

KONTROLA KVALITETE U PROCESU PROIZVODNJE KALUPA ZA STAKLO

Dunaj, Andrija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:955566>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

ANDRIJA DUNAJ

KONTROLA KVALITETE U PROCESU
PROIZVODNJE KALUPA ZA STAKLO

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2024.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

ANDRIJA DUNAJ

**KONTROLA KVALITETE U PROCESU
PROIZVODNJE KALUPA ZA STAKLO**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Srđan Medić

Karlovac, 2024.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Klasa:
602-11/___-01/___

Ur.broj:
2133-61-04-___-01

Datum:

ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA

Ime i prezime	Andrija Dunaj		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta			
JMBAG			
Studij (staviti znak X ispred odgovarajućeg studija)	preddiplomski	specijalistički diplomski	
Naziv studija			
Godina upisa			
Datum podnošenja molbe			
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom: Kontrola kvalitete u procesu proizvodnje kalupa za staklo

Naslov teme na engleskom: Quality control in the production of molds for glass

Opis zadatka:

Teoretski obraditi postupke kontrole kvalitete koji se provode pri različitim tehnološkim procesima. Opisati mjerne uređaje kojima se provodi kontrola. Na konkretnom primjeru kalupa za staklo praktično opisati kako se provodi kontrola te dati primjere mjernih izvješća te izraditi plan kontrole kvalitete.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći se stečenim znanjem tijekom studija te priloženom literaturom.

Prije svega zahvaljujem svom mentoru, profesoru dr. sc. Srđanu Mediću, na prihvaćenom mentorstvu, pomoći i korisnim savjetima tijekom izrade ovoga završnog rada. Također zahvaljujem gospodinu Igoru Čaberici na uloženom trudu i stručnim savjetima tijekom izrade praktičnog dijela završnoga rada.

Na kraju, zahvaljujem svojim roditeljima, sestri te ostatku obitelji na pruženoj podršci tijekom ovoga studija.

Andrija Dunaj

U Karlovcu, _____

SAŽETAK

Ovaj završni rad govori o važnosti kontrole kvalitete i njezinoj primjeni u proizvodnji kalupa za staklo. U prvom dijelu govori se općenito o kontroli kvalitete i na koje se načine provodi. Također se govori koliko je ona važna za dobivanje kvalitetnog gotovog proizvoda. Drugi dio rada čini praktični dio. Opisuju se dijelovi i materijali od kojih je izrađen kalup te se ukratko opisuje tehnološki postupak proizvodnje kalupa. U posljednjem dijelu detaljno se opisuje proces završne kontrole kalupa.

Ključne riječi: kontrola kvalitete, kvaliteta, završna kontrola, kalup

SUMMARY

This thesis discusses the importance of quality control and its application in the production of glass molds. The first part covers quality control in general, outlining the methods of implementation. It also highlights its significance for achieving a high-quality finished product. The second part focuses on the practical aspect, discusses components and materials used to create the mold. Along with providing a brief description of the technological process of mold production. The final part elaborate on the mold control process in detail.

Keywords: quality control, quality, final control, mould

POPIS OZNAKA

ISO – međunarodna organizacija za norme

QRS – Quality Reporting System

l – duljina [mm]

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. KVALITETA	2
2.1. Definicija kvalitete	2
2.2. Kontrola kvalitete	3
2.3. Osiguranje kvalitete	4
2.3.1. Primjena osiguranja kvalitete u proizvodnji.....	4
2.3.2. Prednosti osiguranja kvalitete u proizvodnji.....	5
2.4. Upravljanje kvalitetom	6
2.4.1. Pravila upravljanja kvalitetom.....	6
2.5. Alati za poboljšavanje kvalitete	8
2.5.1. Ishikawa dijagram.....	9
2.5.2. Pareto dijagram.....	10
2.5.3. Dijagram toka.....	11
2.5.4. Dijagram raspršenja.....	12
2.5.5. Kontrolna lista.....	13
2.5.6. Histogram.....	14
2.5.7. Kontrolna karta.....	15
3. DIJELOVI ALATA ZA IZRADU STAKLENE BOCE	16
3.1. Dijelovi kalupa	16
3.3.1. Kalup.....	16
3.3.2. Dno kalupa.....	17
3.3.3. V.F ploča.....	18
3.2. Dijelovi pretkalupa	19
3.4.1. Pretkalup.....	19
3.4.2. Dno pretkalupa.....	20
3.4.3. Grlo.....	20

3.4.4. Prsten grla.....	21
3.4.5. Jezgrenik.....	21
3.4.6. Umetak za hlađenje jezgrenika.....	22
3.4.7. Vođica jezgrenika.....	22
3.4.8. Čahura za kap.....	23
3.4.9. Oduzimač boce.....	23
4. POSTUPAK PROIZVODNJE KALUPA.....	24
4.1. Uvod u postupak proizvodnje kalupa.....	24
4.2. Materijal za izradu kalupa.....	24
4.3. Redoslijed operacija u postupku proizvodnje kalupa.....	26
4.3.1. Glodanje baze.....	26
4.3.2. Glodanje prije metalizacije.....	26
4.3.3. Metalizacija kalupa.....	27
4.3.4. Glodanje po metalizaciji.....	29
4.3.5. Vanjsko tokarenje.....	30
4.3.6. Unutarnje tokarenje.....	30
4.3.7. Bušenje VF.....	31
4.3.8. Glodanje nepravilnog oblika unutarnje stijenke kalupa.....	32
4.3.9. Vanjsko završno glodanje.....	32
4.3.10. Poliranje.....	33
5. ZAVRŠNA KONTROLA.....	34
5.1. O završnoj kontroli.....	34
5.2. Mjerni uređaji.....	34
5.2.1. Pomično mjerilo.....	34
5.2.2. Pomično mjerilo za specifične unutarnje utore.....	35
5.2.3. Dubinomjer.....	36
5.2.4. Mikrometar za vanjsko mjerenje.....	37
5.2.5. Mikrometarski dubinomjer.....	37

5.2.6. Mikrometar za mjerenje provrta.....	38
5.2.7. Visinomjer.....	39
5.2.8. Mjerna ura.....	40
5.3. Kalibri za kalupe.....	41
5.3.1. Kalibri za mjerenje promjera prizme.....	41
5.3.2. Kalibri za mjerenje visine prizme.....	43
5.4. Kalibri za dno kalupa.....	45
5.4.1. Kalibri za mjerenje promjera prizme.....	45
5.4.2. Kalibri za mjerenje kosine prizme.....	46
5.5. Označavanje mjernih uređaja i kalibara.....	48
6. POSTUPAK ZAVRŠNE KONTROLE.....	49
6.1. Završna kontrola kalupa.....	49
ZAKLJUČAK.....	90
LITERATURA.....	91

POPIS SLIKA

Slika 1. Kvaliteta	2
Slika 2. Hijerarhija provođenja kontrole kvalitete	3
Slika 3. Ishikawa dijagram	9
Slika 4. Pareto dijagram u tvornici alatnih strojeva	10
Slika 5. Dijagram toka kod procesa glodanja	11
Slika 6. Dijagram raspršenja	12
Slika 7. Kontrolna lista	13
Slika 8. Histogram učestalosti servisiranja strojeva	14
Slika 9. Kontrolna karta	15
Slika 10. Kalup	16
Slika 11. Dno kalupa	17
Slika 12. V.F ploča	18
Slika 13. Pretkalup	19
Slika 14. Dno pretkalupa	20
Slika 15. Grlo	20
Slika 16. Prsten grla	21
Slika 17. Jezgrenik	21
Slika 18. Umetak za hlađenje jezgrenika	22
Slika 19. Vođica jezgrenika	22
Slika 20. Čahura za kap	23
Slika 21. Oduzimač boce	23
Slika 22. Bronca i sivi lijev	25
Slika 23. Glodanje baze	26
Slika 24. Glodanje prije metalizacije	27
Slika 25. Električna peć i šamotna kutija	28
Slika 26. Metalizacija kalupa	28
Slika 27. Glodanje po metalizaciji	29
Slika 28. Vanjsko tokarenje	30
Slika 29. Unutarnje tokarenje	31
Slika 30. Bušenje VF	31
Slika 31. Glodanje nepravilnog oblika unutarnje stijenke kalupa	32
Slika 32. Vanjsko završno glodanje	33

Slika 33. Poliranje	33
Slika 34. Pomično mjerilo od 150 mm i primjer mjerenja	34
Slika 35. Pomično mjerilo za specifične unutarnje utore i primjer mjerenja	35
Slika 36. Dubinomjer i primjer mjerenja	36
Slika 37. Mikrometar	37
Slika 38. Mikrometarski dubinomjer i primjer mjerenja	37
Slika 39. Mikrometar za mjerenje provrta i primjer mjerenja	38
Slika 40. Visinomjer i primjer mjerenja	39
Slika 41. Mjerna ura i primjer mjerenja	40
Slika 42. Položaj prizme i primjer kalibra za mjerenje prizme	41
Slika 43. Primjer stezanja i postavljanja kalibra za mjerenje promjera prizme	42
Slika 44. Postupak mjerenja promjera prizme	42
Slika 45. Kalibar za mjerenje visine prizme	43
Slika 46. Primjer stezanja i postavljanja kalibra za mjerenje visine prizme	43
Slika 47. Postupak mjerenja visine prizme	44
Slika 48. Kalibar za mjerenje promjera prizme na dnu kalupa	45
Slika 49. Postupak mjerenja visine prizme na dnu kalupa	46
Slika 50. Kalibar za mjerenje kosine prizme na dnu kalupa	46
Slika 51. Postupak mjerenja kosine prizme na dnu kalupa	47
Slika 52. Naljepnica s oznakom faze za mjerne uređaje i kalibre	48
Slika 53. Naljepnica za umjeravanje mjernih uređaja i kalibara	48
Slika 54. Ulaz u završnu kontrolu kalupa.....	49
Slika 55. Izgled završne kontrole iznutra.....	49
Slika 56. Čišćenje radnog mjesta.....	50
Slika 57. Kalupi i predajna lista.....	50
Slika 58. Predajna lista.....	51
Slika 59. Izgled kalupa.....	51
Slika 60. Čišćenje kalupa i ispisivanje brojeva kredom na stol.....	52
Slika 61. Kontrolna karta za X06625-10-MLD-1.....	52
Slika 62. QRS lista za X06625-10-MLD-1.....	53
Slika 63. Ormar i mapa s tehničkom dokumentacijom.....	53
Slika 64. QRS lista i kontrolni obrazac za pregled kalupa.....	54
Slika 65. Redni broj kalupa i oznaka kalupa u QRS-u.....	54
Slika 66. QRS lista prije mjerenja.....	55
Slika 67. QRS lista nakon mjerenja.....	55

Slika 68. Dijelovi kalupa koji se kontroliraju.....	56
Slika 69. Kontrola poklapanja brojeva ispisanih kredom i onih na kalupu.....	56
Slika 70. Unos izmjerenih mjera unutarnje stijenke kalupa u tablicu.....	57
Slika 71. Mjere unutarnje stijenke kalupa na tehničkom crtežu.....	58
Slika 72. Tehnički crtež M.P kalupa.....	59
Slika 73. Prikaz M.P kalupa s lećastim zazorom.....	60
Slika 74. Mjerenje lećastog zazora na M.P.....	60
Slika 75. Tehnički crtež Ž.P kalupa.....	61
Slika 76. Prikaz Ž.P kalupa s ravnim zazorom.....	62
Slika 77. Unos izmjerenih dubina zazora na muškoj i ženskoj polovici.....	63
Slika 78. Precrtavanje ostalih kota i napomena na tehničkom crtežu.....	63
Slika 79. Tehnički crtež arma i segmenta.....	64
Slika 80. Prikaz arma i segmenta na kalupu.....	65
Slika 81. Mjerenje arma.....	65
Slika 82. Unos izmjerenih mjera za arm, segment i vanjski promjer.....	66
Slika 83. Listići za mjerenje zračnosti.....	66
Slika 84. Mjerenje zračnosti unutarnje stijenke na grlu i prizmi.....	67
Slika 85. Dno kalupa.....	68
Slika 86. Izgled dna kalupa.....	68
Slika 87. Sklop kalupa i dna.....	69
Slika 88. Mjerenje zračnosti između kalupa i dna.....	69
Slika 89. Unos izmjerene zračnosti između kalupa i dna.....	70
Slika 90. Vizualna kontrola kalupa.....	70
Slika 91. Vizualna kontrola gravure.....	71
Slika 92. Tehnički crtež gravure.....	71
Slika 93. Vizualna kontrola gravure na donjoj strani kalupa.....	72
Slika 94. Mjerenje dubine gravure.....	72
Slika 95. Oštećenje na grlu unutarnje stijenke.....	73
Slika 96. Unos oštećenja u kontrolni obrazac.....	73
Slika 97. Prikaz vakuum rupa i rupa za hlađenje.....	74
Slika 98. Tehnički crtež vakuum vijka i postupak kontrole.....	75
Slika 99. Kontrola zatika.....	76
Slika 100. Tehnička dokumentacija za zatike.....	76
Slika 101. Nedostaje rupica za hlađenje na vratu unutarnje stijenke.....	77
Slika 102. Začepljena rupica za hlađenje na dnu unutarnje stijenke.....	78

Slika 103. Kalibar za mjerenje zračnosti segmenta.....	79
Slika 104. Tehnički crtež segmenta.....	79
Slika 105. Vizualna kontrola spoja unutarnje stijenke kalupa i dna.....	80
Slika 106. Provjera zračnosti cijelog sklopa.....	81
Slika 107. Vizualna kontrola donjeg dijela dna kalupa.....	82
Slika 108. Izgled potpuno popunjenog kontrolnog obrasca za pregled kalupa.....	83
Slika 109. Otvaranje procesa za radni nalog X06625.....	84
Slika 110. Otvaranje reklamacijske liste.....	84
Slika 111. Unos pogrešaka utvrđenih završnom kontrolom.....	85
Slika 112. Izgled reklamacijske liste.....	86
Slika 113. Transport kalupa na popravak.....	87
Slika 114. Izgled reklamacijske liste nakon popravka.....	87
Slika 115. Prostor za pakiranje.....	88
Slika 116. Polistiren za pakiranje.....	88
Slika 117. Primjer pakiranja kalupa.....	89

1. UVOD

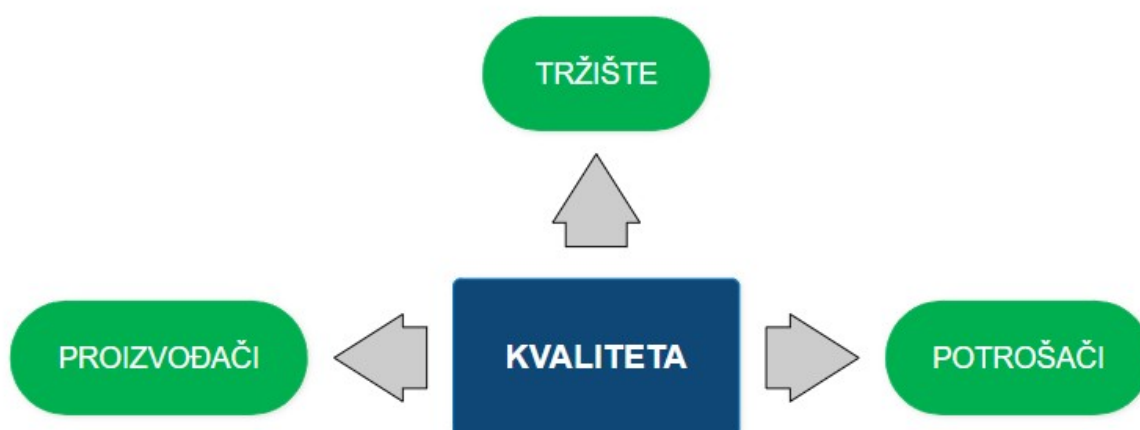
U današnje vrijeme kvaliteta proizvoda postala je jedna od najvažnijih značajki nekog proizvoda. Napretkom tehnologije povećao se broj konkurenata na tržištu. Zato je jedini način da tvrtka opstane na tržištu da ima što kvalitetniji proizvod po što nižoj cijeni. Bitno je konstantno ulaganje u poboljšanje kvalitete samog proizvoda i usluga. Također, važnu ulogu u postizanju kvalitetnog proizvoda ima i sama kontrola kvalitete. Kontrola kvalitete u procesu proizvodnje kalupa za staklo ključna je za osiguranje preciznosti, dugotrajnosti i funkcionalnosti samog kalupa. Kalup je od ključne važnosti u procesu oblikovanja stakla jer izravno utječe na kvalitetu i izgled konačnog proizvoda. Stoga uspostavljanje učinkovitih metoda kontrole kvalitete omogućuje ne samo smanjenje troškova proizvodnje već i povećanje zadovoljstva krajnjih korisnika. Proces izrade kalupa odvija se u više faza, od glodanja baze do završne obrade i poliranja. Svaka faza zahtijeva pažljivo praćenje i provjeru izrade dijelova kalupa kako bi se osigurala usklađenost s tehničkim specifikacijama i standardima industrije. Uvođenjem sustava kontrole kvalitete moguće je identificirati i ukloniti potencijalne pogreške ili nepravilnosti. Tako se osigurava efikasnost procesa i kvaliteta proizvoda. Također, jako je važno zadovoljstvo zaposlenika unutar tvrtke jer ako zaposlenici nisu motivirani, to se može negativno odraziti na konačni proizvod. Tako se izravno narušava ugled tvrtke na tržištu. Kako bi se to spriječilo, potrebno je zaposlenike kontinuirano educirati i ohrabrivati.

2. KVALITETA

2.1. Definicija kvalitete

Kvaliteta je jako rasprostranjen pojam koji se svakodnevno upotrebljava. Riječ „kvaliteta“ dolazi od latinske riječi „qualitas“, što znači „svojstvo, oblik, sposobnost, vrijednost“. Osnovna definicija kvalitete jest zadovoljstvo kupca, odnosno ispunjavanje njegovih zahtjeva. Razvojem tržišta mora se težiti stalnom povećanju i unaprjeđivanju kvalitete. Prema normi ISO 9001, kvaliteta se definira kao stupanj do kojega skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve naručitelja. Budući da se govori o kvaliteti, ona se može različito interpretirati ovisno o tome gledaju li na nju potrošači, proizvođači ili tržište.

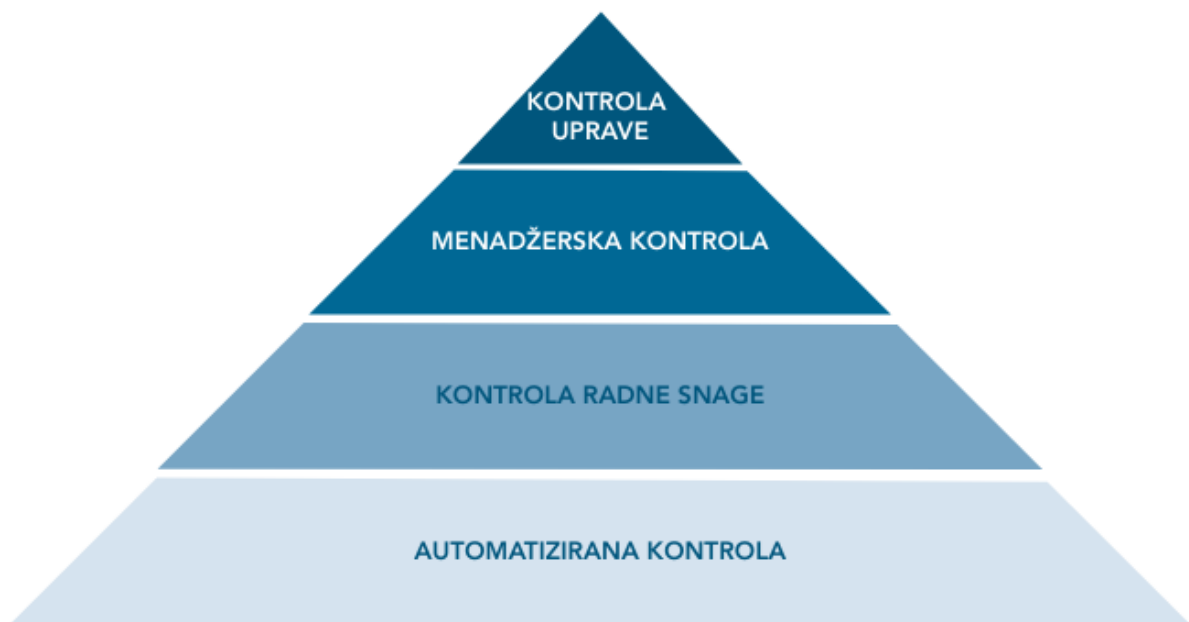
Kupac očekuje izvrsnu kvalitetu proizvoda koja je njemu ekonomski prihvatljiva. Također, ako tvrtka ima kvalitetan proizvod koji je skuplji od ostalih proizvoda na tržištu, neće ga moći prodati jer ga kupac neće moći platiti bez obzira na to što je možda bolji i kvalitetniji od ostalih proizvoda na tržištu. Treba obratiti pozornost na najznačajniju mjeru kvalitete, a to je mjera rasipanja, koja je jedini problem kvalitete proizvoda i njezinih usluga. Stoga je najbolje pronaći uzroke mjere rasipanja te ih smanjiti kako bi se povećala kvaliteta proizvoda. [1]



Slika 1. Kvaliteta [1]

2.2. Kontrola kvalitete

Važnost kontrole kvalitete dolazi do izražaja 1987. godine nakon objavljivanja normi ISO 9000. Glavni cilj kontrole kvalitete jest nadzor nad proizvodnim procesom tijekom njegova odvijanja kako bi se moguće pogreške uočile i naposljetku ispravile. Nadzor kontrole kvalitete odvija se u dva dijela. Prvi dio odnosi se na unutrašnju kontrolu kvalitete od samog proizvođača, dok se drugi dio odnosi na vanjsku kontrolu kvalitete koju obavljaju tijelo za ocjenjivanje sukladnosti, kupci, konkurenti i samo tržište. Kontrola kvalitete odnosi se na analizu ishoda nekog procesa te kao takva služi za mjerenje postignute razine kvalitete i kao osnova za postizanje radnji za ispravljanje nastalih nedostataka. Također, za kontrolu kvalitete jako je važna inspekcija. Inspekciju provode specijalizirane osobe zadužene za pregled i analizu završnog proizvoda prema točno određenim opisima nedostataka. [3]



Slika 2. Hijerarhija provođenja kontrole kvalitete [2]

2.3. Osiguranje kvalitete

Osiguranje kvalitete dio je sustava upravljanja kvalitetom koji je fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanju osnovnih zahtjeva vezanih uz kvalitetu. Osiguranje kvalitete proces je koji jamči da traženi proizvod nekog poduzeća ili tvrtke zadovoljava i ispunjava zadane želje naručitelja. Kvaliteta proizvoda ne ovisi samo o dobrom proizvodnom procesu koji izrađuje te proizvode. Također, veliku ulogu imaju korištenje visokokvalitetnih materijala, dobro organizirana postrojenja, poštivanje vremenskih rokova, dobro educirani zaposlenici te drugi poslovni aspekti koji zajedno rade na postizanju i održavanju zadovoljstva naručitelja.

Za razliku od kontrole kvalitete, ona se više fokusira na pružanje povjerenja da će zahtjevi kvalitete biti ispunjeni. [4]

2.3.1. Primjena osiguranja kvalitete u proizvodnji

Realizacija osiguranja kvalitete u proizvodnji kako bi se dobili visokokvalitetni proizvodi ovisi o nekoliko koraka:

1) Educirati zaposlenike – osigurati najbolju moguću obuku za zaposlenike o standardima kvalitete, korištenju alata i opreme, jer što budu bolje educirani, to će imati učinkovitiju primjenu i održavanje prakse u osiguravanju kvalitete.

2) Osiguranje kvalitetnog materijala – surađivati s dobavljačima koji vode brigu da na tržište stavljaju samo kvalitetne sirovine i komponente. Ako sama sirovina nije kvalitetna, to se može odraziti na konačni proizvod. Može se kontrolirati tako da se provode redovite inspekcije na sirovinama i komponentama.

3) Primijeniti mjere za kontrolu kvalitete – uključiti mjere kontrole kvalitete u različite faze proizvodnje. To se odnosi na inspekciju unutar procesa testiranja i provjere konačnih proizvoda. kako bi se na vrijeme uklonili mogući nedostaci koji odstupaju od standarda kvalitete.

4) Povećanje pouzdanosti – tako da se instalacijom softvera u proizvodnji poveća pouzdanost. Softver vodi točne evidencije o proizvodnim procesima i specifikacijama samih proizvoda. Stoga se na kraju može doći do bržih odgovora po pitanju kvalitete samih proizvoda. [4]

2.3.2. Prednosti osiguranja kvalitete u proizvodnji

U prednosti osiguranja kvalitete u proizvodnji ubraja se:

1) Smanjenje pogrešaka – cilj je što više smanjiti stopu pogrešaka u proizvodnji praćenjem procesa i testiranjem proizvoda. Osiguranje kvalitete pomaže u prepoznavanju i otklanjanju potencijalnih problema prije nego što oni pređu u velike probleme. Takav pristup ključan je za sprječavanje loše kvalitete proizvoda, osigurava zadovoljstvo naručitelja i štiti ugled brenda.

2) Kompatibilnost – pridržavanje propisa i industrijskih standarda ključno je u svakoj proizvodnji. Osiguranje kvalitete ima jako važnu ulogu u tome jer osigurava da krajnji proizvod zadovoljava potrebne sigurnosne, kvalitetne i druge standarde.

3) Povjerenje naručitelja – pridržavanjem propisa osiguranje kvalitete izravno utječe na povjerenje naručitelja. Stoga se redovnom isporukom proizvoda visoke kvalitete može ojačati ugled tvrtke. Tako se mogu imati dugoročni dobri odnosi s kupcima i poslovnim partnerima.

4) Smanjenje troškova – učinkovito osiguranje kvalitete jako pridonosi optimizaciji resursa. Rano prepoznavanje nedostataka na proizvodu i učinkoviti proizvodni protokoli pomažu u izbjegavanju skupih pogrešaka i štede materijal. Ta optimizacija ne samo da poboljšava rezultat nego i pomaže u ekološkom buđenju svijesti na današnjem tržištu.

5) Poboljšavanje kontrole procesa – uključuje uspostavljanje standardnih operativnih postupaka i konstantne provjere kvalitete. Time se osigurava da se svaki dio proizvodnje prati i kontrolira. Takva razina kontrole ključna je za rano otkrivanje odstupanja od zadanih standarda. Omogućuje trenutne korektivne radnje i tako pomaže u održavanju ispravnosti proizvodnog procesa. [4]

2.4. Upravljanje kvalitetom

Upravljanje kvalitetom predstavlja primjenu formaliziranih sustava s ciljem postizanja maksimalnog zadovoljstva naručitelja uz minimalne troškove i postizanje konstantnog napretka. To je dio funkcije upravljanja, koja ima ulogu osigurati ciljeve kvalitete. Ona je nadogradnja na osiguranje i kontrolu kvalitete. Zauzima vrlo važno mjesto u strateškom planiranju. Strateško planiranje definira se kao sustavni pristup određivanju dugoročnih ciljeva i osiguranje sredstava za ostvarivanje tih ciljeva. U načela upravljanja kvalitetom ubrajaju se usmjerenje na naručitelja, vodstvo, uključivanje ljudi, upravljanje odnosima, procesno orijentirani pristup, poboljšavanje i donošenje odluka na temelju činjenica. [5]

2.4.1. Pravila upravljanja kvalitetom

Pravila kojih se treba pridržavati kod upravljanja kvalitetom jesu:

1) Usmjerenost na naručitelja – zadovoljstvo naručitelja odraz je učinkovitosti poduzeća i najvažniji preduvjet održivog uspjeha. Predviđanje i nadmašivanje očekivanja naručitelja odlika je najboljih poduzeća jer samo oni koji zadrže povjerenje naručitelja mogu biti dugoročno uspješni u svom poslu. Svaki novi kontakt s kupcem daje priliku za izgradnju još većeg povjerenja za ispunjavanje njegovih trenutnih očekivanja i za bolje razumijevanje budućih očekivanja.

2) Vodstvo – odluke o resursima donose se na razini uprave te se tamo mogu dodijeliti i određene odgovornosti. Njihov je zadatak stvoriti radnu sredinu u kojoj svaki zaposlenik može razvijati svoje sposobnosti i tako unaprjeđivati organizaciju. Samo se na taj način strategije, procesi, politika i resursi mogu pravodobno rasporediti kako bi se ispunili zadani ciljevi organizacije. To je moguće samo ako postoji razumijevanje odgovornih ljudi u organizaciji. Time se može postići veće zadovoljstvo radnika, bolje korištenje resursa itd.

3) Uključivanje ljudi – svaka organizacija dobro je koliko i njezini zaposlenici. Pojedinač koji je predan svom poslu oblikuje prirodu i djelovanje svoje organizacije na svim razinama. Zato je bitno da je svaki pojedinac sposoban, ovlašten i predan kako bi

podigao kvalitetu organizacije jer ako se zaposlenike uključi u donošenje nekih odluka i unaprijedi njihovo znanje, to će ih dovesti do veće učinkovitosti u svom poslu.

4) Poboljšanje – ako se prestane s poboljšavanjem, uskoro će tvrtka prestati biti konkurentna u svom poslu. To znači da kvaliteta i kompetencija nisu statične, nego dinamične varijable. Stoga je uvijek izazovno održavati i poboljšavati svoje vještine. Cilj je kompanije da stabilizira svoje performanse da bi na odgovarajući način mogla odgovoriti na promjene u unutarnjim i vanjskim uvjetima i da bi na kraju za sebe stvorila najbolje moguće uvjete za identifikaciju novih mogućnosti. Time se može poboljšati profitabilnost i konkurentnost na tržištu.

5) Donošenje odluka na temelju činjenica – najbolje odluke zasnivaju se na analizi podataka i informacija. Samo ako se podaci i informacije konstantno prikupljaju, mogu se donositi odluke na temelju činjenica. Time se može postići više povjerenja u donošenje odluka, poboljšano korištenje resursa, veći stupanj korektnosti i izbjegavanje pogrešnih odluka. [5]

2.5. Alati za poboljšavanje kvalitete

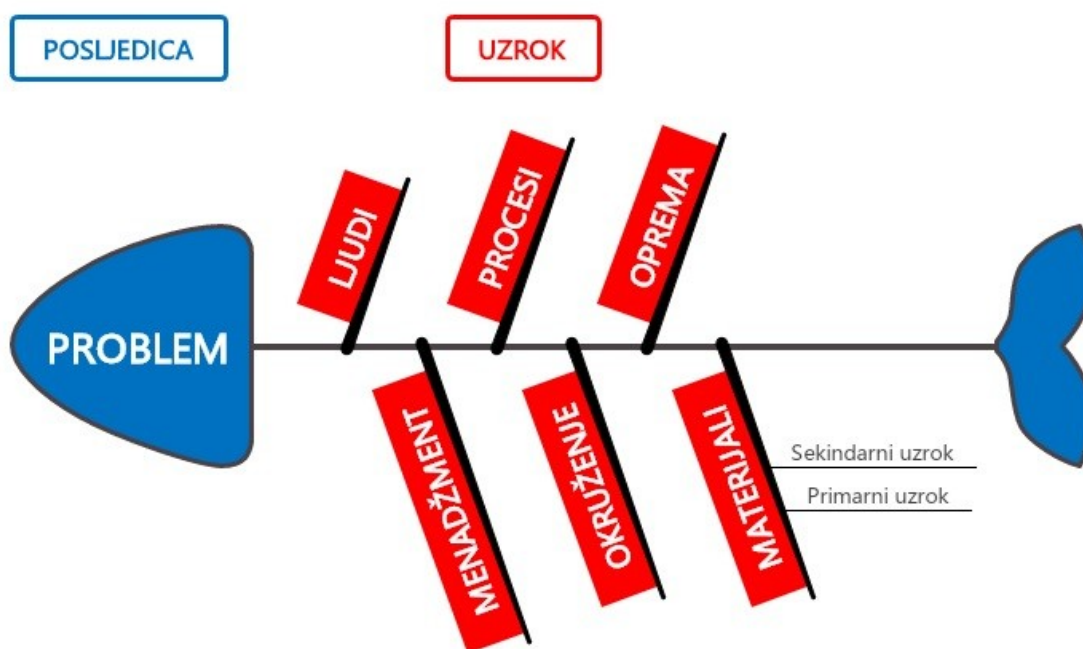
To su tehnike, vještine i sredstva koja je moguće primijeniti u rješavanju specifičnih problema u proizvodnji. Sami alati omogućuju identifikaciju problema, analizu uzroka i implementaciju efikasnih rješenja kako bi se postigla izvrsna kvaliteta proizvoda. Također, alati pomažu organizacijama da prepoznaju uzroke problema i da konstantno poboljšavaju kvalitetu svojih proizvoda i usluga. Dostupni su svim ljudima u organizaciji i temelje se na statističkim analizama.

U osnovne alate za rješavanje problema kvalitete ubrajaju se Ishikawa dijagram, Pareto dijagram, dijagram toka, dijagram raspršenja, kontrolna lista, histogram i kontrolne karte. [6]

2.5.1. Ishikawa dijagram

Poznat kao dijagram uzroka i posljedica, čak se naziva i dijagram „riblja kost“ zbog svojeg specifičnog izgleda. Predstavlja jednostavnu i jako korisnu tehniku za analizu što više mogućih uzroka koji dovode do problema tijekom rada, a sve to u cilju sprječavanja potencijalnih problema. Taj alat omogućuje da se stvara brza slika problema i da se cijeli tim usmjeri na rješavanje glavnog uzroka problema.

Analiza dijagrama podrazumijeva promatranje povezanosti između uzroka, otkrivanje uzroka i korištenje uzroka za dodatno prikupljanje podataka. [6]

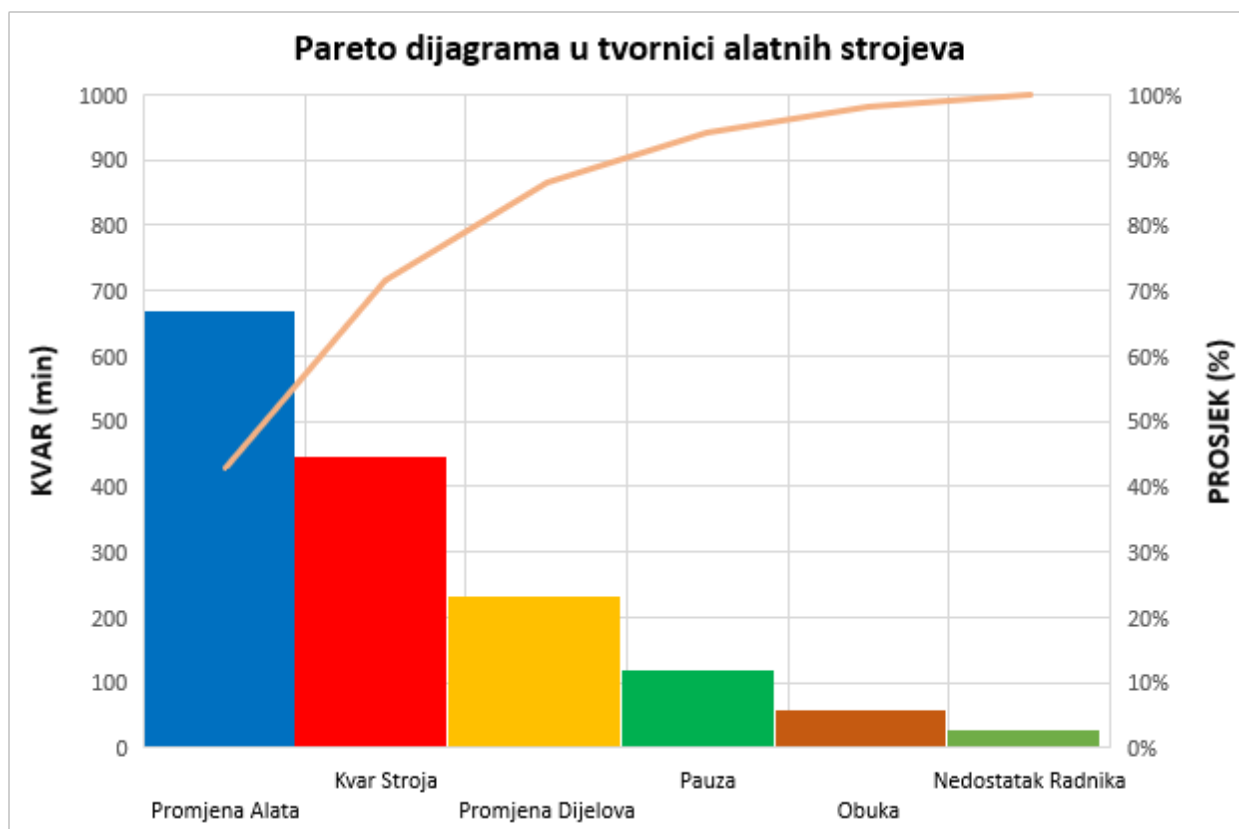


Slika 3. Ishikawa dijagrama [6]

2.5.2. Pareto dijagram

Poznat i pod nazivom ABC dijagram, govori da 80 % problema dolazi od 20 % uzroka. Često se rabi u kontroli kvalitete za vizualno prikazivanje rezultata analize. Služi za identifikaciju problema i procjenu rizika. Jedna mu je od glavnih zadaća rangiranje problema u odnosu na uzrok prema njihovoj značajnosti i učestalosti, što omogućuje njihovo lakše uklanjanje. Pritom je najbolje upotrijebiti financijsku vrijednost pogreške kako bi se na jednostavan način prikazao udio vrijednosti pogreške u nastaloj šteti.

Iz toga se razvila ABC analiza, koja razvrstava podatke u tri skupine, a to su 0 % – 80 %: područje najvećeg utjecaja; 80 % – 95 %: područje relativnog utjecaja te 95 % – 100 %: područje malog utjecaja. [6]



Slika 4. Pareto dijagram u tvornici alatnih strojeva [6]

2.5.3. Dijagram toka

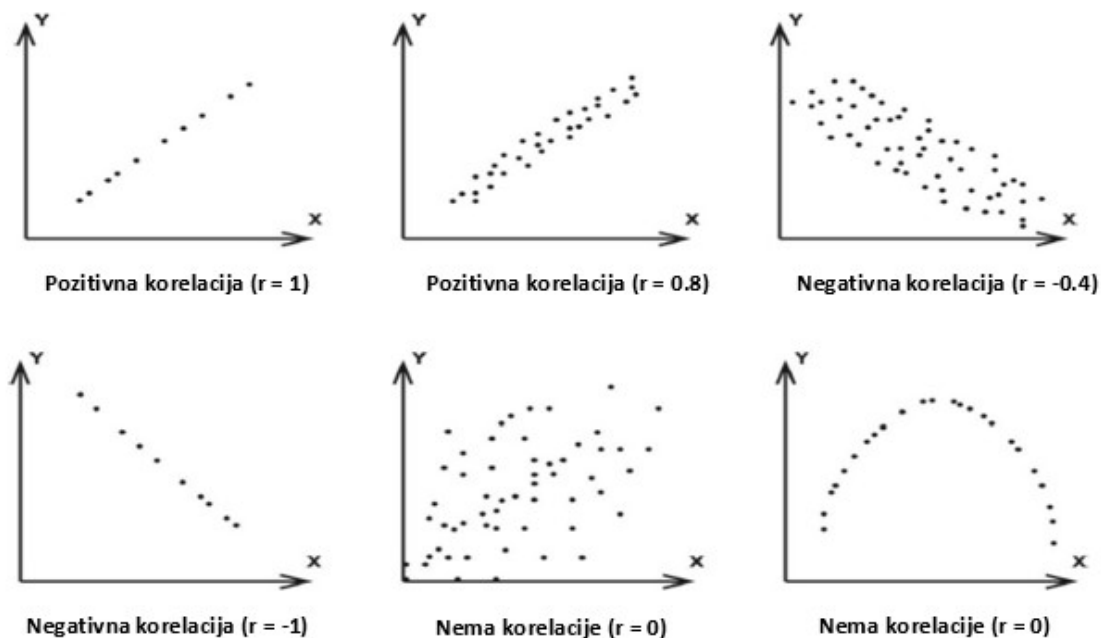
To je grafički alat koji prikazuje osnovne faze nekog procesa s ulaznim i izlaznim parametrima koji se mogu poboljšavati. Općenito se upotrebljava kako bi se otkrile kritične točke u procesu proizvodnje. Njime se mogu objasniti detalji proizvodnog procesa. Najčešće se rabi za obuku ljudi u proizvodnji, dokumentiranje procesa, poboljšanje samog procesa i izvođenje procesa. Sastoji se od grafičkih simbola koji prikazuju određenu proceduru u procesu. U današnje vrijeme nezamisliv je bilo kakav proces u proizvodnji bez dijagrama toka. On definira standardne procedure koje se moraju poštivati kako bi se dobio kvalitetan proizvod. Također, nepoštivanje tih procedura može imati trajne posljedice koje rezultiraju lošim proizvodom. [6]



Slika 5. Dijagram toka kod procesa glodanja [6]

2.5.4. Dijagram raspršenja

Predstavlja grafički prikaz koji se sastoji od dviju numeričkih varijabli, pri čemu X predstavlja nezavisnu, a Y zavisnu varijablu. Crta se u pravokutnom koordinatnom sustavu gdje se na os apscise crta zavisna varijabla (Y), a na ordinati nezavisna varijabla (X). Svaka vrijednost „XY“ u koordinatnom sustavu bit će prikazana u obliku točkica, pa će na kraju dijagram biti pun istih. Grupe i oblici koje te točkice tvore govore o smjeru, jakosti i obliku veza između varijable „XY“. Što su točkice više raspršene, to je veza slabija, dok smjer može biti pozitivan i negativan. Prilikom analize dijagrama treba obratiti pozornost na smjer, jakost i oblik veza. Pozitivan smjer jest u slučaju kada u dijagramu postoji rast, odnosno porast vrijednosti obje varijabli, dok je negativan kada vrijednost jedne varijable raste, a druge pada, ili obrnuto. Korelacija je međusobna povezanost između dviju varijabli i utvrđuje se na temelju izgleda samog dijagrama. Vrijednost korelacije može biti između -1 do 1, pri čemu će vrijednost bliže negativnoj jedinici ukazivati na negativno, a ona bliže pozitivnoj na pozitivnu korelaciju. Ako je vrijednost 0, nema korelacije. Koeficijent determinacije jednak je kvadratu korelacijskog koeficijenta. Često se rabi u kombinaciji s ostalim alatima za poboljšavanje kvalitete. [6]



Slika 6. Dijagram raspršenja [6]

2.5.5. Kontrolna lista

Kontrolna lista obrazac je u koji se unosi učestalost nekih promjena prema mjestu, vrsti i vremenu. Često sadrži ključne elemente ili korake na koje treba obratiti pozornost tijekom procesa proizvodnje kako bi se osigurala kvaliteta i ispravnost proizvoda. [6]

Mjesto greške	Broj Grešaka	Ukupno grešaka
Rezanje		3
Tokarenje		2
Glodanje	++++	5
Bušenje		1
Površinska obrada		2
Pakiranje		0

Slika 7. Kontrolna lista [6]

2.5.6. Histogram

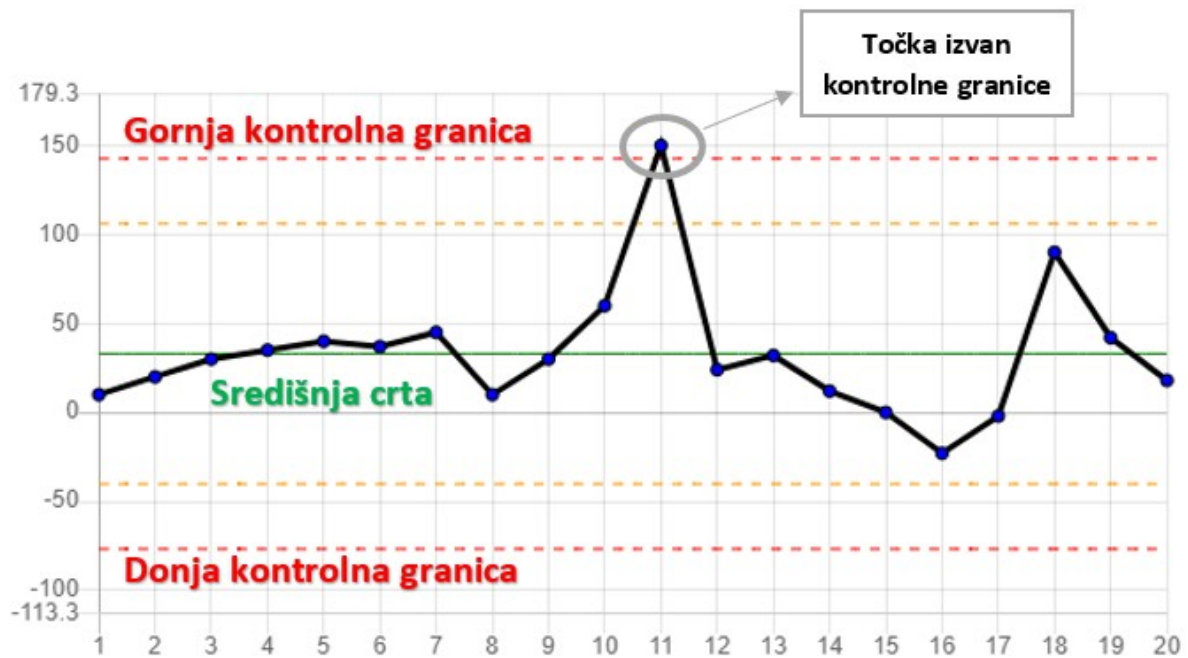
Predstavlja stupčasti grafički prikaz učestalosti pojavljivanja nekog parametra u procesu proizvodnje. Ako ima zadane granične vrijednosti nekog procesa, može odrediti udjele neispravnosti proizvoda prema propisanim zahtjevima. Dobiveni podaci poredaju se u dijagram. Ako ima više tih podataka u tom dijagramu, naposljetku se dobije histogram. Također, na kraju se može predočiti slika učestalosti pojavljivanja neke neispravnosti u procesu. Te neispravnosti na kraju mogu utjecati na kvalitetu gotovog proizvoda. [6]



Slika 8. Histogram učestalosti servisiranja strojeva [6]

2.5.7. Kontrolna karta

Najznačajniji alat za kontrolu kvalitete nekog procesa. Predstavlja sliku procesa koja pokazuje kreće li se proces unutar zadanih granica. Neke od mogućnosti toga alata jesu stabilizacija procesa na temelju otkrivanja pogrešaka i njihovo isključivanje iz proizvodnog procesa. Također, radi na principu prostorne i vremenske slike stanja i promjena na proizvodu kako se ne bi narušavala kvaliteta koja je zadana za određeni proizvod. [6]



Slika 9. Kontrolna karta [6]

3. DIJELOVI ALATA ZA IZRADU STAKLENE BOCE

3.1. Dijelovi kalupa

3.3.1. Kalup

Kalup je najbitniji staklarski alat jer se prema izgledu njegove unutarnje stijenke dobije željeni oblik boce. Dio kalupa koji se nalazi u kontaktu sa staklom mora se metalizirati i polirati. Mogu biti različitih oblika i dimenzija, ovisno o zahtjevu naručitelja. Izrađuju se od bronce ili gusa (sivi ili nodularni lijev). [8]



Slika 10. Kalup [7]

3.3.2. Dno kalupa

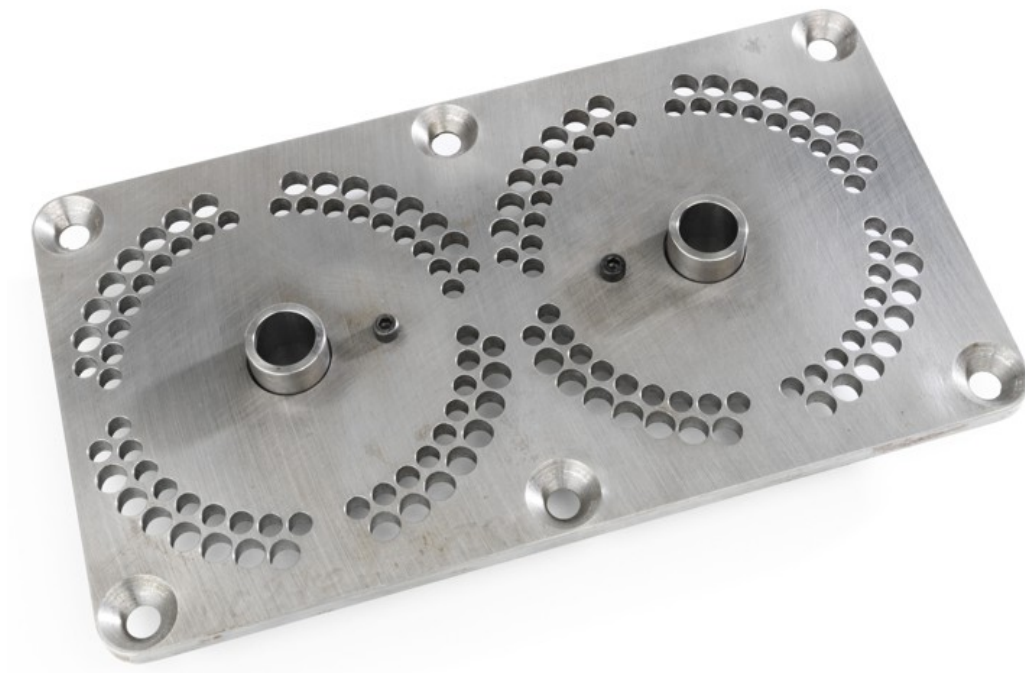
Glavna mu je zadaća definiranje izgleda dna boce. Dio koji je u kontaktu sa staklom potrebno je metalizirati i polirati. Montira se u prizmu kalupa. Specifičan redoslijed rupa koje se nalaze na dnu i sa strane ovise o konstrukciji kalupu. Zadaća rupa jest osiguranje nesmetanog protoka zraka zbog bržeg hlađenja stakla u kalupu. [8]



Slika 11. Dno kalupa [7]

3.3.3. V.F ploča

Ima ulogu postolja na kojem stoji kalup prilikom izrade boca. Rupe koje ima na sebi moraju se poklapati s rupama na dnu kalupa. Tako se postiže brže hlađenje samog dna kalupa. Svaka serija kalupa na V.F ploči mora imati jedan vijak koji se poklapa s rupom na dnu kalupa, a služi tomu da se kalup ne bi mogao okretati oko svoje osi prilikom izrade boca. [8]



Slika 12. V.F ploča [7]

3.2. Dijelovi pretkalupa

3.4.1. Pretkalup

Služi kako bi se dobio predoblik boce. Dio koji je u kontaktu sa staklom metalizira se i polira kako se staklena kap ulijeva kroz otvor na vrhu u pretkalup. Tako se uz pomoć upuhivanja zraka i prešanja staklena kap oblikuje prema unutrašnjem obliku stijenke pretkalupa. Cilj toga jest da dobiveni predoblik boce kasnije kada dođe u kalup ima što ujednačeniju debljinu stijenke gotove boce. [8]



Slika 13. Pretkalup [7]

3.4.2. Dno pretkalupa

Pomoću njega dobije se predoblik dna boce. Montira se u prizmu pretkalupa. Dio koji je u kontaktu sa staklom metalizira se i polira. [8]



Slika 14. Dno pretkalupa [7]

3.4.3. Grlo

Funkcija grla jest dobivanje konačnog oblike grla boce. Grlo boce oblikuje se već u pretkalupu prilikom izrade predoblika boce. Izrađuje se od bronce ili gusa, ovisno o želji naručitelja. Najčešće se u izradi grla rabi bronca zbog svoje postojanosti pri visokim temperaturama i čvrstoće. Dio gola koji je u kontaktu sa staklom metalizira se i polira. [8]



Slika 15. Grlo [7]

3.4.4. Prsten grla

On definiira zaobljenje vrha grla boce. Montira se u prizmu grla. Rupe sa strane poklapaju se s rupama na prizmi grla, a služe za brže hlađenje. Dio koji je u dodiru sa staklom metalizira se i polira. [8]



Slika 16. Prsten grla [7]

3.4.5. Jezgrenik

Nalazi se na donjoj strani kalupa. Prolazi kroz grlo i prsten grla te se pomoću njega upuhuje zrak u pretkalup kako bi se dobio konačan predoblik boce. Vrh jezgrenika mora biti metaliziran i poliran zbog toga što je u doticaju sa staklenom kapi jer metalizacijom njegov vrh postaje gladak i tvrd te staklena kap lakše klizi po njemu. Tako se dobije ravnomjeren oblik debljine stijenke boce. [8]



Slika 17. Jezgrenik [7]

3.4.6. Umetak za hlađenje jezgrena

Pomoću zraka koji se kroz njega upuhuje u pretkalup dobije se ujednačenija debljina stijenke boce. Rupice na njegovu vrhu služe za ujednačeni protok zraka kroz pretkalup. [8]



Slika 18. Umetak za hlađenje jezgrena [7]

3.4.7. Vođica jezgrena

Služi za centriranje jezgrena kako bi se dobilo što ravnomjernije upuhivanje zraka u kalup. [8]



Slika 19. Vođica jezgrena [7]

3.4.8. Čahura za kap

Njezina je uloga da staklenoj kapi omogući što lakši i nesmetaniji ulazak u pretkalup. Mora se metalizirati i polirati kako bi staklena kap što bolje klizila u pretkalup. [8]



Slika 20. Čahura za kap [7]

3.4.9. Oduzimač boce

Služi za prenošenje predoblika boce iz pretkalupa u kalup tako da predoblik boce uhvati za grlo i transportira ga u kalup. [8]



Slika 21. Oduzimač boce [7]

4. POSTUPAK PROIZVODNJE KALUPA

4.1. Uvod u postupak proizvodnje kalupa

Proces izrade kompletnog kalupa jako je dugotrajan i složen. Zato se u ovom dijelu rada ukratko prolaze sve faze u izradi kalupa. Naravno, osim kalupa, tvrtka proizvodi i grla i sve ostale komponente.

4.2. Materijal za izradu kalupa

Odabir samog materijala najviše ovisi o naručitelju, o veličini serije boca koje taj kalup mora izraditi te o samoj cijeni. Kalupi se izrađuju od tri vrste materijala. To su nodularni lijev, sivi (staklarski) lijev i bronca. Svaki od tih materijala pogodan je za primjenu u staklarskoj industriji. Međutim, nodularni lijev i bronca imaju bolja mehanička svojstva pa se zbog toga koriste za izradu većih serija boca. Odabir samog materijala najviše ovisi o naručitelju.

Bronca je legura koja se sastoji od 60 % bakra uz dodatak jednog legirnog elementa (najčešće kositra). Može biti legirana i s drugim legirnim elementima kao što su cink, olovo, aluminij, silicij, mangan itd. Njezine su prednosti dobra otpornost na koroziju, visoka čvrstoća i tvrdoća. Također, bronca ima jako dobru livljivost. Sivi lijev je željezna legura s više od 2 % ugljika. Nije najkvalitetniji materijal, ali vrlo često jest najekonomičniji zbog toga što nudi optimalan kompromis između cijene i mehaničkih svojstava.

Nodularni lijev jest željezna legura s visokim sadržajem ugljika u koji se dodaje magnezij. Magnezij uzrokuje kristalizaciju grafita u obliku kuglica. Ima bolja svojstva od sivog lijeva, ali slabija od čeličnog lijeva. Dobro se obrađuje odvajanjem čestica i može se zavarivati. [10]



Slika 22. Bronca i sivi lijev [9]

4.3. Redosljed operacija u postupku proizvodnje kalupa

4.3.1. Glodanje baze

To je prva operacija u proizvodnji kalupa koja se obavlja na sirovim odljevcima. Služi za izradu paralelnih površina na kalupu čija je uloga paralelno stezanje na radnom stroju. Radi se na svim komadima. Glodanje se izvodi na horizontalnom glodačem obradnom centru. Bez izrade baze naknadni procesi ne bi bili mogući jer se sirovi komad ne bi mogao stegnuti u steznu napravu stroja (slika 23). [11]



Slika 23. Glodanje baze [11]

4.3.2. Glodanje prije metalizacije

To je postupak pripreme komada za metalizaciju. Komad se metalizira po dijelnoj liniji (mjesto spajanja muške i ženske polovice kalupa), kod vrata i spoja s dnom. Kod te operacije prvo se glodalom na grubo poravna dvodijelnost i falc. Sljedeći je korak otvaranje unutarnje stijenke kalupa od 1,5 mm pa do gotove mjere (ovisno o položaju unutarnje stijenke i materijalu). Zatim se na grubo otvara prizma, spoj s dnom i spoj s vratom. Na kraju se glodaju utori za metalizaciju. Metalizacija služi da poveća čvrstoću unutarnjih dijelova kalupa koji su u dodiru sa staklom (slika 24). [11]



Slika 24. Glodanje prije metalizacije [11]

4.3.3. Metalizacija kalupa

Metalizacija je nanošenje metalne prevlake na površinu predmeta kako bi se spriječila korozija i razni oblici trošenja. To je vrlo važan postupak u proizvodnji kalupa za staklene boce. Fizikalni postupci metalizacije su prskanje, nataljivanje, navarivanje, oblaganje itd. Cilj metalizacije jest povećanje tvrdoće na određenim dijelovima kalupa koji su u dodiru sa staklom. Time se kalup manje troši i ima dulji vijek trajanja. Metalizacija omogućuje lakši popravak oštećenih dijelova kalupa koji su u dodiru sa staklom.



Slika 25. Električna peć i šamotna kutija [11]

Na temelju zahtjeva naručitelja na kalupu se obavlja metalizacija određenih dijelova. Kod postupka ručne metalizacije kalup se prvo stavlja u električnu peć na predgrijavanje. Tako se smanjuje brzina hlađenja zavarenog dijela i opasnost od nastanka pukotina. Trajanje predgrijavanja ovisi o veličini i materijalu kalupa koji se metalizira. Hlađenje se odvija u posebnoj kutiji obloženoj šamotom. Samo hlađenje traje postepeno nekoliko sati sve do sobne temperature. Tako se sprječava pojava zaostalih naprezanja unutar kalupa (slika 25 i slika 26). [11]



Slika 26. Metalizacija kalupa [11]

4.3.4. Glodanje po metalizaciji

Nakon što su se kalupi ohladili na svježem zraku počinje sljedeća faza obrade, a to je glodanje po metalizaciji. U tom se postupku izrađuje falc na muškoj i ženskoj polovici kako bi se kalup mogao spojiti. Također se izrađuje vakuum kanal i na grubo se obrađuje unutarnja stijenka kalupa (slika 27). [11]



Slika 27. Glodanje po metalizaciji [11]

4.3.5. Vanjsko tokarenje

Obrađuju se sve vanjske površine kalupa. U ovom postupku tokare se arm, utor ispod arma, utor za izlaz vertikalnih rupa za hlađenje i vanjske konture kalupa. Arm služi za lakši prihvat kalupa u staklarni kako bi se kalup lakše transportirao tijekom procesa izrade boca. Utor ispod arma služi za prihvat polovica kalupa prilikom proizvodnje boca. Poluga stroja nasjeda u taj utor i omogućuje manipulaciju polovice kalupa kako bi se lakše izvadila gotova boca iz kalupa (slika 28). [11]



Slika 28. Vanjsko tokarenje [11]

4.3.6. Unutarnje tokarenje

Sljedeći je postupak unutarnje tokarenje, gdje se obrađuju unutarnji promjeri kalupa. U unutarnje promjere spada tokarenje vrata, unutarnje stijenke kalupa, prizme i konusa. Tokarenje se radi u slučaju da kalup ima okrugli oblik unutarnje stijenke. Ako kalup ima nepravilnu stijenku, tokarenje unutarnjih promjera nije moguće (slika 29). [11]



Slika 29. Unutarnje tokarenje [11]

4.3.7. Bušenje VF

Svrha bušenja vakuum rupa i rupa za hlađenje jest da se pomoću njih izvlači zrak iz kalupa kako bi se staklo što brže ohladilo (slika 30). [11]



Slika 30. Bušenje VF [11]

4.3.8. Glodanje nepravilnog oblika unutarnje stijenke kalupa

Postupak se primjenjuje samo u slučaju kada kalup ima nepravilni oblik unutarnje stijenke. Ako ima pravilni oblik unutarnje stijenke, taj se postupak preskače (slika 31). [11]



Slika 31. Glodanje nepravilnog oblika unutarnje stijenke kalupa [11]

4.3.9. Vanjsko završno glodanje

U ovom postupku izrađuju se bitni elementi za stroj u staklarni na koji se montira kalup. Jedan od tih elemenata jest rupa za nošene koja u sebi ima navoj u koji dolazi vijak te se tako kalup lakše transportira po staklarni. U ovoj fazi proizvodnje izrađuje se i vanjska gravura na kalupu. Ona služi tome da se u staklarni, kada su kalupi sklopljeni, lakše raspoznaju različite garniture boca (slika 32). [11]



Slika 32. Vanjsko završno glodanje [11]

4.3.10. Poliranje

To je završni postupak u proizvodnji kalupa. Poliranje daje završni sloj unutarnjoj stijenci kalupa. Budući da je ona u doticaju sa staklom, ne smije imati oštih rubova. Također se montiraju vijci i zatici u vakuum rupe (slika 33). [11]



Slika 33. Poliranje [11]

5. ZAVRŠNA KONTROLA

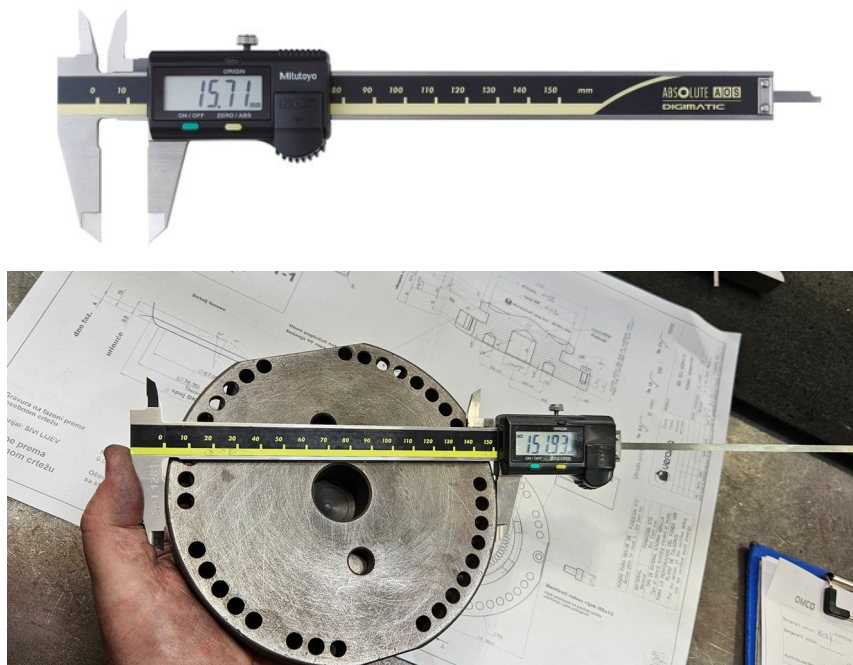
5.1. O završnoj kontroli

Završna kontrola posljednja je faza prije pakiranja. Njezina je zadaća provjeriti poklapaju li se sve mjere s tehničke dokumentacije s mjerama na kalupu. Također, jako je važna i vizualna kontrola koja pomaže da se primijeti nedostaje li možda koja rupa, je li možda unutarnja stijenka kalupa oštećena, ima li poroznosti itd. Svi ti nedostaci stavljaju se u reklamacijsku listu i šalju na popravak. Nakon popravka kalupi se opet šalju na završnu kontrolu da se vidi jesu li popravci uspješno odrađeni. Ako kalupi zadovolje sve zadane uvjete, šalju se na pakiranje, a zatim na adresu naručitelja.

5.2. Mjerni uređaji

5.2.1. Pomično mjerilo

To je ručni alat za kontrolu vanjskih i unutarnjih promjera nekog predmeta. Čak se može mjeriti i dubina rupa ako one ne premašuju njegovo mjesto mjerenja. Može biti mehaničko i digitalno. Točnost mjerenja jest od 0,1 do 0,02 mm (slika 34). [12]



Slika 34. Pomično mjerilo od 150 mm i primjer mjerenja [12]

5.2.2. Pomično mjerilo za specifične unutarnje utore

Identičnog je izgleda kao i klasično pomično mjerilo. Razlika je se u tome što ima drugačiji izgled krakova na kojima se nalaze ticala. Ta ticala služe da se mogu izmjeriti unutarnji promjeri do kojih bi inače bilo nemoguće doći (slika 35). [12]



Slika 35. Pomično mjerilo za specifične unutarnje utore i primjer mjerenja [12]

5.2.3. Dubinomjer

Služi za mjerenje dubine utora do kojih je teško doći klasičnim pomičnim mjerilom (slika 36). [12]



Slika 36. Dubinomjer i primjer mjerenja [12]

5.2.4. Mikrometar za vanjsko mjerenje

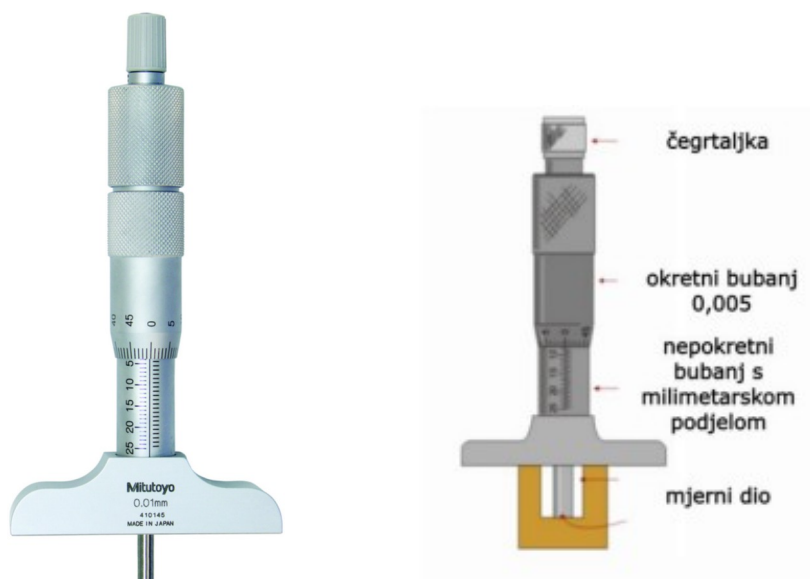
Služi za precizno mjerenje vanjskih promjera predmeta. Raspon točnosti mjerenja jest od 0,01 mm pa čak do 0,001 mm. Može biti mehanički i digitalni (slika 37). [13]



Slika 37. Mikrometar [13]

5.2.5. Mikrometarski dubinomjer

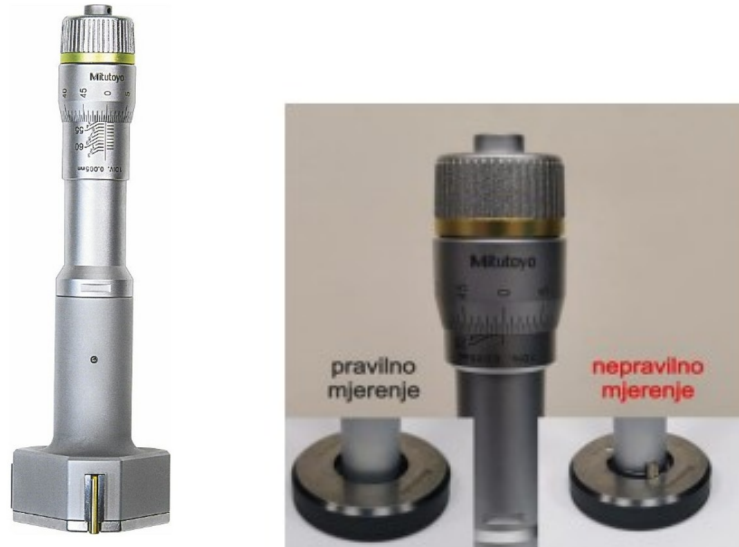
On služi za mjerenje dubine utora. Može se upotrebljavati vodoravno ili okomito u odnosu na mjerenu površinu (slika 38). [13]



Slika 38. Mikrometarski dubinomjer i primjer mjerenja [13]

5.2.6. Mikrometar za mjerenje provrta

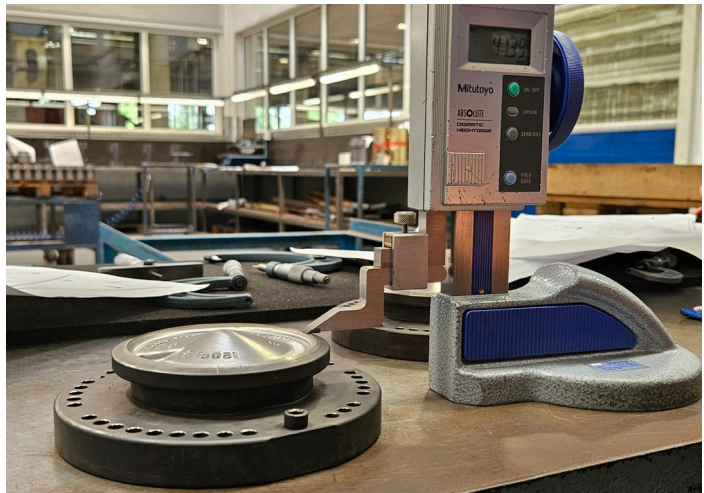
Upotrebljava se za mjerenje širine rupa. Treba paziti da mjerna ticala u cijelosti uđu u rupu kako bi se bilo sigurno da je mjerenje dobro izvršeno (slika 39). [13]



Slika 39. Mikrometar za mjerenje provrta i primjer mjerenja [13]

5.2.7. Visinomjer

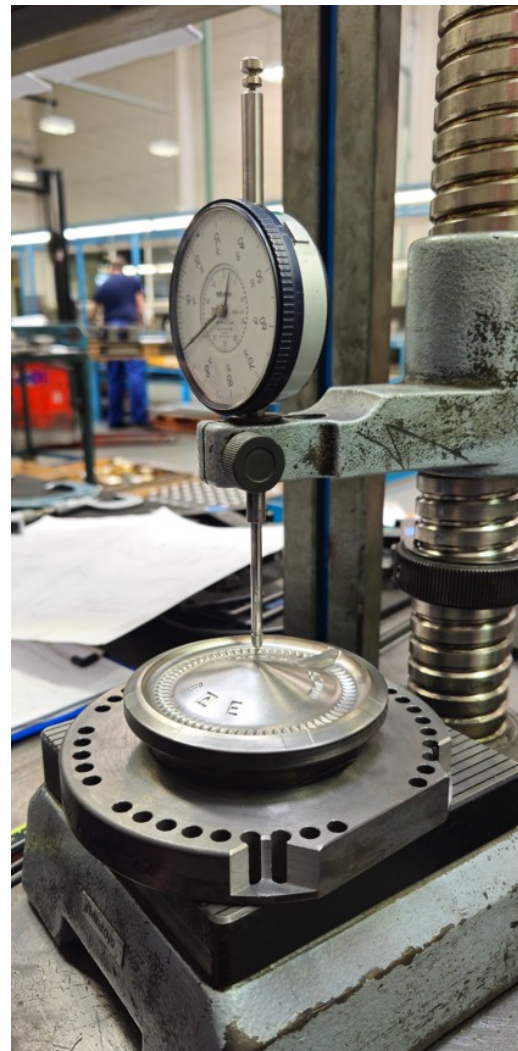
Služi za mjerenje visine dijelova ili cijelih predmeta. Važan uvjet kod mjerenja jest da visinomjer stoji na čvrstoj i ravnoj podlozi. Mjerenje se obavlja pomoću pomične mjerne letvice koja stoji okomito u odnosu na predmet. Može biti digitalni i mehanički (slika 40). [14]



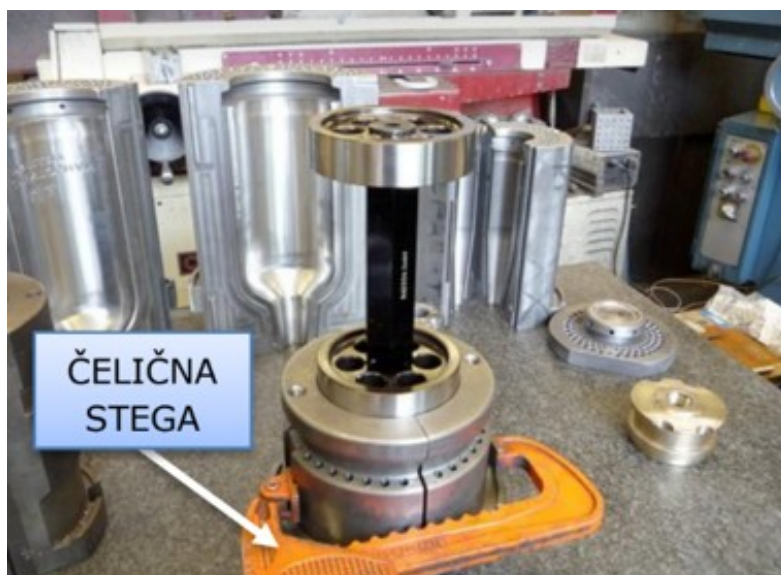
Slika 40. Visinomjer i primjer mjerenja [14]

5.2.8. Mjerna ura

Mjerna ura ili komparator služi za prikazivanje odstupanja neke površine od zadane mjere. Dolazi s različitim oblicima vrha ticala, s oni ovise o samoj površini koja se mjeri. Mjerna skala dolazi sa 100 podjela, od koji svaka crtica predstavlja 0,01 mm. Mjerenje se obavlja tako da se komparator postavlja okomito na mjerenu površinu. Zatim se mjerno ticalo spusti na površinu predmeta koja se mjeri. Kazaljka se mora postaviti na 0 ili neku drugu okruglu brojku, npr. 10, 20, 30, 50, 80 itd. Zatim se predmet vodoravno pomiče te se prati otklon kazaljke koja pokazuje koliko je koji dio površine unutar ili izvan zadane tolerancije (slika 41). [14]

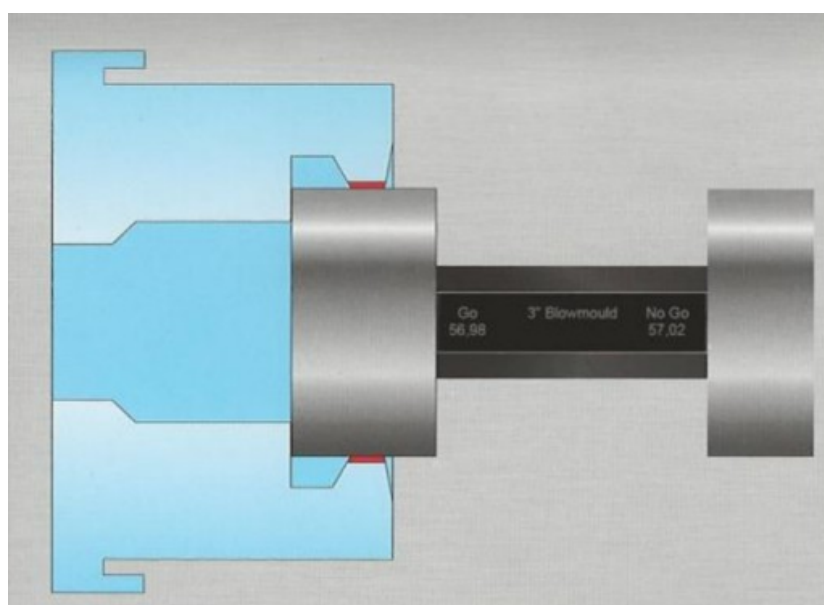


Slika 41. Mjerna ura i primjer mjerenja [14]



Slika 43. Primjer stezanja i postavljanja kalibra za mjerenje promjera prizme [15]

Treba obratiti pozornost na to da se s kalibrima za mjerenje promjera prizme rukuje oprezno i bez primjene velike sile jer se inače mogu oštetiti ili može doći do njihova prebrzog trošenja (slika 44). [15]



Slika 44. Postupak mjerenja promjera prizme [15]

5.3.2. Kalibri za mjerenje visine prizme

Visina prizme ovisi o kalupu koji se mjeri.



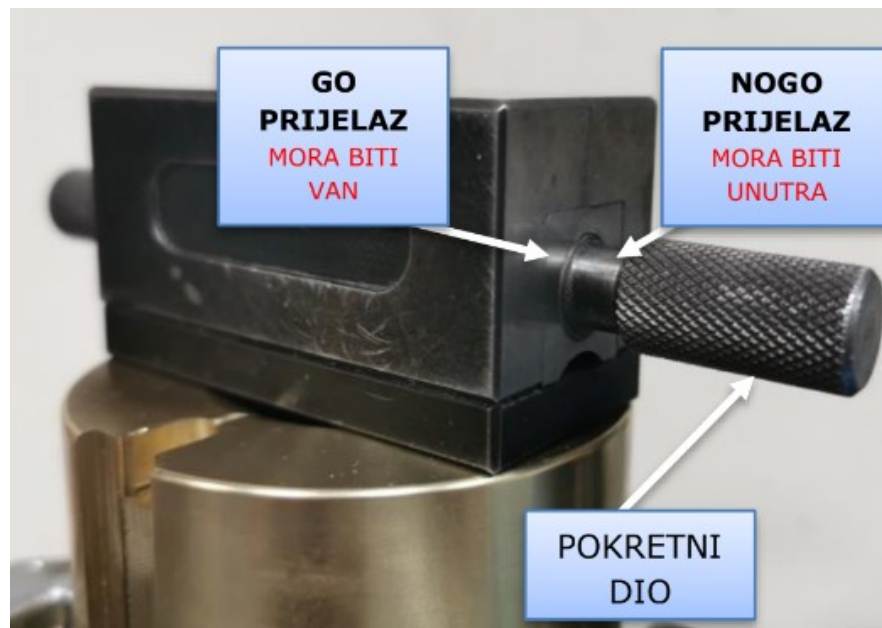
Slika 45. Kalibar za mjerenje visine prizme [15]

Mjerenje se odvija tako da se spoji muška i ženska polovica kalupa i osigura čeličnom stegom kako se kalup tijekom mjerenja ne bi otvorio i pomaknuo (slika 46).



Slika 46. Primjer stezanja i postavljanja kalibra za mjerenje visine prizme [15]

Kalibar se zatim mora postaviti pod kutom od 90° u odnosu na spoj polovica. Zatim je potrebno lagano otpustiti pokretni dio sve dok ne dođe u kontakt s kalupom. Kada se to dogodi, potrebno ga je pažljivo pomicati dok se pokretni dio ne pomakne do kraja prizme. Ispravnost mjerenja kontrolira se na pomičnom dijelu kalibra. Kod ispravnog kalupa GO prijelaz mora biti vani, dok kod NO GO prijelaz mora biti unutra (slika 47). [15]



Slika 47. Postupak mjerenja visine prizme [15]

5.4. Kalibri za dno kalupa

5.4.1. Kalibri za mjerenje promjera prizme

Budući da se dno kalupa stavlja u kalup te oni zajedno tvore cjelinu, bitno je da imaju isti uzorak prizme (slika 48).



Slika 48. Kalibar za mjerenje promjera prizme na dnu kalupa [16]

Mjerenje se odvija tako da se dno kalupa stavi na ravnu površinu i kalibar se stavi na njega. GO strana kalibra prolazi lagano i nije potrebna dodatna sila, dok NO GO strana kalibra ne prolazi jer zapne. Između GO i NO GO strane nalazi se mali razmak koji služi za lakše umjeravanje (slika 49). [16]



Slika 49. Postupak mjerenja visine prizme na dnu kalupa [16]

5.4.2. Kalibri za mjerenje kosine prizme

Dno kalupa mora imati isti uzorak kosine prizme kao i sam kalup (slika 50).



Slika 50. Kalibar za mjerenje kosine prizme na dnu kalupa [16]

Mjerenje se odvija identično kao kod kalupa, samo što u ovom slučaju nema potrebe za stezanjem jer je dno izrađeno iz jednoga dijela. GO strana kalibra prolazi lagano i nije potrebna nikakva dodatna sila, dok NO GO strana kalibra ne prolazi jer zapne (slika 51). [15]



Slika 51. Postupak mjerenja kosine prizme na dnu kalupa [16]

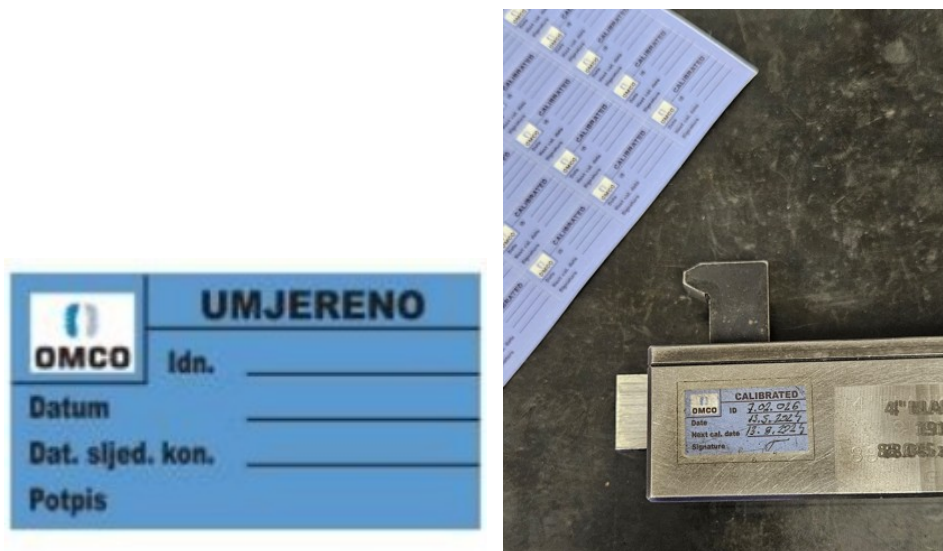
5.5. Označavanje mjernih uređaja i kalibara

Svaki mjerni uređaj i kalibar ima na sebi naljepnicu s oznakom u boji koja pokazuje iz koje je faze proizvodnje stigao te kamo ga nakon kontrole i popravka treba vratiti (slika 52).

	KONTROLA		ZAVRŠNA KONTROLA K/PK
	ZAVŠNO GLODANJE/3D/OSTALO K/PK		ZAVŠNO GLODANJE/3D/OSTALO K/PK
	PROIZVODNJA DNA		PROIZVODNJA DNA
	UNUTARNJE TOKARENJE K/OK		UNUTARNJE TOKARENJE K/PK
	VANJSKO TOKARENJE		VANJSKO TOKARENJE
	DOM I POM K/PK i GRLA		DOM I POM K/PK
	TOKARENJE GRLA		
	ZAVRŠNO GLODANJE GRLA		
	TOKARENJE PRSTENA		

Slika 52. Naljepnica s oznakom faze za mjerne uređaje i kalibre [17]

Također, svaki mjerni uređaj i kalibar na sebi mora imati naljepnicu za umjeravanje koja sadrži: identifikacijski broj alata, datum kontrole, datum sljedeće kontrole i potpis ovlaštene osobe (slika 53).



Slika 53. Naljepnica za umjeravanje mjernih uređaja i kalibara [17]

Na svakoj fazi proizvodnje postoji ormar u koji se spremaju svi mjerni alati i kalibri. Ormar ima odvojene ladice za svaki mjerni alat i kalibar. Predradnici i operateri dužni su nakon korištenja svoje mjerne alate i kalibre odložiti u ispravnu ladicu, osim pomičnog mjerila, koje ostaje na radnom mjestu svakog operatera. [17]

6. POSTUPAK ZAVRŠNE KONTROLE

6.1. Završna kontrola kalupa

Kalupi se nakon izrade šalju na završnu kontrolu. Na završnoj kontroli detaljno se provjerava svaki dio kalupa kako bi se utvrdile moguće pogreške i nedostaci. Uočene pogreške moraju se označiti, reklamirati i poslati nazad u određeni dio proizvodnje na popravak. Nakon što se pogreške i nedostaci uklone kalupi se opet šalje na završnu kontrolu. Postupak kontrole kalupa kreće ispočetka.



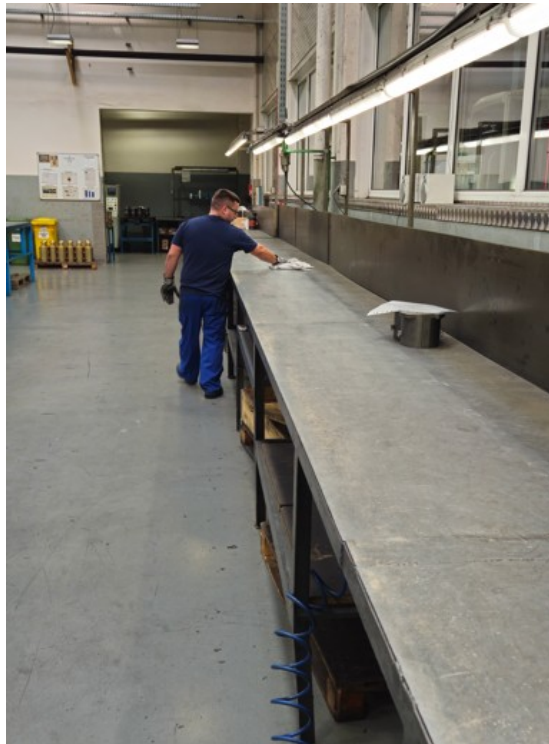
Slika 54. Ulaz u završnu kontrolu kalupa

Prostor završne kontrole odvojen je od ostatka proizvodnje. Tamo se radi u klimatiziranim uvjetima te bez pritiska nadređenih kako bi se kontrola kalupa što preciznije i točnije provodila jer njihovi propusti imaju izravan utjecaj na troškove tvrtke.



Slika 55. Izgled završne kontrole iznutra

Prije uzimanja neke serije kalupa potrebno je pripremiti radno mjesto. To se radi tako da se krpom i kompresorom očisti radna površina stola. Zatim se odlazi u proizvodnju po kalupe.



Slika 56. Čišćenje radnog mjesta

Kalupi se iz proizvodnje dovoze na paletama. Posloženi su tako da stoje okrenuti naopako. To ovisi o obliku samog kalupa, a svrha toga jest da prilikom transporta ne dođe do njihova prevrtanja. Za postavljanje kalupa na stol upotrebljava se viličar kako se teški kalupi ne bi morali dizati ručno, nego ih se samo povuče na stol. Svaka serija kalupa uz sebe mora imati predajnu listu.



Slika 57. Kalupi i predajna lista


Predajna lista služi kao dokument na kojem se vidi ime naručitelja, broj naručenih komada, broj raspisanih komada i broj predanih komada na završnu kontrolu. Također, na njoj se nalazi broj komada koje je kupac vratio i zašto je došlo do reklamacije.

Predajna lista

OMCO

RN	X06625-10-MLD-1	X06625		BLOW MOULD	
Količina naručeno	7	Količina raspisano	7	Raspisao HRŽENJAK MATTEO	
Prodajni nalog		Datum otvaranja	03.07.2024.	Datum raspisa	10.07.2024.
Kupac					

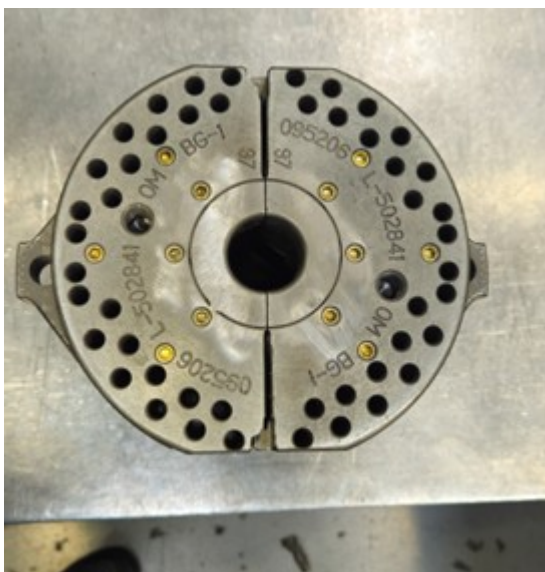
Količina Datum 14.08.2024 Predano iz Po reklamaciji Predao Preuzeo

8 kom Vrijeme 07:28:53 Ne 

Napomena BURIĆ BORNA

Slika 58. Predajna lista

Nakon što se kalupi postave na radni stol treba ih okrenuti na pravu stranu. Tako se lakše mogu očitati podaci s gravure koja se nalazi na gornjoj strani kalupa.



Slika 59. Izgled kalupa

Nakon što se kalupi okrenu na pravu strano potrebno ih je uredno posložiti u liniju, jednoga pokraj drugoga. Zatim se očitaju brojevi s gravure te ih se pomoću krede zabilježi ispred kalupa. Tako se ne trebaju pamtiti brojevi i smanjena je mogućnost za pogrešku kada se kalupi rasklope. Nakon što se odmaknu muška i ženska polovica kalupa potrebno ih je staviti u horizontalan položaj. Zatim se mora kompresorom očistiti unutrašnjost kalupa od sitnih čestica materijala koje su nastale tijekom ručne obrade.



Slika 60. Čišćenje kalupa i ispisivanje brojeva kredom na stol

Radni nalog X06625-10-MLD-1 ukupno sadrži 8 kalupa. Kontrolira se samo 25 % serije, a to je u ovom slučaju samo jedan kalup. Kontrolira se kalup koji je odabran nasumičnim odabirom. Zatim se u sustavu mora naći kontrolna karta i QRS lista za nalog X06625-10-MLD. U kontrolnoj karti navedene su sve pogreške koje su nastale tijekom proizvodnje i koje su trebale biti uklonjene prije dolaska kalupa na završnu kontrolu.

OMCO **Kontrolna karta**

RN	X06625-10-MLD-1		BLOW MOULD
Količina naručeno	7	Količina raspisano	8
Prodajni nalog	X06625	Datum otvaranja	03.07.2024.
Kupac		Datum raspisa	10.07.2024.
<p style="margin: 0;">Greške</p> <p style="margin: 0;">Napomena Ra 0 22 - br.4 - nakon dorade - SPM - MALIŠ KARLO, 13.08.2024 18:28</p>			

Kom.	Operacija	Radnik / kontrolor	Datum obrade	Razlog	Razlog napomena	Odgovorna osoba

Slika 61. Kontrolna karta za X06625-10-MLD-1

QRS listu šalje naručitelj, a u njoj su strogo zadane dimenzije određenih dijelova kalupa. Svaki kalup iz serije ima svoju QRS listu. Rabi se samo QRS lista koja odgovara rednom broju kalupa koji je nasumično odabran za kontrolu.

Dimension	Value	Unit	Tolerance
A	168.04	mm	(168.02 +0.1/-0.1)
B		0/1	(0 +0/-0)
C		mm	(0 +0/-0)
D	69.1	mm	(69.06 +0.05/-0.05)
E	29.78	mm	(29.78 +0.05/-0)
F	108.12	mm	(108.11 +0.05/-0)
G	112.51	mm	(112.56 +0.05/-0.05)
H	312.42	mm	(312.39 +0.1/-0.1)
I	50.84	mm	(50.83 +0.03/-0.03)
J	1	0/1	(31.577 +0.013/-0.013)
K	1	0/1	(85.7 +0.03/-0.03)
L	0.26	mm	(0.26 +0.02/-0.02)
L1	0.14	mm	(0.13 +0.02/-0.02)
M	261.56	mm	(261.56 +0.05/-0.05)
N1		mm	(0 +0/-0)
N2	13.48	0/1	(13.49 +0.02/-0.02)
O	157.03	mm	(157 +0.1/-0.1)
P	109.6	mm	(109.58 +0.05/-0.05)
R	212.81	mm	(212.8 +0.1/-0.1)

Dimension	1	2	3
N1	(16)	(16)	(16)
N2	(16)	(16)	(16)
	(16)	(16)	(16)

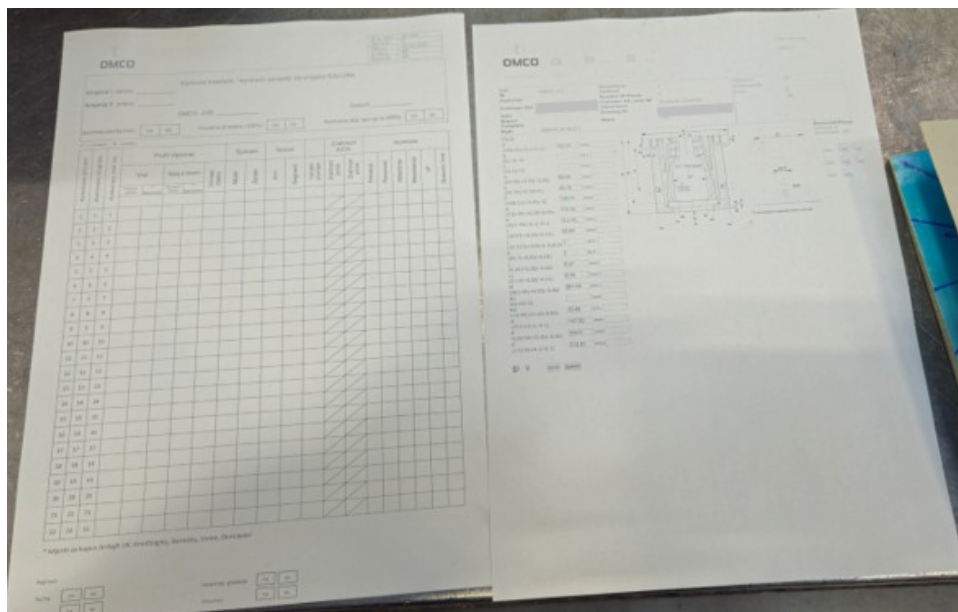
Slika 62. QRS lista za X06625-10-MLD-1

Potrebno je ispisati QRS listu zajedno sa svom tehničkom dokumentacijom za taj nalog. Završna kontrola rabi posebne ormare u koje se sprema sva tehnička dokumentacija za svaki nalog. Radi boljeg snalaženja u ormaru, svaki nalog ima svoju označenu mapu.



Slika 63. Ormar i mapa s tehničkom dokumentacijom

Uz QRS listu i tehničku dokumentaciju, također se rabi kontrolni obrazac za pregled kalupa. Rabi se zbog njihove osobne kontrole. Na njega se pišu napomene i vrijednosti koje se dobiju tijekom mjerenja kalupa. Kasnije se pomoću njega sastavlja reklamacijska lista.



Slika 64. QRS lista i kontrolni obrazac za pregled kalupa

Nakon što se prikupi sva potrebna dokumentacija može se početi s mjerenjem. Na slici 65 vidi se kako svaki kalup na sebi ima redni broj kalupa i oznaku QRS liste. Oznaka 3 predstavlja redni broj u sustavu pod kojim se nalazi njegova QRS lista.



Slika 65. Redni broj kalupa i oznaka kalupa u QRS-u

U prvom koraku pomoću pomičnog mjerila provjeravaju se sve kote s QRS liste, počevši od kote A pa sve do kote R. Ako neke kote nisu zadane u QRS listi, ne treba ih mjeriti.

check			
A	(168.02 +0.1/-0.1)	168.04	mm
B	(0 +0/-0)		0/1
C	(0 +0/-0)		mm
D	(69.06 +0.05/-0.05)	69.1	mm
E	(29.78 +0.05/-0)	29.78	mm
F	(108.11 +0.05/-0)	108.12	mm
G	(112.56 +0.05/-0.05)	112.51	mm
H	(312.39 +0.1/-0.1)	312.42	mm
I	(50.83 +0.03/-0.03)	50.84	mm
J	(31.577 +0.013/-0.013)	1	0/1

Slika 66. QRS lista prije mjerenja

Zatim se sve izmjerene vrijednosti upišu u QRS listu. Uneseni podaci moraju se usporediti s onima koje je zadao kupac. Ako se vrijednosti ne poklapaju, to se mora unijeti u reklamacijsku listu.

check			
A	(168.02 +0.1/-0.1)	168.04	mm 168
B	(0 +0/-0)		0/1 /
C	(0 +0/-0)		mm /
D	(69.06 +0.05/-0.05)	69.06	mm 69,13
E	(29.78 +0.05/-0)	29.78	mm 29,76
F	(108.11 +0.05/-0)	108.11	mm 108,07
G	(112.56 +0.05/-0.05)	112.52	mm 112,48
H	(312.39 +0.1/-0.1)	312.42	mm 312,36
I	(50.83 +0.03/-0.03)	50.84	mm 50,82
J	(31.577 +0.013/-0.013)	1	0/1 OK

Slika 67. QRS lista nakon mjerenja

Nakon što se ispuni QRS lista, uzima se kontrolni obrazac za pregled kalupa. U njega se upisuju izmjerene vrijednosti iz QRS liste za svaki dio kalupa. Također se upisuju tolerancije koje se nalaze na tehničkom crtežu.

Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)	1. Profil (fazona)				2. Špilram		3. Nosač		4. Zračnost K/DK			5. Kontrola						
			Vrat		Spoj s dnom		Cilindar (tijelo)	Muški	Ženski	Arm	Segment	Vanjski promjer	Zračnost spoja	Zračnost ploče	Poliranje	Poroznost	Oštećenja	Metalizacija	VF	Gravura i kod
			Pomoćno mjenilo	Mikrometar	Pomoćno mjenilo	Mikrometar														
			29,78	108,11	11307	1902	1902	6906	10938	16802	002	011								

Slika 68. Dijelovi kalupa koji se kontroliraju

Zatim se kontroliraju brojevi napisani kredom i brojevi koji stoje na gravuri kalupa. Upisuju se u kontrolni obrazac za pregled kalupa od broja 99 do 93. Kvačicom se označavaju redni brojevi kod kojih se poklapa broj na kalupu i broj ispisan kredom. Kalup koji je označen oznakom BB suvišan je. Koristi se u slučaju da se neki od prethodnih kalupa oštete ili nisu izrađeni po zadanim tolerancijama. Potrebno ga je prethodno samo izgravirati.

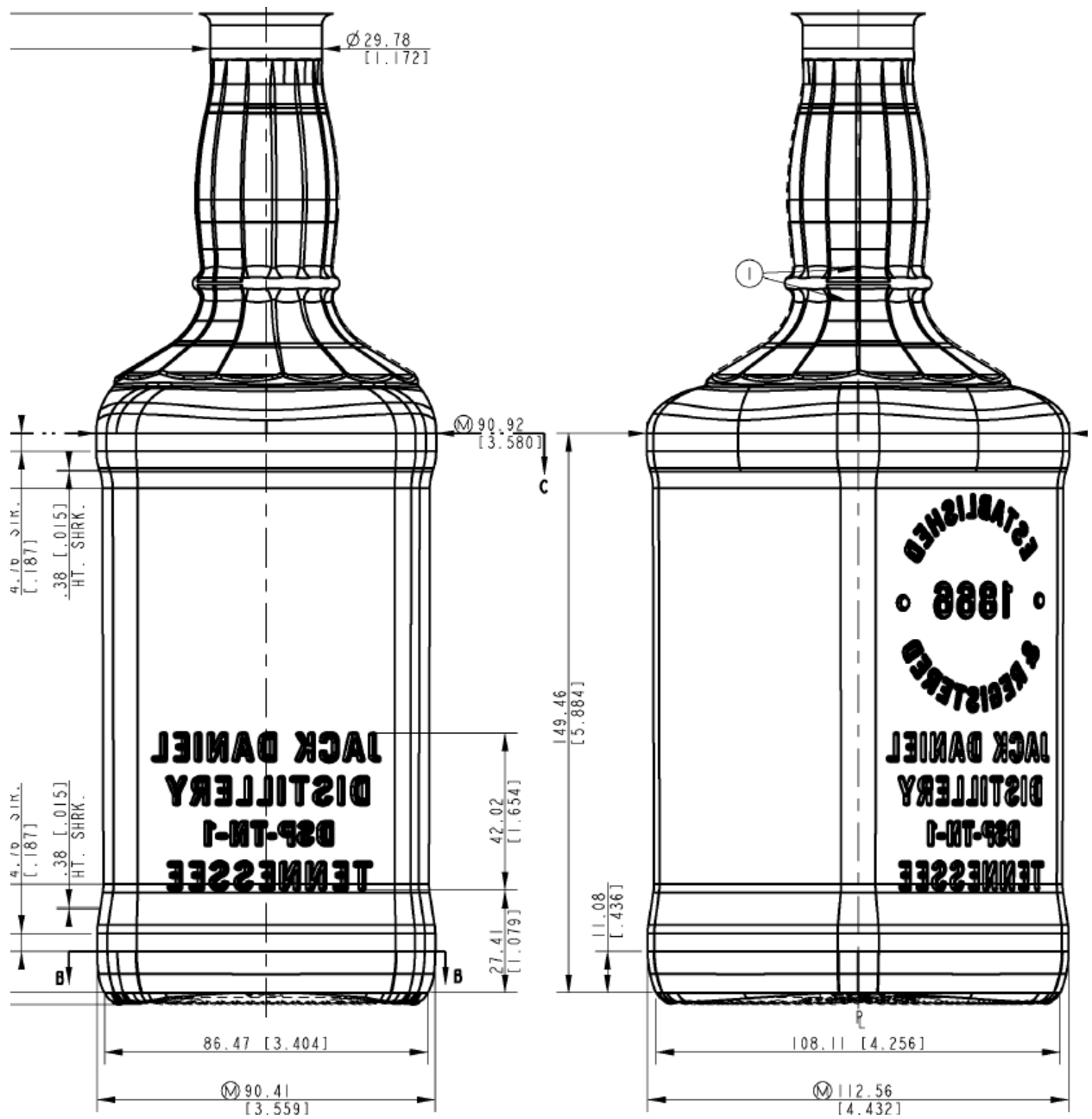
Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)
99 ✓	1	1
98 ✓	2	2
97 ✓	3	3
96 ✓	4	4
95 ✓	5	5
94 ✓	6	6
93 ✓	7	7
BB ✓	8	8

Slika 69. Kontrola poklapanja brojeva ispisanih kredom i onih na kalupu

Nasumičnim odabirom odabran je kalup br. 97 – na njemu je potrebno izmjeriti sve dijelove, od profila (1.) do zračnosti (5.). Prvo se mjeri širina unutarnje stijenke kalupa u vratu. Mjerenje se izvodi pomičnim mjerilom. Treba obratiti pozornost na to da se na izmjerenu vrijednost uračuna i tolerancija te se ukupna dobivena vrijednost unosi u tablicu. Isti se postupak primjenjuje za mjerenje širine unutarnje stijenke kalupa u spoju s dnom. Nakon što se mjere unesu u tablicu, potrebno je te dvije kote precrtati na nacrtu.

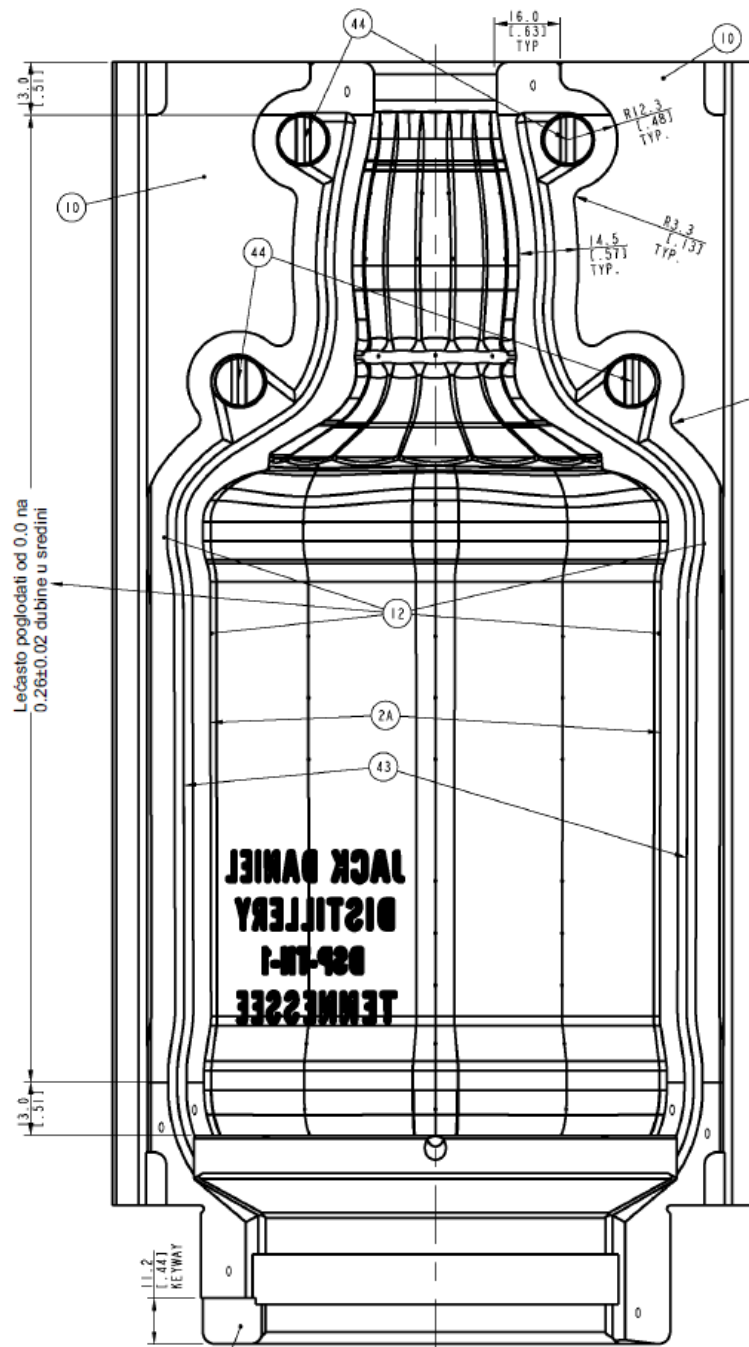
Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)	Profil (fazona)			
			Vrat		Spoj s dnom	
			Pomično mjerilo	Mikrometar	Pomično mjerilo	Mikrometar
			+0,05		+0,05	
			29,78		108,11	
99 ✓	1	1				
98 ✓	2	2				
97 ✓	3	3	29,76		108,07	
96 ✓	4	4				
95 ✓	5	5				
94 ✓	6	6				
93 ✓	7	7				
92 ✓	8	8				

Slika 70. Unos izmjerenih mjera unutarnje stijenke kalupa u tablicu



Slika 71. Mjere unutarnje stijenske kalupa na tehničkom crtežu

Drugi korak služi za mjerenje dubine špilrama na muškoj i ženskoj polovici. Naziv „špilram“ rabi se kao drugi naziv za lećasti i ravni zazor. Lećasti zazor dobio je ime zbog toga što ima oblik leće. Počinje s 0 mm te se u sredini spušta na neku određenu dubinu, a na kraju se opet vraća na početnu visinu od 0 mm. Kod ovog kalupa na muškoj polovici nalazi se lećasti zazor koji kreće od 0 mm na početku te se u sredini spušta na dubinu od $0.26 \text{ mm} \pm 0.02 \text{ mm}$, a na kraju se opet vraća na početnu visinu od 0 mm. Površina lećastog zazora nalazi se s objiju strana vakuum kanala.



Slika 72. Tehnički crtež M.P kalupa



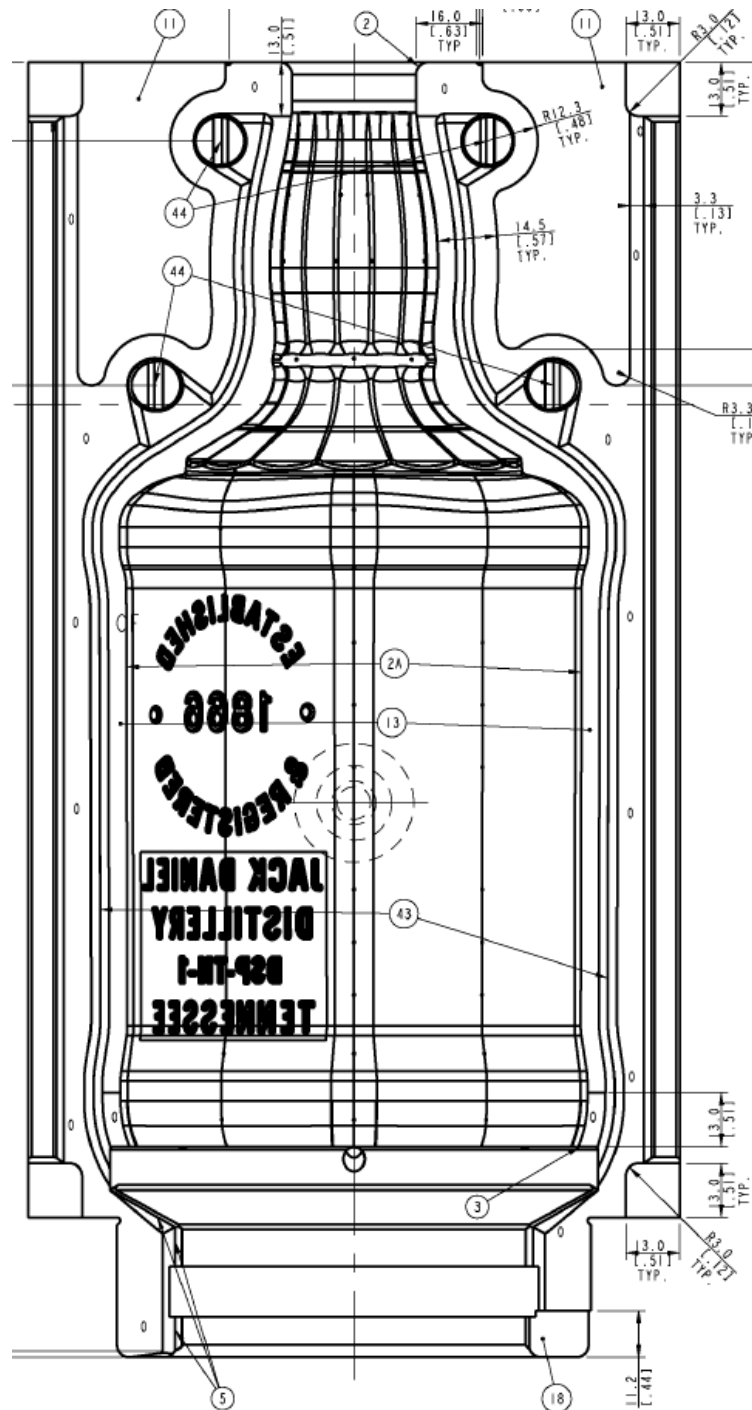
Slika 73. Prikaz M.P kalupa s lećastim zazorom

Postupak mjerenja provodi se mjernom urom koja je postavljena na horizontalnu letvu. Pomicanjem letve gore-dolje po kalupu kontrolira se otklon kazaljke koja pokazuje dubinu zazora.

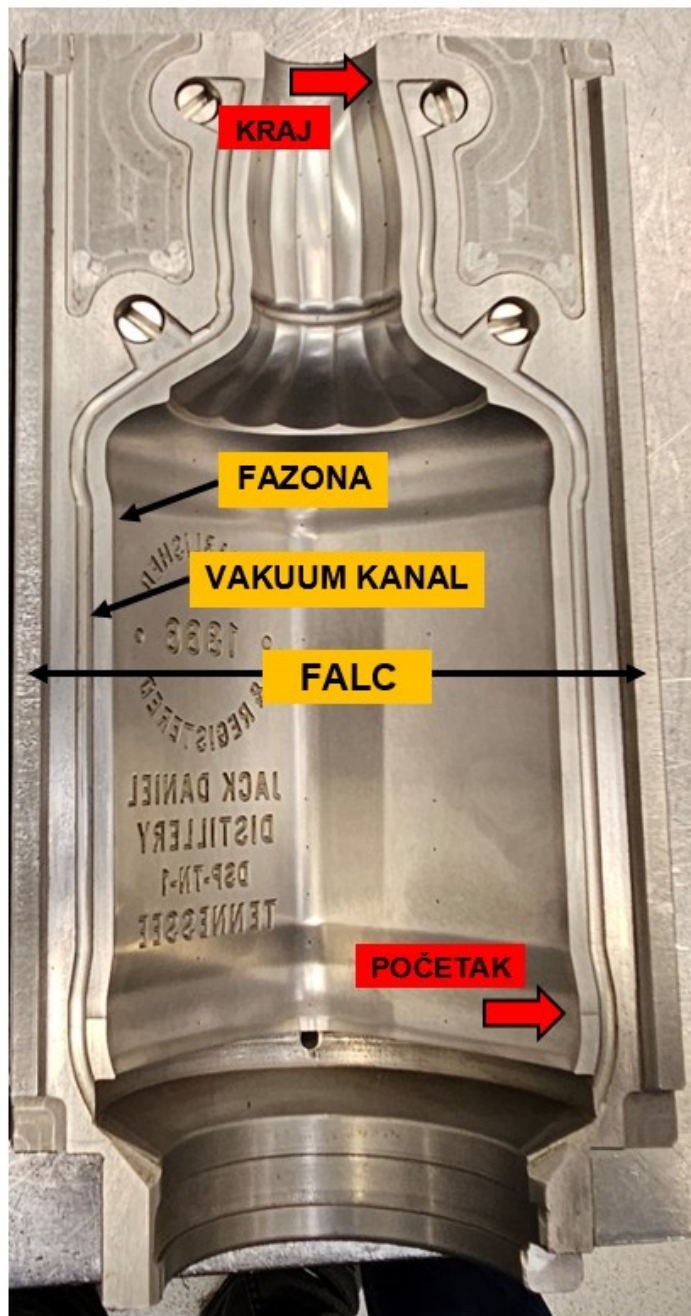


Slika 74. Mjerenje lećastog zazora na M.P

Ženska polovica kalupa također ima zazor na sebi, samo što se ovaj put radi o ravnom zazoru. Njegova je karakteristika da je na svim mjestima jednake dubine, u ovom slučaju $0.13 \text{ mm} \pm 0.02 \text{ mm}$. Za mjerenje se također rabi mjerna ura. Površina ravnog zazora nalazi se između vakuum kanala i unutarnje stijenke kalupa. Treba obratiti pozornost na to da se tijekom obrade ne pređe preko vakuum kanala jer može doći do oštećenja falca i površine preko vakuum kanala koja se nalazi na 0 mm.



Slika 75. Tehnički crtež Ž.P kalupa



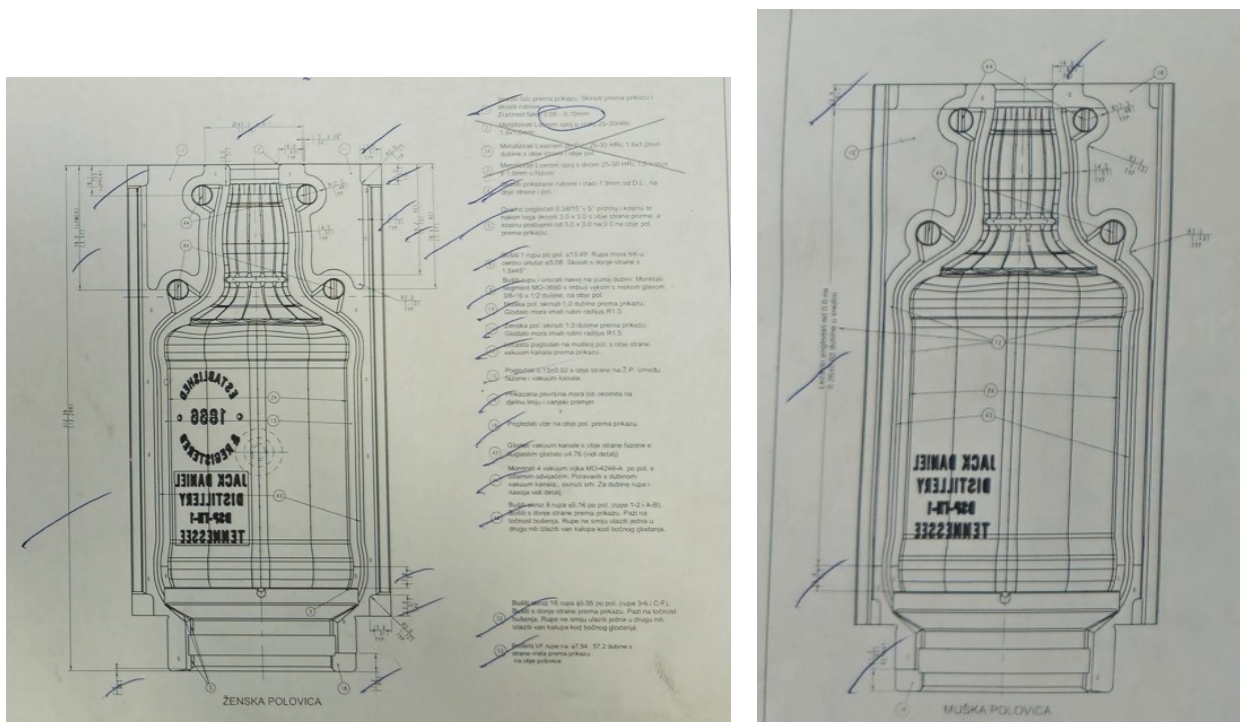
Slika 76. Prikaz Ž.P kalupa s ravnim zazorom

Izmjereni podaci na muškoj i ženskoj polovici upisuju se u kontrolni obrazac za pregled kalupa pod rednim brojem komada koji je nasumično odabran za kontrolu. Također je potrebno precrtati kote i napomene na tehničkom crtežu.

✓ - u kontroli		○ - bošano		Profil (fazona)				Špilram	
Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)	Vrat		Spoj s dnom		Cilindar (tijelo)	Muški	Ženiški
			Pomoćno mjerilo	Mikrometar	Pomoćno mjerilo	Mikrometar			
			29,78	108,11	11307	926			
99 ✓	1	1							
98 ✓	2	2							
97 ✓	3	3	29,76	109,07	11308	025	014		
96 ✓	4	4							
95 ✓	5	5							
94 ✓	6	6							
93 ✓	7	7							
92 ✓	8	8							

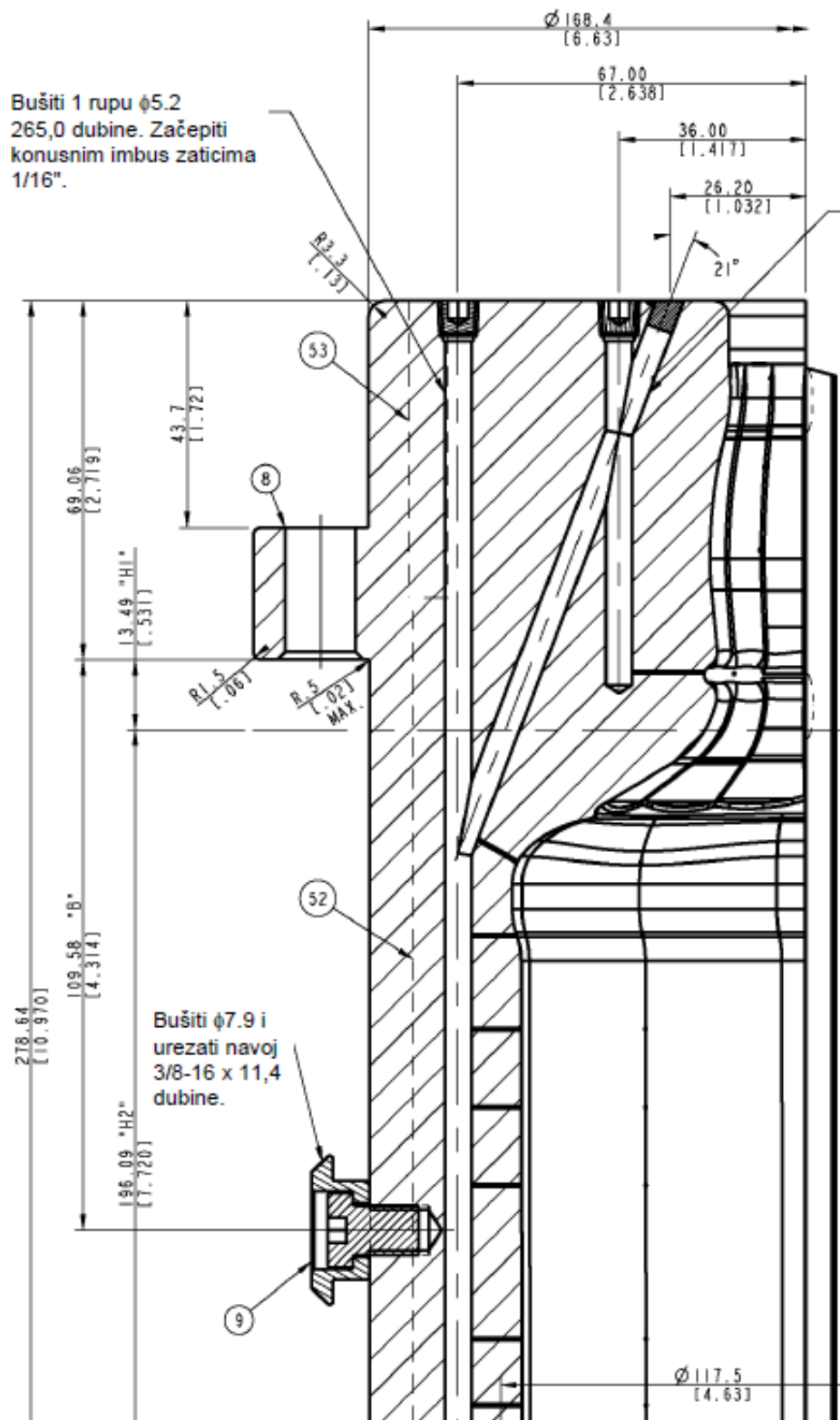
Slika 77. Unos izmjerenih dubina zazora na muškoj i ženskoj polovici

Istovremeno se na tom tehničkom crtežu mjere i precrtavaju ostale kote i napomene koje nisu navedene u kontrolnom obrascu za pregled kalupa. Tako se štedi na vremenu jer više nema potrebe za vraćanjem na taj tehnički crtež.

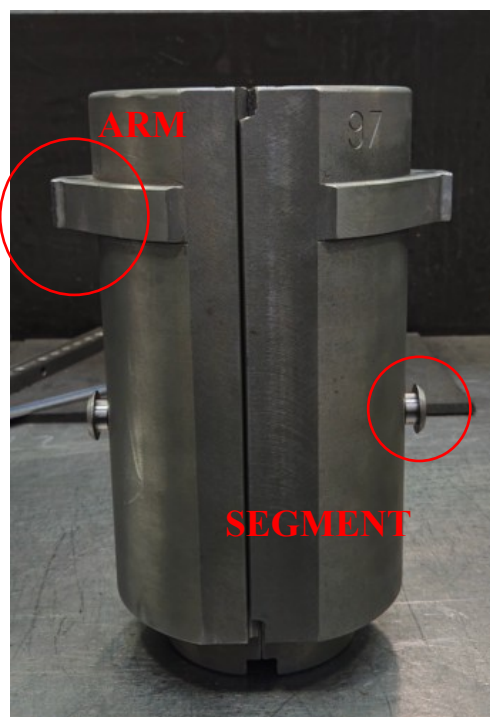


Slika 78. Precrtavanje ostalih kota i napomena na tehničkom crtežu

U trećem koraku kontrolira se dimenzija nosača. Nosač se sastoji od arma i segmenta. Prije nego što se počne s mjerenjem, potrebno je spojiti mušku i žensku polovicu kalupa te postaviti kalup u vertikalni položaj.



Slika 79. Tehnički crtež arma i segmenta



Slika 80. Prikaz arma i segmenta na kalupu

Arm se mjeri pomoću posebnog dubinomjera s kukom. Mjerenjem se dobije da se nalazi na 69.13 mm od vrha kalupa. Rabi se za transport kalupa s jednoga mjesta na drugo tijekom proizvodnje stakla.



Slika 81. Mjerenje arma

Segment se mjeri pomičnim mjerilom koje ima raspon mjerenja do 300 mm. Rabi se jer je njime lakše izmjeriti visinu segmenta. Dobije se udaljenost 109.5 mm od vrha kalupa. Tim istim pomičnim mjerilom izmjeri se i vanjski promjer kalupa, koji iznosi 168 mm. Zatim se sve izmjerene mjere za arm, segment i vanjski promjer upisuju u kontrolni obrazac za pregled kalupa.

		Profil (fazona)				Špilram			Noslač		
Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Vrat		Spoj s dnom		Cilindar (tijelo)	Muški	Ženski	Arm	Segment	Vanjski promjer
		Pomično mjerilo	Mikrometar	Pomično mjerilo	Mikrometar						
		+0,05		+0,05							
		23,78		108,11		113,07	0,26	0,13	0,306	103,38	168,02
99 ✓	1										
98 ✓	2										
97 ✓	3	23,76		108,07		113,08	0,25	0,14	0,313	103,50	168
96 ✓	4										
95 ✓	5										
94 ✓	6										
93 ✓	7										
92 ✓	8										
91 ✓	9										

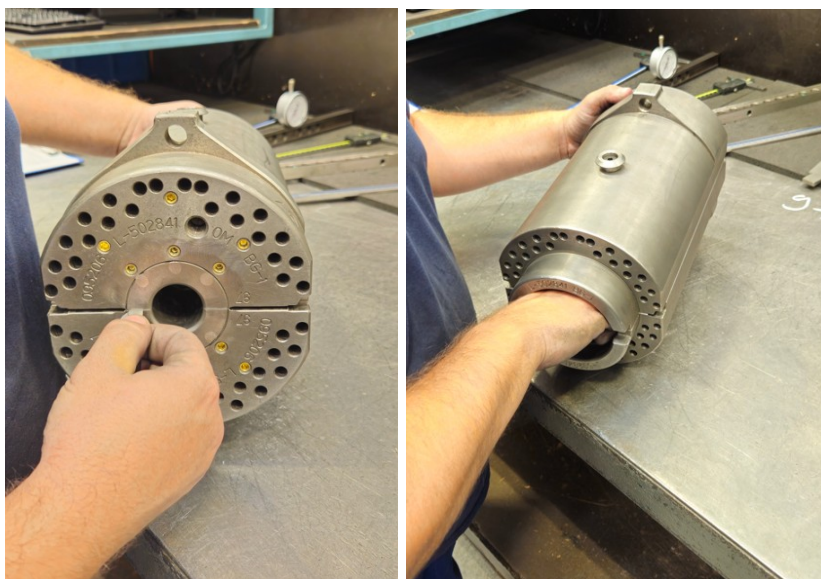
Slika 82. Unos izmjerenih mjera za arm, segment i vanjski promjer

Četvrti korak služi za kontrolu zračnosti kalupa i dna kalupa. Prvo se kontrolira zračnost samog kalupa bez dna. Zračnost se mjeri listićima debljine od 0.03 mm do 1 mm.



Slika 83. Listići za mjerenje zračnosti

Potrebno je spojiti mušku i žensku polovicu. Tako spojene polovice kalupa stavljaju se u horizontalan položaj kako bi kalup bio što stabilniji tijekom mjerenja. Kako gornja polovica stvara pritiska na donju, tako se dobije savršeni spoj na unutarnjoj stijenci kalupa. Zatim se na to mjesto, gdje se spajaju muška i ženska unutarnja stijenska, na kalupu guraju listići određene debljine. Kada se dođe do listića koji odgovara zračnosti unutarnje stijenske, on mora bez velike sile ulaziti u taj međuprostor. Isti postupak primjenjuje se i na dnu unutarnje stijenske kalupa.



Slika 84. Mjerenje zračnosti unutarnje stijenske na grlu i prizmi

Slijedi kontrola zračnost na dnu kalupa. Prije mjerenja u prostoru završne kontrole potrebno je naći pripadajuća dna za tu seriju kalupa. Njih se ne treba kontrolirati zato što se to obavlja u dijelu završne kontrole koji kontrolira samo dna kalupa.



Slika 85. Dno kalupa

U ovoj seriji nalazi se 7 kalupa, pa se tako na paleti mora nalaziti i 7 dna kalupa. Svako dno na sebi ima gravirani redni broj koji se mora poklapati s brojem na kalupu.



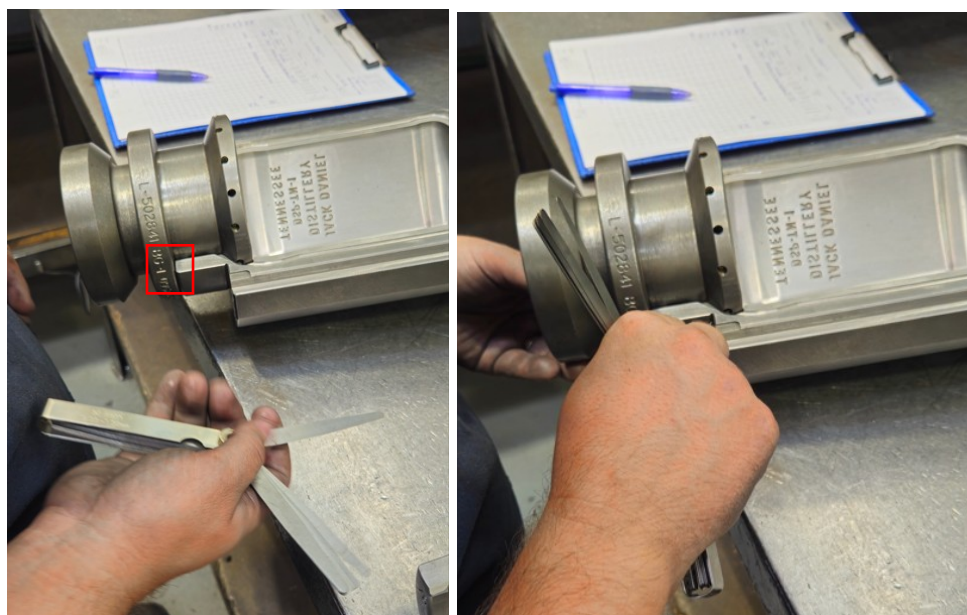
Slika 86. Izgled dna kalupa

Kalupi se nalaze u vodoravnom položaju te se moraju rasklopiti i u njih se trebaju staviti njihova pripadajuća dna.



Slika 87. Sklop kalupa i dna

Zatim se pomoću listića mjeri zračnost između kalupa i dna. Kada se dođe do listića koji odgovara zračnosti između kalupa i dna, on mora bez primjene velike sile ulaziti u taj međuprostor.



Slika 88. Mjerenje zračnosti između kalupa i dna

Potom se dobiveni podaci upisuju u kontrolni obrazac za pregled kalupa.

Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)	Profil (fazona)				Špilram			Noslač		Zračnost K/DK			
			Vrat		Spoj s dnom		Cilindar (tijelo)	Muški	Ženski	Arm	Segment	Vanjski promjer	Zračnost spoja	Zračnost ploče	
			Pomoćno mjerilo	Mikrometar	Pomoćno mjerilo	Mikrometar									
			$\pm 0,05$		$\pm 0,05$		11307	026	013	6306	10938	16802	002	011	013
99 ✓	1	1	29,78		108,11										
98 ✓	2	2													
97 ✓	3	3	29,76		109,07		11308	025	014	6313	10950	168	003	025	
96 ✓	4	4													
95 ✓	5	5													
94 ✓	6	6													
93 ✓	7	7													
92 ✓	8	8													

Slika 89. Unos izmjerene zračnosti između kalupa i dna

Kada se završi četvrti korak, slijedi vizualna kontrola kalupa. Ona se obavlja na svim kalupima. Izvodi se tako da se odvoji muška i ženska polovica kalupa. Polovice se stavljaju u horizontalan položaj. Iz kalupa se ukloni njegovo pripadajuće dno, a zatim se pomoću kompresora uklone preostale čestice materijala s unutarnje stijenke, svih utora i rupa koje su se nakupile tijekom ručne obrade.

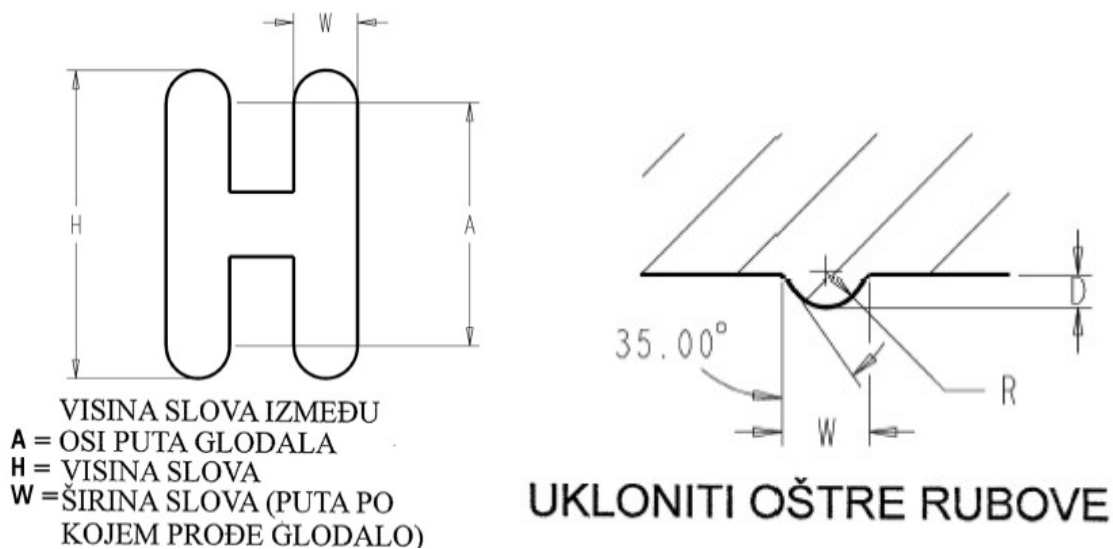


Slika 90. Vizualna kontrola kalupa

Vizualna kontrola gravure radi se kako bi se utvrdilo postoji li poroznost na mjestu gravure i nedostaje li možda koje slovo na gravuri. Uz to, kontrolira se imaju li slova na gravuri male radijuse na sebi. Zbog svoje veličine nemoguće ih je izmjeriti, ali moguće ih je detektirati vizualnom kontrolom. Ti radijusi imaju funkciju da se prilikom izrade boce slova ne trgaju zbog oštih rubova na gravuri.



Slika 91. Vizualna kontrola gravure



ref. veličina A	H	D	W
3.0	4.05	0.17/0.25	1.05

Slika 92. Tehnički crtež gravure

Na donjoj strani kalupa također postoji gravura kod koje treba obratiti pozornost na to da su ugravirana sva slova i brojevi. Ako nešto slučajno nedostaje, potrebno je upisati u reklamacijsku listu kako bi se te pogreške uklonile.



Slika 93. Vizualna kontrola gravure na donjoj strani kalupa

Zatim slijedi mjerenje dubine gravure pomoću mjerne ure na koju se montira šiljasti vrh kako bi se mjerenje moglo pravilno izvesti jer se klasičnim vrhom ne može ući u gravuru slova.



Slika 94. Mjerenje dubine gravure

Zatim se vizualno kontrolira unutarnja stijenka na svim kalupima. Na kalupu br. 94 uočeno je oštećenje na grlu unutarnje stijenke. Markerom se označi mjesto oštećenja. Vrsta oštećenja i broj kalupa na kojem je otkriveno oštećenje zabilježi se u kontrolni obrazac za pregled kalupa.



Slika 95. Oštećenje na grlu unutarnje stijenke

Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)	Profil (fazona)				Špilram		Noslač		Zračnost K/DK		Poliranje	Poroznost	Oštećenja		
			Vrat		Spoj s dnom		Cilindar (tijelo)	Muški	Ženski	Arm	Segment	Vanjski promjer				Zračnost spoja	Zračnost ploče
			Pomoćno mjerilo	Mikrometar	Pomoćno mjerilo	Mikrometar											
			$\pm 0,05$		$\pm 0,05$		10,02	10,02				0,02 - 0,11					
			23,78		108,11	113,07	0,26	0,13	63,06	109,53	168,02	0,11 - 0,15					
99 ✓	1	1															
98 ✓	2	2															
97 ✓	3	3	23,76		108,07	113,08	0,25	0,14	63,13	109,50	168	0,03 - 0,25					
96 ✓	4	4															
95 ✓	5	5															
94 ✓	6	6													(X)		
93 ✓	7	7															
92 ✓	8	8															
91 ✓	9	9															

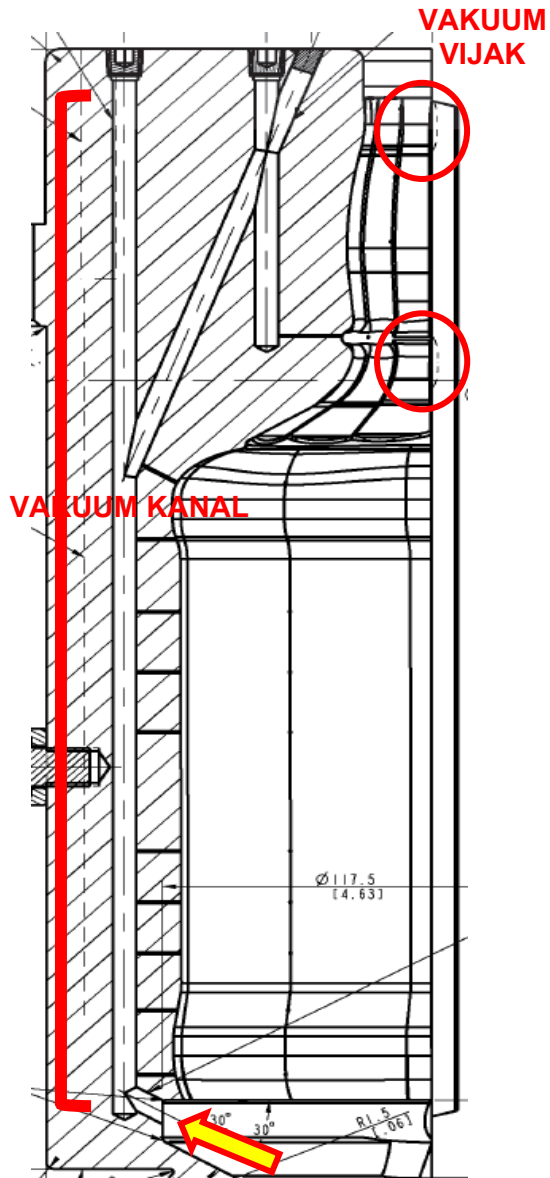
Slika 96. Unos oštećenja u kontrolni obrazac

Zatim se vizualno kontroliraju rupe za hlađenje i vakuum rupe. Kontrolom se želi utvrditi jesu li izbušene sve rupe kao što je prikazano na tehničkom crtežu.



Slika 97. Prikaz vakuum rupa i rupa za hlađenje

Što se tiče vakuum vijka, rade ga kooperanti, a u tvrtki Omco Croatia d.o.o. samo ih montiraju. Kontrola se obavlja tako da se u ulaz u vakuum kanal pusti zrak, a na izlaz, gdje je vijak, stavi se prst. Kada se kanal napuni zrakom, ne smije puštati zrak na vijku, nego vijak mora vraćati zrak kroz ulaz u vakuum kanal.



Slika 98. Tehnički crtež vakuum vijka i postupak kontrole

Također se kontrolira jesu li određene rupe začepljene odgovarajućim zaticima. Zatici su standardizirani pa se ne kontroliraju. Potrebno je obratiti pozornost na to od kojega su materijala (mesing ili gus).



Slika 99. Kontrola zatika

Pipe Thread Data

The table below lists standard pipe sizes along with the actual D.D. and I.D. for each size. The nominal size of any pipe does not in fact refer to either the outside diameter (O.D.) or the inside diameter (I.D.) of the pipe. Actual size drawings of pipes from 1/16" to 3/4" are shown below. Note: Nominal Pipe Size, Pipe Size, and Pipe Tap Size all refer to an NPT thread.

Pipe Size	Threads Per Inch	Outside Diameter of Pipe	Inside Diameter of Pipe	Minimum Length of Thread	Tap Drill Size	E Thread Engagement
1/16	27	.312	.209	.14 (8.25mm)	.1564 (5.05mm)	.271
1/8	27	.405	.289	11/32 (8.73mm)	21/64 (8.33mm)	.273
1/4	18	.540	.384	7/16 (11.1mm)	27/64 (10.72mm)	.395
3/8	18	.675	.493	9/16 (14.29mm)	9/16 (14.29mm)	.407
1/2	14	.840	.622	49/64 (17.59mm)	11/16 (17.46mm)	.534
3/4	14	1.050	.784	29/32 (22.0mm)	57/64 (22.53mm)	.553
1	11-1/2	1.315	1.049	1-9/64 (23.97mm)	1-9/64 (23.97mm)	.681
1 1/4	11-1/2	1.660	1.382	1-31/64 (37.7mm)	1-15/32 (37.3mm)	.681
1 1/2	11-1/2	1.900	1.610	1-23/32 (43.69mm)	1-45/64 (43.29mm)	.681
2	11-1/2	2.375	2.067	2-3/16 (65.5mm)	2-11/64 (55.17mm)	.687

The Thread Engagement column ("E") can be used to determine the length of the component required to properly assemble when fully tightened. The drawing to the right illustrates this measurement.

Pipe Plugs

Konusni imbus zatici

M Brass, Alloy Steel, and Stainless Steel

Pipe Thread Size	Material	Steel Cat. #	Stainless Cat. #	Plug Height	Oversize Height
1/16	BR08	ST08	SS08	.25 (6.35mm)	.31
1/8	BR12	ST12	SS12	.25 (6.35mm)	.31
1/4	BR25	ST25	SS25	.40 (10.16mm)	.43
3/8	BR37	ST37	SS37	.42 (10.67mm)	.50
1/2	BR50	ST50	SS50	.53 (13.40mm)	.56
3/4	BR75	ST75	SS75	.53 (13.40mm)	.62
1	BR100	ST100	SS100	.65 (16.51mm)	.75
1 1/4	BR125	ST125	-	.65 (16.51mm)	-
1 1/2	BR150	ST150	-	.65 (16.51mm)	-
2	BR200	ST200	-	.65 (16.51mm)	-

Standard Plugs are flush-type, 7/8" taper per foot.
 Oversize Plugs available with 3/4" taper per foot.
 To order oversize pipe plugs, add a "O" to the end of the catalog number. Ex. BR50-O

Metric Standard

M Brass and Alloy Steel

Pipe Thread Size	Material	Steel Cat. #
1/4 BSP	BR12-BSP	ST12-BSP
3/8 BSP	BR25-BSP	ST25-BSP
1/2 BSP	BR37-BSP	ST37-BSP
3/4 BSP	BR50-BSP	ST50-BSP
1 BSP	BR75-BSP	ST75-BSP

Heavy Duty Pipe Plug

M Brass

Pipe Thread Size	Brass Cat. #	Height
1/16	BRHC0A	.31
1/8	BRHC12	.31
1/4	BRHC25	.43
3/8	BRHC37	.50
1/2	BRHC50	.56
3/4	BRHC75	.62

The extra deep socket is stronger, and will not strip out.

Pipe Check

M Aluminum frame

Catalog Number	Description
PC-100	Pipe Thread Check

X06625-10-MLD-1
 Laskov: Tomislav Tepes Datum izdavanja: 09.07.2024. Datum revizije: X

Slika 100. Tehnička dokumentacija za zaticke

Vizualnom kontrolom utvrdilo se da je na kalupu BB zaboravljeno izbušiti jednu rupicu za hlađenje koja se nalazi na vratu unutarnje stijenke. Potrebno je markerom označiti mjesto gdje bi se ona trebala nalaziti. Ta pogreška mora se upisati u kontrolni obrazac za pregled kalupa.



Slika 101. Nedostaje rupica za hlađenje na vratu unutarnje stijenke

Sve rupe za hlađenje moraju biti prohodne. To znači da kroz njih mora nesmetano prolaziti zrak. Kod kalupa br. 95 utvrdilo se da je jedna rupica za hlađenje začepljena. Kontrola se provodi tako da se na ulaz u rupu stavi zračni pištolj od kompresora i pusti zrak u sustav. Na izlaz iz rupice stavi se prst i čeka se da se sustav napuni zrakom. Nakon toga ukloni se prst s rupice i provjeri izlazi li zrak iz sustava ili ne. Ako zrak ne izlazi iz rupe, to je znak da je rupica začepljena.

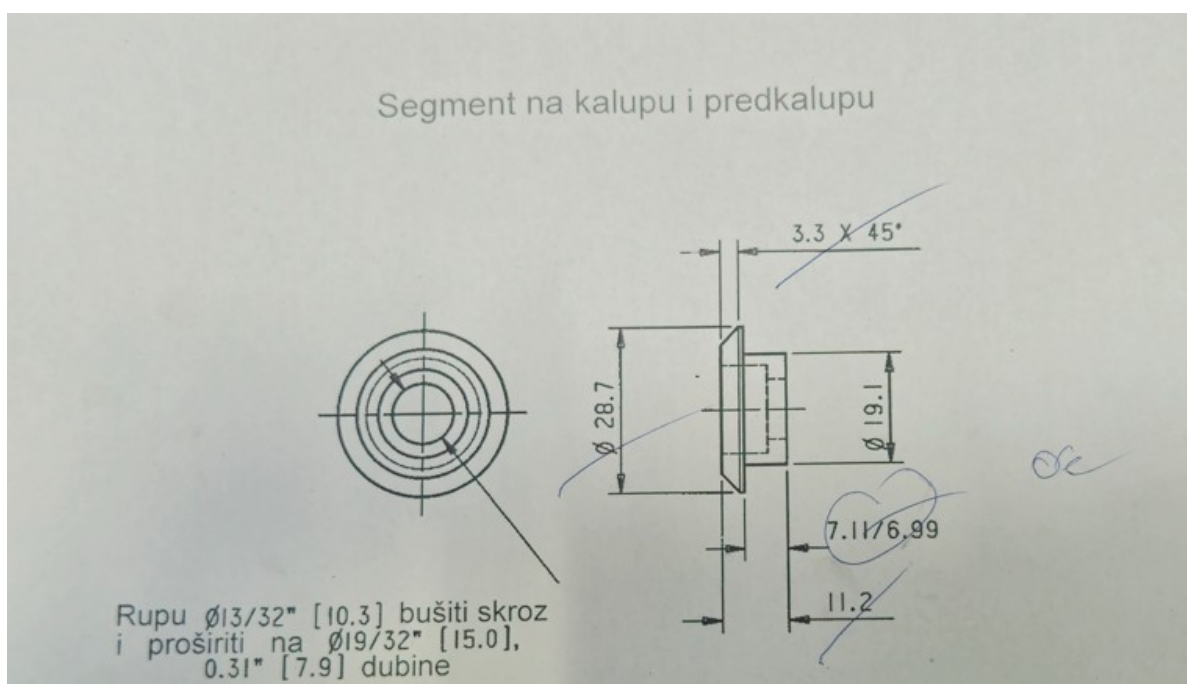


Slika 102. Začepljena rupica za hlađenje na dnu unutarnje stijenke

Slijedi postupak kontrole zračnosti segmenta. Obavlja se posebnim kalibrom za mjerenje zračnosti. Kalibar mora ulaziti između segmenta i tijela kalupa bez upotrebe sile.

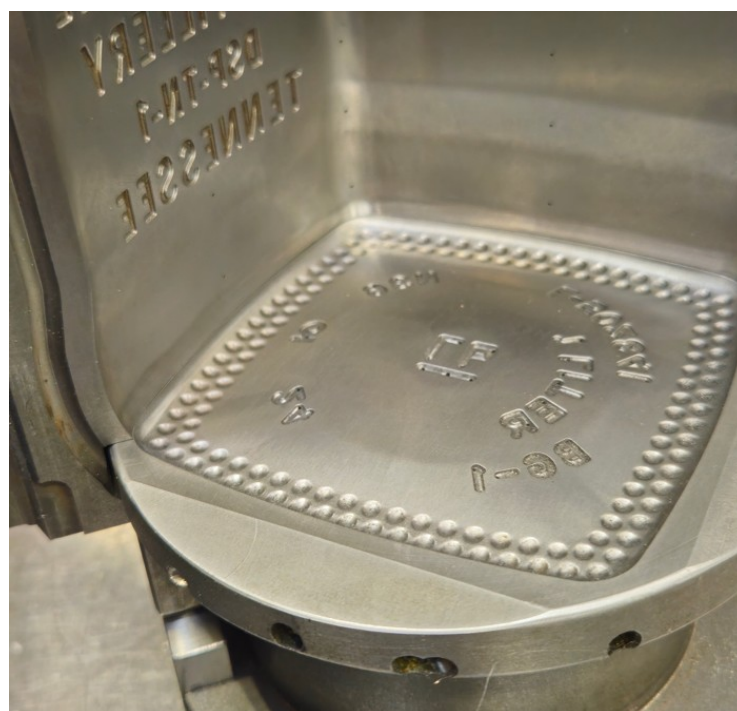


Slika 103. Kalibar za mjerenje zračnosti segmenta



Slika 104. Tehnički crtež segmenta

U posljednjoj fazi završne kontrole provjerava se spoj unutarnje stijenke kalupa i dna kalupa. To radi tako da se uzme jedna polovica kalupa i u nju se ubaci njezino pripadajuće dno. Sklop se postavi u vertikalni položaj te se prstom prođe po spoju unutarnje stijenke kalupa i dna kalupa. Time se želi utvrditi postoje li kakvi oštri rubovi na spoju i kakav je sam spoj.



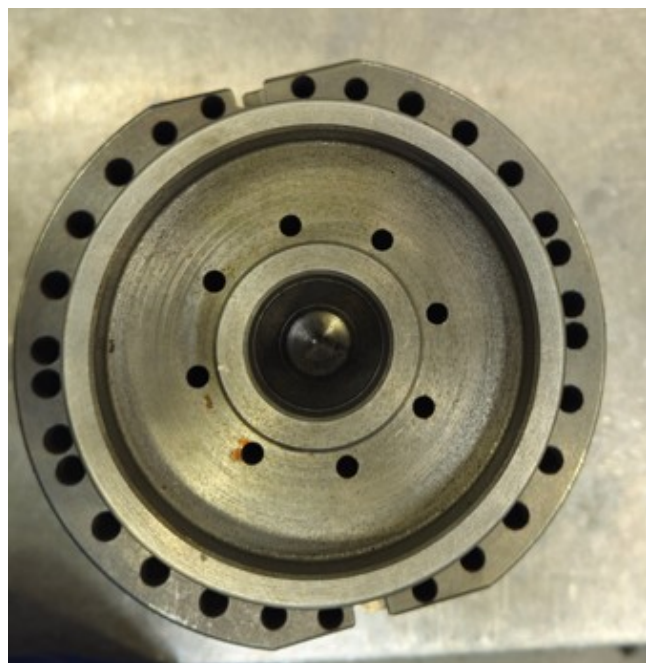
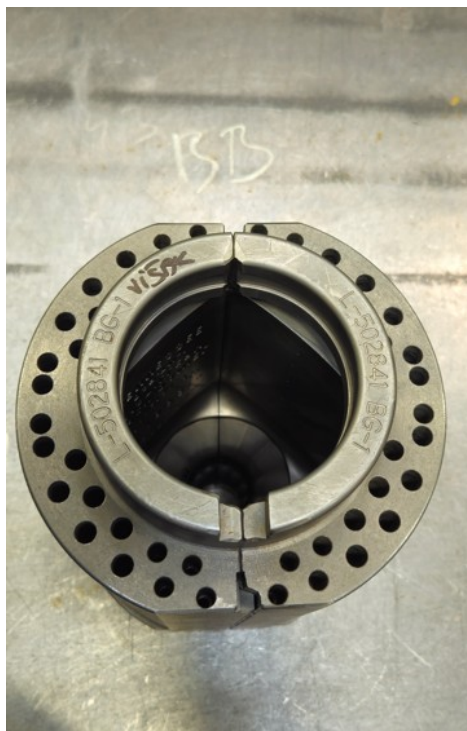
Slika 105. Vizualna kontrola spoja unutarnje stijenke kalupa i dna

Zatim se spoje obje polovice s dnom kalupa. Jednom rukom drži se kalup da se ne izmakne s arma, a drugom pomiče dno lijevo-desno. Tako se želi utvrditi kolika je zračnost između kalupa i dna.



Slika 106. Provjera zračnosti cijelog sklopa

Kada je kalup već spojen u cjelinu, može se provjeriti i ispravnost gravure na dnu. Potrebno je obratiti pozornost na to da slučajno ne nedostaje koje slovo. Također se redni broj na dnu mora poklapati s brojem na kalupu.



Slika 107. Vizualna kontrola donjeg dijela dna kalupa

Kada se završi provjera sklopa kalupa, završava i postupak završne kontrole. Potrebno je popuniti kontrolni obrazac za pregled kalupa te se pomoću njega sastavlja reklamacijska lista.

Broj dok: QF-004
Revizije: 5
Datum: 03.02.2021.
Izradio: AŽ
Odobrio: KA

OMCO

Smjena I, potpis: Konstelo Kontrola kvalitete - kontrolni obrazac za pregled KALUPA
Smjena II, potpis: _____

OMCO JOB: X06625-10 Datum: 16.08.

Kontrola završenosti: DA NE Vizualna provjera (100%): DA NE Kontrolna lista ispunjena (QRS): DA NE

✓ - u kontroli ○ - poslano

Kontrolirano (prvi dio)	Kontrolirano (drugi dio)	Kontrolirano (treći dio)	Profil (fazona)				Špilram		Nosač		Zračnost K/DK		Kontrola							
			Vrat		Spoj s dnom		Cilindar (tijelo)	Muški	Ženski	Arm	Segment	Vanjski promjer	Zračnost spoja	Zračnost ploče	Poliranje	Poroznost	Oštećenja	Metalizacija	VF	Gravura i kod
			Pomnožno mjerilo	Mikrometar	Pomnožno mjerilo	Mikrometar														
			23,78	108,11	11307	026	013	0306	10358	16802	002 011	011 015								
99 ✓	1	1																		
98 ✓	2	2																		
97 ✓	3	3	23,76	108,07	11308	025	014	0313	10350	168	003	025								
96 ✓	4	4																		
95 ✓	5	5																		(NE)
94 ✓	6	6																		(NE)
93 ✓	7	7																		
92 ✓	8	8																		(66 NE)
91	9	9																		

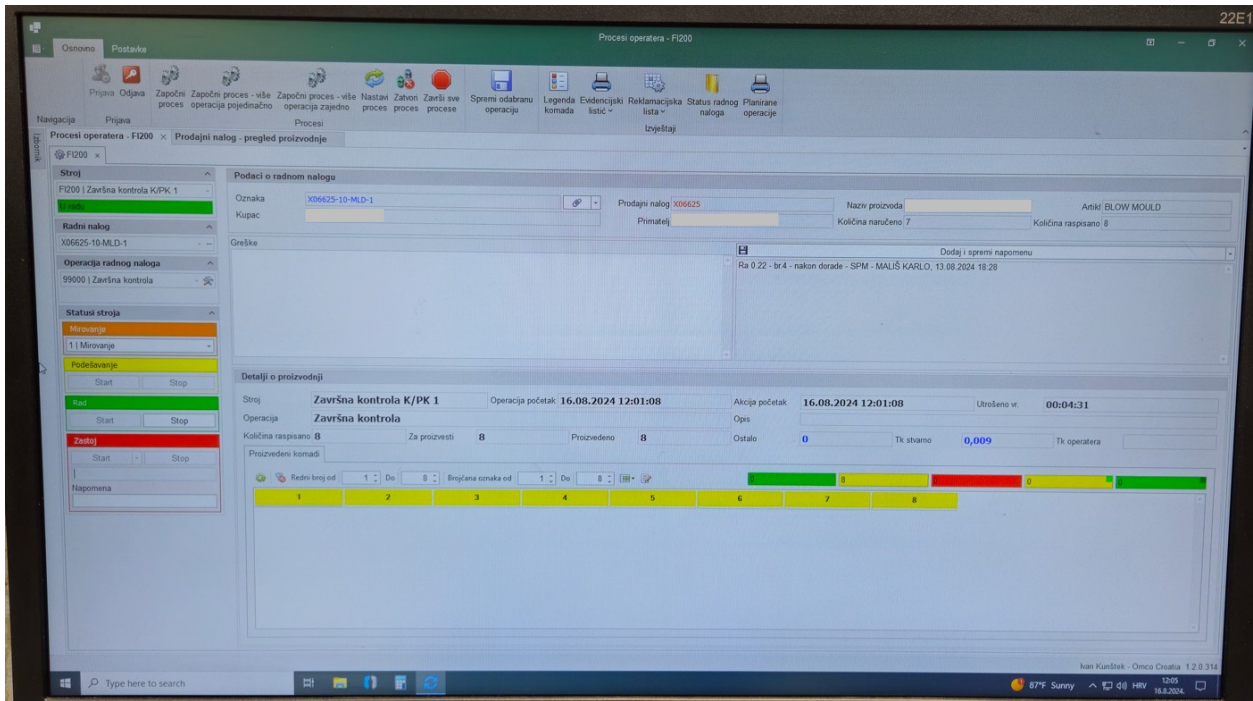
Popravci

Ručna: DA NF Tokarenje, glodanje: DA NF

Varenje: DA NF Volumen: DA NF

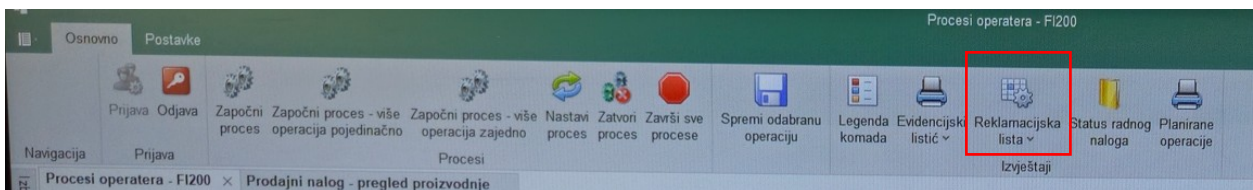
Slika 108. Izgled potpuno popunjenog kontrolnog obrasca za pregled kalupa

Potrebno je na računalu otvoriti proces za nalog X06625. Budući da svaka faza proizvodnje ima program za kontrolu procesa proizvodnje određenog naloga, tako i završna kontrola ima svoj. U njemu se vidi koliko je kalupa došlo na kontrolu i pogreške koje su navedene u kontrolnoj karti.



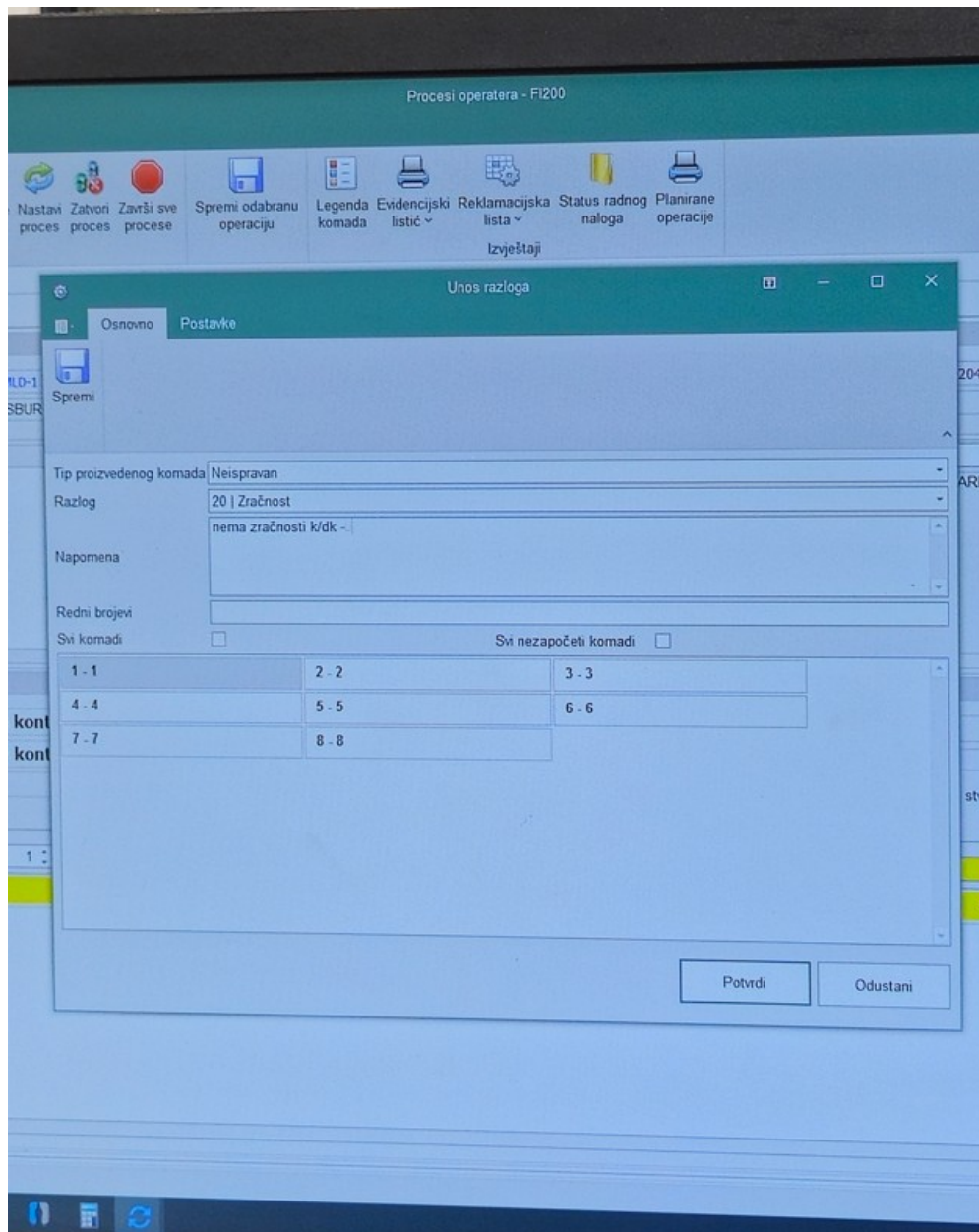
Slika 109. Otvaranje procesa za radni nalog X06625

Na alatnoj traci potrebno je naći grupu funkcija Izvještaj. U toj grupi nalazi se funkcija Reklamacijska lista, koju je potrebno otvoriti.



Slika 110. Otvaranje reklamacijske liste

Zatim se otvara novi prozor u koji se upisuju sve pogreške koje su utvrđene tijekom završne kontrole. Svaku pogrešku potrebno je pojedinačno upisivati u sustav.



Slika 111. Unos pogrešaka utvrđenih završnom kontrolom

Sve utvrđene pogreške upisuju se u reklamacijsku listu. Ona se ispisuje u dva primjerka. Jedan se primjerak stavlja u arhivu zajedno s ostalom tehničkom dokumentacijom, dok se drugi primjerak šalje s kalupima nazad u proizvodnju na popravak. Dokumentaciju za svaki nalog potrebno je čuvati minimalno tri godine kako se kupac slučajno ne bi naknadno žalio.

Reklamacijska lista - RL-7738

OMCO

RN	X06625-10-MLD- 1	X06625		BLOW MOULD
Završna kontrola				KUNŠTEK IVAN
Količina naručeno	7	Količina raspisano	8	Reklamirano 8
				Ispravno 0
				Ukupno 8
Prodajni nalog	X06625	Datum otvaranja	03.07.2024.	Datum raspisa 10.07.2024.
Kupac				

RB	Redni brojevi	Broj komada	Razlog	Napomena	Kontrolirao	Popravio
1.	5	1	Bušenje rupa	pročistiti m.r.	Kunštek I.	
2.	8	1	Neizvršena operacija	fali m.r.	Kunštek I.	
3.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8	Neizvršena operacija	zračnost falca 0,05-0,1	Kunštek I.	
4.	8	1	Ostalo	1 kom bb- višak	Kunštek I.	
5.	6	1	Oštećeno	oš	Kunštek I.	
6.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8	Poliranje/Dorada/Ručna	popraviti kosine na konusu prizme	Kunštek I.	
7.	1	1	Zračnost	nema zračnosti k/dk - utor za štift	Kunštek I.	

Napomena kontrolora
mj volumen

Vratio u kontrolu nakon popravka

1) Popravak ručne i dorade	Datum	Kontrolirano po reklamaciji
_____	_____	_____
2) Popravak na stroju	Datum	Datum: _____
_____	_____	_____

Slika 112. Izgled reklamacijske liste

Zatim se kalupi zajedno s njihovim pripadajućim dnom stavljaju na paletu. Na paleti s kalupima mora se nalaziti i reklamacijska lista na kojoj se nalaze svi nedostaci i pogreške utvrđene tijekom kontrole kalupa. Na kraju se sve zajedno transportira u određeni dio proizvodnje na popravak.



Slika 113. Transport kalupa na popravak

Nakon što se uklone sve nepravilnosti s kalupa, opet se vraćaju na završnu kontrolu. Potrebno ih je opet detaljno izmjeriti i pregledati. Ako se utvrdi da kalupi zadovoljavaju sve parametre, šalju se na pakiranje.

OMCO Reklamacijska lista - RL-7738

RN X06625-10-MLD- X06625 BLOW MOULD

Završna kontrola KUNŠTEK IVAN

Količina naručeno 7 Količina raspisano 8 Reklamirano 8 Ispravno 0 Ukupno 8

Prodajni nalog X06625 Datum otvaranja 03.07.2024. Datum raspisa 10.07.2024.

Kupac

RB	Re dni brojevi	Broj komada	Razlog	Napomena	Kontrolirao	Popravio
1.	5	1	Bušenje rupa	pročistiti m.r.	Kunštek I.	Kunštek I.
2.	5	1	Neizvršena operacija	fali m.r.	Kunštek I.	Kunštek I.
3.	5	8	Neizvršena operacija	zračnost falca 0,05-0,1	Kunštek I.	Kunštek I.
4.	8	1	Ostalo	1 kom bb- višak	Kunštek I.	Kunštek I.
5.	5	1	Oštećeno	oš	Kunštek I.	Kunštek I.
6.	5	8	Poliranje/Dorada/Ručna	popraviti kosine na konusu prizme	Kunštek I.	Kunštek I.
7.	5	1	Zračnost	nema zračnosti k/dk - ulož za štift	Kunštek I.	Kunštek I.

Napomena kontrolora
mj volumen vol ov, tj. tj.?

Vratio u kontrolu nakon popravka

1) Popravak ručne i dorade Datum 12.08. Kontrolirano po reklamaciji Kunštek I.

2) Popravak na stroju Datum 11.08. Datum 11.08. 7.08.2024

Slika 114. Izgled reklamacijske liste nakon popravka

Pakiranje je posljednja faza koju kalup mora proći prije nego što napusti tvornicu. Kada kalup konačno prođe sve faze proizvodnje i završne kontrole, dolazi u prostor za pakiranje. Tu se svaki tip kalupa stavlja u svoju kutiju, ovisno o tome koliko je komada u toj seriji. Ako je kutija veća od broja komada koje treba poslati, međuprostor se popuni polistirenom za pakiranje kako se kalupi ne bi mogli pomicati tijekom transporta.



Slika 115. Prostor za pakiranje



Slika 116. Polistiren za pakiranje

Kod pakiranja kalupa muška i ženska polovica moraju se spojiti te osigurati ljepljivom vrpcom kako se slučajno tijekom transporta polovice kalupa ne bi rasklopile te oštetile falc i unutarnju stijenku kalupa. Nakon što se kalupi pravilno osiguraju i poslože u kutije za transport, kutija se zatvori poklopcem i dodatno osigura plastičnim trakama.



Slika 117. Primjer pakiranja kalupa

ZAKLJUČAK

Cilj ovoga završnog rada bio je upoznati se s kontrolom kvalitete i njezinom primjenom u proizvodnji kalupa za staklo. Kontrola kvalitete jako je bitna za svako poduzeće ili tvrtku koja želi biti konkurenta na tržištu. Pomoću nje značajno se smanjuju troškovi i gubici, što naposljetku dovodi do kvalitetnijeg proizvoda. Praktični dio rada odvijao se u tvrtki koja je jedna od vodećih svjetskih tvrtki za proizvodnju kalupa za staklo. Analizom njihova procesa proizvodnje shvatio sam koliko zapravo faza mora proći sirovi komad da bi se naposljetku dobio gotov kalup za izradu stakla. Tu veliku ulogu imaju radnici, koji imaju višegodišnja iskustva u strojnoj obradi. Također, strojevi na kojima rade moraju biti što suvremeniji i univerzalniji. Pri samoj završnoj kontroli zadaća nam je bila da serija kalupa koje smo promatrali mora ispunjavati zahtjeve koje je naručitelj postavio. Izlaganjem kalupa raznim metodama mjerenja željelo se utvrditi zadovoljava li kalup sve mjere koje su na nacrtu. U tom periodu potrebno je biti fokusiran na mjerenje jer ako se što zaboravi ili se nešto pogrešno izmjeri, nema tko popraviti. Može se dogoditi da se pošalje neispravan kalup kupcu te se tako narušava ugled tvrtke, a istovremeno se stvaraju i dodatni troškovi za tvrtku. Svaka nađena pogreška treba se upisati u reklamacijsku listu te poslati u određenu fazu proizvodnje na popravak. Nakon provedenog popravak kalupi se opet šalju na završnu kontrolu kako bi se provjerilo jesu li sve pogreške uspješno i kvalitetno uklonjene. Ako kalupi tada zadovolje sve zahtjeve koje je kupac postavio, šalju se na pakiranje. Kod postupka pakiranja za svaki kalup postoji način na koji se pakira i osigurava tijekom transporta. Naposljetku se tako zapakirani kalupi šalju u sve dijelove svijeta. Budući da kalupi na početku prolaze složen proces proizvodnje i na kraju detaljnu završnu kontrolu, jako je važna kontrola kvalitete jer se u svakom trenutku može pojaviti neka pogreška koja na kraju smanjuje kvalitetu gotovog proizvoda. Iz tog razloga jako je važno imati kvalitetne i obučene radnike te je potrebno konstantno unaprjeđivati kontrolu kvalitete.

LITERATURA

- [1] Svijet kvalitete (bez dat.). URL: <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta>
[pristup: 12. 10. 2024.]
- [2] Buntak, K., Baković, T., Mišević, P., Damić, M., Buntić, L. (bez dat.). Kvaliteta i sustav upravljanja kvalitetom. URL: <https://hgk.hr/documents/sveucilisni-prirucnik-kvaliteta-i-sustavi-upravljanja-kvalitetom618e70fc7168b.pdf>
- [3] Fakultet strojarstva i brodogradnje (bez dat.). URL: https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01_01_2012_9063_Kontrola_kv_alitete.pdf [pristup: 12. 10. 2024.]
- [4] MRPeasy (bez dat.). URL: https://www.mrpeasy.com/blog/manufacturing-quality-assurance-process-and-best-practices/#Implementing_QA_in_manufacturing
[pristup: 13. 10. 2024.]
- [5] DQS Global (bez dat.). URL: <https://www.dqsglobal.com/hr-hr/edukacija/dqs-centar-znanja/sedam-nacela-upravljanja-kvalitetom> [pristup: 15. 10. 2024.]
- [6] Čelar, D., Valečić, V., Željezić, D., Kondić, Ž. (bez dat.). Alati za poboljšavanje kvalitete. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/191153> [pristup: 17. 10. 2024.]
- [7] OMCO International. URL: <https://www.omcomould.com/> [pristup: 20. 10. 2024.]
- [8] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Dijelovi alata za izradu staklene boce [pristup: 20. 10. 2024.]
- [9] Red Echo (bez dat.). URL: <https://red-echo.ru/formokomplekty/liteynoe-proizvodstvo/>
[pristup: 25. 10. 2024.]
- [10] Kostadin, T. (2013). Materijali II – 1. dio, interna skripta, Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, studij strojarstva, str. 8-74.

- [11] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Proces proizvodnje kalupa [pristup: 29. 10. 2024.]
- [12] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Opis i korištenje pomičnog mjerila [pristup: 29. 10. 2024.]
- [13] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): URL: Interni dokument; Opis i korištenje mikrometra [pristup: 30. 10. 2024.]
- [14] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Opis i korištenje mjerne ure i visinomjera [pristup: 30. 10. 2024.]
- [15] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Kalibri za kalupe [pristup: 31. 10. 2024.]
- [16] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Kalibri za dno kalupa [pristup: 1. 11. 2024.]
- [17] Omco Croatia d.o.o (bez dat.): Interni dokument; Označavanje mjernih uređaja i kalibara [pristup: 2. 11. 2024.]