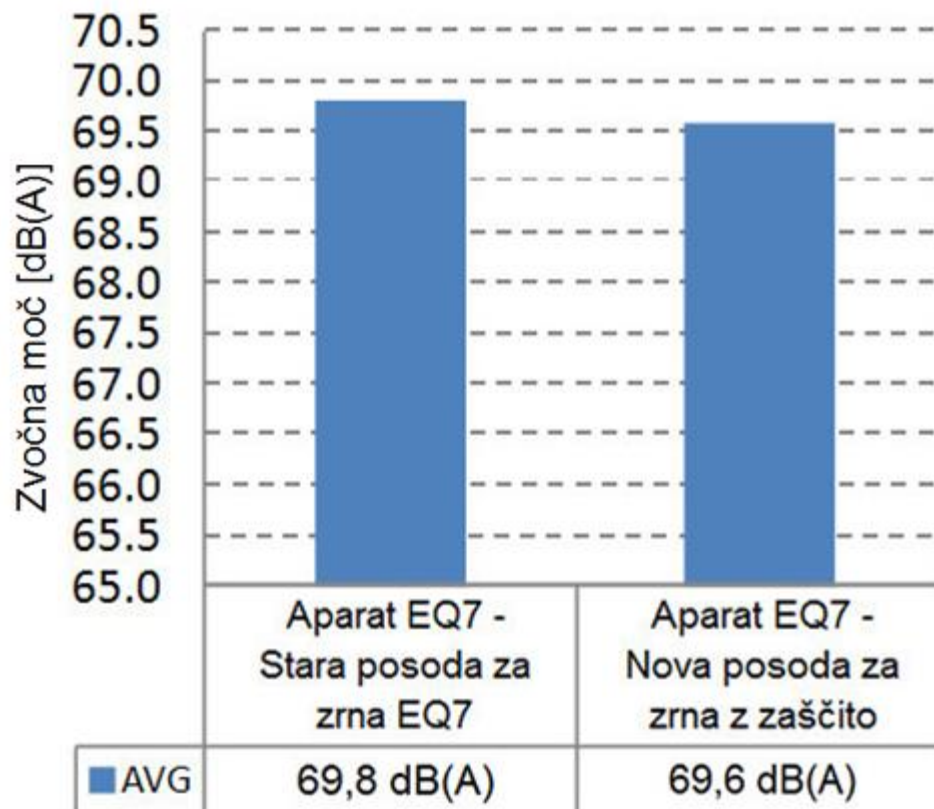
Aparat EQ7 [stara posoda za zrna]	71,91 dB(A)
Aparat EQ7 [nova posoda za zrna z mrežico]	71,64 dB(A)

Preglednica 8.2: Meritve procesa varjenja napitka

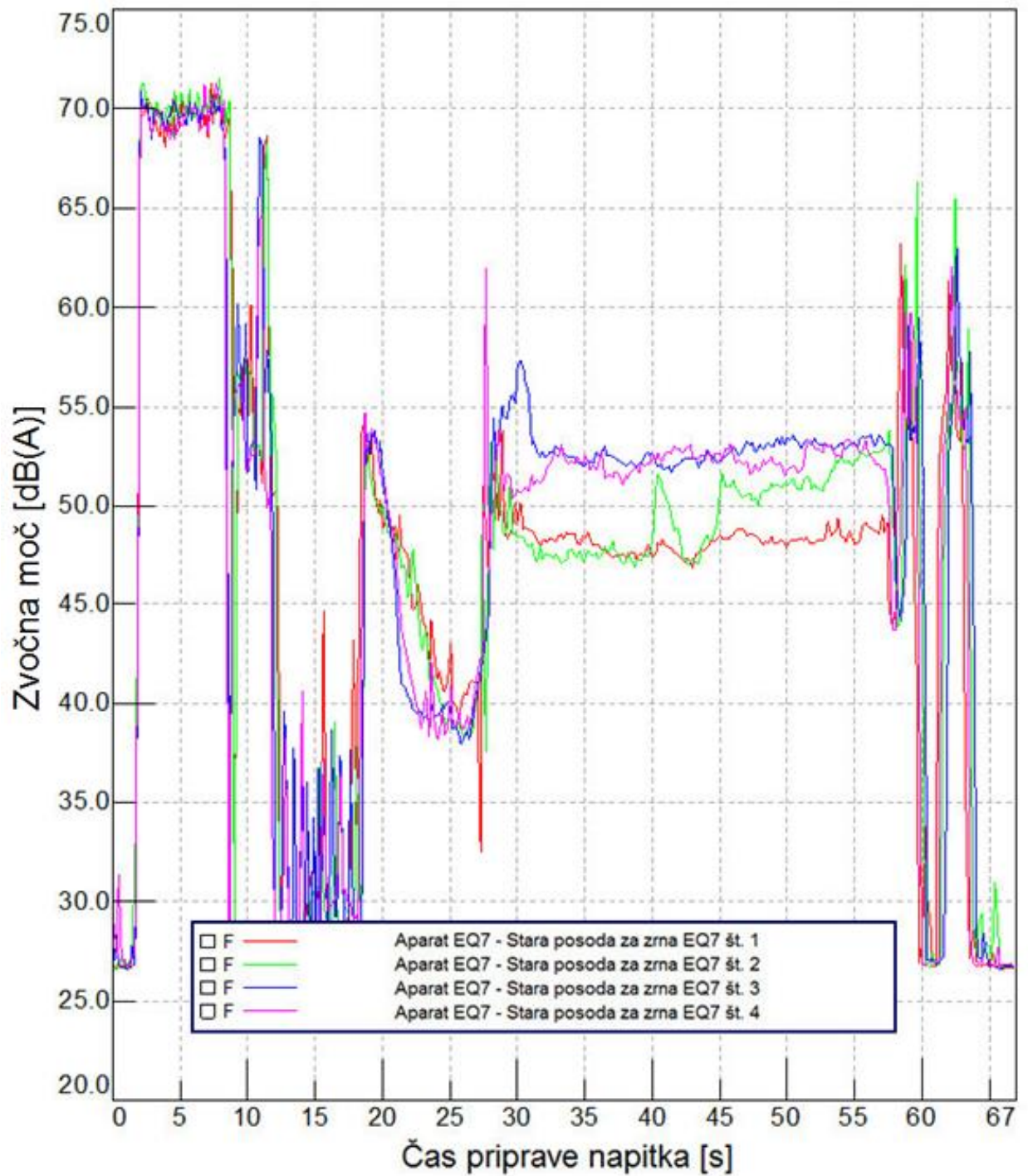
Aparat EQ7 [stara posoda za zrna]	54,15 dB(A)
Aparat EQ7 [nova posoda za zrna z mrežico]	53,67 dB(A)

Preglednica 8.3: Meritev celotnega procesa priprave napitka

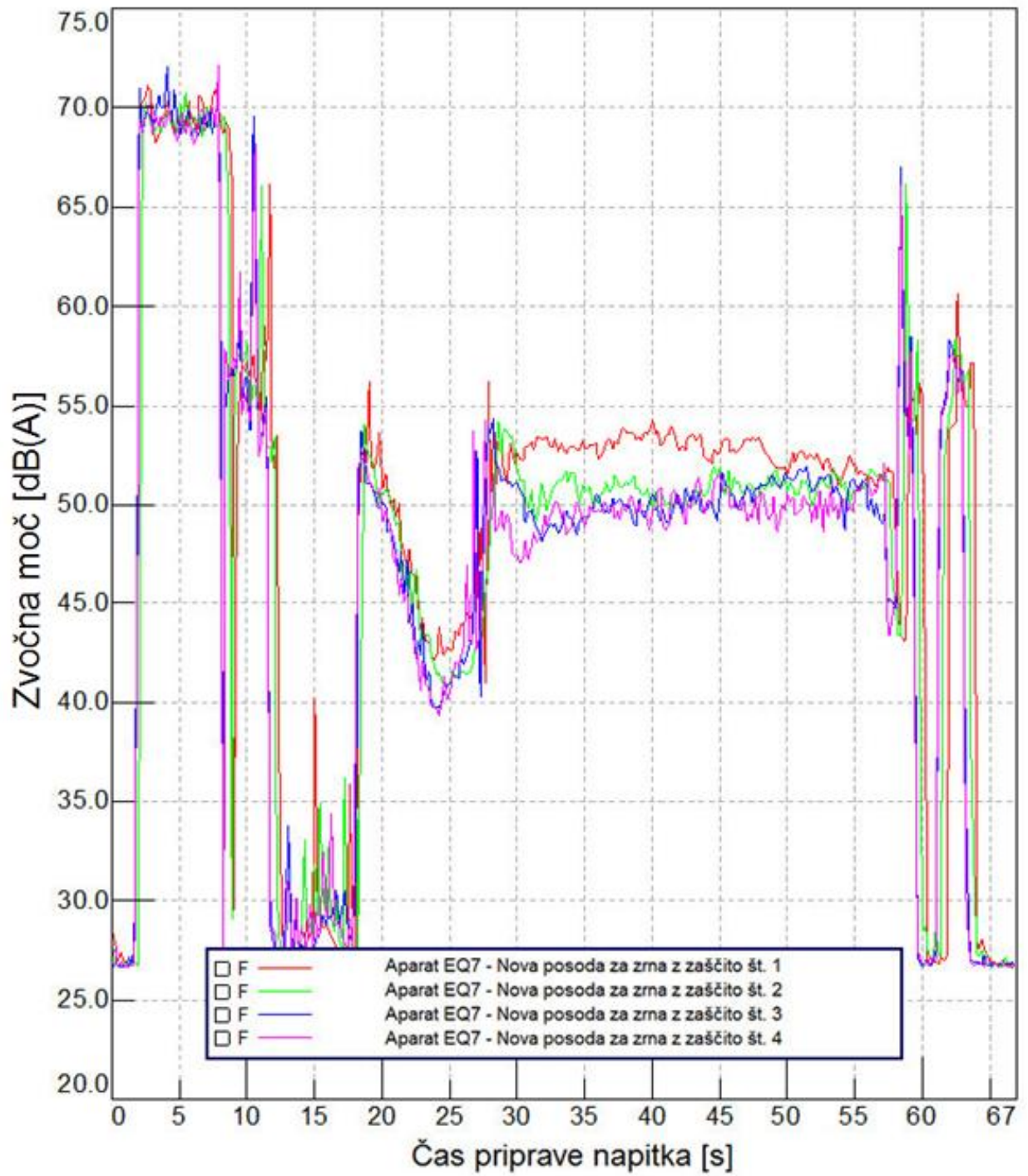
Aparat EQ7 [stara posoda za zrna]	62,70 dB(A)
Aparat EQ7 [nova posoda za zrna z mrežico]	62,27 dB(A)



Slika 8.2: Proces mletja kave (obratovanje aparata od 2 s do 7 s)



Slika 8.3: Zvočna moč procesa priprave napitka aparata EQ7 s staro posodo za zrna



Slika 8.4: Zvočna moč procesa priprave napitka aparata EQ7 z novo posodo za zrna

## 9 SKLEP

Vsa uspešna in poslovno odlična podjetja, med katere sodi tudi BSH Hišni aparati d. o. o. Nazarje, stremijo k nenehnemu dvigu konkurenčnosti in povečanju tržnega deleža. V želji doseči čim boljše rezultate poslovanja morajo podjetja slediti vedno večjim zahtevam potrošnika in iskati dodatno vrednost pri svojih izdelkih oziroma storitvah. V podjetju BSH Hišni aparati d. o. o. Nazarje si med drugim pomagamo prepoznavati svoje prednosti in priložnosti za izboljšave rezultatov poslovanja tudi preko evropskega modela poslovne odličnosti EFQM (*Excellence for Quality Management*). Podjetja lahko le z inovativnimi izdelki in nenehnim dvigom dodane vrednosti gradijo na svojem uspehu in prepoznavnosti.

Cilj diplomske naloge je bil predstaviti razvoj izdelka, ki bo po eni strani ustrezal vsem zahtevam standarda EN 60335 in tovarniškim zahtevam podjetja BSH Hišni aparati d. o. o, po drugi strani pa tudi zmanjšal stroške izdelave posode.

Z nadgradnjo obstoječe posode za zrna smo uporabniku preprečili dostop do premikajočih se delov kavnega aparata ter s tem naredili aparat prijaznejši in dostopnejši širšemu krogu uporabnikov. Tukaj nismo pozabili na potencialno bolj ogrožene skupine, kot so otroci in starejši. S testiranjem, opravljenimi na izdelku, in rezultati, opisanimi v nalogi, smo dokazali, da posoda za zrna z zaščito, ki estetsko ustreza zahtevam marketinga in potrošnika ter je cenovno ugodna, popolnoma ustreza tudi vsem zahtevam standarda EN 60335. Pri montaži smo dosegli primernejši način vgradnje posode, z rezultati meritev zvočne karakteristike pa smo dokazali, da nov izdelek ne odstopa od obstoječega, temveč nasprotno: novi izdelek celo zmanjša hrup kavnega aparata. To je še ena od ključnih prednosti in dodanih vrednosti novega izdelka, saj bo ga možno sedaj uporabiti tudi v okolju in času, ko se pričakuje mirnejše in tišje delovanje aparatov.

Nova posoda za zrna z zaščito kljub vpeljanim spremembam dopušča nadaljnje možnosti za razvoj izdelka. Možnosti se kažejo predvsem v smeri zmanjšanja hrupa in uporabi novih, naprednih materialov. Razvoj izdelkov in iskanje prednosti ter priložnosti za izboljševanje izdelkov in njihovih dodanih vrednosti se tako v poslovno odličnih organizacijah, ki svoje poslovanje gradijo na trajnostnem razvoju, nikoli ne zaključijo.

## 10 VIRI IN LITERATURA

- [1] BSH home appliance group [online], Dosegljivo <http://www.bsh-group.com> [Datum dostopa 30.7.2016]
- [2] BSH Hišni aparati d.o.o., Nazarje [online], Dosegljivo <https://www.bsh-group.com/laender/si/> [Datum dostopa 30. 7. 2016]
- [3] EN 60335-1:2012, »Household and similar electric appliances – Safety«, European Standard, 2012
- [4] J. Balič, CAD/CAM postopki, Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta, Strojništvo, skripta, Maribor 2002
- [5] RTCZ »3D prototipi« [online], Dosegljivo [http://3d-prototip.si/?page\\_id=209](http://3d-prototip.si/?page_id=209) [Datum dostopa 31. 7. 2016]
- [6] Aniwaa »3D printing technologies and 3D printing process [online], Dosegljivo <http://www.aniwaa.com/3d-printing-technologies-and-the-3d-printing-process/> [Datum dostopa 31.7.2016]
- [7] EJOT HOLDING GmbH & Co. KG [online], Dosegljivo <http://www.ejot.com/imprint> [Datum dostopa: 24. 5. 2016]
- [8] Styrolution »SAN« [online], Dosegljivo [https://www.ineos-styrolution.com/pl\\_san/SAN-styrene-acrylonitrile-copolymers.html](https://www.ineos-styrolution.com/pl_san/SAN-styrene-acrylonitrile-copolymers.html) [Datum dostopa: 31. 7. 2016]
- [9] Lanxess » PA Durethan« [online], Dosegljivo <https://techcenter.lanxess.com/scp/emea/en/home/index.jsp> [Datum dostopa: 31. 7. 2016]
- [10] Wikipedija »Poka-yoke« [online], Dosegljivo <https://en.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke> [Datum dostopa: 31. 7. 2016]
- [11] M. Čudina, »Tehnična akustika«, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2014
- [12] Wikipedija, »Decibel« [online], Dosegljivo <https://sl.wikipedia.org/wiki/Decibel> [Datum dostopa: 31. 7. 2016]

- 
- [13] Siemens PLM Software [online], Dosegljivo [https://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/products/nx/](https://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/) [Datum dostopa 24. 5. 2016]
- [14] Internacional standard ISO 2768, »General tolerances: Tolerances for linear and angular dimensions«
- [15] SN 56570, Siemens norm
- [16] BS EN 60704-1:2010, Household and similar electrical appliance. Test code for the determination of airborne noise. General requirements.
- [17] EN 60068-2-75, Test Eh: Hammer test
- [18] BS EN 61032:1998, IEC 61032:1997, Protection of persons and equipment by enclosures. Probes for verification

## **11 PRILOGE**

- [1] Delavniška risba: Posoda za zrna EQ5
- [2] Delavniška risba: Posoda za zrna EQ7
- [3] Delavniška risba: Zaščita posode za zrna
- [4] Delavniška risba: Komplet posode za zrna EQ5
- [5] Delavniška risba: Komplet posode za zrna EQ7

