

# Utvrđivanje razine kvalitete proizvodnje kombiniranog ključa

---

Živković, Veljko

Master's thesis / Diplomski rad

2009

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:831025>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-19**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Voditelj rada: prof. dr. sc. Vedran Mudronja**

**Veljko Živković**

**Zagreb, 2009.**

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Veljko Živković**

**Zagreb, 2009.**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**  
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske radove  
Povjerenstvo studija strojarstva za smjer  
Proizvodno inženjerstvo



Zagreb, 12. rujna 2008.

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

### DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **VELJKO ŽIVKOVIĆ** Mat. br.: 0035149686

Naslov: **UTVRĐIVANJE RAZINE KVALITETE PROIZVODNJE  
KOMBINIRANOG KLJUČA**

Opis zadatka:

1. Prikazati i pojasniti tijek proizvodnje kombiniranog ključa u tvrtki Kordun d.d. u Karlovcu.
2. Detaljno opisati metode i alate za provođenje kontrole kvalitete kombiniranog ključa.
3. Korištenjem postojećih metoda i alata za kontrolu kvalitete, te analizom većeg broja slučajnih uzoraka (slučajni-obilasci) procijeniti efikasnost kontrole kvalitete.
4. Primjenom odgovarajućih kontrolnih karata izvršiti procijenu sposobnosti procesa izrade kombiniranog ključa (određenih faza izrade). Temeljem rezultata analize kontrolnih karata predložiti nužne mjere za povećanje efikasnosti postojeće kontrole kvalitete, odnosno procijeniti razinu kvalitete proizvodnje.

U radu koristiti iskustva i materijale Laboratorija za precizna mjerenja dužina FSB-a, te navesti eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:

15. ožujka 2008.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Vedran Mudronja

Referada za diplomske i završne ispite

Rok predaje rada:

ožujak 2009.

Predsjednik povjerenstva :

Prof.dr.sc. Franjo Cajner

Obrazac DS - 3/PDS -3

---

## IZJAVA

Izjavljujem da sam diplomski rad izradio samostalno, koristeći se vlastitim znanjem, navedenom literaturom i mentorskim uputama.

Cijenjenom prof. dr. sc. Vedranu Mudronji zahvaljujem na znanstvenoj i stručnoj potpori koju mi je nesebično pružao u mnogobrojnim konzultacijama tijekom pripreme i izvedbe ovog rada.

Zahvaljujem i svim zaposlenicima tvrtke *Kordun*, ponajviše onima iz Odjela za kontrolu kvalitete, čija mi je pomoć i susretljivost također bila dragocjena.

---

---

Sadržaj:

<b>1</b>	<b>Uvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b><i>Kordun d. d.</i></b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Tijek, proces i način stvaranja proizvoda</b> .....	<b>4</b>
3.1	Izrada ključa .....	5
3.2	Rezanje cijevi .....	8
3.3	Izvlačenje cijevi – nastajanje ključa .....	10
3.4	Izrada izvijača.....	12
3.4.1	Odsijecanje šipke .....	16
3.4.2	Glodanje stošca .....	17
3.4.3	Kvećanje i udaranje markice.....	19
3.4.4	Kaljenje i popuštanje .....	19
3.5	Zavarivanje i finaliziranje .....	21
3.5.1	Finaliziranje proizvoda.....	26
3.5.2	Pocinčavanje.....	26
3.5.3	Vizualna kontrola i pakiranje .....	28
<b>4</b>	<b>Opis metoda i alata za provođenje kontrole kvalitete</b> .....	<b>29</b>
4.1	Problem gomilanja nesukladnih proizvoda .....	30
4.2	Opis grešaka koje nastaju tijekom izvođenja operacija .....	30
4.3	Opis izvođenja kontrole kvalitete.....	31
4.3.1	Opis kontrolnih postupka prema redoslijedu operacija.....	32
4.3.2	GoSoft – integralni poslovni informatički sustav.....	36
4.3.3	Opis provođenja kontrole kvalitete tijekom deset radnih dana .....	41

---

---

4.4	Procjena efikasnosti kontrole kvalitete .....	42
<b>5</b>	<b>Procjena sposobnosti procesa izrade kombiniranoga ključa.....</b>	<b>43</b>
5.1	Svrha i uloga kontrolne karte .....	43
5.1.1	Tehnika kontrolnih karata .....	43
5.1.2	Značajke kontrolnih karata.....	43
5.1.3	Kontrolna karta $\bar{x}$ -R.....	44
5.2	Procjenjivanje sposobnosti procesa .....	46
5.2.1	Temeljni uvjet sposobnosti procesa.....	46
5.2.2	Indeksi sposobnosti procesa .....	47
5.3	Procjena sposobnosti procesa – primjeri iz proizvodnje.....	51
5.3.1	Procjena sposobnosti – tehnološka operacija rezanja cijevi.....	51
5.3.2	Procjena sposobnosti – tehnološka operacija odsijecanja.....	58
5.3.3	Procjena sposobnosti – tehnološka operacija kaljenja .....	61
5.3.4	Procjena sposobnosti – tehnološka operacija popuštanja.....	62
5.3.5	Procjena sposobnosti – tehnološka operacija glodanja .....	64
5.4	Postotni udio grešaka uočenih tijekom vizualne kontrole i kontrole kalibrom .....	73
5.4.1	Izvlačenje ključa .....	73
5.4.2	Kvećanje i udaranje markice.....	75
5.4.3	Zavarivanje.....	77
5.5	Vizualna kontrola.....	79
<b>6</b>	<b>Utvrđivanje značajki tehnoloških operacija u cilju usporedbe sa stanjem u 2007. godini. ....</b>	<b>80</b>
6.1	Rezanje cijevi .....	80

---

---

6.1.1	Obrada rezultata mjerenjem .....	81
6.2	Kvećanje.....	88
6.2.1	Obrada rezultata mjerenjem .....	88
6.3	Zavarivanje.....	97
6.3.1	Analiza rezultata .....	97
6.3.2	Zaključak .....	105
<b>7</b>	<b>Prijedlozi za povećanje efikasnosti postojeće kontrole .....</b>	<b>107</b>
<b>8</b>	<b>Zaključak.....</b>	<b>108</b>
<b>9</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>109</b>

---



**Popis slika:**

Sl. 1. Kombinirani ključevi tvrtke <i>Stihl</i> .....	1
Sl. 2. Proizvodni pogon tvrtke <i>Kordun</i> u Karlovcu .....	2
Sl. 3. Kombinirani ključ .....	3
Sl. 4. Shematski prikaz povećanja vrijednosti materijala u ciklusu proizvodnje .....	4
Sl. 5. Nacrt ključa s traženim zahtjevima .....	6
Sl. 6. Dijagram redoslijeda operacija u procesu izrade ključa .....	7
Sl. 7. Stroj HAP 280 .....	8
Sl. 8. Stroj Selectomat 320 S .....	8
Sl. 9. Izgled cijevi odrezane na stroju HAP 280 .....	9
Sl. 10. Izgled cijevi odrezane na stroju Selectomat 320 s .....	9
Sl. 11. Šablona kojom se kontrolira izvlačenje ključa .....	10
Sl. 12. Posljedica: gužvanje materijala .....	11
Sl. 13. Izvijač .....	12
Sl. 14. Nacrt izvijača s traženim zahtjevima – a .....	13
Sl. 15. Nacrt izvijača s traženim zahtjevima – b .....	14
Sl. 16. Dijagram redoslijeda operacija u procesu izrade izvijača .....	15
Sl. 17. Odsijecanje šipke .....	16
Sl. 18. Operacija glodanja .....	17
Sl. 19. Operacija glodanja .....	178
Sl. 20. Kvečanje i udaranje markice .....	19
Sl. 21. Izvođenje kaljenja .....	20
Sl. 22. Kaljenje – šarža .....	20

---

Sl. 23. Nacrt kombiniranog ključa s tolerancijskim zahtjevima .....	22
Sl. 24. Kombinirani ključ – izometrija .....	23
Sl. 25. Dijagram redoslijeda operacija u procesu montiranja kombiniranoga ključa.....	24
Sl. 26. Loše izveden zavar .....	25
Sl. 27. Dobro izveden zavar .....	25
Sl. 28. Operacija čišćenja zavara.....	26
Sl. 29. Odjel pocinčavanja.....	27
Sl. 30. Pakiranje ključeva .....	28
Sl. 31. Pakiranje ključeva u kutije .....	28
Sl. 32. Nesukladni proizvodi (škart) .....	30
Sl. 33. Kontrolni postupak – formular .....	34
Sl. 34. Kartice kojima se procesira proizvodni postupak.....	35
Sl. 35. Primjer kontrolne karte .....	41
Sl. 36. Kontrolna karta x-R .....	45
Sl. 37. Rasipanje procesa ovisno o Cp-u .....	50
Sl. 38. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) .....	52
Sl. 39. Histogram izmjerenih dužina cijevi prije eliminacije podataka .....	52
Sl. 40. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) nakon eliminacije podataka.....	53
Sl. 41. Histogram izmjerenih dužina cijevi nakon eliminacije podataka .....	53
Sl. 42. Odnos radnih i neradnih intervala .....	54
Sl. 43. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) .....	55
Sl. 44. Histogram izmjerenih dužina cijevi.....	55

---

---

Sl. 45. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ) nakon eliminacije podataka .....	56
Sl. 46. Histogram sposobnosti izmjerenih dužina cijevi nakon eliminacije podataka .....	56
Sl. 47. Odnos radnih i neradnih intervala .....	57
Sl. 48. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ) .....	59
Sl. 49. Histogram sposobnosti izmjerenih dužina šipki .....	59
Sl. 50. Odnos radnih i neradnih intervala .....	60
Sl. 51. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=5$ ) .....	61
Sl. 52. Histogram sposobnosti – kaljenje .....	62
Sl. 53. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=5$ ) .....	63
Sl. 54. Histogram sposobnosti – popuštanje .....	63
Sl. 55. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ) .....	64
Sl. 56. Histogram sposobnosti – glodanje, S1 .....	65
Sl. 57. Razlika u dužini kosine jedne i druge strane izvijača .....	66
Sl. 58. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ), S2 .....	67
Sl. 59. Histogram sposobnosti – glodanje, S2 .....	68
Sl. 60. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ) nakon eliminacije podataka, S2 .....	68
Sl. 61. Histogram sposobnosti nakon eliminacije podataka – glodanje, S2 .....	69
Sl. 62. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ), S3 .....	70
Sl. 63. Histogram sposobnosti nakon eliminacije podataka – glodanje, S3 .....	70
Sl. 64. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ ) nakon eliminacije podataka, S3 .....	71
Sl. 65. Histogram sposobnosti nakon eliminacije podataka – glodanje, S3 .....	71

---

---

Sl. 66. Šablona (kalibar) – izvlačenje ključa .....	73
Sl. 67. Ručna provjera šablonom .....	74
Sl. 68. Litostroj 263v .....	74
Sl. 69. Litostroj 263 .....	75
Sl. 70. Provjera kvečanog izratka šablonom .....	75
Sl. 71. Odnos radnih i neradnih intervala .....	76
Sl. 72. Stroj za zavarivanje AVV.....	77
Sl. 73. Stroj za zavarivanje AVV – loš stroj.....	78
Sl. 74. Stroj za zavarivanje Vehovar – dobar stroj .....	78
Sl. 75. Vizualna kontrola .....	79
Sl. 76. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Selectomat HAP, 81 mm.....	82
Sl. 77. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Selectomat HAP, 81 mm.....	82
Sl. 78. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Selectomat 6609, 81 mm.....	83
Sl. 79. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Selectomat 6609, 81 mm .....	83
Sl. 80. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Selectomat 6714, 81 mm.....	84
Sl. 81. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Selectomat 6714, 81 mm .....	84
Sl. 82. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Pfeiffer, 81 mm .....	85
Sl. 83. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Pfeiffer, 81 mm.....	85
Sl. 84. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) .....	89
Sl. 85. Histogram mjernih podataka, ukupno .....	90
Sl. 86. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 1. izmjena alata .....	90

---

---

Sl. 87. Histogram mjernih podataka, 1. izmjena alata.....	91
Sl. 88. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 2. izmjena alata.....	91
Sl. 89. Histogram mjernih podataka, 2. izmjena alata.....	92
Sl. 90. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 3. izmjena alata.....	92
Sl. 91. Histogram mjernih podataka, 3. izmjena alata.....	93
Sl. 92. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) – 4. izmjena alata.....	93
Sl. 93. Histogram mjernih podataka – 4. izmjena alata.....	94
Sl. 94. Granice za kontrolu kveča u proizvodnji.....	96
Sl. 95. Kontrolna np-karta za Uniweld .....	98
Sl. 96. Kontrolna np-karta za Uniweld (bez uzorka br. 8).....	98
Sl. 97. Struktura grešaka za Uniweld .....	99
Sl. 98. Kontrolna np-karta za Vehovar .....	100
Sl. 99. Kontrolna np-karta za Vehovar (bez uzorka br. 5).....	101
Sl. 100. Struktura grešaka za Vehovar .....	102
Sl. 101. Kontrolna np-karta za Varstroj .....	103
Sl. 102. Struktura grešaka za Varstroj.....	104

---

---

**Popis tablica**

Tab. 1. Tolerancijski zahtjevi kod izvođenja tehnoloških operacija .....	31
Tab. 2. Proizvodne operacije i tolerancijski zahtjevi .....	51
Tab. 3. Sumarni rezultati za cijev dužine 81 mm.....	86
Tab. 4. Sumarni rezultati .....	94
Tab. 5. Prikaz grešaka po uzorku (gnijezdu) .....	99
Tab. 6 . Prikaz grešaka po uzorku (gnijezdu) .....	101
Tab. 7. Prikaz grešaka po uzorku (gnijezdu) .....	103
Tab. 8. Usporedbeni prikaz rezultata analize .....	105

---

## Popis oznaka i mjernih jedinica

Oznaka	Veličina	Jedinica
n	Veličina uzorka	kom
$\bar{x}$	Aritmetička sredina uzorka	mm
$\sigma$	Standardna devijacija osnovnog skupa	mm
R	Raspon unutar uzorka	mm
$C_p$	Indeks sposobnosti procesa	
$C_r$	Indeks iskorištenosti polja tolerancije	
$C_{pk}$	Indeks škarta	
GGT	Gornja granica tolerancije	mm
DGT	Donja granica tolerancije	mm
T (Nominal)	Ciljana vrijednost procesa	mm
GKG	Gornja kontrolna granica	mm
DKG	Donja kontrolna granica	mm
f	Frekvencija	
$z_{\min}(z_L)$	Varijabla za određivanje škarta ispod donje granice tolerancije	
K	Kritični faktor	
$\bar{C}_{pk}$	Prosječni indeks škarta	
G	Gubitak	
k	Faktor koštanja	
y	Mjerena vrijednost značajke	
$\bar{C}_p$	Prosječni indeks sposobnosti	

## 1 Uvod

Zadatak ovog diplomskog rada jest utvrđivanje kvalitete izrade kombiniranoga ključa koji se proizvodi u tvrtki *Kordun*. Cilj je zadatka na temelju praćenja operacija proizvodnog procesa objektivno odrediti razinu kvalitete. Prikupljanje i analiza podataka o postojećem stanju proizvodnog sustava opisani su u nastavku rada. Motivaciju za bavljenje izabranom temom autor znatnim dijelom pronalazi i u činjenici da domaći proizvođač *Kordun* upravo taj proizvod izrađuje za svjetski poznatu tvrtku *Stihl*. Od svojega osnutka *Stihl* tržištu nudi revolucionarnu tehniku i inovativne ideje. U povijesti dugoj 80 godina uspio je postati sinonim za vrhunsku tehniku. Danas ime *Stihl* znači kvalitetu u preko 160 zemalja svijeta .



Sl. 1. Kombinirani ključevi tvrtke *Stihl*



## 2 *Kordun d. d.*

Dioničko društvo *Kordun* nastalo je iz četiriju malih tvrtka:

- *Luna* (osnovana 1916, proizvodila petrolejske svjetiljke)
- *Lav* (osnovana 1921, proizvodila noževe i opremu za cipele)
- *Alpa* (osnovana 1935, proizvodila kromirani pribor za jelo)
- *Kordun* (osnovana 1947, proizvodila sve vrste strojnih pila, ručnih pila i glodala te bogat asortiman dobro dizajnirana pribora za jelo i posuđa).

*Kordun grupa* posluje od 1916. god. i poznato je ime za visokokvalitetne proizvode. Kvaliteta njezinih proizvoda potvrđena je dobivanjem znaka DIN EN ISO 9001 u travnju 1998. godine te certificiranjem prema DIN EN ISO 9001:2000. Danas gotovo potpuno privatizirana, *Kordun grupa* otvorena je za sve vrste suradnje: zajedničko ulaganje, franšizu i dr., a pored kvalitetnih proizvoda može ponuditi i znanje svojih stručnjaka te proizvodne kapacitete.

Proizvodni program *Kordun grupe* sadržava više od 3000 proizvoda. Oni su rezultat vlastitih intelektualnih i tehnoloških potencijala grupacije *Kordun*, ali i rezultat suradnje sa svjetski poznatim kompanijama. Proizvodi obiju skupina izrađeni su od visokokvalitetnog čelika najpoznatijih svjetskih proizvođača. Kao jedan od najvećih domaćih dobavljača, *Kordun* proizvodima iz programa pribora za jelo i posuđa te iz programa za obradu drva opskrbljuje drvenu industriju, hotele, restoracije i druge institucije u Hrvatskoj.



Sl. 2. Proizvodni pogon tvrtke *Kordun* u Karlovcu

Tvrtka *Kordun* s tvrtkom *Stihl* surađuje desetljećima. Za Stihlove potrebe *Kordun* izrađuje proizvod pod radnim nazivom ključ 1129, odnosno kombinirani ključ. Ključ 1129 ne predstavlja velik tehnološki napredak u smislu konstrukcije izvedbe. Kako je riječ o svjetski poznatu stranom proizvođaču motornih pila i sličnih uređaja, ne iznenađuje inzistiranje na kvaliteti izrade i nastojanje da se dobije visokokvalitetan finalni proizvod. Način izrade, proizvodne operacije i kontrola kvalitete imaju bitnu ulogu u procesu nastajanja proizvoda.

Kombinirani ključ namijenjen je za „samoservisiranje“, odn. jednostavno održavanje Stihlovih proizvoda kao što su motorne pile i ručne kosilice. Služi ponajprije za osnovne cikluse održavanja – skidanje svjećica te zatezanje matica, vijaka i različitih nastavaka koji dolaze uz proizvod.

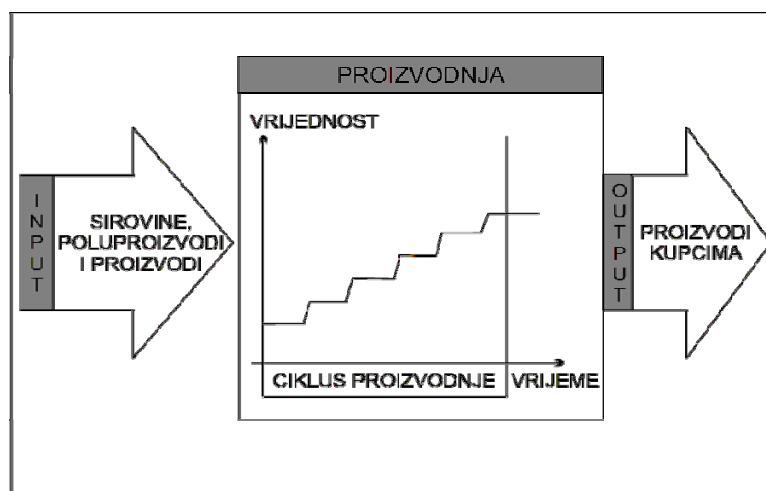


Sl. 3. Kombinirani ključ

### 3 Tijek, proces i način stvaranja proizvoda

Iz Stihlova konstrukcijskog ureda, gdje je i osmišljen kombinirani ključ, tehnološki zahtjevi u vezi s njegovom proizvodnjom dostavljaju se kompaniji s kojom se zaključuje proizvodni ugovor, a to je u ovom slučaju tvrtka *Kordun*. Kad se tvrtka upozna s tehnološkom i konstrukcijskom podlogom i kad se dogovori suradnja, počinje proizvodnja definiranog proizvoda.

Proizvodne operacije i redoslijed izvođenja tehnoloških operacija zadatci su koje potom rješava tvrtka *Kordun*, odnosno stručnjaci koji na temelju svojega znanja i iskustva definiraju proizvodni proces.



Sl. 4. Shematski prikaz povećanja vrijednosti materijala u ciklusu proizvodnje

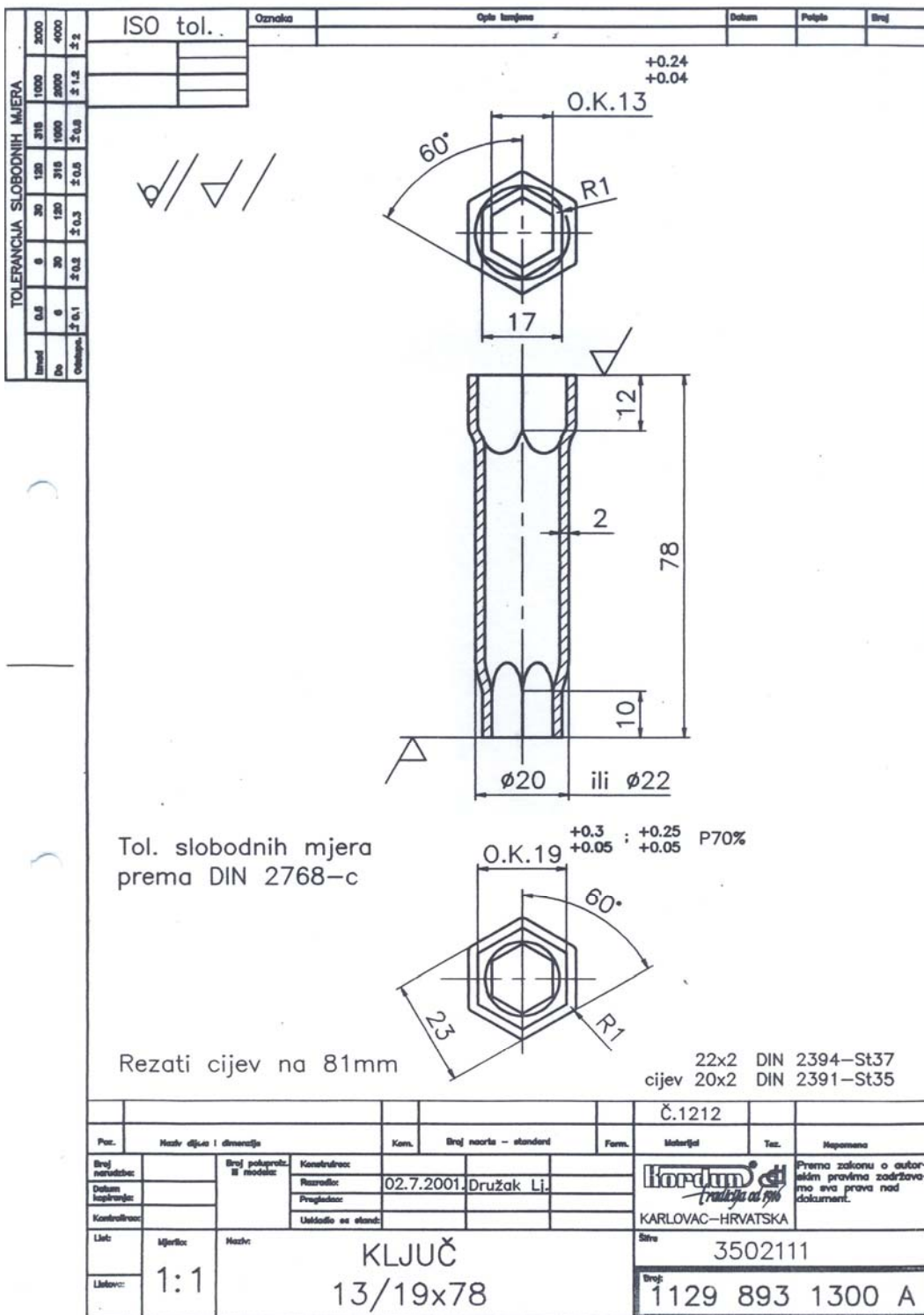
Proces izrade kombiniranog ključa dijeli se na dva osnovna izradbena postupka i montažu. Kako se i sam kombinirani ključ sastoji od dvaju osnovnih dijelova, ključa i izvijača, postupak izrade bit će tako i opisan.

### 3.1 Izrada ključa

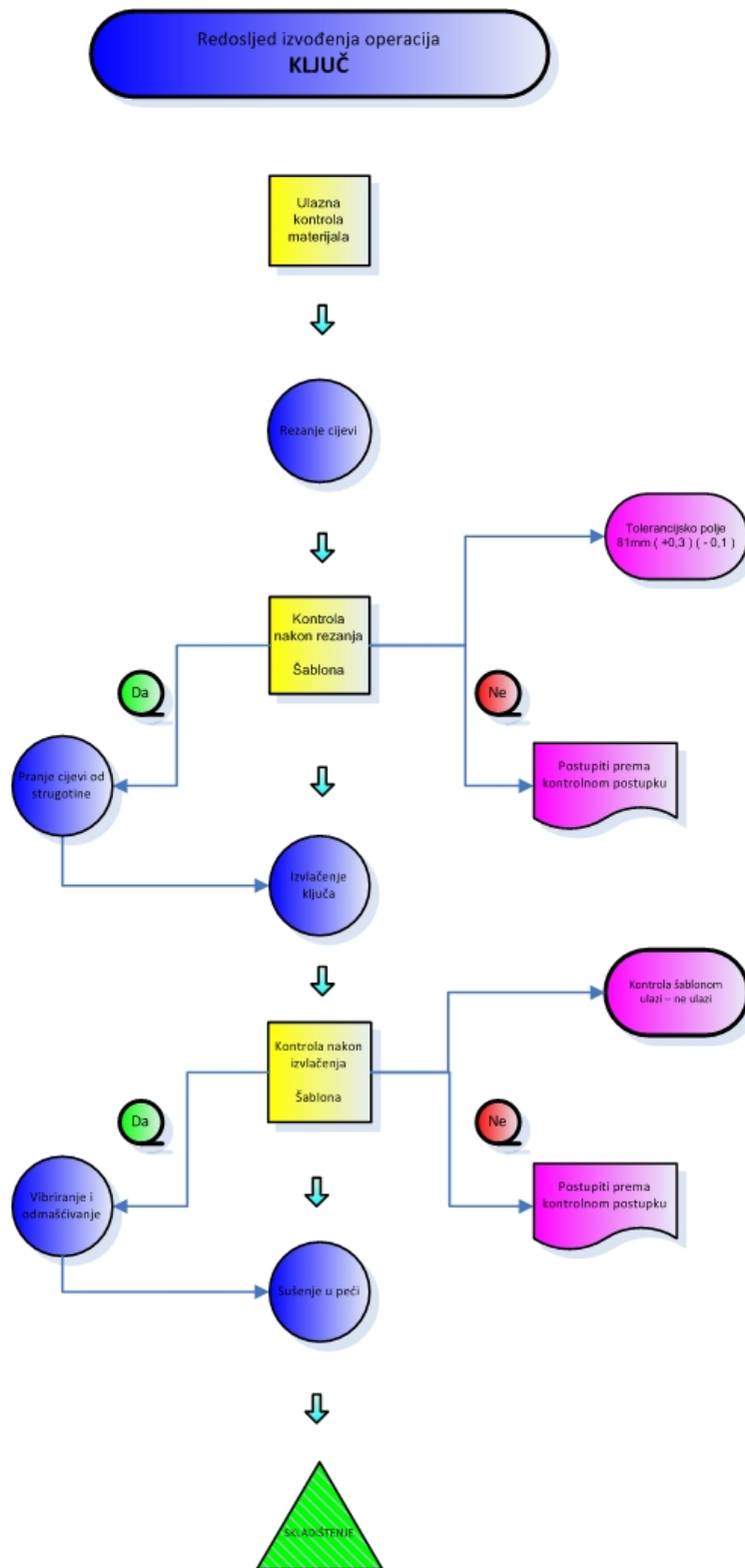
Ključ predstavlja sredstvo za pritezanje različitih dijelova proizvoda, kojima je i namijenjen. Izrada takva ključa danas ne predstavlja veliko tehnološko dostignuće, ali ni ne isključuje problem tzv. optimalnog rješenja. Potrebno je uz što manje proizvodne troškove izraditi proizvod visoke kvalitete koji će se moći ponuditi po adekvatnoj prodajnoj cijeni. Tvrtka *Kordun* pronašla je upravo takvo rješenje.

Proizvodni proces izrade ključa sastoji se od sljedećih operacija:

- Rezanje cijevi
- Pranje cijevi od strugotine
- Izvlačenje ključa
- Vibriranje i odmaščivanje
- Sušenje u peći



Sl. 5. Nacrt ključa s traženim zahtjevima



Sl. 6. Dijagram redoslijeda operacija u procesu izrade ključa

### 3.2 Rezanje cijevi

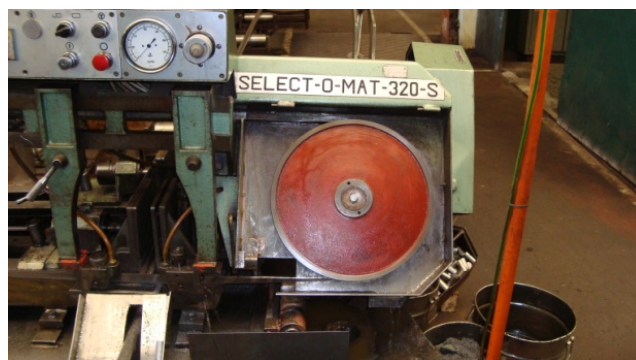
Operacija rezanja cijevi izvodi se na strojevima za rezanje, tzv. selektomatima. Ovisno o opsegu proizvodnje, za rezanje cijevi bit će upotrijebljeni neki ili svi od strojeva:

1. Selectomat 320 S
2. HAP 280 (*Prvomajska – Raša*)
3. Pfeiffer.

Tijekom dvotjednog praćenja proizvodnje u pogonu su bila dva stroja – Selectomat 320 S i HAP 280.



Sl. 7. Stroj HAP 280



Sl. 8. Stroj Selectomat 320 S

Rezanje cijevi  $\phi 20 \times 2$  mm na dužinu 81 mm u tolerancijskom području  $+0,3$  i  $-0,1$  mm na navedenim se strojevima obavlja relativno kvalitetno. Izgled cijevi odrezane na stroju HAP 280 i stroju Selectomat 320 S prikazan je na sl. 9 i 10.



Sl. 9. Izgled cijevi odrezane na stroju HAP 280



Sl. 10. Izgled cijevi odrezane na stroju Selectomat 320 S

Šablona kojom se vrši provjera traženih tolerancijskih mjera pokazuje sukladnost izradaka jednog i drugog stroja, iako postoji razlika (v. sl. 9 i 10) .



### 3.3 Izvlačenje cijevi – nastajanje ključa

Operacija izvlačenja ključa vrši se na prešama, i to na jednom ili dvama strojevima, ovisno o opsegu proizvodnje i potražnji:

Litostroj HPC – 263v

Litostroj HVC – 263

Ovdje predočujemo rezultate analize koja je vršena tijekom deset radnih dana, od 20. do 31. 10. 2008.

- a. U periodu od 20. do 24. 10. 2008 (1. tjedan) u smjeni A u pogonu je bio samo jedan stroj, HPC – 263v**

Analiza stanja na tom stroju pokazala je da je izradak sukladan postavljenim zahtjevima. Kontrola sukladnosti provodila se pomoću šablona koje su bile neposredno uz stroj, kako je i prikazano na slici 11 .



Sl. 11. Šablona kojom se kontrolira izvlačenje ključa

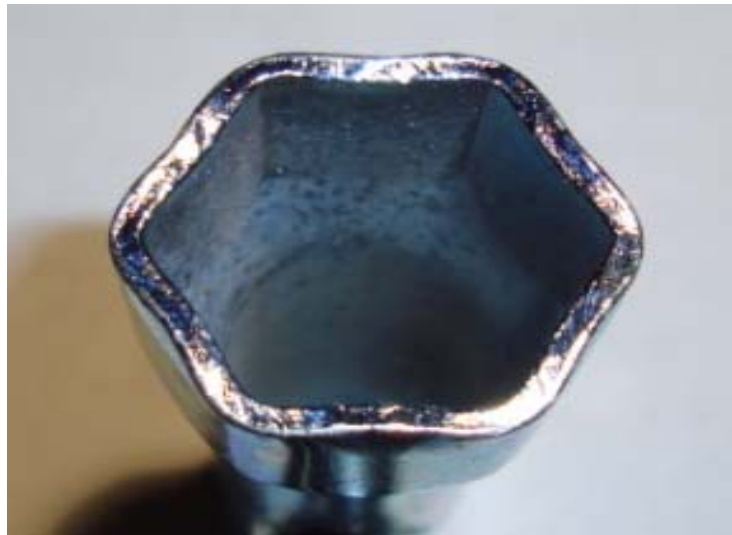
Tijekom promatranja rada zaposlenika na navedenim strojevima otkrivene su sljedeće nepravilnosti:

- Nedovoljna uporaba šablona (kalibara) u kontroliranju izradaka
- Izostavljanje nanošenja ili nedovoljno nanošenje sredstava za podmazivanje koja je nužno rabiti neposredno prije izvršenja operacije.

**b. U periodu od 27. do 31. 10. 2008 (2. tjedan) u smjeni B u pogonu su bila 2 stroja, HPC – 263v i HVC – 263**

Analiza stanja na tim strojevima pokazala je da izradci nisu bili u skladu s traženim zahtjevima (28. 10. 2008, 8:47 h do 10:32 h). Kontrola sukladnosti provodila se pomoću šablona (kalibara), koje su bile neposredno uz strojeve. Radnici za tim strojevima koji su primijetili greške obavijestili su predradnika i poslovođu.

Uzroke nastale nesukladnosti treba tražiti ponajprije u dvama nedostacima – nepravilnosti alata (matrica i žig) i nezadovoljavajućoj kvaliteti (debljina) nabavljenih cijevi, koja može dovesti do gužvanja materijala (v. sl. 12) .



**Sl. 12. Posljedica: gužvanje materijala**

### 3.4 Izrada izvijača

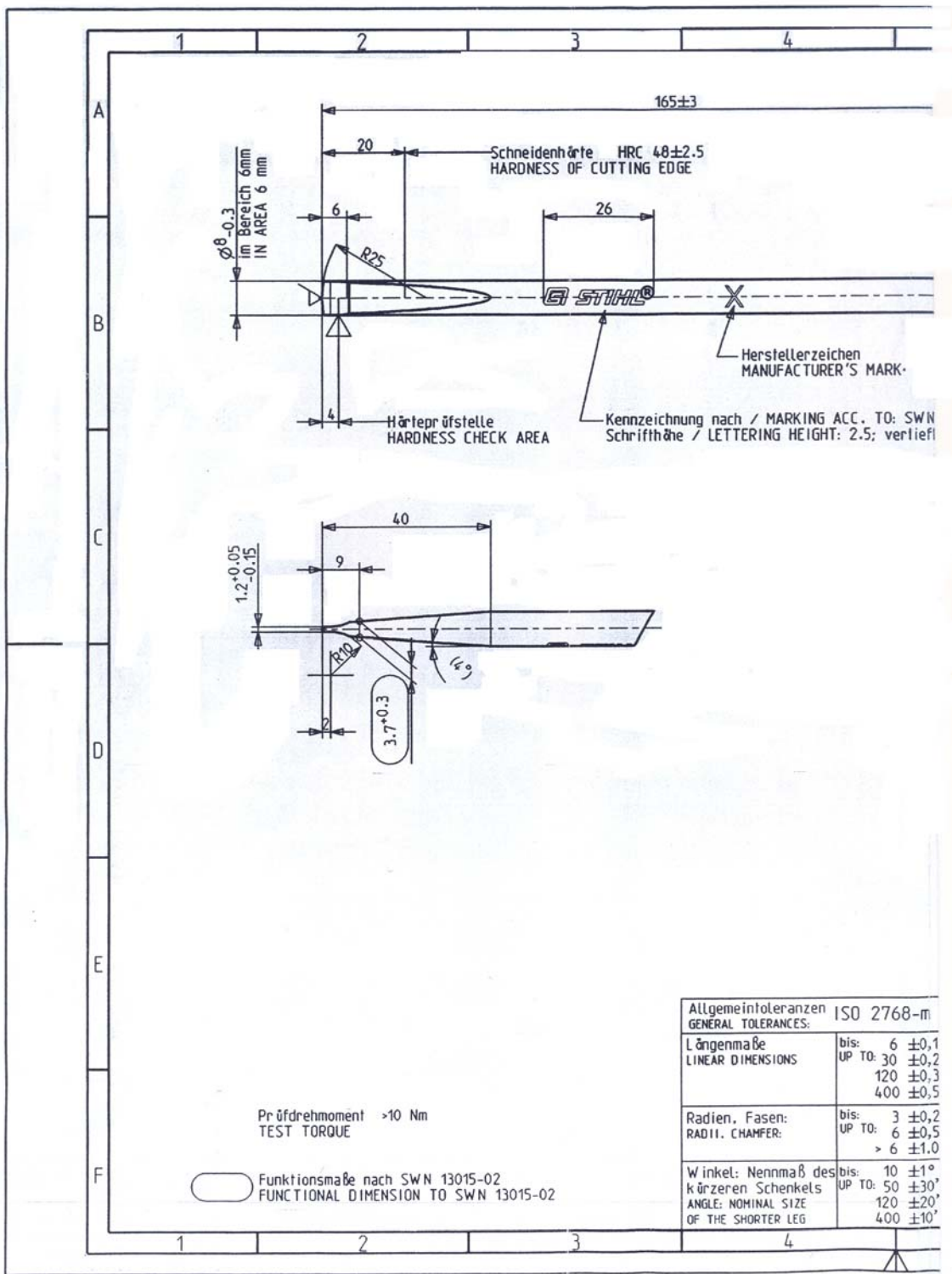
Izvijač, kao i ključ, ima funkciju pritezanja različitih dijelova proizvoda, pa mora osiguravati odgovarajuću silu stezanja. Ni izrada izvijača, naravno, ne predstavlja vrhunac tehnološkog dostignuća. Ipak, potrebno umijeće izrade i nastojanje da se ostvari već spomenuto optimalno rješenje bili su velik izazov. Tvrtka *Kordun* taj je problem adekvatno riješila i izradila kvalitetan proizvod (sl. 13).



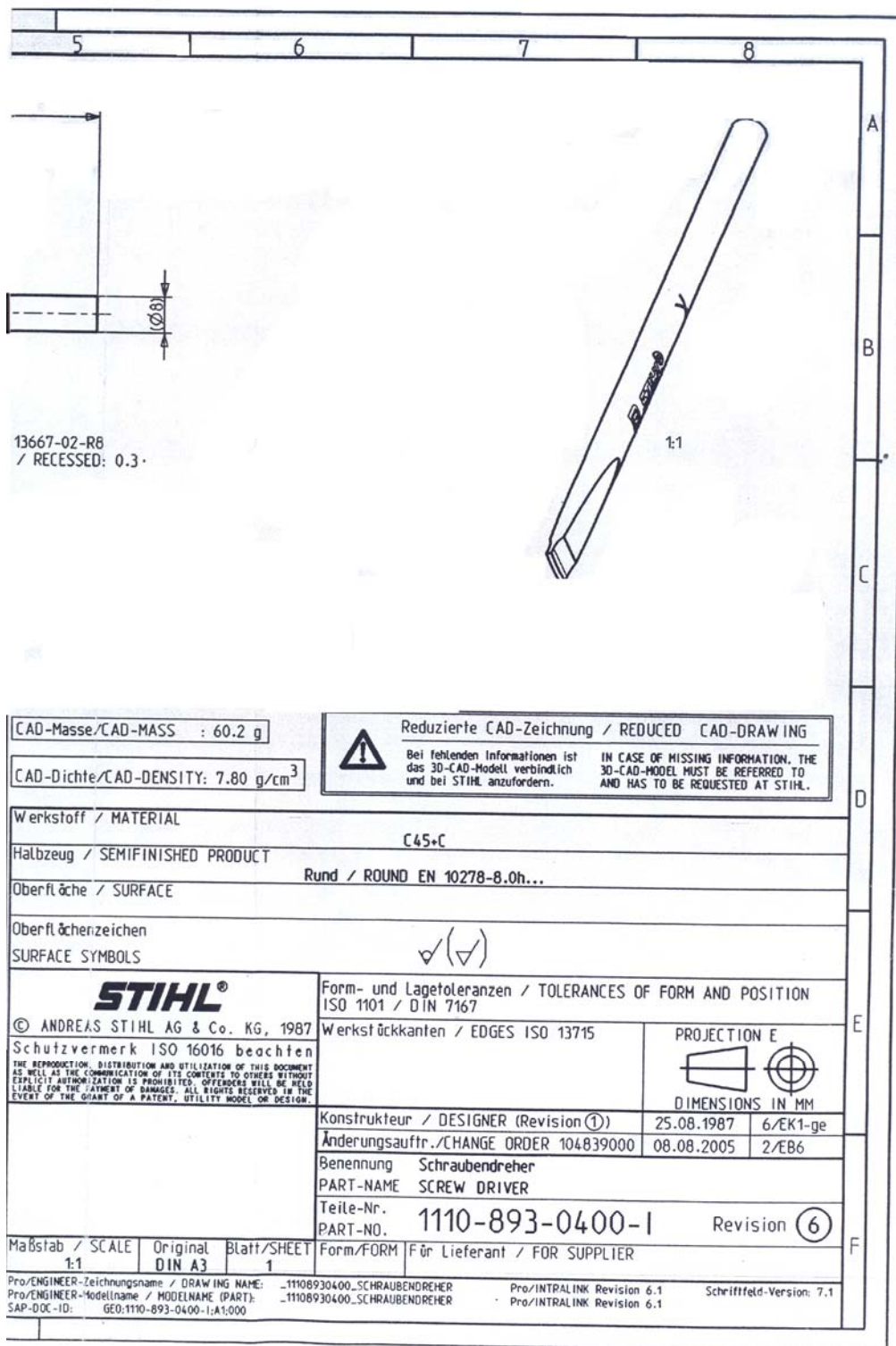
Sl. 13. Izvijač

Proizvodni proces izrade izvijača sastoji se od sljedećih operacija:

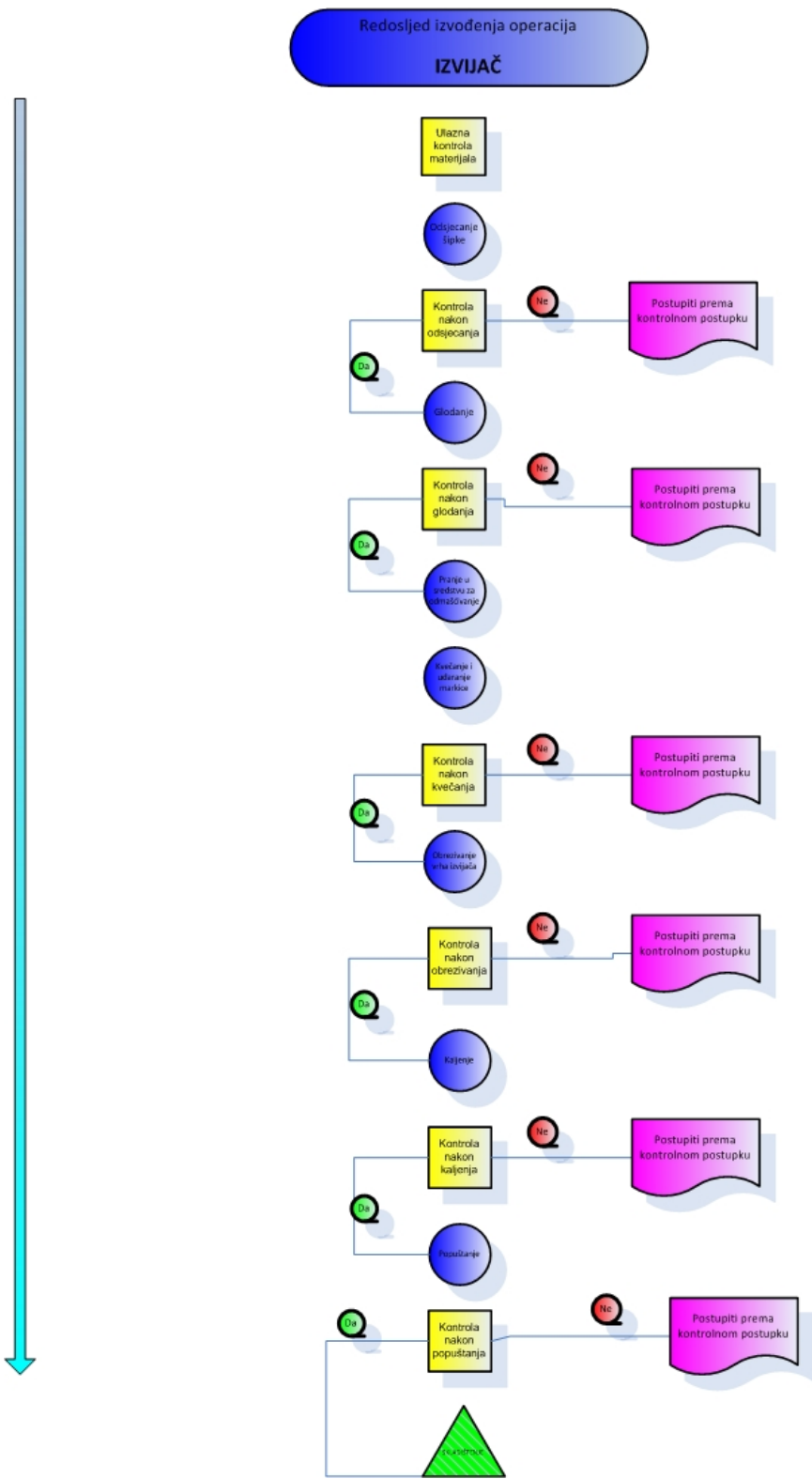
- Odsijecanje
- Glodanje
- Pranje u sredstvu za odmašćivanje
- Kvećanje i udaranje markice
- Obrezivanje vrha izvijača nakon kvećanja
- Kaljenje na temperaturi 830–860 °C
- Popuštanje na temperaturi 320–330 °C
- Vibriranje i odmašćivanje
- Sušenje



Sl. 14. Nacrt izvijača s traženim zahtjevima – a



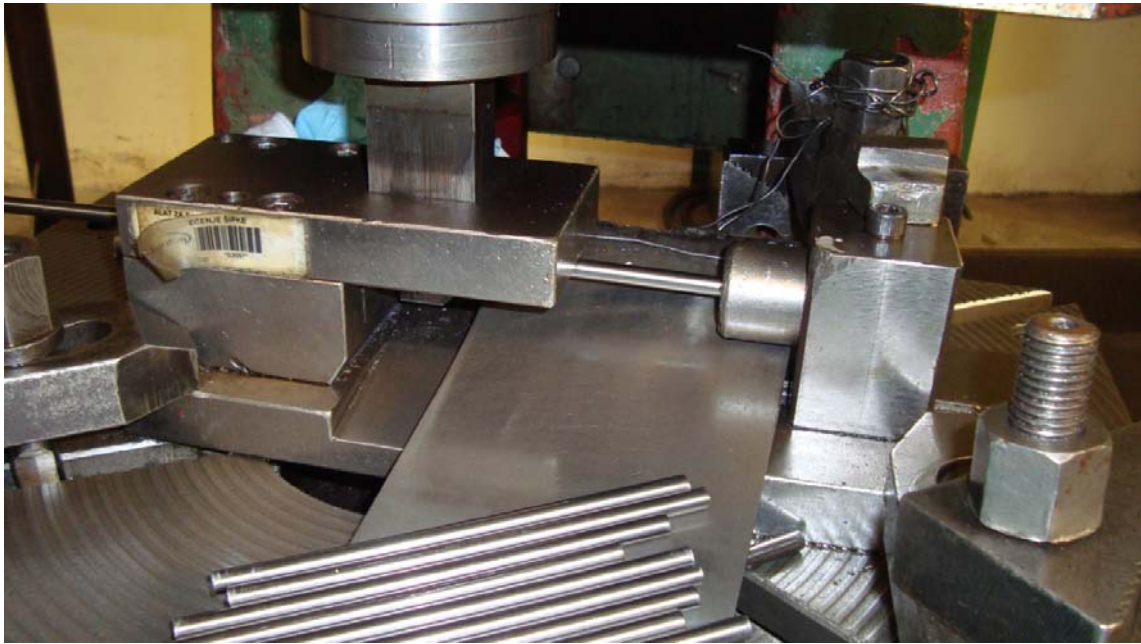
Sl. 15. Nacrt izvijača s traženim zahtjevima – b



Sl. 16. Dijagram redoslijeda operacija u procesu izrade izvijača

### 3.4.1 Odsijecanje šipke

Operacija odsijecanja šipke  $\phi$  8 mm na dužinu 165 mm izvodi se na preši oznake S2S2 alatom oznake S3097. U periodu od 20. do 31. 10. 2008. svi primjerci koji su obrađivani na tom stroju bili su u skladu s traženim zahtjevima. Jedini problem koji se u tom periodu pojavio bio je nabava materijala. Neujednačenost proizvodnog procesa uzrokovana nesustavnom nabavom materijala utjecala je i na mogućnost stjecanja adekvatna uvida u tu proizvodnu operaciju. Tijekom analize operacije odsijecanja nije uočena nijedna nepravilnost u radu.



Sl. 17. Odsijecanje šipke

### 3.4.2 Glodanje stošca

Operacija glodanja stošca izvodi se na glodalicama (v. sl. 18 i 19). Ovisno o dostupnosti materijala i proizvodnim potrebama, u pogonu su bila tri stroja.



Sl. 18. Operacija glodanja

Oznake strojeva :

- S1: 2024
- S2: 2474
- S3: 8923

U proizvodnom pogonu u *Kordunu* skupljani su uzorci koji su poslije bili analizirani u laboratoriju Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. U laboratoriju Zavoda za kontrolu kvalitete izvodilo se mjerenje dužine kosine na profilprojektoru.



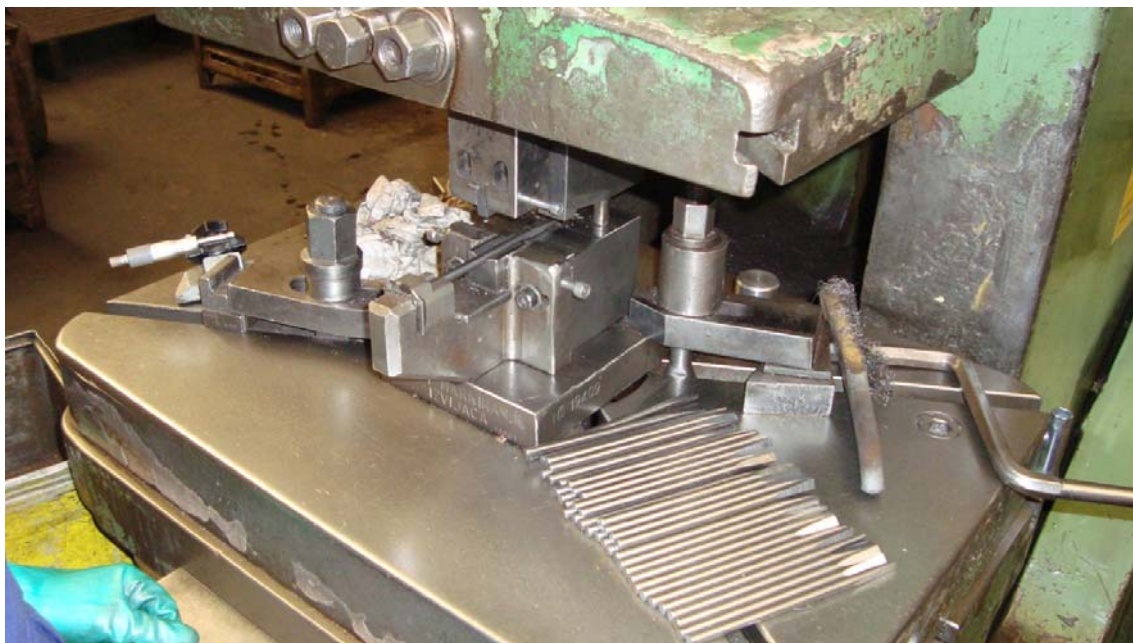


Sl. 19. Operacija glodanja

Analiza i mjerenje pokazali su nesimetričnost gotovo svakog ispitanog uzorka. Tolerirano odstupanje slobodnih kota do 120 mm iznosi  $\pm 0,3$  mm, a mjerenjem su utvrđena odstupanja i do nekoliko milimetara. Zahtjevi proizvođača nisu ispunjeni ni u kojem pogledu i gotovo svaki pregledani uzorak predstavlja škart.

### 3.4.3 Kvečanje i udaranje markice

Operacija kvečanja i udaranja markice vrši se na ekscentar-prešama prilagođenima za kvečanje, oznake NR 100 i NR 160. U periodu od 20. do 31. 10. 2008. operacija se obavljala na jednome stroju (v. sl. 20).



Sl. 20. Kvečanje i udaranje markice

Analizom nisu utvrđene nikakve nepravilnosti vezane uz izvođenje te operacije. Jedina bi se primjedba mogla uputiti na račun nedovoljna kontroliranja (šablonom) gotovog izratka.

### 3.4.4 Kaljenje i popuštanje

Operacije kaljenja i popuštanja dvije su zasebne operacije, koje se izvode jedna neposredno nakon druge (kaljenje pa popuštanje). Analiza izvedbe tih operacija u periodu od 20. do 31. 10. 2008. nije pokazala nikakve nepravilnosti. Zbog nedostatka materijala i smanjena opsega proizvodnje te su operacije u navedenom periodu vršene po jednom u smjeni. Operacija kaljenja vršila se na VF-generatoru VGI50, a operacija popuštanja u peći. Operacija kaljenja prikazana je na sl. 21 i 22.



Sl. 21. Izvođenje kaljenja



Sl. 22. Kaljenje – šarža

### 3.5 Zavarivanje i finaliziranje

Nakon provedenih izradbenih postupaka na red dolazi spajanje dijelova proizvoda, koje se vrši na strojevima za zavarivanje. Operacija zavarivanja predstavlja jednu od najbitnijih operacija u cjelokupnom procesu izrade kombiniranog ključa. Njome se dva osnovna dijela, izvijač i ključ, spajaju u jedan proizvod. Zavarivanje se obično vrši na trima poluautomatiziranim strojevima za zavarivanje, a u periodu od 20. do 31. 10. 2008. u pogonu su bila dva takva stroja. To su S1 – AVV i S3 – Vehovar.

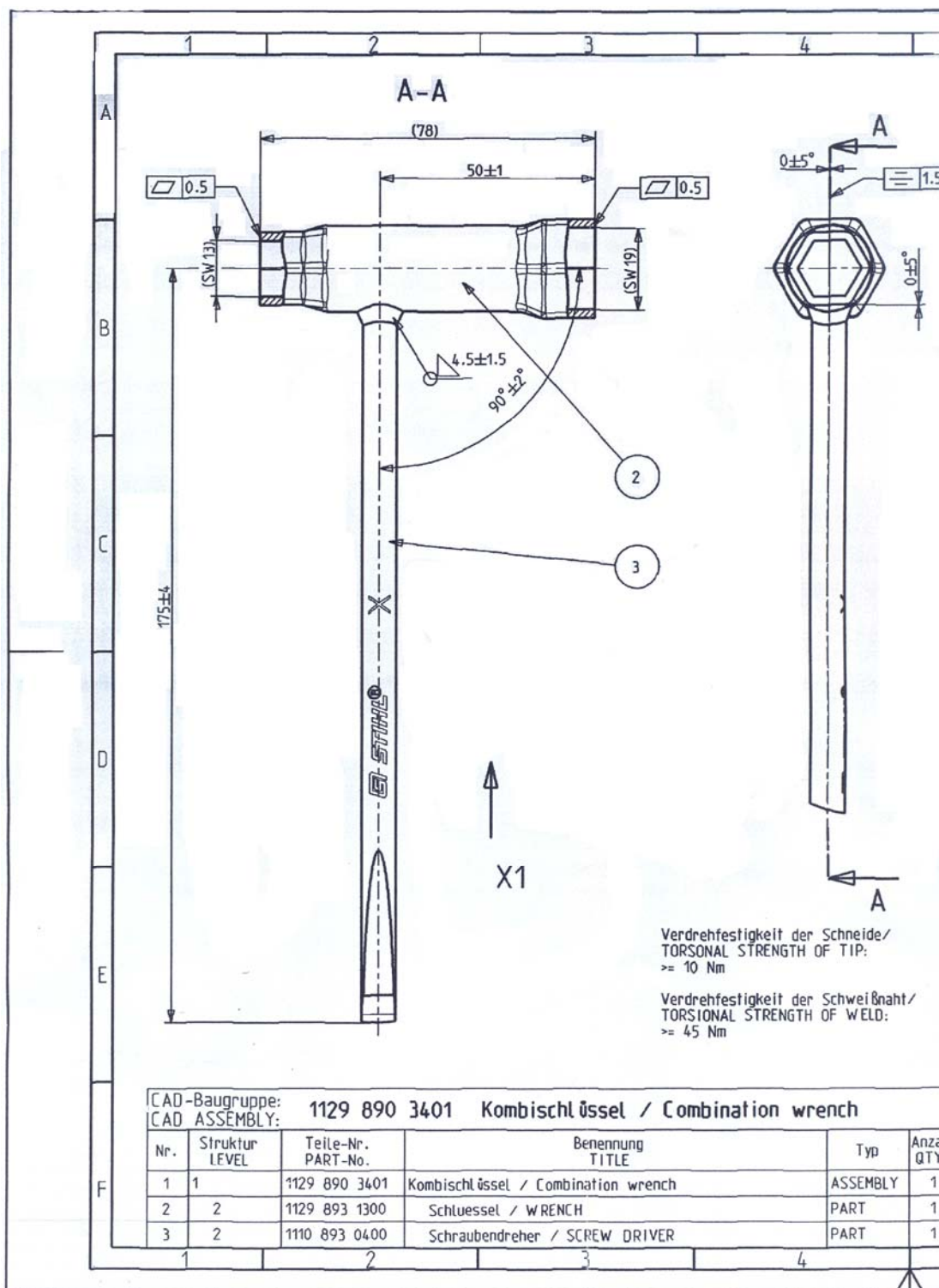
#### Opis i oznake strojeva :

**S1 – AVV** sastoji se od 8 fiksnih gnijezda i rotirajućeg centralnog cilindra

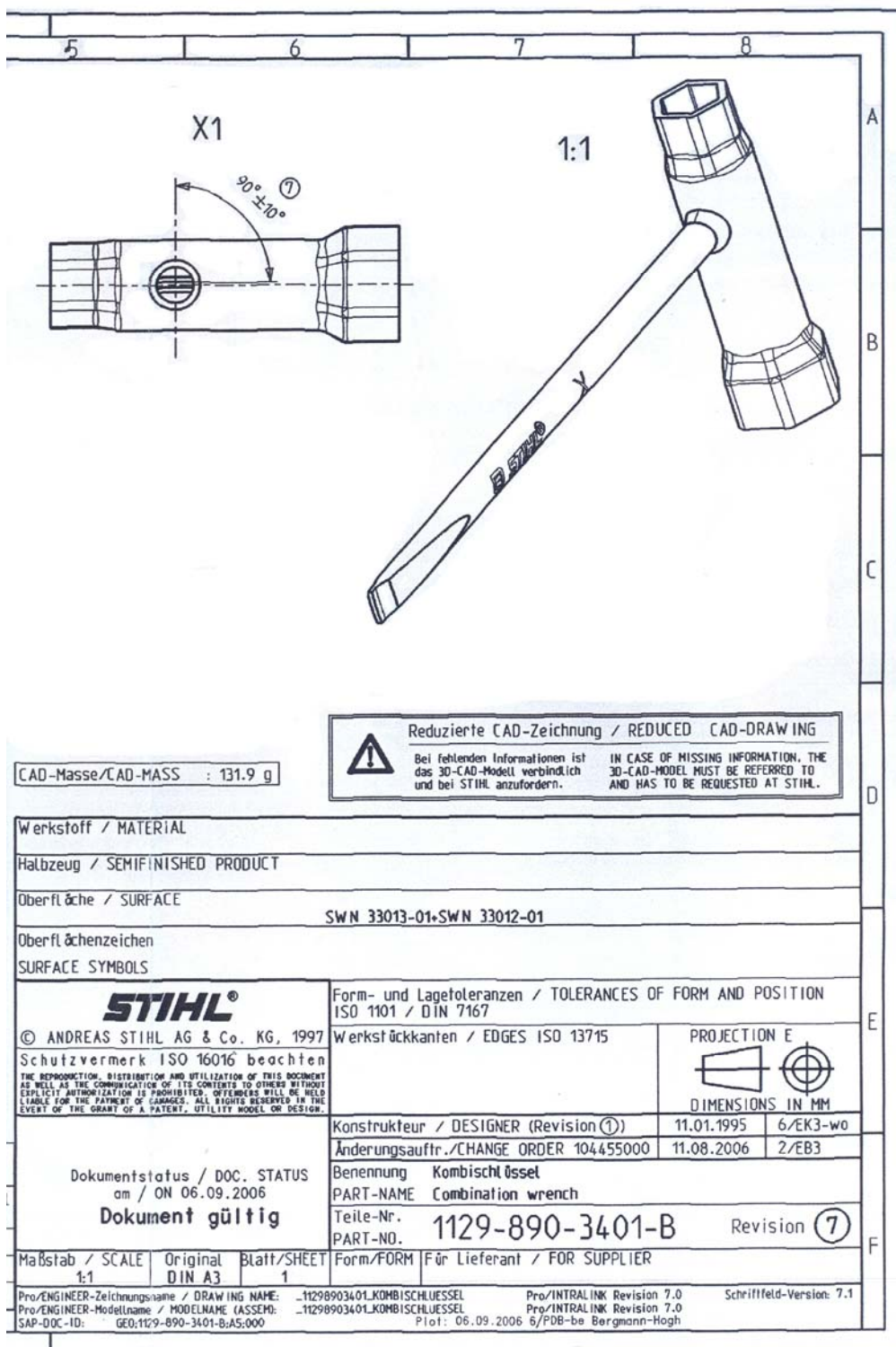
**S2 – Uniweld** sastoji se od 8 rotirajućih gnijezda i rotirajućeg centralnog cilindra

**S3 – Vehovar** sastoji se od 6 fiksnih gnijezda i rotirajućeg cilindra i pištolja

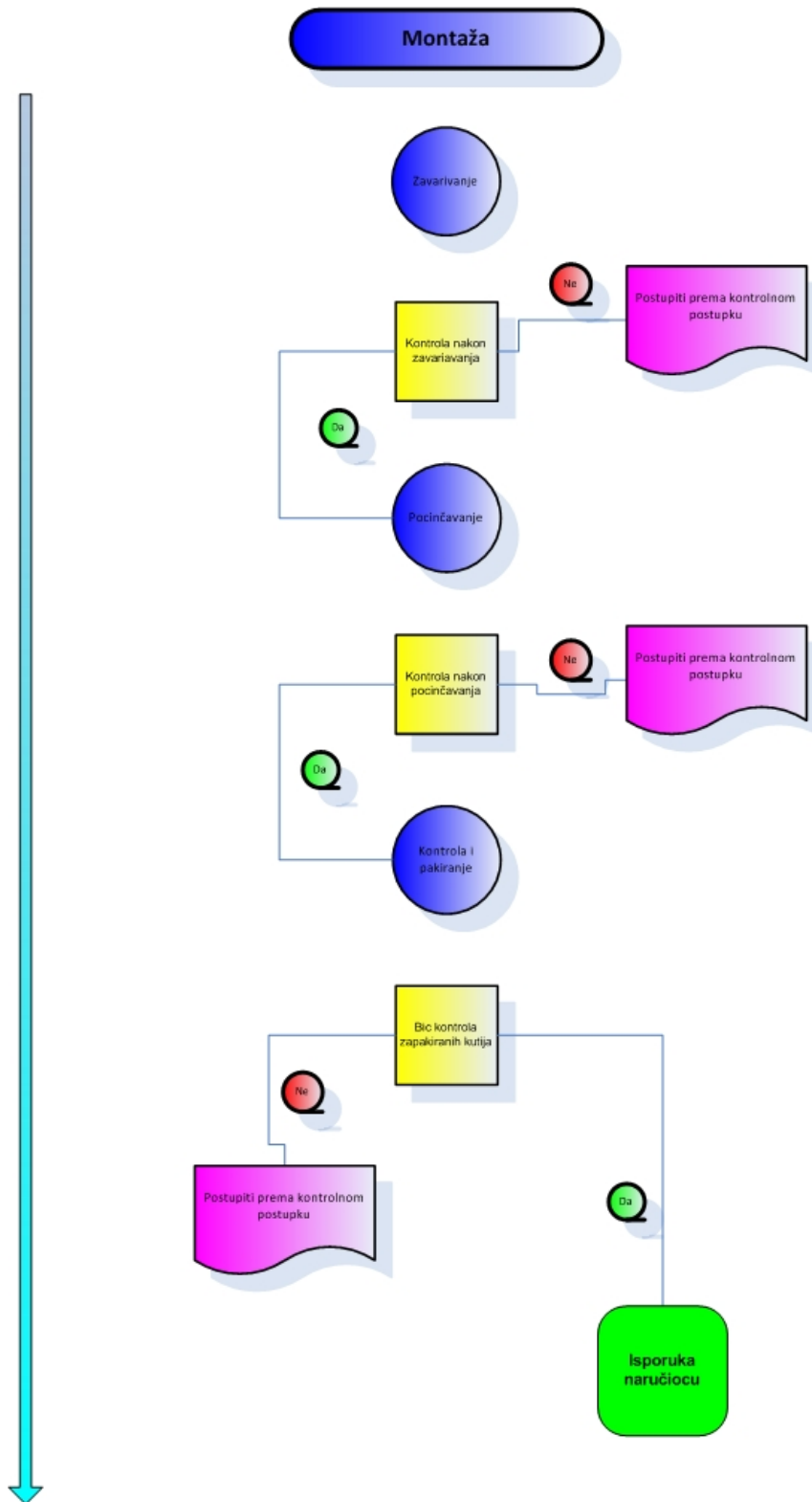
Analiza rada strojeva koji su bili u pogonu nije pokazala velike nesukladnosti. Greške i nesukladnosti koje su ipak uočene tijekom kontrole mogu se zanemariti. Greške koje se u vezi sa zavarivanjem ne bi smjele tolerirati jesu necentriranost, nedovršeni zavari, rupice. Spomenute greške nisu se mogle evidentirati tijekom kontrole proizvodnje u zadanom periodu. Tijekom promatranja i analize zavarenih ključeva pripremljenih za sljedeću operaciju, pocinčavanje, uočeno je nekoliko nesukladnih ključeva. Ta činjenica zahtijeva dodatni oprez jer propuštanje grešaka u jednoj fazi proizvodnje štetno utječe i na svaku sljedeću. U ovom slučaju kao rezultat operacije pocinčavanja dobit će se proizvod koji je nesukladan, a predstavlja neopravdan trošak. Prethodno spomenuti strojevi nisu radili velike nesuglasnosti, no razlika u izgledu zavara očita je (v. sl. 26 i 27).



Sl. 23. Nacrt kombiniranog ključa s tolerancijskim zahtjevima



Sl. 24. Kombinirani ključ – izometrija



Sl. 25. Dijagram redoslijeda operacija u procesu montiranja kombiniranoga ključa



Sl. 26. Loše izveden zavar



Sl. 27. Dobro izveden zavar



### 3.5.1 Finaliziranje proizvoda

Nakon već prikazanih na red dolaze operacije:

- pocinčavanje
- kontrola i pakiranje
- vizualna kontrola (kratki test)

### 3.5.2 Pocinčavanje

Nastali polufinalni proizvod, ključ 1129, nakon zavarivanja sprema se u sanduke te se obavlja kontrola zavara. U tom bi se postupku nekvalitetni ključevi trebali odijeliti od kvalitetnih. Iako kontrola zavara ne postoji na popisu operacija izrade kombiniranog ključa, ona je nužna.

Kontrolom zavara trebale bi se izbjeći sljedeće greške i potencijalno suvišne radnje:

- čišćenje zavara i eliminacija nepravilnih zavara
- necentriranost ključa



Sl. 28. Operacija čišćenja zavara

Pocinčavanje se izvodi nakon zavarivanja i predstavlja posljednju fazu proizvodnje kombiniranog ključa. Operacija pocinčavanja vrši se u zasebnu dijelu proizvodnog pogona, gdje prozračivanje proizvodnog prostora nije nužno. Na sl. 29 prikazan je proizvodni prostor za izvođenje navedene operacije.



Sl. 29. Odjel pocinčavanja

### 3.5.3 Vizualna kontrola i pakiranje

Nakon pocinčavanja i pravilne obrade proizvod se šalje na odjel pakiranja. Uz proces pakiranja obavlja se i kratka kontrola ključeva. Ključevi koji su prošli tzv. vizualnu kontrolu pakiraju se u kartonske kutije kako je prikazano na slikama.



Sl. 30. Pakiranje ključeva



Sl. 31. Pakiranje ključeva u kutije

Kako bi se povećala sigurnost u kvalitetu izručene robe, obavlja se i kontrola otvaranjem nasumce odabrana već zapakiranog proizvoda.

#### **4 Opis metoda i alata za provođenje kontrole kvalitete**

Uz adekvatnu pripremu i sustavne konzultacije s mentorom za uspješnu je izradu ovog rada jednako potreban i zaslužan bio i proizvodni pogon tvrtke *Kordun*, u kojem je bilo moguće pratiti primjenu metoda za provođenje kontrole kvalitete. Problemi koji su se pojavljivali u vezi s kontrolom kvalitete pokazivali su da je riječ o lošoj ili nedostatnoj primjeni točno definiranih pravila praćenja određenih operacija proizvodnog procesa.

Popis praćenih operacija :

##### **KLUČ**

- Rezanje cijevi (šablona i mjerenje)
- Izvlačenje ključa (šablona)

##### **IZVIJAČ**

- Odsijecanje šipke (šablona i mjerenje)
- Glodanje stošca (skupljanje uzoraka i mjerenje)
- Kvećanje i udaranje markice (šablona)
- Kaljenje
- Popuštanje
- Zavarivanje
- Kontrola škarta

#### 4.1 Problem gomilanja nesukladnih proizvoda

Otpadni nesukladni proizvodi (škart) za tvrtku *Kordun* predstavljaju velik financijski gubitak i problem koji je nužno riješiti. Obveza rješavanja tog problema još je veća uzme li se u obzir činjenica da tijekom izvođenja prethodnih proizvodnih operacija nije bilo većih nesukladnosti. Takav prikaz situacije nije realan ni objektivan, što ćemo ovdje pokušati i dokazati. Na slici je prikazan kontejner nesukladnih proizvoda, odnosno škart.



Sl. 32. Nesukladni proizvodi (škart)

#### 4.2 Opis grešaka koje nastaju tijekom izvođenja operacija

Da bi proizvod nakon neke tehnološke operacije bio ocijenjen nesukladnim, mora proći odgovarajuću kontrolu. Kontrolu jednim dijelom provode radnici koji izvode tehnološke operacije na stroju. To izvode na način da izradak na kojem je završena operacija kontroliraju uz pomoć šablona. Konačnu ocjenu daju djelatnici Odjela za kontrolu kvalitete, koji znaju o kojim je greškama riječ i vrlo ih lako uočavaju.

Popis grešaka po operacijama:

- Rezanje: nesukladnost dužine odrezane cijevi
- Izvlačenje ključa: nesukladnost otvora ključa te dubina otvora
- Odsijecanje: nesukladnost dužine odsječene šipke
- Glodanje: nesukladnost dužine stošca i debljine vrha
- Kvećanje i udaranje markice: nesukladnost debljine kveča i vidljivost markice
- Kaljenje: nesukladnost tvrdoće izvijača
- Popuštanje: nesukladnost tvrdoće izvijača nakon popuštanja
- Zavarivanje: necentriranost zavora, nedovršen zavar, zavar s rupicama

**Tab. 1. Tolerancijski zahtjevi kod izvođenja tehnoloških operacija**

Operacije	Nominalna vrijednost te područje tolerancije
1. Rezanje	Nominalna vrijednost 81 mm, Tolerancija + 0,3, - 0,1
2. Izvlačenje	Kontrola kalibrima ( šablona ) – princip da/ne
3. Odsijecanje	Nominalna vrijednost 165 mm, Tolerancija $\pm 0,3$
4. Glodanje	Tolerirano odstupanje do 120 mm: $\pm 0,3$
5. Kvećanje	Kontrola kalibrima ( šablona ) – princip da/ne
6. Kaljenje	Nominalna vrijednost 54 HRC, Tolerancija 52–56 HRC
7. Popuštanje	Nominalna vrijednost 48 HRC, Tolerancija (45,5–50,5 HRC
8. Zavarivanje	Vizualna kontrola prema kontrolnom postupku

### 4.3 Opis i način izvođenja kontrole kvalitete

Kako bi kvaliteta izrađenih i izručenih proizvoda bila na zadovoljavajućoj razini, tvrtka *Kordun* u svojoj organizacijskoj strukturi posjeduje i odjel koji skrbi o kontroli kvalitete. Odjel za kontrolu kvalitete čini tim stručnih ljudi koji su svakodnevno u interakciji s proizvodnjom, proizvodnim postupcima i finalnim proizvodima. Taj tim zadužen je i zaslužan za kvalitetu proizvoda tvrtke *Kordun*. Tvrtka *Kordun* veliko je poduzeće i proizvodi široku paletu proizvoda. Ta činjenica potvrđuje da je i kontrola kvalitete veliki posao, no nužno ga je obaviti da bi se i ostali procesi mogli obavljati nesmetano. Opseg proizvodnje opravdava uvođenje programskih paketa i alata u tu svrhu. Jedan od takvih programskih alata, GoSoft, posjeduje i tvrtka *Kordun*.

### 4.3.1 Opis kontrolnih postupka prema redoslijedu operacija

#### Ključ

##### a) Rezanje cijevi

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 komada odrezanih cijevi i provjeriti dužinu. Ako je barem jedna cijev nesukladna, obavezno obavijestiti poslovođu ili predradnika. U rubriku Poduzeta radnja upisati što je poduzeto, uz potpis odgovorne osobe iz proizvodnje (poslovođa ili predradnik).

##### b) Izvlačenje ključa

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 komada i provjeriti parametre:

- Otvor ključa na sve tri stranice
- Dubina otvora

Rezultate provjere upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je na bilo kojem komadu pronađena nesukladnost, zaustaviti proces i odmah obavijestiti poslovođu ili predradnika te u rubriku Poduzeta radnja upisati što je poduzeto, uz potpis odgovorne osobe.

#### Izvijač

##### c) Odsijecanje

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 komada i provjeriti dužinu odsječenih šipki. Rezultate provjere upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je bilo koji komad nesukladan, zaustaviti proces proizvodnje i pozvati predradnika te u rubriku Poduzeta radnja upisati što je poduzeto, uz potpis odgovorne osobe.

##### d) Glodanje

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 uzoraka posljednjeg glodanja i izmjeriti parametre:

- Dužina izglođane kosine
- Debljina vrha izglođane kosine

Rezultate mjerenja upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je bilo kojem uzorku ili bilo kojem parametru pronađena mjera izvan tolerancije, zaustaviti proces i odmah obavijestiti poslovođu ili predradnika.

#### **e) Kvečanje i udaranje markice**

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 komada i provjeriti parametre:

- Debljina kveča
- Kvaliteta oznake *Stihl*

Rezultate mjerenja upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je bilo kojem uzorku ili bilo kojem parametru pronađena mjera izvan tolerancije, zaustaviti proces i odmah obavijestiti poslovođu ili predradnika.

#### **f) Kaljenje**

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 komada i provjeriti parametar:

- Tvrdća

Rezultate mjerenja upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je bilo kojem uzorku ili bilo kojem parametru pronađena mjera van tolerancija, zaustaviti proces i odmah obavijestiti poslovođu ili predradnika.

#### **g) Popuštanje**

KONTROLNI POSTUPAK – Iz sanduka nasumce odabrati 6 komada i provjeriti parametar:

- Tvrdća


Rezultate mjerenja upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je bilo kojem uzorku ili bilo kojem parametru pronađena mjera izvan tolerancije, zaustaviti proces i odmah obavijestiti poslovođu ili predradnika.



**h) Zavarivanje**

KONTROLNI POSTUPAK – kontrolirati šest uzastopnih ključeva iz gnijezda. U za to predviđene rubrike upisati nalaz kontrole. Ako se utvrdi više od jedne greške iste vrste, zaustaviti proizvodnju i obavijestiti poslovođu te u rubriku Poduzeta radnja upisati što je poduzeto, uz potpis odgovorne osobe.

Kontrolor koji je u službi ima zadatak svakodnevno kontrolirati proizvodni proces i proizvodni postupak te ustanoviti sukladnost/nesukladnost gotovog izratka. Kontrolor u svoje računalo unosi podatke koje treba kontrolirati, a računalo mu zadaje vrijeme i kontrolni postupak koji treba izvršiti. Kontrolor prema unaprijed definiranim parametrima kontrolira njihove vrijednosti, što je i prikazano na slici 33.

<b>KONTROLNI POSTUPAK br.</b> 4210-0124		<b>ARTIKL:</b> Naziv: Ključ 1129 893 1300(13/19x78)	<b>POZICIJA:</b> Naziv: Inzalatni ključ HVC-3-4380(LPC-3-43P)	<b>OPERACIJA:</b> Naziv: Inzalatni ključ HVC-3-4380(LPC-3-43P)	<b>Datum:</b> 20.10.2008
Šifra: 0809S /0078		Šifra: 3502111	Šifra: 30	Kontrolor: [Potpis]	
<b>RADNI NALOG:</b> Naziv: Preše		Planirano vrijeme (min):		Kontrolor: [Potpis]	
Šifra: AS004		Dostavljeno vrijeme (min):		Potpis: [Potpis]	
		Početak (h,min):	Kraj (h,min):	Otvor: [Potpis]	
		Završetak (h,min):	Duže (h,min):	Otvor: [Potpis]	
Uputa Dvačinom otvornom uzeti 6 komada iz sanduka i provjeriti sjeđene parametre: 1. Otvor ključa 13 na sve 2 stranice. 2. Dubinu otvora 13. 3. Otvor ključa 19 na sve 3 stranice. 4. Dubinu otvora 19. Rezultate provjere upisati u za to predviđene rubrike. U slučaju da je na bilo kojem komadu ili bilo kojem parametru pronađena nesukladnost zaustaviti proces i odmah obavijestiti poslovođu-predradnika te u rubriku "Poduzeta radnja" upisati što je poduzeto uz potpis odgovorne osobe proizvodnje (poslovođu-predradnika). PREGLEDANO: 08.05 - SUKLADNO PREGLEDANO: 10.05 - SUKLADNO		Šifra sanduka:	Bar-code:  017660	Poduzeta radnja - napomena:  UPISANO: 20.10.08.g  Odgovorna osoba proizvodnje	
<b>1. PARAMETAR: Otvor 13</b>			<b>2. PARAMETAR: Dubina otvora 13</b>		
Nazivna mjera:			Nazivna mjera:		
Dopušteno odstupanje:			Dopušteno odstupanje:		
Vrsta kontrole: Kontrola kalibrom			Vrsta kontrole: Kontrola kalibrom		
Sredstvo za kontrolu: Kontrolni kalibar			Sredstvo za kontrolu: Kontrolni kalibar		
Uzorak br.	Otvor sukladan	Napomena:	Uzorak br.	Dubina sukladana	Napomena:
1	✓ ✓		1	✓ ✓	
2	✓ ✓		2	✓ ✓	
3	✓ ✓		3	✓ ✓	
4	✓ ✓		4	✓ ✓	
5	✓ ✓		5	✓ ✓	
6	✓ ✓		6	✓ ✓	
Raspon (mm):			Raspon (mm):		
<b>3. PARAMETAR: Otvor 19</b>			<b>4. PARAMETAR: Dubina otvora 19</b>		
Nazivna mjera:			Nazivna mjera:		
Dopušteno odstupanje:			Dopušteno odstupanje:		
Vrsta kontrole: Kontrola kalibrom			Vrsta kontrole: Kontrola kalibrom		
Sredstvo za kontrolu: Kontrolni kalibar			Sredstvo za kontrolu: Kontrolni kalibar		
Uzorak br.	Otvor sukladan	Napomena:	Uzorak br.	Dubina sukladana	Napomena:
1	✓ ✓		1	✓ ✓	
2	✓ ✓		2	✓ ✓	
3	✓ ✓		3	✓ ✓	
4	✓ ✓		4	✓ ✓	
5	✓ ✓		5	✓ ✓	
6	✓ ✓		6	✓ ✓	
Raspon (mm):			Raspon (mm):		

Sl. 33. Kontrolni postupak – formular

Nakon što je prekontrolirao pojedinu operaciju, kontrolor na temelju zahtijevanih kriterija daje iskaz o zatečenom stanju, za koji garantira svojim potpisom. Stanje kontroliranog postupka predočuje se karticama (sl. 34).



Sl. 34. Kartice kojima se procesira proizvodni postupak

### 4.3.2 GoSoft – integralni poslovni informatički sustav

GoSoft-MRP razumljiv je sustav planiranja proizvodnih aktivnosti, koji djeluje po principu programskih paketa MRP-II te omogućuje trenutačni uvid u zalihe i proizvodnju u integriranom obliku. On upravlja olakšava planiranje i vođenje cijelog procesa, od početnog naručivanja sirovina i izrade proizvoda do konačnog proizvoda pripremljena za otpremu. Rokovi za izradu ili nabavu artikala definirani su po principu JIT (just in time).

GoSoft-MRP pomaže poduzeću u povećavanju produktivnosti, skraćivanju vremena izrade i smanjivanju troškova zahvaljujući sljedećim funkcijama:

- izrada i održavanje svestranog plana djelovanja uz integrirani nadzor nad zalihama i proizvodnjom
- optimalizacija rada strojeva i ljudi nadzorom nad svim promjenama te brz odziv za novo terminiranje
- postizanje ravnoteže između proizvodnih troškova i zadovoljenja kupaca uporabom djelotvornih tehnika planiranja materijala i proizvodnje te mjerenje učinaka
- sniženje troškova kupljenih materijala i poboljšanje kvalitete usluga dobavljača stalnim nadzorom i analizom nabave
- potpora dinamičnom upravljanju zahvaljujući trenutačnom pristupu informacijama o zalihama i stanju proizvodnje

#### IMPLEMENTACIJA

- Prezentacija potencijalnom korisniku
- Zajednička procjena o mogućnosti uporabe aplikacije u procesu planiranja i upravljanja konkretnim proizvodnim poduzećem
- Posjet postojećoj instalaciji prema izboru potencijalnog korisnika (opcija)
- Probna instalacija i obrada konkretnog primjera (opcija)
- Donošenje odluke
- Formiranje projektnog tima
- Poučavanje projektnog tima
- Izrada mrežnog plana uvođenja (Precedence) s konkretnim izvršiteljima i rokovima

GoSoft 2000 cjelovit je, funkcionalan i pouzdan poslovni informatički sustav koji omogućuje brze poslovne odluke, a time i konkurentnost na tržištu. Nudi djelotvornu potporu poslovanju u proizvodnim, uslužnim i trgovačkim poduzećima te računovodstvenim servisima.

Namijenjen je ponajprije srednje velikim proizvodnim poduzećima, kojima omogućuje svestrano praćenje poslovanja – od ponude kupcu i narudžbe proizvodnji, preko tehničke dokumentacije (sastavnice, tehnički postupci, crteži) i nabave materijala s materijalnim poslovanjem, do planiranja materijalnih potreba i proizvodnih kapaciteta te fakturiranja i izručivanja proizvoda.

Posebna je pozornost posvećena funkcijama planiranja proizvodnje (MRP-II, Manufacturing Resources Planing), internetskog poslovanja (plaćanje računa, prijenos bankovnih izvoda, slanje dokumenata) i obračuna osobnih dohodaka, koji je tako otvoreno strukturiran da je primjenjiv u svim vrstama poduzeća i ustanova.

Cijeli sustav građen je modularno, što omogućuje uvođenje IS po određenim područjima, odnosno uporabu samo onih funkcija koje su poduzeću potrebne.

### **Osnovni podatci**

Osnovni podatci temelj su svih poslovnih funkcija sustava (artikli, poslovni partneri, kontni plan, skladišta, osobe). Sustav osigurava jednokratani unos i pregled podataka s jednog mjesta. Podatci se pomoću klasifikacijskih ključeva mogu razvrstati u skupine.

### **Upravljanje zalihama**

Modul upravljanja zalihama određuje količinske i vrijednosne zalihe te promet materijala. Jednokratnim knjiženjem postignut je pregled stanja zaliha po artiklima, skladištima, lokacijama, troškovnim mjestima ili serijama te obračun zaliha po izabranoj metodi (planske cijene, stvarne – prosječne, LIFO, FIFO). GoSoft 2000 dopušta serije u prometima i zalihama (lot tracking), što omogućuje potpuno praćenje ugrađenih materijala. Omogućeni su različiti ispisi, ABC i druge analize, statistika i temeljnica za knjiženje zaliha u računovodstvu.

### **Prodaja i nabava**

Funkcija prodaje i nabave potpora je poslovanju s poslovnim partnerima. Osnova su joj dokumenti koji se po želji mogu nastaviti (narudžba, ponuda, upit, račun, otpremnica). Oblik i sadržaj podataka na dokumentima odabire sam korisnik. Dokumenti se šalju elektroničkom poštom ili se ispisuju. Omogućeno je također pisanje i uredno spremanje ostalih dokumenata (dopisa), napisanih u nekom vanjskom programu za uređivanje teksta (Word, WordPad, WordPerfect). Popusti su određeni za cijeli dokument i svaku stavku dokumenta posebno. Slijed obračuna i naziv popusta mogu se nastavljati. Omogućene su sve trgovinske evidencije i statistike o nabavi i prodaji. Dodane su također funkcije likvidacije preuzetih računa i evidencija uvoza radi izvoza. Omogućeni su i grafički pregledi prometa po različitim kriterijima.

## **Tehnički podatci**

Ti podatci obuhvaćaju razvoj proizvoda i njihovu definiciju. Potrebno je odrediti strukturu artikla (sastavnicu) i tehnološke postupke izrade. Strukture se grade tako da je sastavnica artikla stalno prikazana na ekranu, a korisnik po želji mijenja strukturu ili dodaju nove sastavne dijelove. GoSoft 2000 omogućuje varijantne strukture.

Na osnovi sastavnica (konstrukcijska, proizvodna, kalkulacijska, strukturna, modularna, skupna) pripremljeni su različiti ispisi i pregledi. U modulu je također pripremljena evidencija crteža (format, arhiv, odgovorna osoba) i uređeni pohrana, pregled i ispis crteža.

Tehnologija izrade za određeni artikl definirana je mjestom obavljanja i slijedom određene operacije (vrijeme, opis rada, planski podatci). Za jednoliko određivanje tehnoloških postupaka predviđen je katalog standardnih operacija.

## **Kalkulacije**

One omogućuju određivanje različitih vrsta cijena s vođenjem povijesti. Cijene se mogu unositi ručno (likvidacija preuzetih računa) ili izračunavati iz tehnoloških postupaka i sastavnice proizvoda. Na svim razinama ugradnje cijene su podijeljene na različite tipove troškova (rad, materijal, usluge). Na osnovi stvarno utrošenog materijala i ostvarenog rada program prikazuje postkalkulaciju radnog naloga (stvarne troškove).

## **Planiranje materijalnih potreba**

To je modul koji poduzeću osigurava brzo i djelotvorno planiranje potrebnih artikala (kako kupovnih, tako i proizvoda i poluproizvoda). Koristi se u svijetu poznatim MRP-sustavom, koji omogućuje JIT (just in time) narudžbe kupaca i prognoze, eksploziju potreba po strukturi, rezervaciju zaliha i dr. Obrada omogućuje više načina planiranja (narudžbenički, serijski, na minimalnoj zalihi), a može se primjenjivati na cijelu proizvodnju ili određeni proizvod. Plan obuhvaća sve artikle: proizvode, poluproizvode, kupljene dijelove i druge sastavne dijelove. Pri izradi plana u obzir se uzimaju svi bitni podatci: vrijeme, zalihe, narudžbe, prognoze, strukture artikala, nedovršena proizvodnja, planski podatci artikala (škart, protočno vrijeme, period udruživanja, višekratnik naručivanja, minimalna zaliha). Rezultat planiranja jesu količinski i vremenski određene potrebe (rezervacije) i prijedlog naloga za zadovoljenje tih potreba (za izradu i nabavku artikala). Nakon obrade plan proizvodnje interaktivno se pregledava i analizira:

- količinski i vremenski
- financijski
- po presjeku stanja artikala
- po sastavnicama narudžba (stupanj gotovosti)

Plan je moguće stalno mijenjati i dopunjavati. Na osnovi predloženog plana nalozi se provode u proizvodnji, odnosno nabavi. Plan automatski reagira na svaku promjenu podataka koji neposredno ili posredno utječu na njega (neplanirani izlaz, storniranje naloga, inventura, promjena tehnologije i dr.).

### **Praćenje proizvodnje**

Praćenje proizvodnje nudi potpun nadzor nad proizvodnim aktivnostima. Planski nalozi, koji su generirani planiranjem materijalnih potreba, provode se u proizvodnji te omogućuju pregled zauzetosti proizvodnih kapaciteta i upravljanje operacijama. Pri provođenju naloga svaka se operacija posebno terminski i količinski planira i tako optereti proizvodne kapacitete po radnim mjestima. Operacije je moguće ručno mijenjati i dodavati, bez obzira na tehnološki plan artikala. Kad je nalog proveden, počinje njegovo praćenje kroz proizvodnju. Čitač crtičnoga koda omogućuje evidentiranje povratnih informacija. Prati se postupak rada na svakoj operaciji (količina, škart, uzrok škarta, utrošeno vrijeme, radnik).

Mogući su raznovrsni pregledi, ispisi, statistike:

- stanje naloga (detaljno po operacijama)
- otvoreni troškovi materijala ili rada (po nalogu)
- postkalkulacija naloga
- analiza rada i škarta na operaciji
- izvršeni rad (po radnicima)
- trenutna zauzetost radnog mjesta ili cijele proizvodnje
- dugoročna zauzetost radnog mjesta ili cijele proizvodnje
- ispis radne dokumentacije

### **Računovodstvo**

Računovodstvo omogućuje sustavno praćenje i istraživanje imovinskog i financijskog položaja poduzeća te ocjenu poslovne i financijske uspješnosti. Praćenje je omogućeno kako za potrebe vanjskih korisnika informacija, što je uređeno propisima države i pravilima struke, tako i za potrebe unutarnjih korisnika informacija. Za osiguranje kvalitetnih informacija potrebno je uzeti u obzir sve poslovne događaje. Računovodstveni modul omogućuje i vođenje i obračun osnovnih sredstava. Za lakši i brži rad napravljene su neke posebne funkcije:

- jednostavan izbor virmana za plaćanje
- plaćanje i knjiženje bankovnih izvoda preko interneta, s automatskim zatvaranjem
- prijenos tečajnih lista s interneta
- obračun poreza na dodanu vrijednost
- automatsko kontiranje izdanih i preuzetih računa te evidencija plaćanja
- bilanca, financijski rezultati, statistički izvještaji
- tečajne razlike
- pregledi i izvještaji po različitim kriterijima (vremenu, partnerima, kontima, mjestima troška, radnim nalogima)

### **Plaće i kadrovska evidencija**

To je otvoreno strukturiran sustav za obračun plaća i vođenje osnovnih podataka o zaposlenicima. Model obračuna napravljen je tako da se bez dodatnog programiranja može prilagoditi gotovo svakom poduzeću. Obračun je brz i pregled rezultata trenutačno dostupan (po djelatnicima ili kumulativno). Napravljeni su i svi formulari potrebni za izračun i isplatu osobnog dohotka, izvještaji potrebni za ostale vanjske institucije (refundacije, plaćanje za banke, izvještaji za kreditore) i godišnji izvještaji (M4, PK1 i dr.). Statistički izvještaji sadržavaju grafičke prikaze.

Kadrovska evidencija omogućuje unos različitih podataka o djelatnicima, obračun i vođenje godišnjih odmora te različite izvještaje vezane za djelatnike (djelatnici po abecedi, po mjestu stanovanja, po rođenju i sl.).

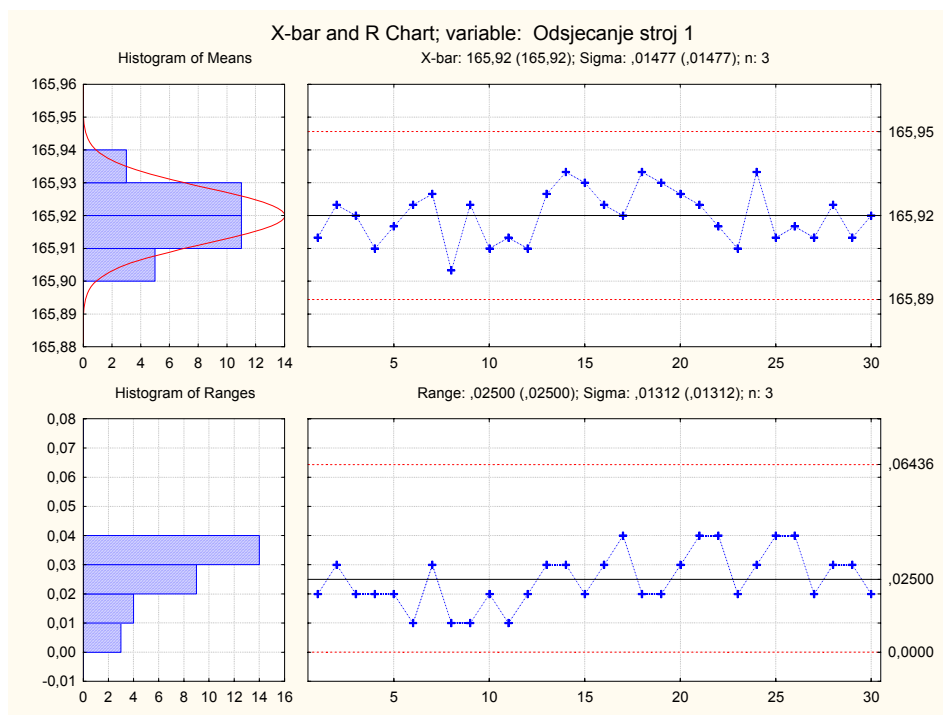
### 4.3.3 Opis provođenja kontrole kvalitete tijekom deset radnih dana

Prikupljanje podataka za statističku obradu bio je jedan od većih zadataka tijekom izrade ovog diplomskog rada. Ispravno uzimanje uzoraka s unaprijed dogovorenih proizvodnih operacija ključno je za provođenje kontrole kvalitete. Cilj je bio prikupiti uzorke s različitih strojeva na kojima su se izvodile različite proizvodne operacije.

Prikupljanje uzoraka temeljilo se na principu slučajnih obilazaka u nepravilnim intervalima. Radnici nisu znali vrijeme i raspored uzimanja podataka. Takav način uzimanja uzoraka daje objektivnu sliku stanja proizvodnje te omogućuje objektivnu statističku analizu.

Uzorci koji su se prikupljali bili su uvijek zadnje proizvedene jedinice, zbog varijacije procesa u vremenu, što u statističkoj analizi zorno pokazuju kontrolne karte.

Na temelju izvršenih mjerenja računa se jedan ili više statističkih parametara. Vrijednosti statističkih parametara uzoraka predmet su praćenja primjene odgovarajuće kontrolne karte, što je prikazano na slici.



Sl. 35. Primjer kontrolne karte



#### 4.4 Procjena efikasnosti kontrole kvalitete

Tijekom desetodnevnog praćenja i analize postojećeg stanja proizvodnje nisu uočene znatnije nepravilnosti u kontroli kvalitete. Odjel kontrole kvalitete stručno odrađuje svoj posao, iako postoje pokazatelji da bi se neke stvari mogle unaprijediti. To su:

- nedovoljno kontroliranje gotovih izradaka šablonama
- nedovoljno upozoravanje kontrolora na propuste radnika

Ti nedostatci rezultiraju manjim nepravilnostima u proizvodnji, na koje se može utjecati.

## 5 Procjena sposobnosti procesa izrade kombiniranog ključa

Prethodno prikupljene podatke potrebno je statistički obraditi. Statistička obrada i analiza podataka dat će objektivnu informaciju o stanju proizvodnih operacija, a objektivni rezultati analize najbolji su put k razvijanju i optimaliziranju proizvodnog procesa. Podatci koji su predstavljeni na sljedećim stranicama rezultat su desetodnevne kontrole kvalitete, te su rabljeni isključivo u svrhu izrade ovog rada.

### 5.1 Svrha i uloga kontrolne karte

Većina kontrolnih karata koje se danas primjenjuju u postupcima kontrole kvalitete nastala je kasnih 1920-ih godina u laboratorijima *Bell Telephone Company*. Autor tih karata bio je dr. Walter A. Shewhart, koji je svoja istraživanja i spoznaje vezane uz mogućnost primjene kontrolnih karata objavio 1931. u knjizi *Economic Control of Quality of Manufactured Product*.

#### 5.1.1 Tehnika kontrolnih karata

Tehnika kontrolnih karata sastoji se u uzimanju većeg broja malih uzoraka iz procesa. Uzorci se uzimaju, ako je to primjenjivo, u slučajnim obilascima. Potrebno je istaknuti da se kontrolom kartom prate varijacije procesa u vremenu. To znači da uzorci uvijek moraju biti zadnje proizvedene jedinice. Na osnovi rezultata mjerenja (kontrole) uzorka računa se jedan ili više statističkih parametara. Vrijednosti statističkih parametara uzoraka predmet su praćenja primjenom odgovarajuće kontrolne karte.

#### 5.1.2 Značajke kontrolnih karata

Na svakoj kontrolnoj karti treba odrediti kontrolne granice i središnju liniju.

Kontrolne su granice:

- donja kontrolna granica, DKG (lower control limit, LCL)
- gornja kontrolna granica, GKG (upper control limit, UCL)

Kontrolne su granice statističke granice i nisu povezane s granicama specifikacijskih zahtjeva. Postavljaju se (računaju) na granice rasipanja ( $\pm 3\sigma$ ) statističkog parametra (R, s, p i drugo) koji se prati kontrolnom kartom (računa iz uzoraka). Pored kontrolnih granica mogu se rabiti i tzv. granice upozorenja (postavljaju se na  $\pm 2\sigma$  ili  $\pm 1\sigma$ ). Podatak izvan kontrolne granice (iznad GKG ili ispod DKG) pokazuje da se u procesu, statistički promatrano, dogodio ne slučajan već znatan uzrok varijacije (odstupanja). Najefikasniji postupak povećavanja kvalitete praćenog procesa jest brzo otkrivanje uzroka velikih varijacija i izvedba odgovarajućih popravnih radnji.

Kada nema podataka izvan kontrolnih granica, za proces se kaže da je "pod kontrolom". Sintagma "pod kontrolom" statistički je termin kojim se pokazuje da proces varira samo pod utjecajem slučajnih, procesu svojstvenih utjecaja. Za proces koji je pod kontrolom često se rabi i inačica "stabilan proces". Kad su podatci izvan kontrolnih granica, to nipošto ne znači da proces daje nesukladne proizvode.

Kontrolne karte mogu se i trebaju primjenjivati kako za procese koji nužno daju nesukladne proizvode ( $C_p < 1$ ), tako i za sposobne procese ( $C_p > 1$ ). Ukoliko se u određivanju kontrolnih granica za proces o kojem nemamo prethodnih spoznaja (nepoznate varijacije procesa) pojave podatci izvan kontrolnih granica, potrebno je provesti korekciju granica. Korekcija (ponovno računanje granica) provodi se nakon eliminacije uzoraka (odgovarajućih statističkih parametara koji se prate) koji su izvan kontrolnih granica. Za poznate procese (poznato rasipanje) kontrolne se granice postavljaju prije uzimanja uzoraka. To je i najprirodniji način uporabe kontrolnih karata jer se eventualna pojava znatnijih odstupanja može brzo istražiti. Kontrolne karte treba udaljiti od računala i približiti radnom mjestu (stroju).

### 5.1.3 Kontrolna karta x-R

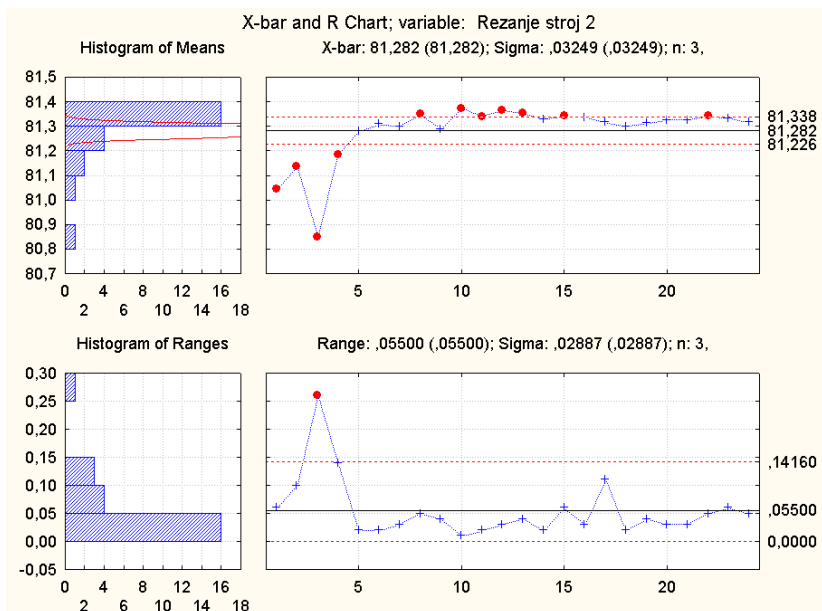
Kontrolna karta srednjih vrijednosti i raspona x-R sadržava dvije osnovne karte:

- Kartu srednjih vrijednosti ( $\bar{x}$ )
- Kartu raspona (R)

Analiza variranja procesa zasniva se na analizi ponašanja triju njegovih komponenata: tendencije, rasipanja i oblika.

- x-karta daje podatke o tendenciji procesa ovisno o vremenu
- R-karta daje podatke o rasipanju procesa

Zajednička x-R karta daje uz navedene podatke i podatke o svojstvima i abnormalnostima oblika varijacije procesa koji se kontrolira.



Sl. 36. Kontrolna karta x-R

## 5.2 Procjenjivanje sposobnosti procesa

Sposoban proces jest onaj proces koji jedinice može proizvoditi unutar granica zahtijevanih specifikacijom. Sposobnost procesa procjenjuje se računanjem tzv. indeksa sposobnosti procesa. Računanje i pravilna interpretacija indeksa sposobnosti procesa temelji se na sljedećim pretpostavkama:

- raspodjela podataka može se aproksimirati normalnom raspodjelom
- proces koji se razmatra stabilan je i bez znatnijih uzroka varijacija (proces je "pod kontrolom")
- pouzdana procjena sposobnosti procesa može se donijeti samo na temelju praćenja procesa primjenom odgovarajuće kontrolne karte i nakon dovođenja procesa u stanje statističke kontrole (stanje "pod kontrolom")

Ukoliko proces nije pod kontrolom, računanje indeksa sposobnosti puka je formalnost i zavaravanje. Tek nakon otklanjanja uzroka znatnih varijacija i dovođenja sredine procesa u okoliš ciljane vrijednosti ima smisla procjenjivati sposobnost procesa.

### 5.2.1 Temeljni uvjet sposobnosti procesa

Proces je sposoban ako je raspon zahtjeva veći od raspona procesa ili jednak njemu. Raspon zahtjeva (tolerancijsko područje)  $T$  jest područje između gornje (USL) i donje granice zahtjeva (LSL), odnosno  $T = USL - LSL$ . Raspon procesa podrazumijeva područje unutar  $\pm 3$  standardna odstupanja ( $6 \cdot \sigma$ ) u odnosu na sredinu procesa (99,73% površine ispod krivulje normalne raspodjele kojom se aproksimira proces).

Temeljni uvjet sposobnosti procesa jest:

$$T \geq 6 \cdot \sigma$$

## 5.2.2 Indeksi sposobnosti procesa

U literaturi se mogu naći različita tumačenja tzv. indeksa sposobnosti procesa. Ta su tumačenja često kontradiktorna i mogu unijeti zbrku u primjeni. Nesporzume izazivaju ponajprije načini procjenjivanja raspona procesa (standardnog odstupanja) i s tim u vezi primijenjena terminologija. Pregled indeksa sposobnosti procesa koji je naveden u nastavku sukladan je tumačenju tvrtke *Ford*. S obzirom na trajanje i vremenski slijed procesa, procjenjivanje sposobnosti (pripadajući indeksi) može pripadati jednoj od triju kategorija:

### 1. Sposobnost procesa u dužem razdoblju (Long-Term Process Capability)

Indeksi sposobnosti procesa računaju se nakon razmjerno dugog perioda, tijekom kojeg su se mogli pojaviti svi mogući utjecaji varijacija procesa.

Preporuka je 20 proizvodnih dana. Indeksi su sljedeći:

**Potencijalna sposobnost** procesa dobiva se iz temeljnog uvjeta sposobnosti :

$$Cp = \frac{T}{6\sigma}$$

**Standardno odstupanje** procjenjuje se analizom odgovarajuće kontrolne karte :

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d}$$

Tako procijenjeno standardno odstupanje naziva se "standardno odstupanje iz uzoraka" ili "unutrašnje standardno odstupanje".

Iznos indeksa Cp pokazuje je li proces sposoban. Što je iznos indeksa veći, to je rasipanje procesa manje. U razvijenim zemljama danas se zahtijeva da najmanja vrijednost indeksa Cp iznosi 1,33. Taj zahtjev neke kompanije podižu na 1,67, odnosno na  $Cp \geq 2$ .

### Omjer sposobnosti (Capability Ratio)

Iznos tog indeksa jest recipročna vrijednost indeksa Cp, odnosno:

$$Cr = 1/ Cp$$

Ako se iznos indeksa prikaže u postotcima ( $C_r \cdot 100, \%$ ), dobiva se postotak tolerancijskog područja koji je iskorišten rasponom procesa. Za sposoban proces iznos indeksa  $C_r$  treba biti manji od 1.

### **Donja i gornja potencijalna sposobnost $C_{pL}$ i $C_{pU}$**

Iznosi indeksa  $C_{pL}$  i  $C_{pU}$  računaju se na sljedeći način:

$$C_{pL} = (\text{sredina procesa} - L) / 3 \cdot \bar{\sigma}$$

$$C_{pU} = (U - \text{sredina procesa}) / 3 \cdot \bar{\sigma}$$

Sredina procesa jest središnja linija primijenjene kontrolne karte. U slučaju računanja statističkih parametara iz svih podataka, sredina procesa odgovara aritmetičkoj sredini tih podataka.

Indeksi  $C_p$  i  $C_r$  ne pokazuju kako je proces smješten u odnosu na granice specifikacija. To se može utvrditi usporedbom iznosa indeksa  $C_{pL}$  i  $C_{pU}$ :

- identični iznosi pokazatelj su potpune centriranosti procesa (iznosi indeksa jednaki su iznosu indeksa  $C_p$ )
- iznos manji od 1 upozorava na pojavu nesukladnosti
- proces je pomaknut prema granici specifikacije manjeg iznosa indeksa

### **Faktor korekcije necentriranosti k**

Iznos indeksa  $C_p$  može se zbog necentriranosti korigirati računanjem faktora korekcije necentriranosti k:

$$k = \text{abs}(D - \text{sredina procesa}) / (1/2 \cdot (\text{USL} - \text{LSL})),$$

gdje je D ciljana vrijednost procesa, odnosno:

$$D = (\text{USL} + \text{LSL})/2$$

### Demonstrirana izvrsnost $C_{pk}$

Zbog necentriranosti korigirana vrijednost indeksa  $C_p$  iznosi:

$$C_{pk} = (1 - k) \cdot C_p$$

Ako je proces idealno centriran, tada je  $k$  jednak nuli i  $C_{pk} = C_p$ . Pomicanjem procesa od ciljane vrijednosti (sredine područja tolerancija)  $k$  se povećava, a  $C_{pk}$  postaje manji od  $C_p$ .

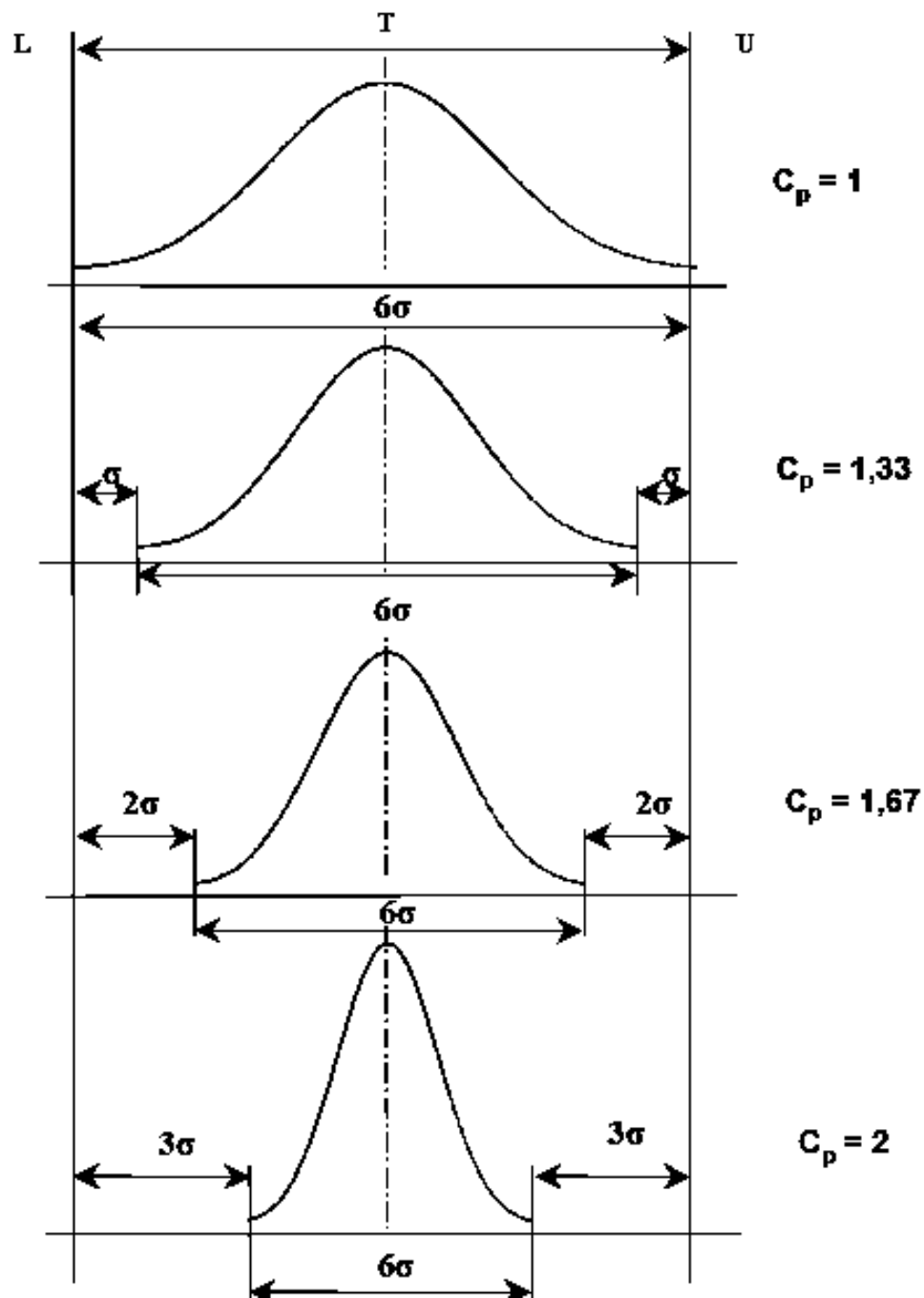
### 2. Preliminarna sposobnost procesa (Preliminary Process Capability)

Preliminarno procjenjivanje sposobnosti procesa provodi se na početku procesa ili nakon relativno kratkog praćenja procesa. Preporuka je da se razmatra uzorak od najmanje 100 jedinica ili kontrolna karta s najmanje 20 uzoraka. U nazivlju indeksa umjesto termina sposobnost (Capability) upotrebljava se termin značajka (Performance). U tom smislu indeksi se označuju oznakama  $P_p$ ,  $P_{pL}$ ,  $P_{pU}$ ,  $P_{pk}$ , a računaju se na isti način kao  $C_p$ ,  $C_{pL}$ ,  $C_{pU}$ ,  $C_{pk}$ . Zahtjevi koji se odnose na najmanje iznose indeksa  $P_p$  i  $P_{pk}$  stroži su od onih koji se odnose na iznose indeksa  $C_p$  i  $C_{pk}$  (npr. ako je zahtjev za  $C_p \geq 1,33$ , tada je ekvivalentni zahtjev za  $P_p \geq 1,67$ ). U SPC-softverima za računanje tih indeksa upotrebljava se ukupno standardno odstupanje.

### 3. Sposobnost u kratkom razdoblju (Short-Term Capability)

Analiza sposobnosti procesa u kratkom razdoblju često se naziva i analizom sposobnosti stroja (Machine Capability Analysis). Primjenjuje se uglavnom pri (pred)preuzimanju stroja. Preporučuje se provođenje analize na uzorku od najmanje 50 jedinica. Temeljni je interes informacija o rasipanju podataka oko ciljane vrijednosti  $D$ .





Sl. 37. Rasipanje procesa ovisno o C<sub>p</sub>-u

### 5.3 Procjena sposobnosti procesa – primjeri iz proizvodnje

Na temelju analize prikupljenih podataka izvršena je procjena sposobnosti procesa za sljedeće proizvodne operacije.

**Tab. 2. Proizvodne operacije i tolerancijski zahtjevi**

Operacije	Nominalna vrijednost te područje tolerancije
1. Rezanje	Nominalna vrijednost 81 mm, Tolerancija + 0,3, - 0,1
2. Izvlačenje	Kontrola kalibrima (šablonama) – princip da/ne
3. Odsijecanje	Nominalna vrijednost 165 mm, Tolerancija $\pm 0,3$
4. Glodanje	Tolerirano odstupanje do 120 mm: $\pm 0,3$
5. Kvećanje	Kontrola kalibrima (šablonama) – princip da/ne
6. Kaljenje	Nominalna vrijednost 54 HRC, Tolerancija 52–56 HRC
7. Popuštanje	Nominalna vrijednost 48 HRC, Tolerancija 45,5–50,5 HRC
8. Zavarivanje	Vizualna kontrola prema kontrolnom postupku

#### 5.3.1 Procjena sposobnosti – tehnološka operacija rezanja cijevi

PROIZVOD:	Ključ 1129 (Kombinirani ključ)
TEHNOLOŠKA OPERACIJA:	Rezanje cijevi
STROJEVI:	S1 – Selectomat 320 s, S2 – HAP 280
ZAHTJEV:	Dužina odrezane cijevi 81 mm (tolerancija + 0,3 mm, - 0,1 mm)
CILJ:	Utvrđivanje sposobnosti procesa

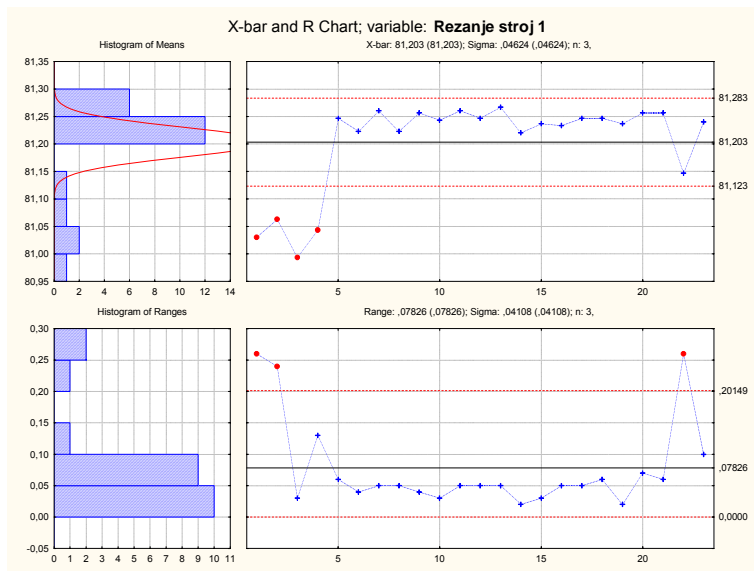
##### 5.3.1.1 OBRADA REZULTATA MJERENJA

Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=3$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa rezanja cijevi.

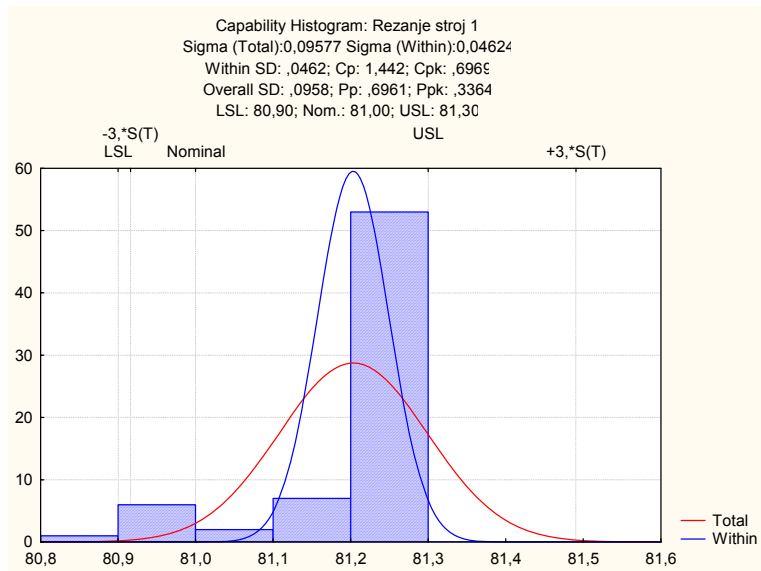
##### S1 – Selectomat 320 s

Odstupanje izvan granica kontrolne karte (v. sl. 38) zahtijevalo je daljnju obradu podataka. Podatci (crvene točke) koji su se pojavili izvan kontrolnih granica eliminirani su radi objektivnije statističke analize. Nakon eliminacije podataka koji su bili izvan kontrolnih granica rezultat se pokazao kao korektan (sl. 40), te ga je bilo moguće analizirati.

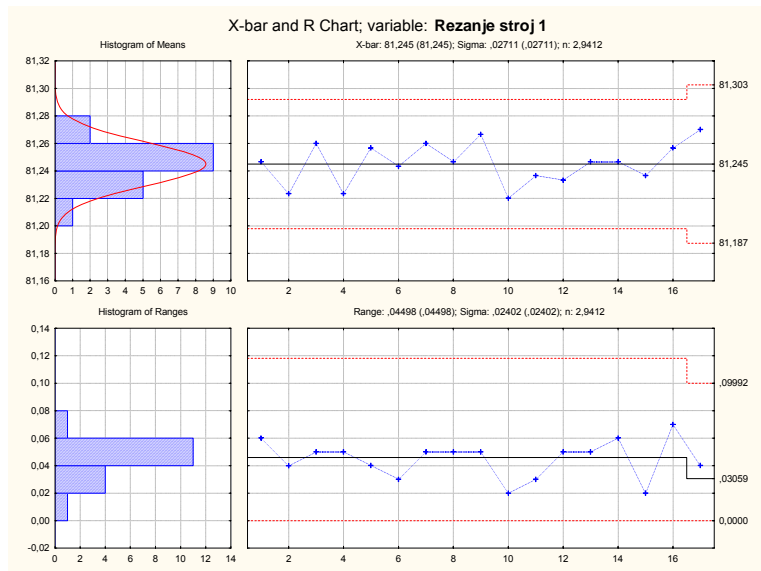
Indeks sposobnosti  $C_p = 2,459$ , što pokazuje da je analizirani proces sposoban, no isto se tako pokazuje i da nije centriran. Necentriranost procesa može biti posljedica istrošenosti alata, u ovom slučaju pile za rezanje, ili nepravilne reguliranosti stroja. Adekvatnim pristupom navedenim problemima proces se može vratiti u stanje centriranosti.



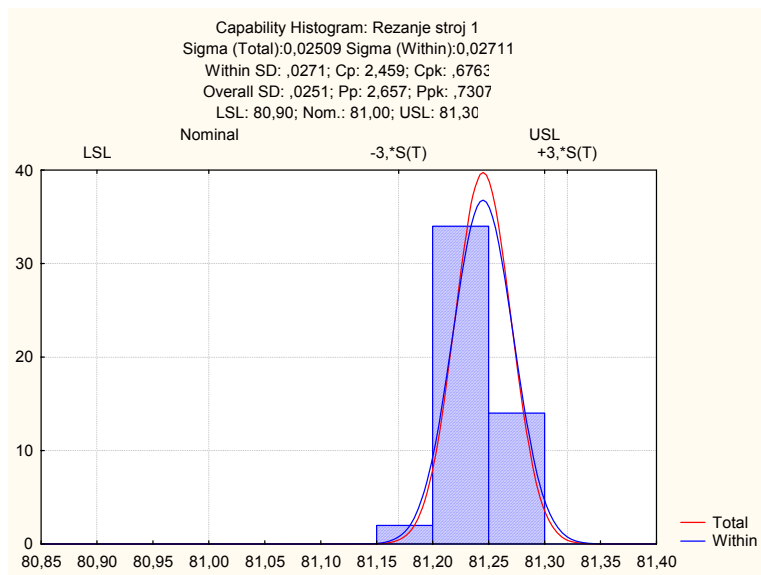
Sl. 38. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3)



Sl. 39. Histogram izmjerenih dužina cijevi prije eliminacije podataka



Sl. 40. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) nakon eliminacije podataka



Sl. 41. Histogram izmjerenih dužina cijevi nakon eliminacije podataka

Na stroju 1 operacija rezanja cijevi izvodila se korektno kad je stroj radio, no zbog nedostatka materijala bilo je i zastoja u radu. Na sl. 42 u postotcima je izraženo koliko su prekidi trajali u odnosu na vrijeme kad je stroj bio u funkciji.

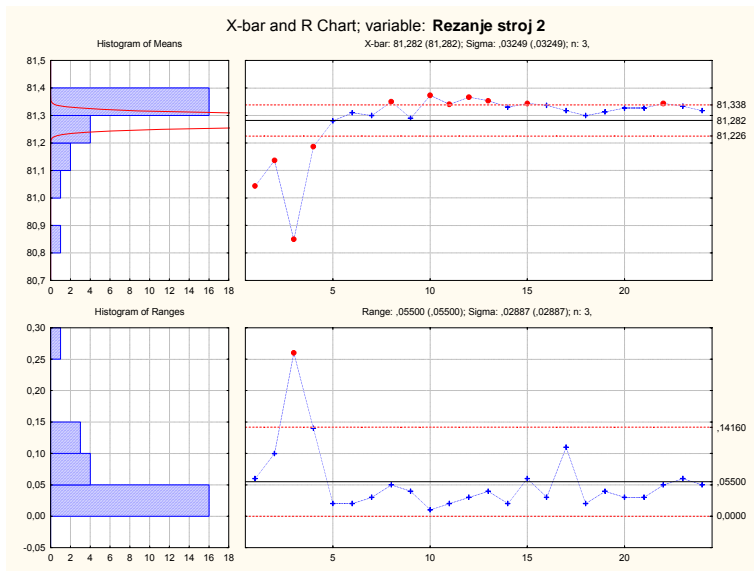


Sl. 42. Odnos radnih i neradnih intervala

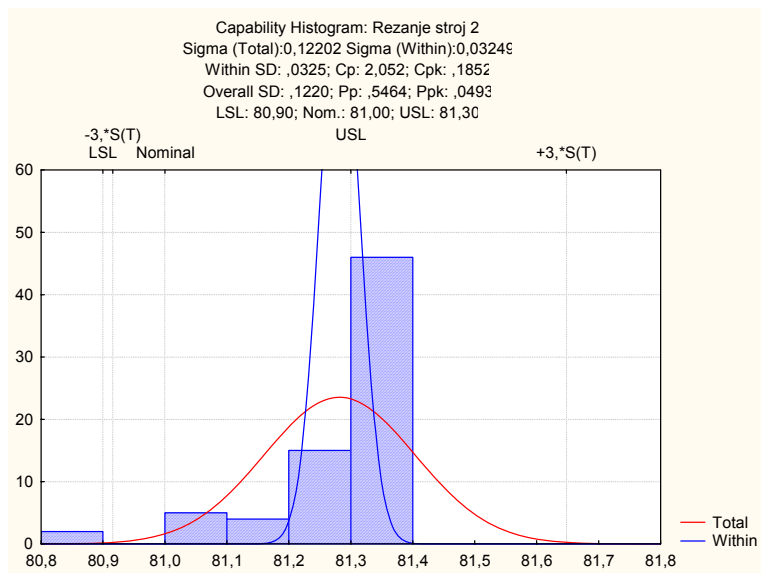
## S2 – HAP 280

Odstupanje izvan granica kontrolne karte (v. sl. 43) zahtijeva daljnju obradu podataka. Podatci (crvene točke) koji su se pojavili izvan kontrolnih granica eliminirani su radi objektivnije statističke analize. Nakon eliminacije podataka koji su bili izvan kontrolnih granica rezultat se pokazao kao korektan, te ga je bilo moguće analizirati.

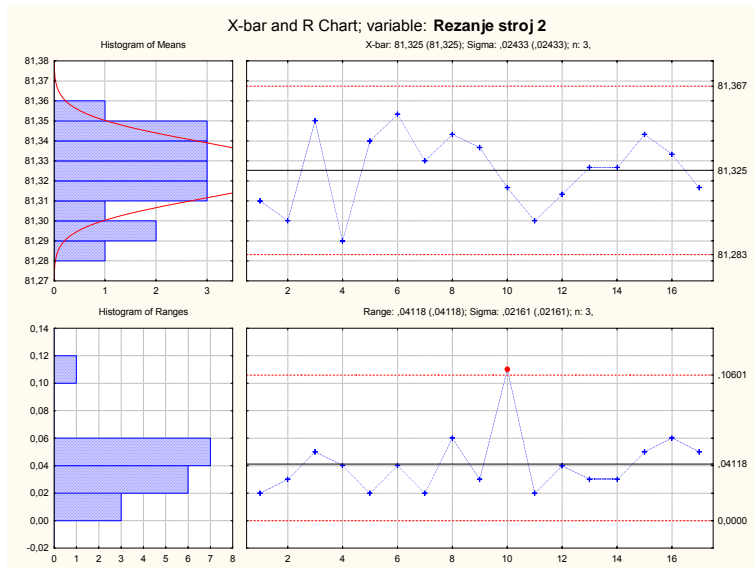
Na slici 45 svi analizirani podatci nalaze se unutar kontrolnih granica. Indeks sposobnosti  $C_p$  iznosi 2,740, što dokazuje da je analizirani proces sposoban. Isto je tako vidljivo da nije centriran. Nacentriranost tog procesa uzrok može imati u problemima kao što je istrošenost alata, u ovom slučaju pile za rezanje, ili nepravilno reguliranje stroja. Adekvatnim djelovanjem na navedene probleme proces se može vratiti u stanje centriranosti.



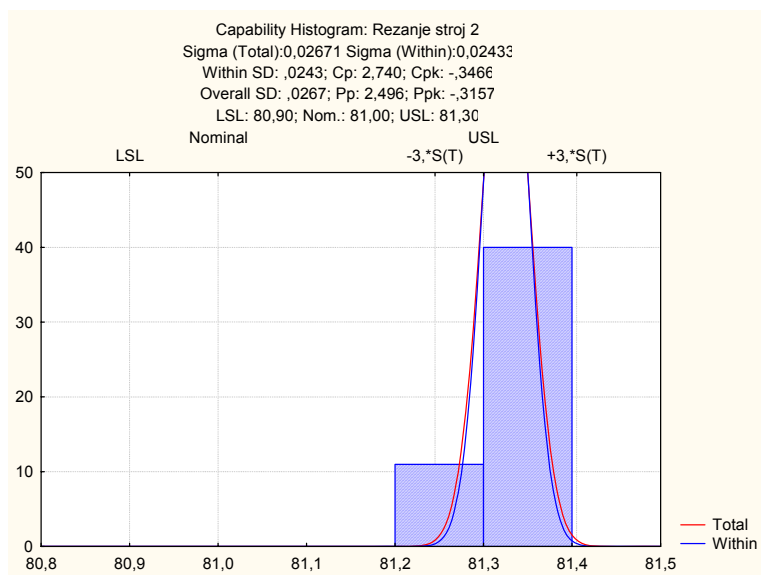
Sl. 43. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3)



Sl. 44. Histogram izmjerenih dužina cijevi



SI. 45. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) nakon eliminacije podataka



SI. 46. Histogram sposobnosti izmjerenih dužina cijevi nakon eliminacije podataka

Na stroju 2 operacija rezanja cijevi izvodila se korektno kad je stroj radio, no zbog nedostatka materijala bilo je i zastoja u radu. U postotcima je izraženo koliko su prekidi trajali u odnosu na vrijeme kad je stroj bio u funkciji (sl. 47).



Sl. 47. Odnos radnih i neradnih intervala



### 5.3.2 Procjena sposobnosti – tehnološka operacija odsijecanja

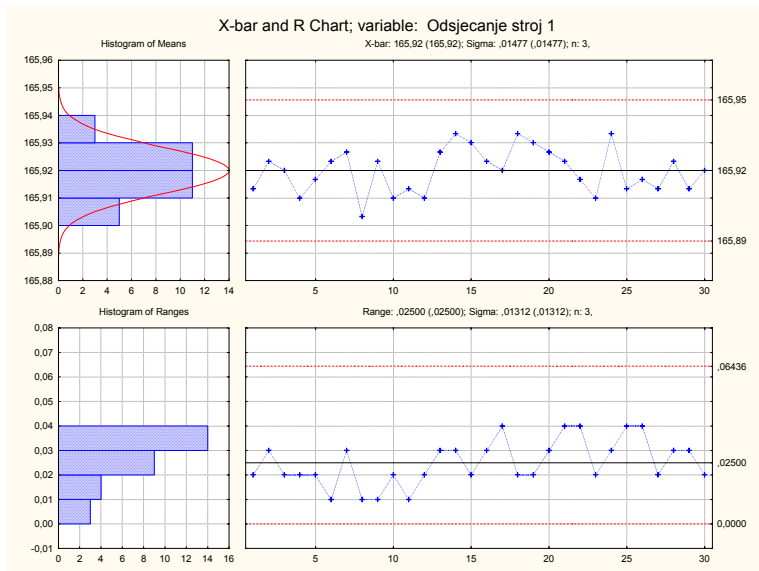
PROIZVOD:	Ključ 1129 (Kombinirani ključ)
TEHNOLOŠKA OPERACIJA:	Odsijecanje šipke
STROJEVI:	Preša oznake S2S2
ZAHTJEV:	Dužina odrezane šipke 165 mm (tolerancija $\pm 0,3$ mm)
CILJ:	Utvrđivanje sposobnosti procesa

#### 5.3.2.1 Obrada rezultata mjerenja

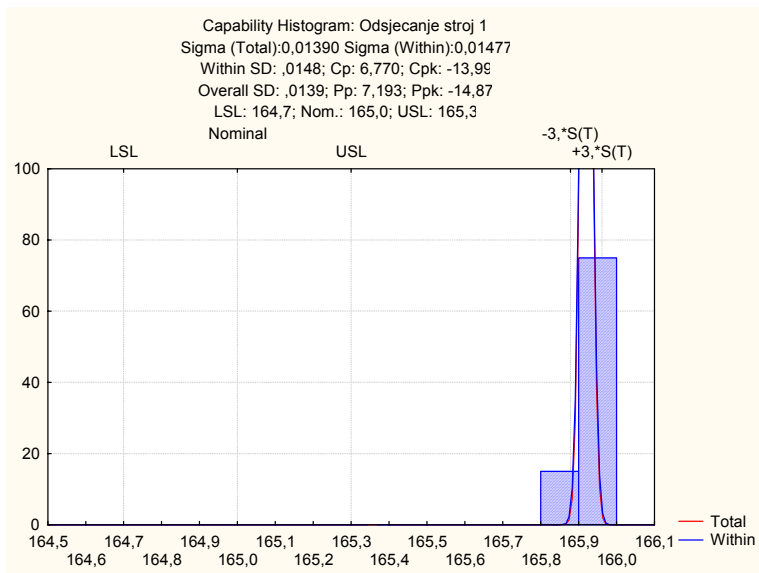
Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=3$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa odsijecanja šipke.

#### S1 – Preša S2S2

Nakon statističke obrade i analize podataka rezultat (v. sl. 48) pokazuje da nije potrebno provoditi eliminaciju podataka. Podatci se nalaze unutar kontrolnih granica, odn. granica rasipanja. Proces je potencijalno sposoban (sl. 49), što se vidi i iz indeksa sposobnosti ( $C_p = 6,770$ ). Kao i u prethodnim primjerima, vidljiva je necentriranost procesa, što može biti posljedica nereguliranosti stroja (graničnik). Problem necentriranosti nije vezan uz alat, što dokazuje činjenica da je indeks sposobnosti jako visok ( $C_p = 6,770$ ), odnosno rasipanje rezultata jako malo. Pravilnim namještanjem mjerne skale na tom stroju vratila bi se centriranost procesa. Iz necentriranosti procesa vidljivo je da stroj radi nesukladne proizvode visoke točnosti. Ta činjenica ostavlja mjesta sumnji u ispravnost šablona kojima se kontrolirala operacija.

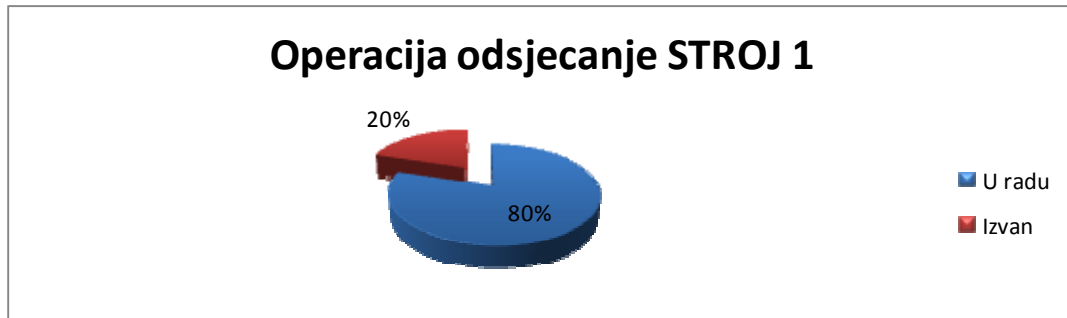


Sl. 48. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3)



Sl. 49. Histogram sposobnosti izmjerenih dužina šipki

Zbog nedostatka proizvodnog materijala u tvrtki *Kordun* u desetodnevnom periodu provođenja kontrole kvalitete bilo je i intervala kad stroj nije radio. Na sl. 50 u postotcima je izraženo koliko su oni trajali u odnosu na vrijeme kad je stroj bio u funkciji.



Sl. 50. Odnos radnih i neradnih intervala

### 5.3.3 Procjena sposobnosti – tehnološka operacija kaljenje

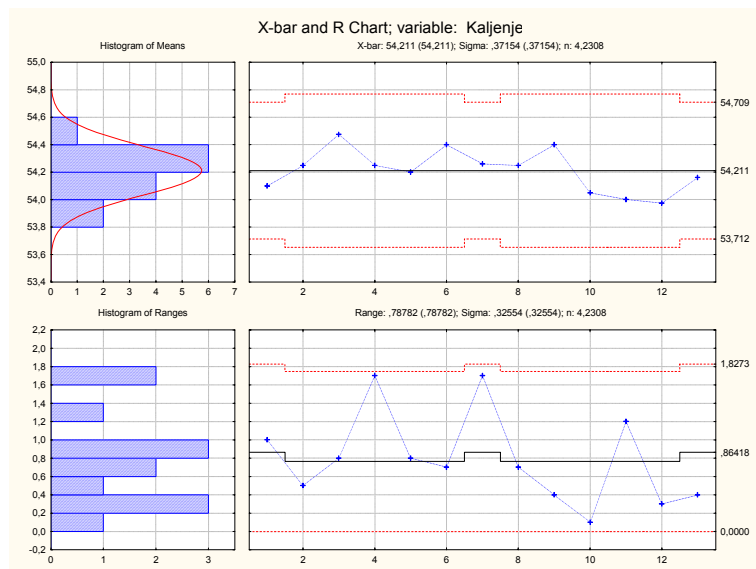
PROIZVOD:	Ključ 1129 (Kombinirani ključ)
TEHNOLOŠKA OPERACIJA:	Kaljenje izvijača (šipka)
STROJEVI:	VF-generator VGI50
ZAHTJEV:	Tvrdoća izvijača 54 HRC (tolerancija 52–56 HRC)
CILJ:	Utvrđivanje sposobnosti procesa

#### 5.3.3.1 Obrada rezultata mjerenja

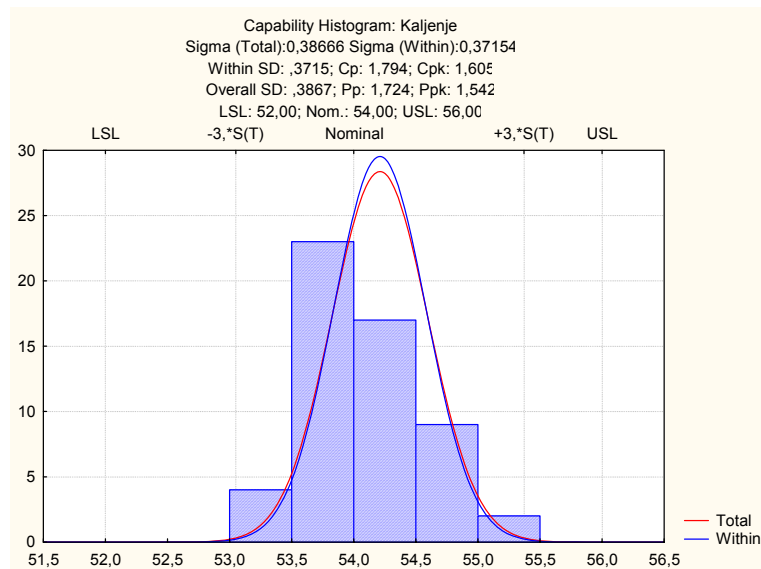
Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=5$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa kaljenja.

#### VF-generator VGI50

Nakon statističke obrade i analize podataka rezultat (sl. 51) pokazuje da nije potrebno provoditi eliminaciju podataka. Podatci se nalaze unutar kontrolnih granica, odnosno granica rasipanja. Proces je potencijalno sposoban (sl. 52), što se vidi i iz indeksa sposobnosti ( $C_p = 1,794$ ). Centriranost procesa neznatno odstupa od nominalne vrijednosti. Na osnovi prikupljenih podataka možemo reći da se ta operacija izvodi jako dobro.



Sl. 51. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=5$ )



Sl. 52. Histogram sposobnosti - kaljenje

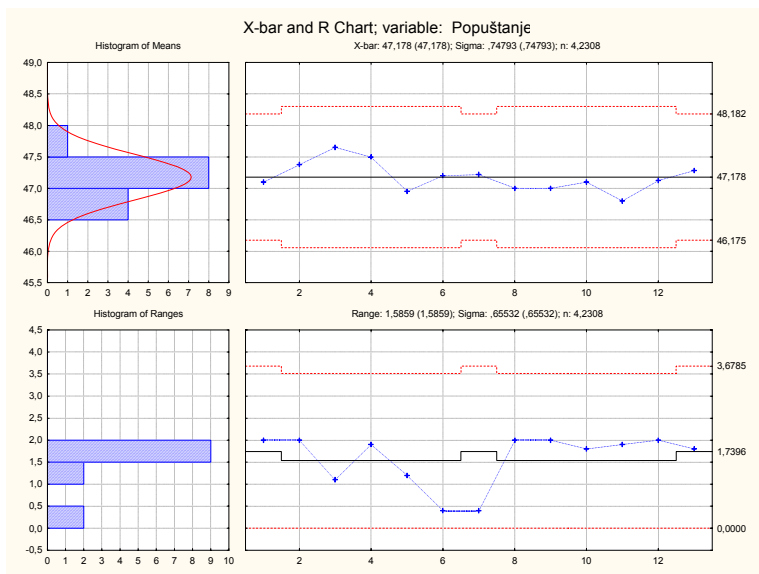
### 5.3.4 Procjena sposobnosti – tehnološka operacija popuštanje

PROIZVOD:	Ključ 1129 (Kombinirani ključ)
TEHNOLOŠKA OPERACIJA:	Popuštanje izvijača (šipka)
STROJEVI:	Peći
ZAHTJEV:	Tvrdoća izvijača 48 HRC (tolerancija 45,5–50,5 HRC)
CILJ:	Utvrđivanje sposobnosti procesa

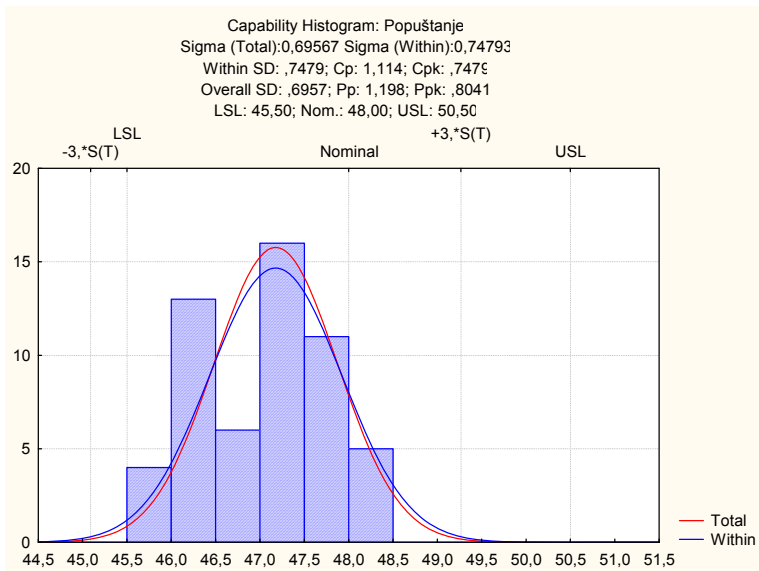
#### 5.3.4.1 Obrada rezultata mjerenja

Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=5$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa popuštanja.

Nakon statističke obrade i analize podataka rezultat (sl. 53) pokazuje da nije potrebno provoditi eliminaciju podataka. Podatci se nalaze unutar kontrolnih granica, odnosno granica rasipanja. Proces je potencijalno sposoban (sl. 54), što se vidi i iz indeksa sposobnosti ( $C_p = 1,114$ ). Centriranost procesa malo odstupa od nominalne vrijednosti. Na rast indeksa sposobnosti u ovom bi slučaju moglo utjecati reguliranje parametara kao što su trajanje popuštanja i temperatura.



Sl. 53. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=5)



Sl. 54. Histogram sposobnosti - popuštanje

### 5.3.5 Procjena sposobnosti – tehnološka operacija glodanje

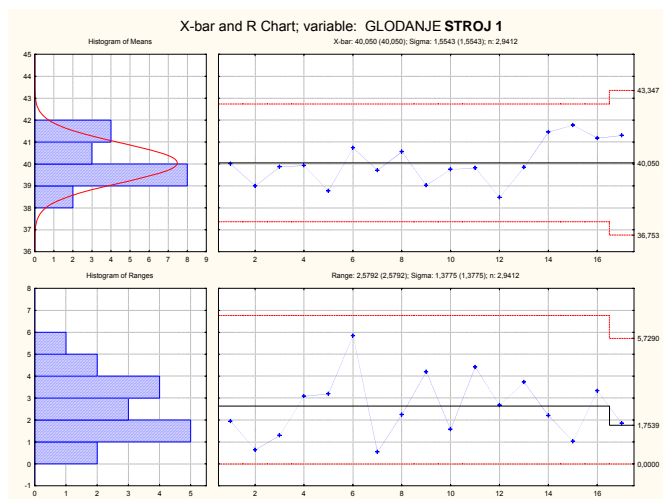
PROIZVOD:	Ključ 1129 (Kombinirani ključ)
TEHNOLOŠKA OPERACIJA:	Glodanje izvijača
STROJEVI:	S1 – 2024, S2 – 2474, S3 – 8923
ZAHTJEV:	Tolerirano odstupanje do 120 mm: $\pm 0,3$ mm
CILJ:	Utvrđivanje sposobnosti procesa

#### 5.3.5.1 Obrada rezultata mjerenja

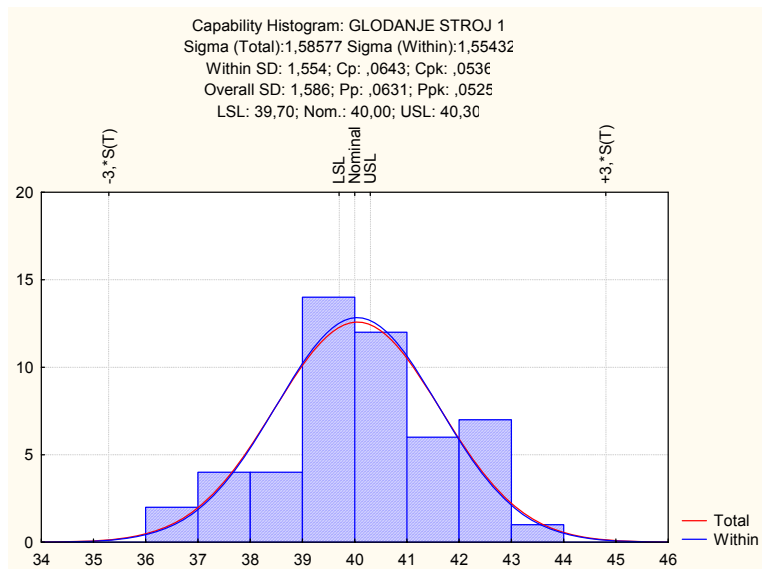
Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=3$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa glodanja šipke.

#### S1 – 2024

Nakon statističke obrade i analize podataka rezultat (sl. 55) pokazuje da nije potrebno provoditi eliminaciju podataka. Podatci se nalaze unutar kontrolnih granica, odnosno granica rasipanja. Proces je centriran, ali nije sposoban (sl. 56). Iz indeksa sposobnosti  $C_p = 0,064$  vidljivo je da nije zadovoljen temeljni uvjet sposobnosti. U ovom slučaju rasipanje je vrlo veliko, a tolerancijsko polje vrlo usko. Odstupanja veća od onih koja se toleriraju u izvođenju te operacije svrstavaju u škart gotovo svaki izradak.



Sl. 55. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima ( $n=3$ )



Sl. 56. Histogram sposobnosti – glodanje, S1

Nesimetričnost kosina (Sl. 57) kao rezultat tehnološke operacije glodanja pokazuje se u razlici između dužina jedne i druge kosine. U odnosu na zadane kriterije (tolerirano odstupanje  $\pm 0,3$  mm) uočene su znatne nepravilnosti, odn. odstupanje i do nekoliko milimetara. Na slici je crvenom linijom označen početak kraće, a zelenom početak duže kosine.

Nejednaka dužina jedne i druge kosine može izazvati probleme u izvođenju operacije kvećanja, odn. utjecati na debljinu kvećanog dijela izvijača, pa se takve nesukladnosti nikako ne bi smjele ignorirati. Svaki od analiziranih uzoraka koji su uzeti s triju strojeva predstavlja škart.



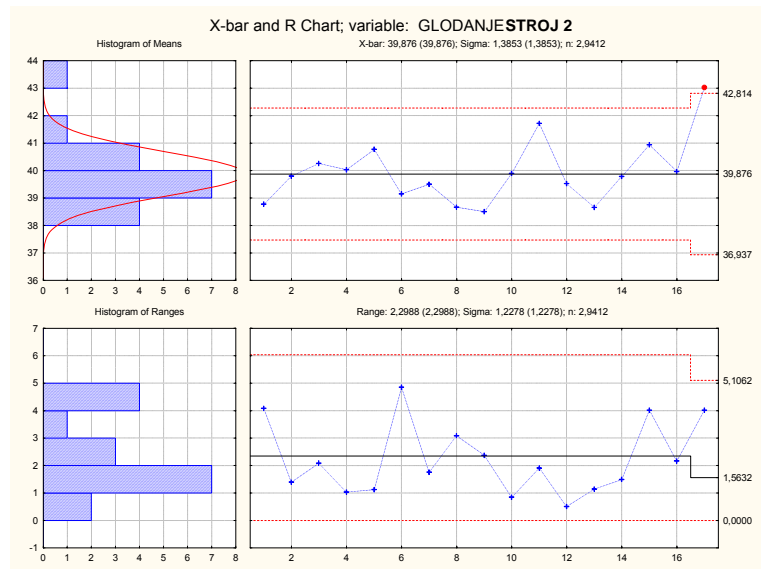


Sl. 57. Razlika u dužini kosine jedne i druge strane izvijača

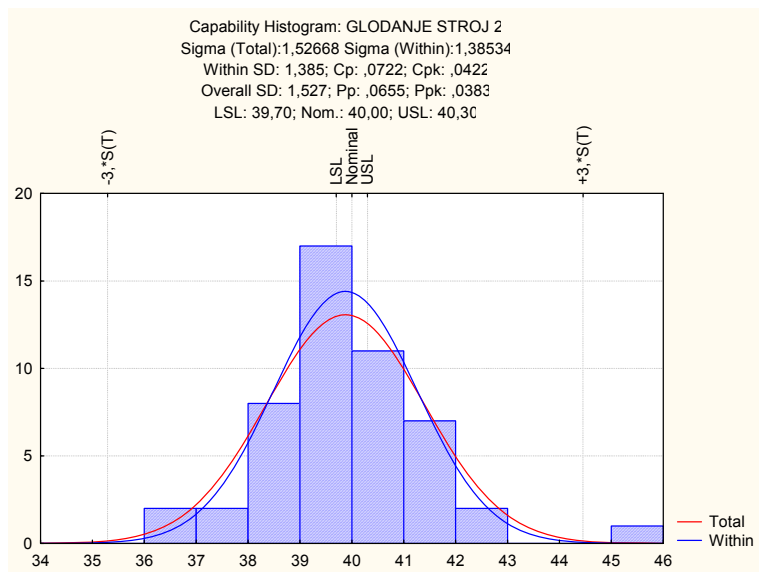
**S2 – 2474**

Odstupanje izvan granica kontrolne karte (sl. 58) zahtijeva daljnju obradu podataka. Podatci (crvene točke) koji su se pojavili izvan kontrolnih granica eliminirani su radi objektivnije statističke analize. Nakon eliminacije podataka koji su bili izvan kontrolnih granica rezultat se pokazao kao korektan, te ga je bilo moguće analizirati.

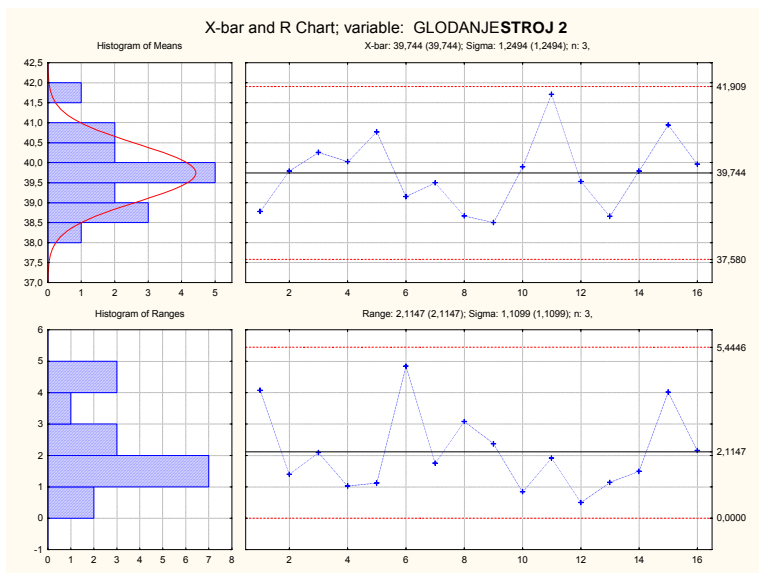
Nakon korekcije utvrđeno je da proces nije sposoban i da indeks sposobnosti u ovom slučaju iznosi 0,722. Iako nije sposoban, proces je centriran (sl. 61), ali je rasipanje jako veliko s obzirom na vrlo usko tolerancijsko polje, kao i u prethodnom slučaju.



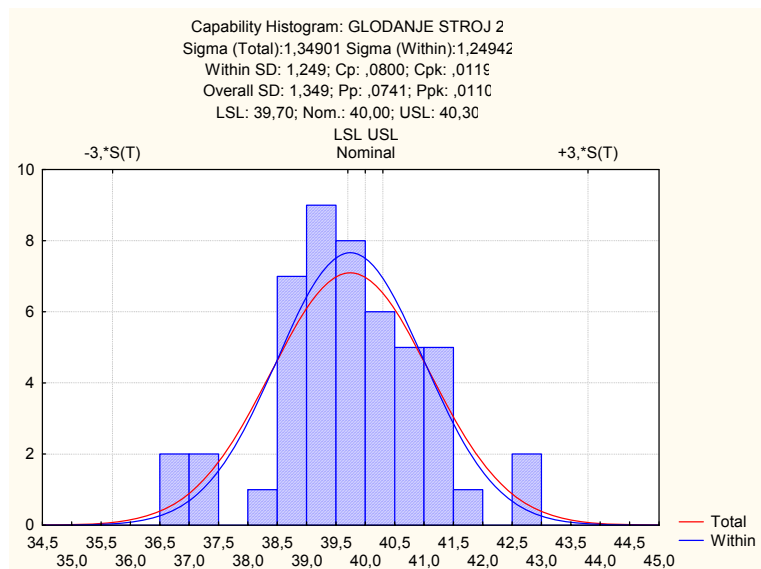
Sl. 58. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), S2



Sl. 59. Histogram sposobnosti – glodanje, S2



Sl. 60. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) nakon eliminacije podataka, S2

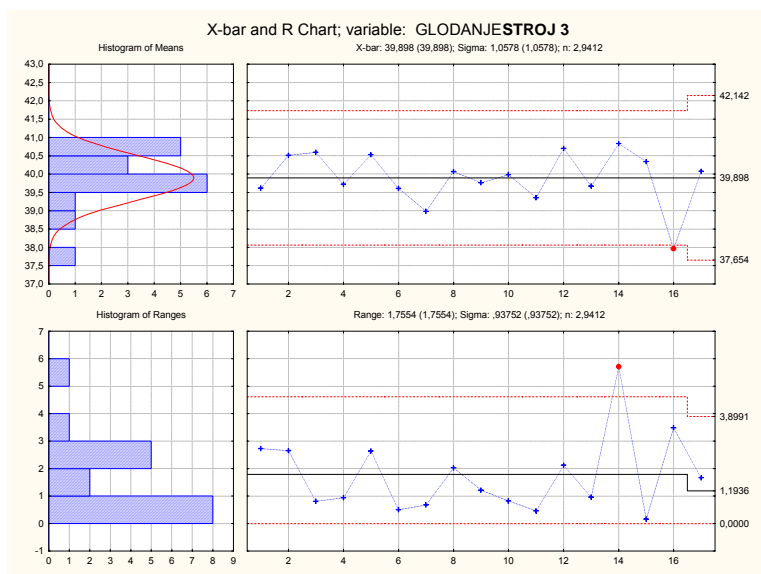


Sl. 61. Histogram sposobnosti nakon eliminacije podataka – glodanje, S2

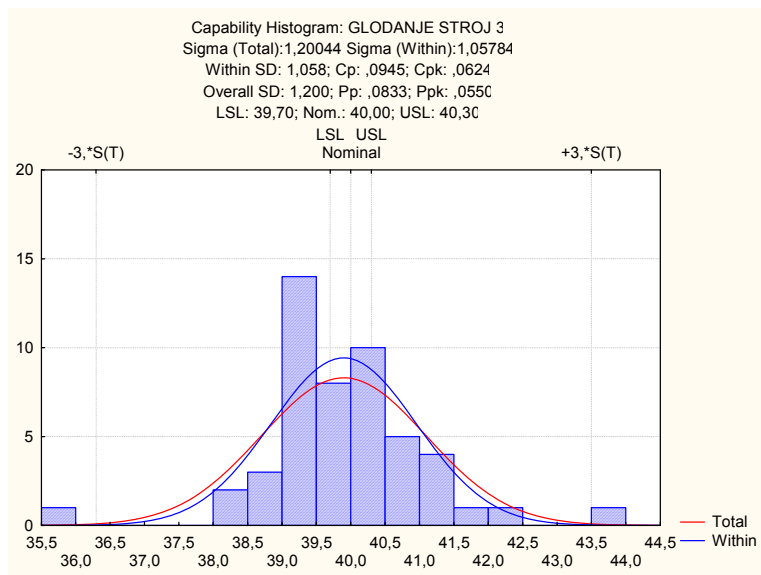
### S3 – 8923

Odstupanje izvan granica kontrolne karte (sl. 62) zahtijeva daljnju obradu podataka. Podatci (crvene točke) koji su se pojavili izvan kontrolnih granica eliminirani su radi objektivnije statističke analize. Nakon eliminacije podataka koji su bili izvan kontrolnih granica rezultat se pokazao kao korektan, te ga je bilo moguće analizirati.

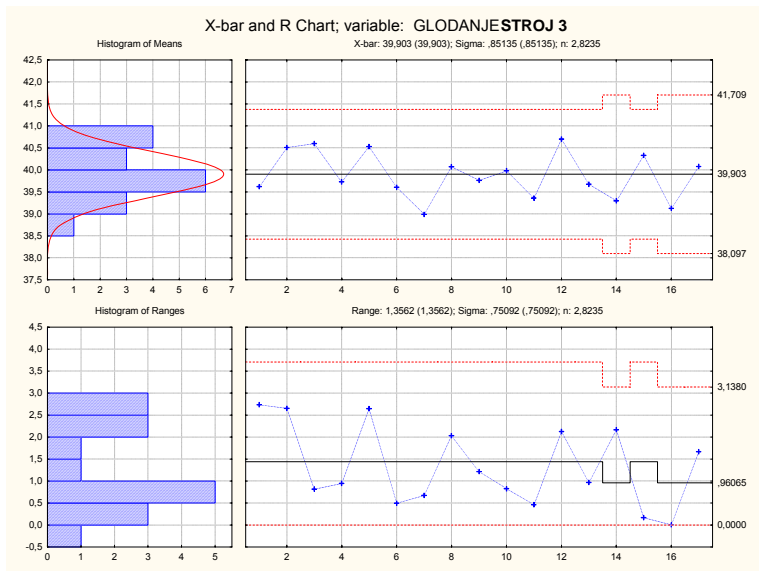
Nakon eliminacije podataka utvrđeno je da proces nije sposoban i da indeks sposobnosti u ovom slučaju iznosi 0,833. Iako nije sposoban, proces je centriran (sl. 65), ali rasipanje je jako veliko s obzirom na vrlo usko tolerancijsko polje, kao i u prethodnom slučaju.



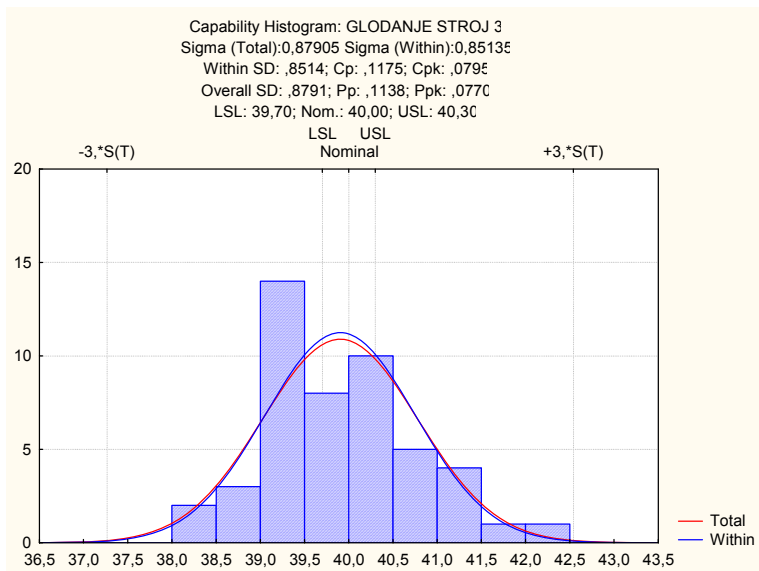
Sl. 62. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), S3



Sl. 63. Histogram sposobnosti nakon eliminacije podataka – glodanje, S3



Sl. 64. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3) nakon eliminacije podataka, S3



Sl. 65. Histogram sposobnosti nakon eliminacije podataka – glodanje, S3

### **Komentar izvođenja operacije glodanja na trima navedenim strojevima**

Kako je vidljivo iz prethodnih primjera, operacija glodanja izvodi se loše u odnosu na druge proizvodne postupke. Na loše izvođenje te operacije zasigurno utječu sljedeći problemi :

- Loše održavanje stroja (ležajevi, osovine, prijenos)
- Primjena nedovoljne sile stezanja izradaka pri izvođenju glodanja (pojava vibracija)
- Dinamika stroja (dubina rezanja, posmak, brzina rezanja)

Adekvatna analiza tih problema pomogla bi u sprečavanju pojave netoleriranih odstupanja.

## 5.4 Postotni udio grešaka uočenih tijekom vizualne kontrole i kontrole kalibrom

Neke od radnih operacija nisu su se mogle obraditi na način da im se ispita sposobnost procesa, kao što je bio slučaj u prethodnim primjerima. Operacije poput izvlačenja ključa, kvečanja i udaranja markice te zavarivanja kontrolirale su se na sljedeći način.

### 5.4.1 Izvlačenje ključa

Kontrola operacije izvlačenja ključa vršila se kalibrom (šablonom), na način "ulazi/ne ulazi". Gotovi izradak izuzme se nakon proizvodnog postupka te se ispita njegova ispravnost (v. sl. 66 i 67).



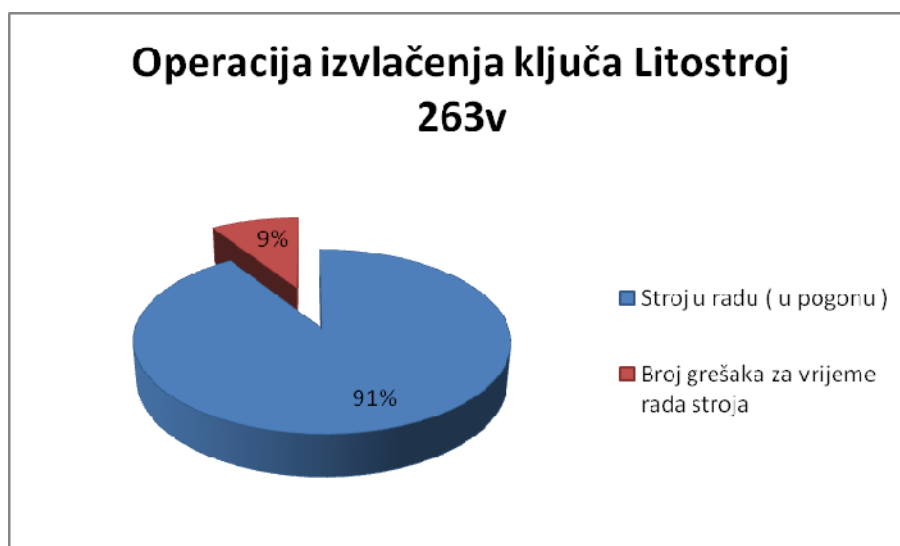
Sl. 66. Šablona (kalibar) – izvlačenje ključa



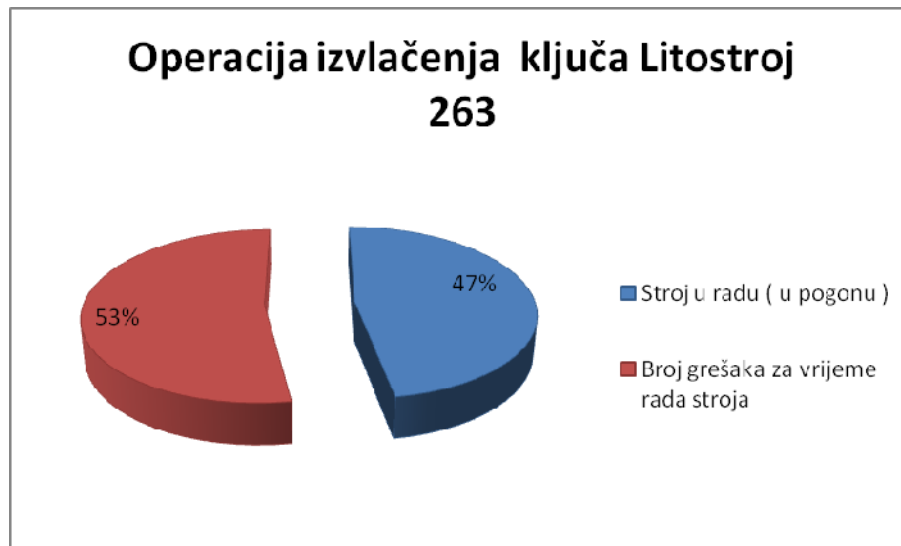


Sl. 67. Ručna provjera šablonom

Na osnovi statističke obrade podataka prikupljenih tijekom desetodnevne kontrole dobiven je i u postotcima izražen udio grešaka (sl. 68).



Sl. 68. Litostroj 263v



Sl. 69. Litostroj 263

#### 5.4.2 Kvećanje i udaranje markice

Kontrola operacije kvećanja i udaranja markice također se provodi kalibrom (šablonom), na način "ulazi/ne ulazi". Izvijač se nakon kvećanja stavlja u utor na kalibru (sl. 70) i rezultat te kontrole vidljiv je odmah. Tijekom analize nisu uočene greške u izvođenju te operacije, ali treba napomenuti da je zbog nedostatka materijala i ovdje bilo zastoja u proizvodnji (v. sl. 71).



Sl. 70. Provjera kvećanog izratka šablonom



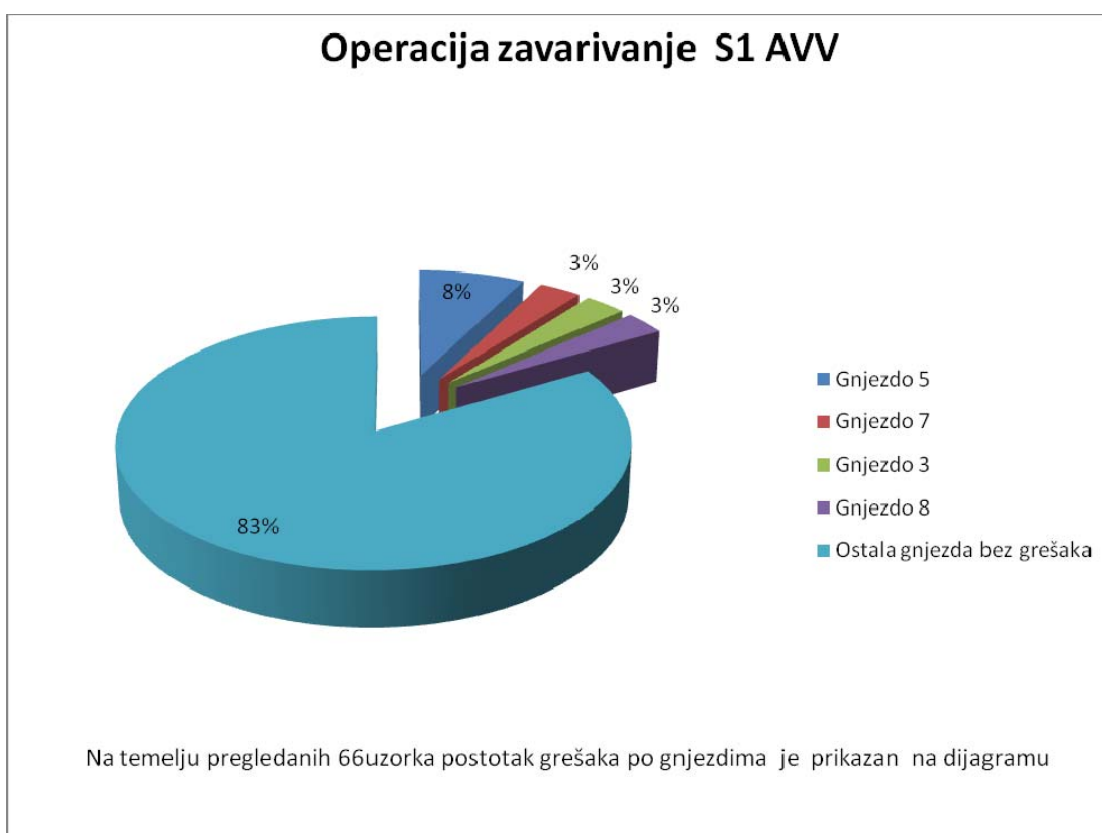
Sl. 71. Odnos radnih i neradnih intervala

### 5.4.3 Zavarivanje

Operacija zavarivanja kontrolirala se vizualno. Kontrolirane su sljedeće greške :

- Necentriranost ključa i izvijača
- Nedovršen zavar
- Zavar s rupicama

Rezultat statističke analize prikazan je na slici.



Sl. 72. Stroj za zavarivanje AVV

Za razliku od uzoraka koji su zavarivani na stroju AVV, na uzorcima koji su obrađivani na stroju 3 (Vehovar) nisu uočene greške. Stroj je radio bez prekida tijekom cijelog perioda prikupljanja podataka.



Sl. 73. Stroj za zavarivanje AVV – loš stroj

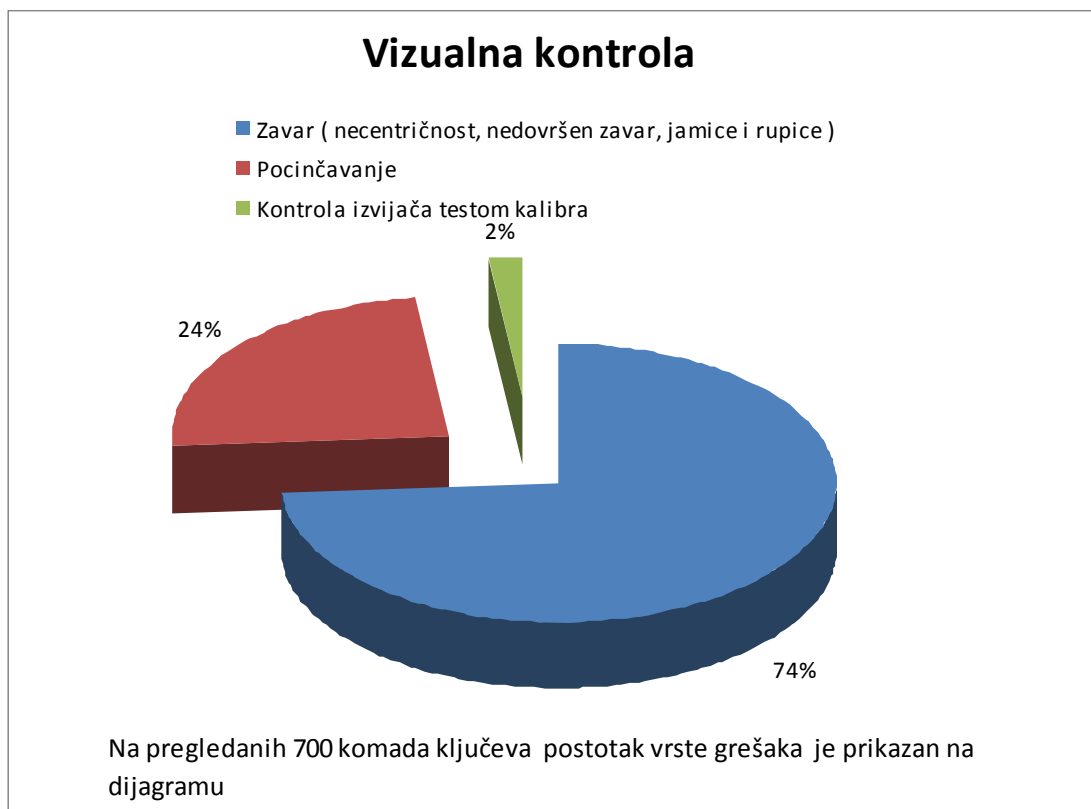


Sl. 74. Stroj za zavarivanje Vehovar – dobar stroj

## 5.5 Vizualna kontrola

Vizualna kontrola provedena je pregledavanjem 700 ključeva, a greške nesukladnih proizvoda klasificirane su na sljedeći način:

- Zavar (necentriranost, nedovršen zavar, rupice)
- Pocinčavanje
- Kontrola izvijača testom kalibra



Sl. 75. Vizualna kontrola

Iz podataka prikazanih na slici vidljiva je dominacija grešaka koje nastaju zbog zavarivanja. Tijekom desetodnevno praćenja i analize drugim se metodama nisu mogle uočiti greške zavarivanja u tolikoj mjeri u kojoj se ispostavilo da postoje.

## 6 Utvrđivanje značajki tehnoloških operacija u cilju usporedbe sa stanjem u 2007. godini

Na temelju predstavljenih podataka vidljivo je stanje proizvodnog procesa izrade kombiniranog ključa u listopadu 2008. godine. Praćenje proizvodnog procesa trajalo je dva tjedna, odnosno deset radnih dana. Na sljedećim stranicama bit će predstavljene neke od operacija koje su ispitivane u veljači 2007 godine. Takvom usporedbom nastoji se dobiti veća objektivnost analize proizvodnog procesa.

Praćene operacije :

- Rezanje cijevi
- Kvečanje i udaranje markice
- Zavarivanje

### 6.1 Rezanje cijevi

- PROIZVOD: Ključ 1129
- TEHNOLOŠKA OPERACIJA: Rezanje cijevi
- ZAHTJEV: Dužina odrezane cijevi 81 mm (tolerancija + 0,3 mm, - 0,1 mm)
- CILJEVI: Utvrditi sposobnost procesa rezanja cijevi (mogućnost ispunjavanja zahtjeva kvalitete)

MJERENJE: Rezultati mjerenja dobiveni su mjerenjem dužine odrezane cijevi (najveće i najmanje dužine) na slučajnim uzorcima. Uzorci su uzimani iz procesa u intervalima od oko 1 sat, tijekom 1. i 2. smjene.

Uzorci su uzimani sa sljedećih strojeva:

- Selectomat HAP 280 (60)
- Selectomat 320 S (20), inv. br. 6609
- Selectomat 320 S (20), inv. br. 6714
- Pfeiffer

Cjelokupni rezultati mjerenja, uz naznaku izvršitelja mjerenja i odgovarajuće primjedbe, dani su u privitku.

### **6.1.1 Obrada rezultata mjerenjem**

Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=2$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa rezanja cijevi. Određene su temeljne statističke značajke procesa te indeksi sposobnosti procesa Pp i Ppk (standardno odstupanje izračunavalo se prema svim podacima).

#### **Selectomat HAP 280 (60)**

Kontrolna karta prikazana je na slici 76. Uočavaju se statistički bitne varijacije dužine cijevi (crvene točke). Nema izraženih trendova. Histogram izmjera prikazan je na slici 77. Rasipanje dužina odrezanih cijevi preveliko je u odnosu na zahtjeve.

#### **Selectomat 320 S (20), inv. br. 6609**

Kontrolna karta prikazana je na slici 78. Uočavaju se statistički bitne varijacije dužine cijevi (crvene točke). Postoje trendovi koji se ne mogu staviti u korelaciju s alatom. Histogram izmjera prikazan je na slici 79. Rasipanje dužina odrezanih cijevi preveliko je u odnosu na zahtjeve.

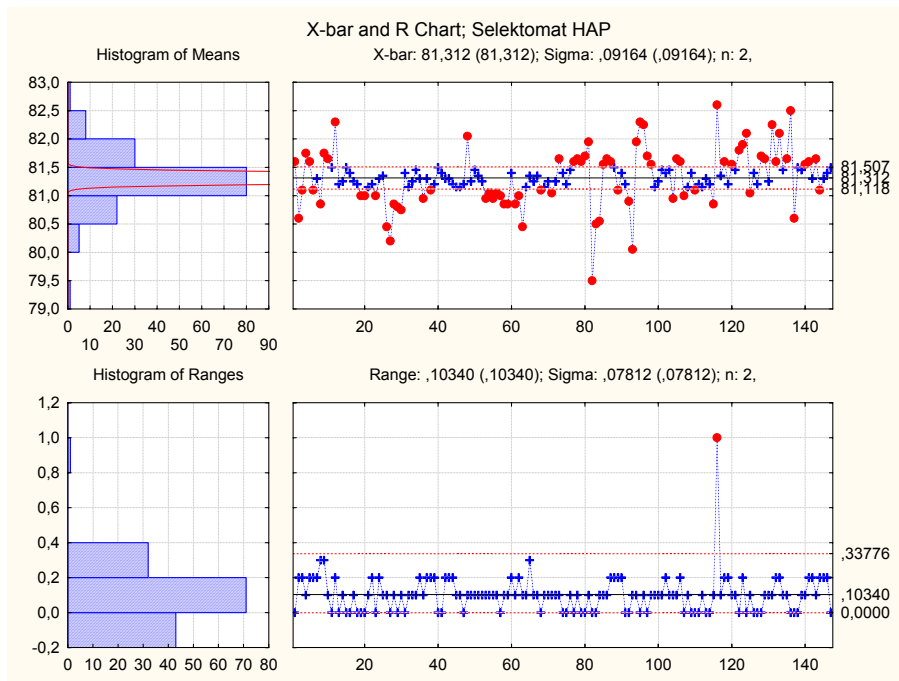
#### **Selectomat 320 S (20), inv. br. 6714**

Kontrolna karta prikazana je na slici 80. Uočavaju se statistički bitne varijacije dužine cijevi (crvene točke). Posebno se ističe kritična varijabilnost u prvoj polovini karte. Nema izraženih trendova. Histogram izmjera prikazan je na slici 81. Rasipanje dužina odrezanih cijevi preveliko je u odnosu na zahtjeve.

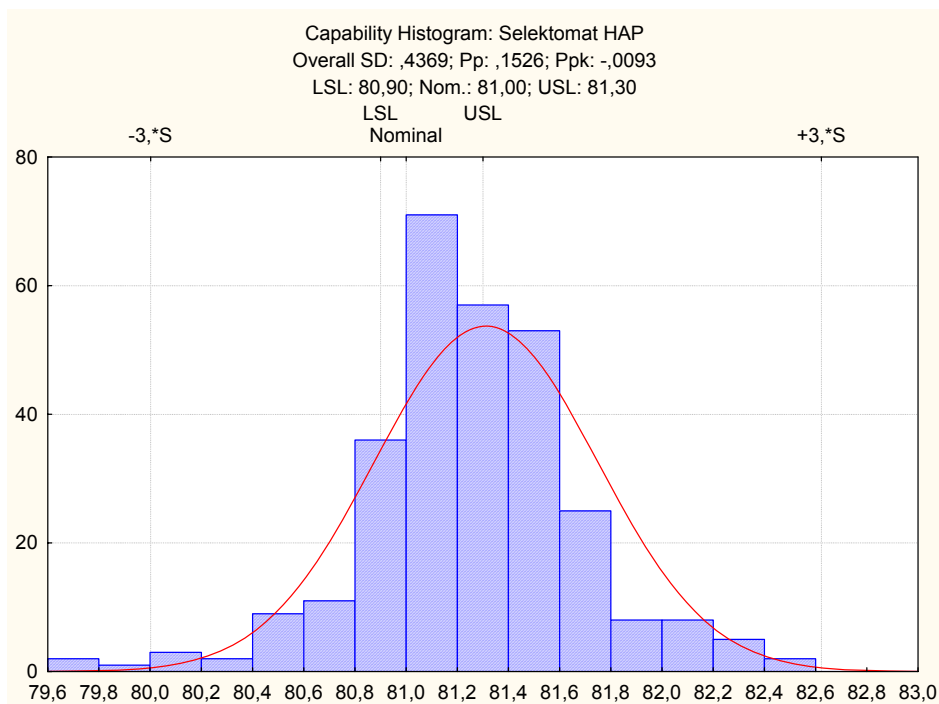
#### **Pfeiffer**

Kontrolna karta prikazana je na slici 82. Uočavaju se statistički bitne varijacije dužine cijevi (crvene točke). Nema izraženih trendova. Histogram izmjera prikazan je na slici 83. Rasipanje dužina odrezanih cijevi preveliko je u odnosu na zahtjeve.

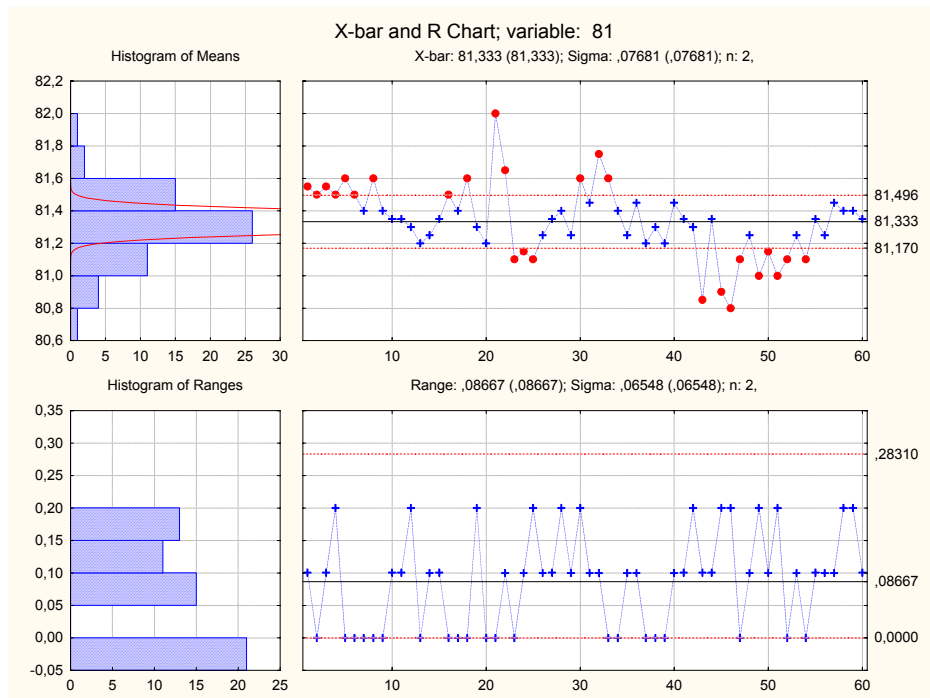




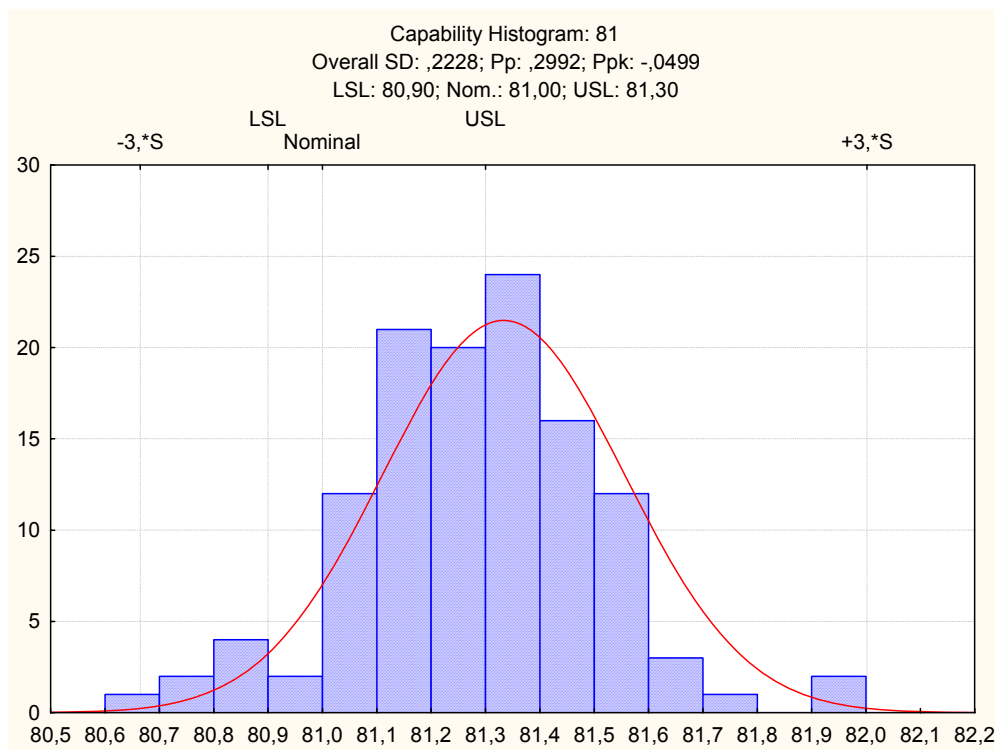
SI. 76. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Selectomat HAP, 81 mm



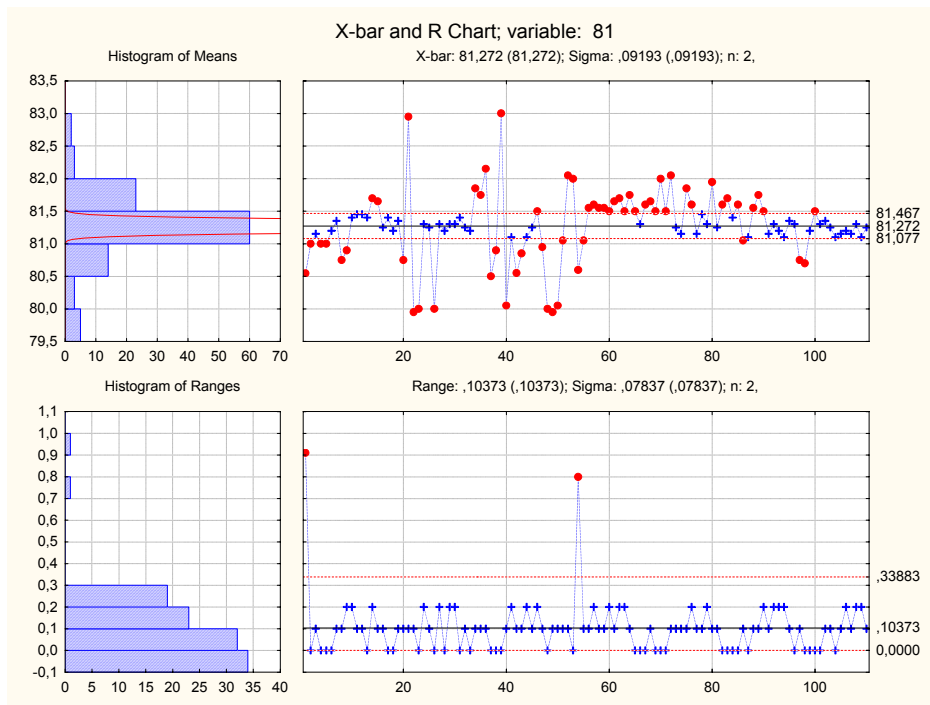
SI. 77. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Selectomat HAP, 81 mm



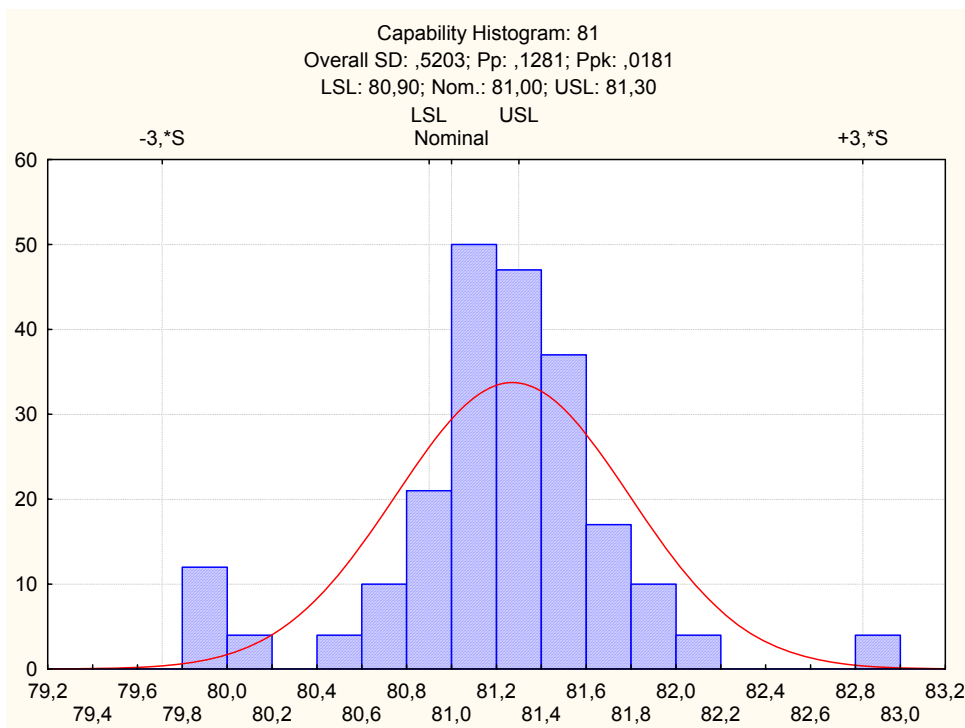
Sl. 78. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Selectomat 6609, 81 mm



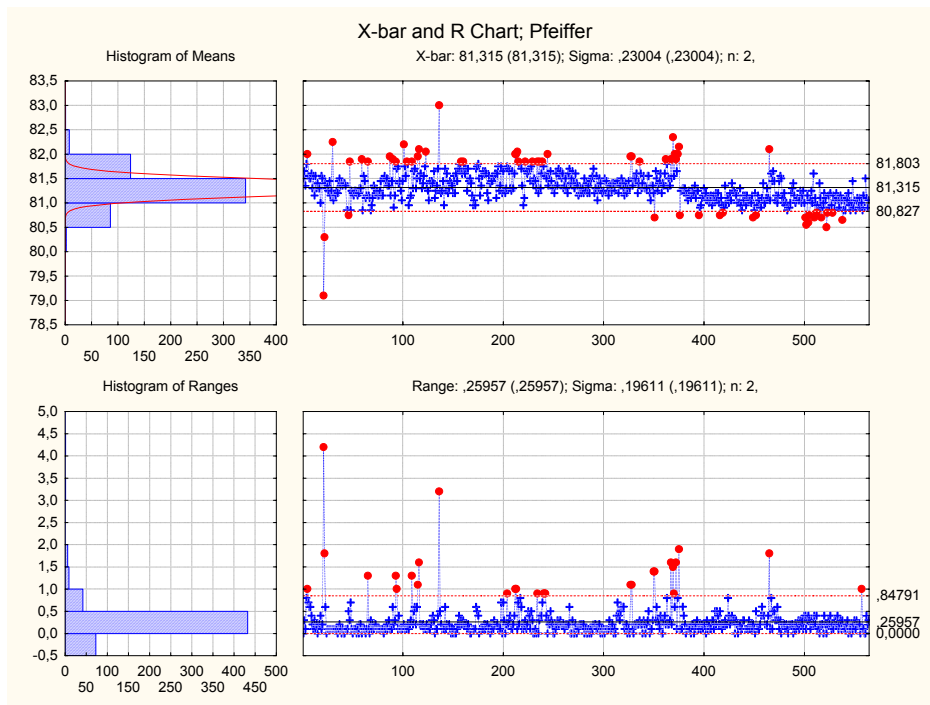
Sl. 79. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Selectomat 6609, 81 mm



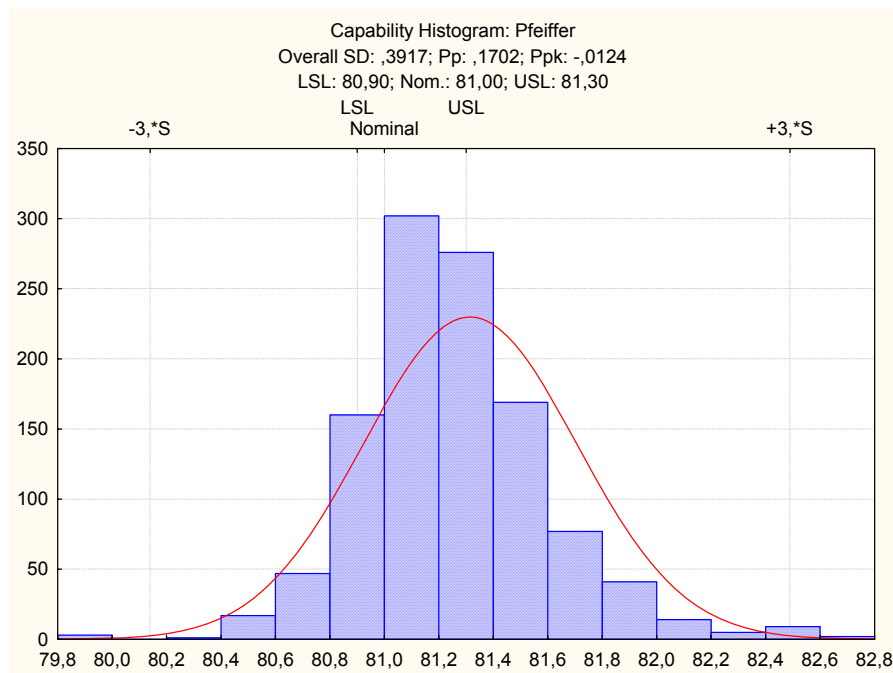
Sl. 80. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Selectomat 6714, 81 mm



Sl. 81. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Selectomat 6714, 81 mm



Sl. 82. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=2), Pfeiffer, 81 mm



Sl. 83. Histogram izmjerenih dužina cijevi, Pfeiffer, 81 mm

## SUMARNI REZULTATI

Tab. 3. Sumarni rezultati za cijev dužine 81 mm

Značajka	Selectomat	Selectomat	Selectomat	Pfeiffer
	HAP	6609	6714	
Period mjerenja	25. 9. do	25. 9. do	25. 9. do	25. 9. do
	20. 10. 2006.	20. 10. 2006.	20. 10. 2006.	23. 11. 2006.
Broj uzoraka	147	60	110	564
Broj izmjera	294	120	220	1128
Nazivna mjera, mm	81	81	81	81
Gornja granica tol., mm	81,30	81,30	81,30	81,30
Donja granica tol., mm	80,90	80,90	80,90	80,90
Aritmetička sredina, mm	81,31	81,33	81,27	81,31
Prosječni raspon, mm	0,103	0,087	0,104	0,260
Standardno odstupanje, mm	0,437	0,223	0,520	0,392
Pp	0,153	0,299	0,128	0,170
Ppk	- 0,009	- 0,050	0,018	- 0,012
Stvarna gornja granica, mm	82,72	82,09	82,97	82,53
Stvarna donja granica, mm	79,90	80,58	79,57	80,10

Sumarni rezultati statističke analize rezultata mjerenja dužine cijevi navedeni su u tablici 3.

U tijeku praćenja procesa odrezivanja cijevi utvrđene su vrijednosti zastoja u iznosu od 14,6% za Selectomat HAP, 15,8% za Selectomat 6609, 5,6% za Selectomat 6714 i 20,7% za Pfeiffer.

Može se zaključiti sljedeće:

- Zahtjev (tolerancije) za dužinu cijevi prihvaćen je deklarativno. U procesu taj se zahtjev višestruko premašuje. Potrebno je postaviti interne, ali stvarne zahtjeve, te ih se pridržavati u proizvodnji. U konkretnom slučaju upitno je provođenje bilo kakve kontrole. Statistički parametri pokazuju da povećana pozornost, posebno u postupku namještanja cijevi prije rezanja, može znatno poboljšati postojeće stanje. Podatci pokazuju kvalitetnije značajke Selectomata 6609 u odnosu na druge strojeve.

- Parametri sposobnosti procesa izrazito su loši. Procesu su centrirani, u pravilu, izvan granica tolerancije. I to upozorava na propuste u fazi namještanja (graničenja) cijevi prije odsijecanja.

## KONTROLA

Za kvalitetu odrezanih cijevi trebaju odgovarati poslužitelji strojeva. Nužno je odrediti stvarnu internu toleranciju, koja se može ispuniti. Podatci pokazuju da je moguće ispuniti zahtjev od  $\pm 0,5$  mm u odnosu na nazivnu mjeru. No za ispunjavanje tog zahtjeva potrebni su znatno veća radna disciplina i pozornost poslužitelja strojeva. U pripremi za provođenje pune odgovornosti za kvalitetu odrezanih cijevi nužno je pažljivo analizirati postupak namještanja cijevi (graničenja) te poslužitelje strojeva opskrbiti odgovarajućim mjernim alatima (šablone "ide/ne ide", pomična mjerila). Kontrolori trebaju u slučajnim obilascima provjeravati kvalitetu odrezanih cijevi. Bez stvarnih tolerancija to neće biti moguće.

## 6.2 Kvečanje

- PROIZVOD: Kombinirani ključ
- TEHNOLOŠKA OPERACIJA: Kvečanje odvijača
- ZAHTJEV: Najmanja debljina kveča 1,05 mm, najveća debljina kveča 1,25 mm
- CILJEVI: Utvrditi sposobnost procesa kvečanja (mogućnost ispunjavanja zahtjeva kvalitete), razmotriti mogućnost primjene kontrolnih karata radi pravovremene izmjene alata, preporučiti način kontrole na radnom mjestu

MJERENJE: Rezultati mjerenja dobiveni su mjerenjem debljine kveča na slučajnim uzorcima ( $n=3$ ). Uzorci su uzimani iz procesa u intervalima od oko 1 sat, tijekom 1. i 2. smjene. Uzorci su uzimani do 3. ciklusa izmjene alata (4 alata). U periodu od 25. 9. do 24. 11. 2006. godine izvršeno je mjerenje 606 uzoraka. Cjelokupni rezultati mjerenja, uz naznaku izvršitelja mjerenja i odgovarajuće primjedbe, dani su u privitku.

### 6.2.1 Obrada rezultata mjerenjem

Statistička obrada rezultata mjerenja izvršena je primjenom kontrolne karte za praćenje aritmetičkih sredina i raspona uzoraka ( $n=3$ ). U cilju određivanja sposobnosti procesa rezultati su prikazani histogramom, uz odgovarajuću normalnu raspodjelu procesa kvečanja. Određene su temeljne statističke značajke procesa te indeksi sposobnosti procesa  $P_p$  i  $P_{pk}$  (standardno odstupanje izračunavalo se prema svim podatcima).

#### Ukupni rezultati

Kontrolna karta prikazana je na slici 84. Uočavaju se statistički bitne varijacije debljine kveča (crvene točke), ali i relativno zadovoljavajuća sposobnost procesa (sl. 85). Nema izraženih trendova u promjeni debljine kveča.

#### Rezultati do 1. izmjene alata

Kontrolna karta prikazana je na slici 86, a histogram na slici 87. U srednjem dijelu karte (sl. 3) uočava se veća debljina kveča. Vjerojatno je uzrok u glodanju kosina. Općenito vrijede isti zaključci kao u prethodnom slučaju.

### Rezultati između 1. i 2. izmjene alata

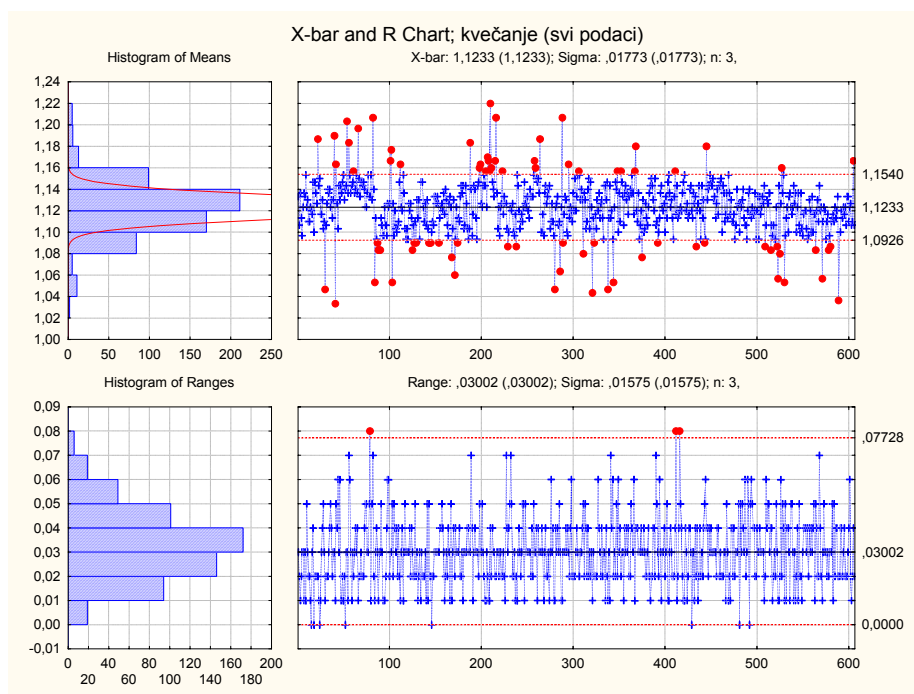
Kontrolna karta prikazana je na slici 88, a histogram na slici 89. Vrijede iste primjedbe kao i u prethodnim slučajevima.

### Rezultati između 2. i 3. izmjene alata

Kontrolna karta prikazana je na slici 90, a histogram na slici 91. Uočava se slučajna (dobra) varijabilnost procesa.

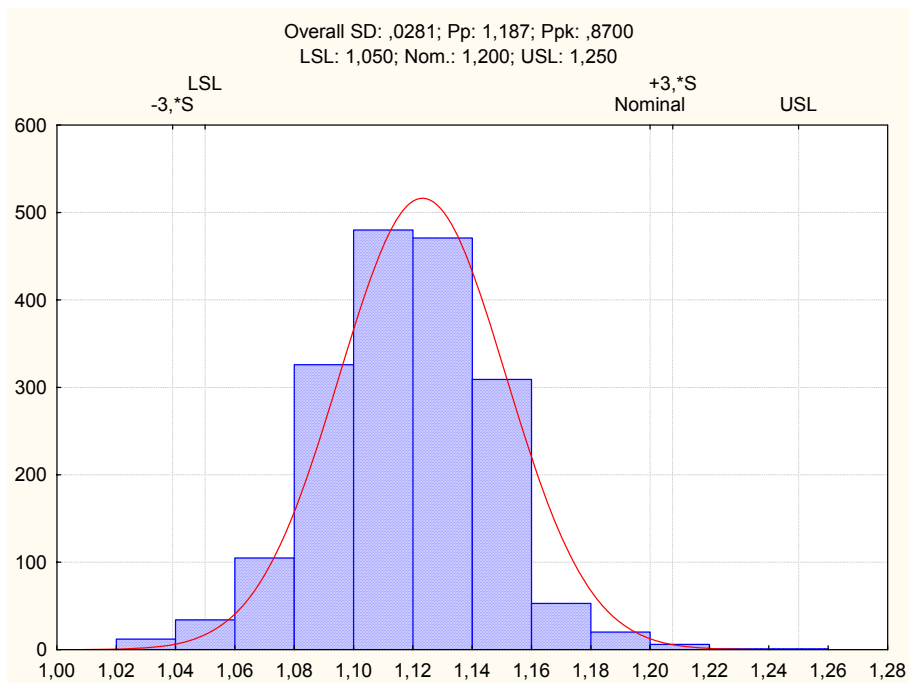
### Rezultati između 3. i 4. izmjene alata

Kontrolna karta prikazana je na slici 92, a histogram na slici 93. Varijabilnost procesa dobra je, kao i u prethodnom slučaju.

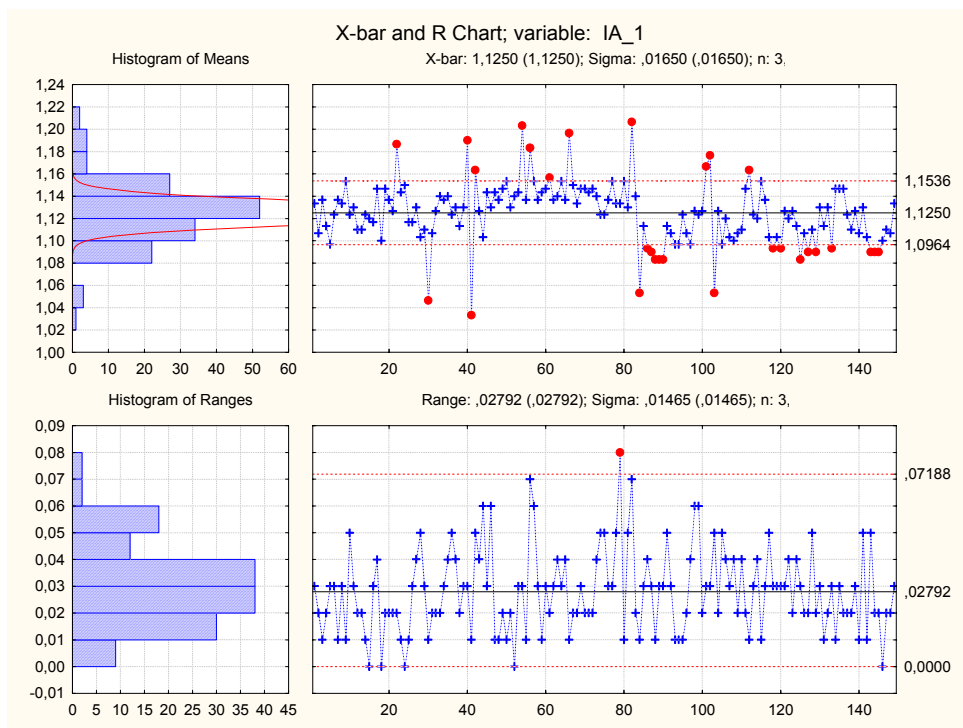


Sl. 84. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3)

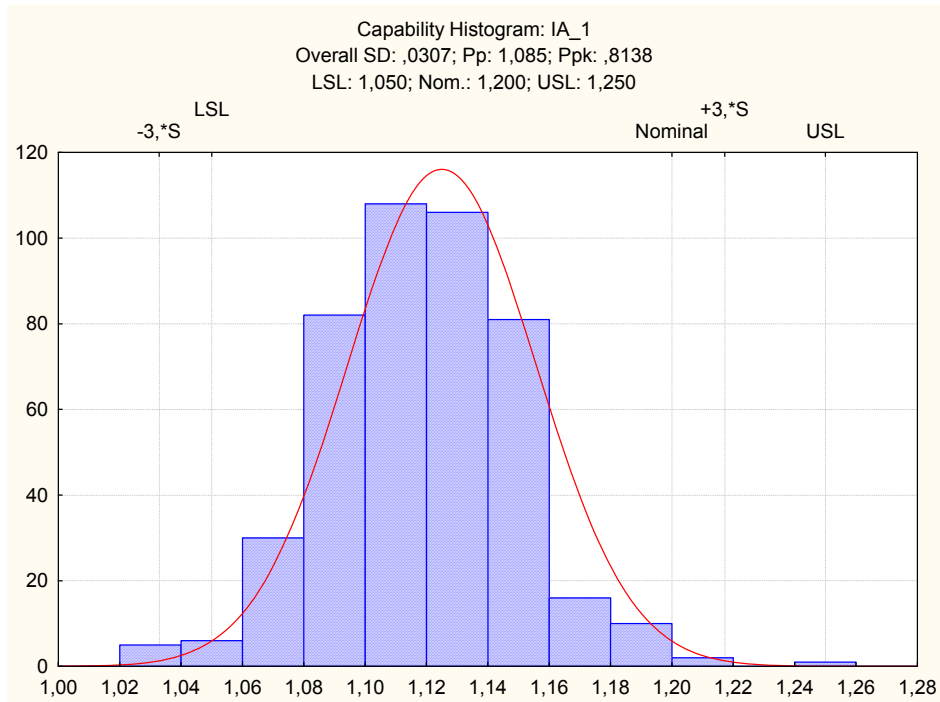




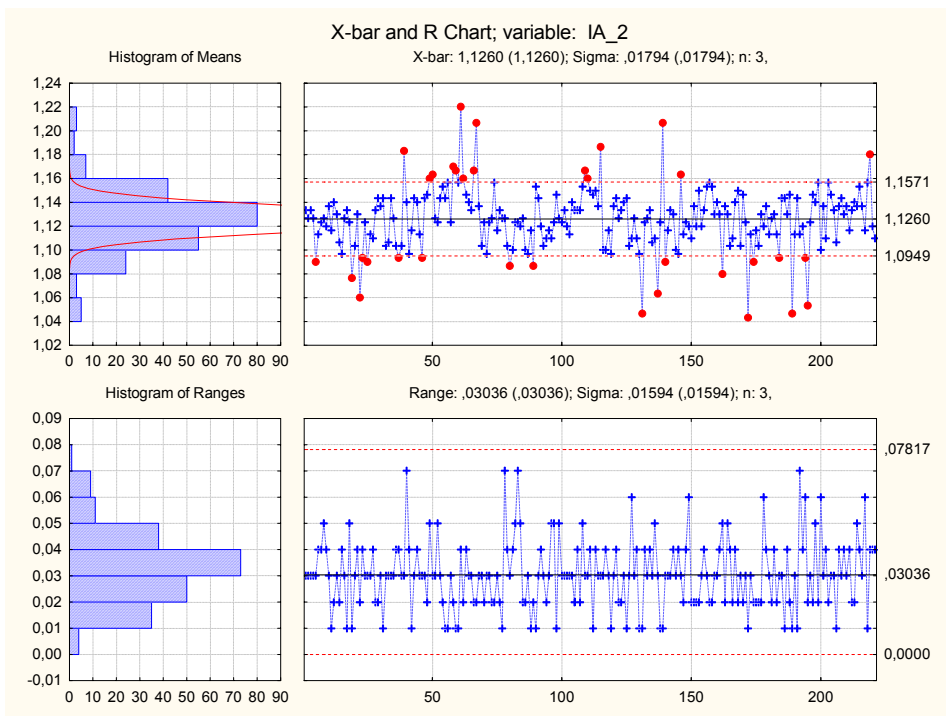
Sl. 85. Histogram mjernih podataka, ukupno



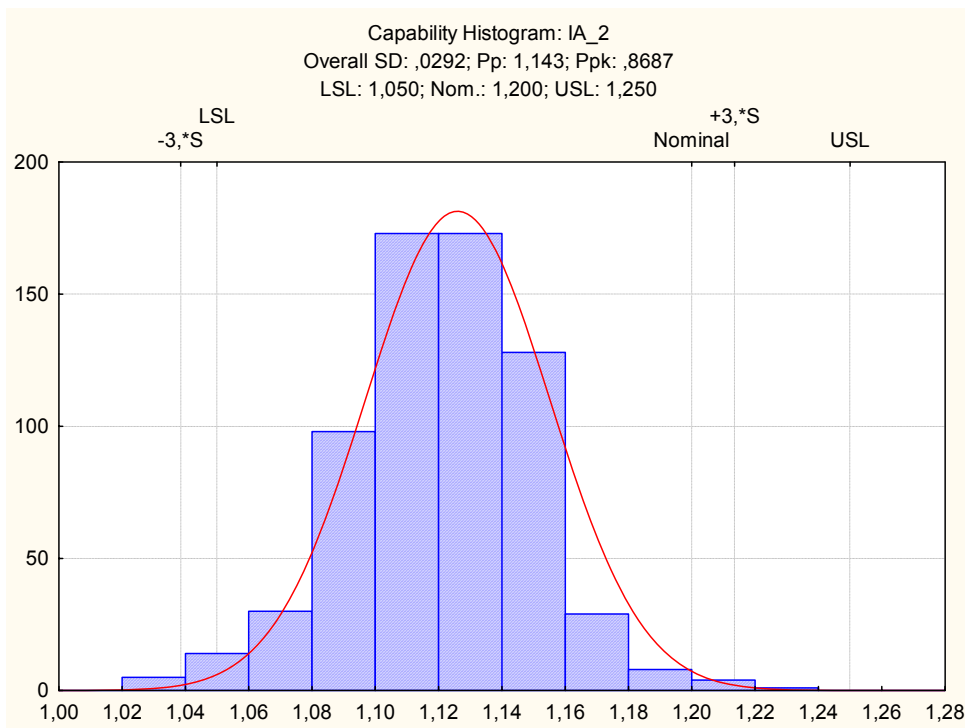
Sl. 86. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 1. izmjena alata



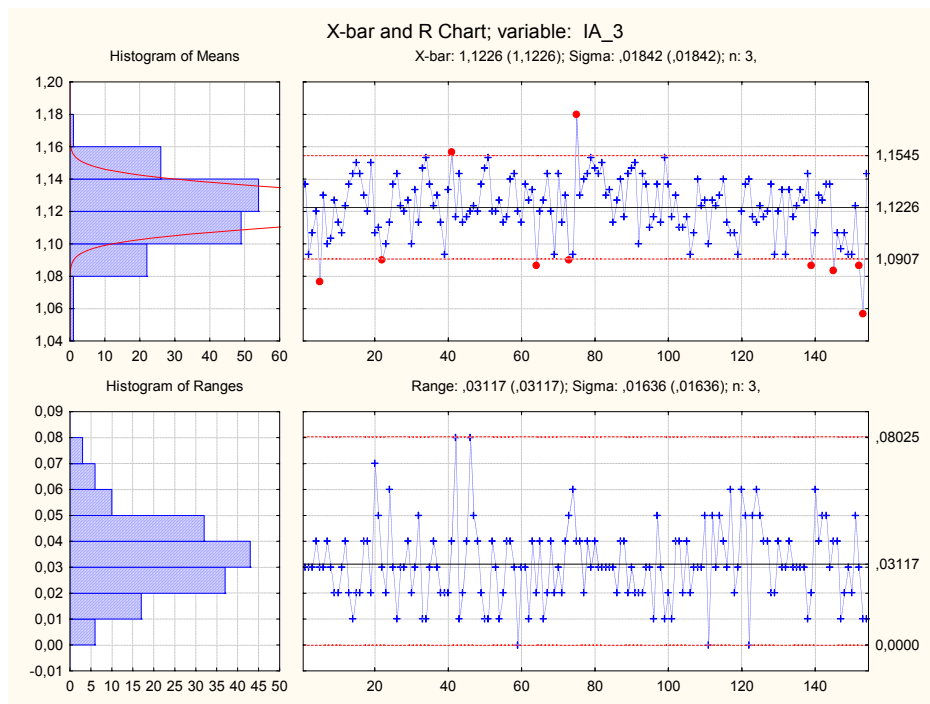
Sl. 87. Histogram mjernih podataka, 1. izmjena alata



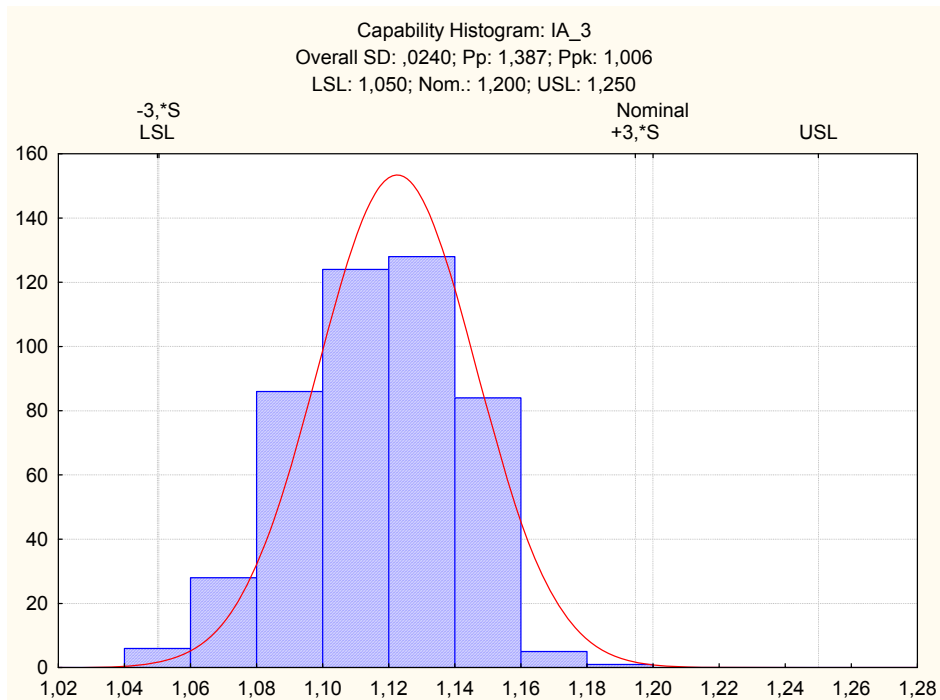
Sl. 88. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 2. izmjena alata



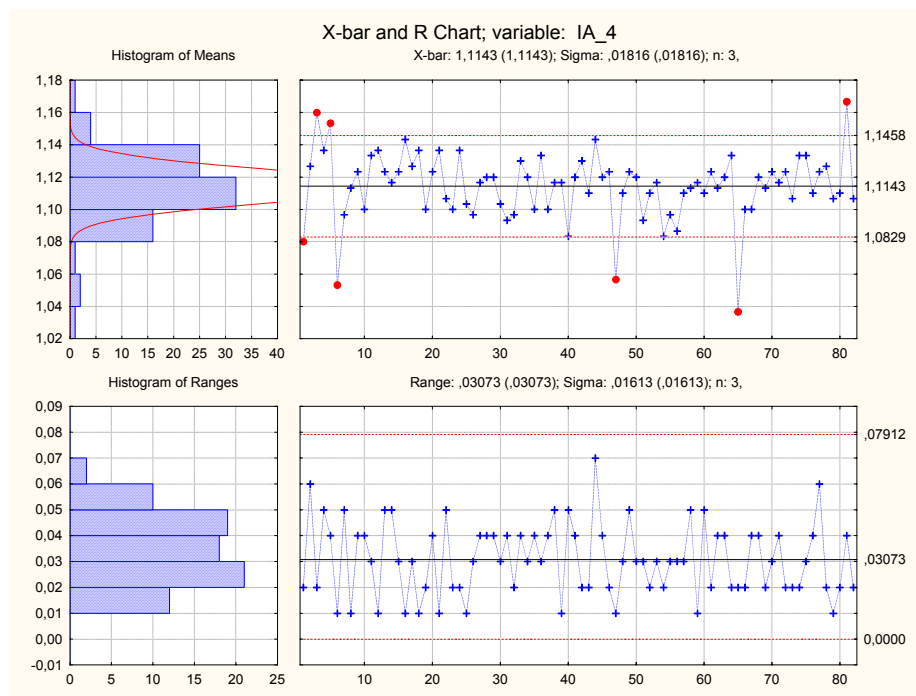
Sl. 89. Histogram mjernih podataka, 2. izmjena alata



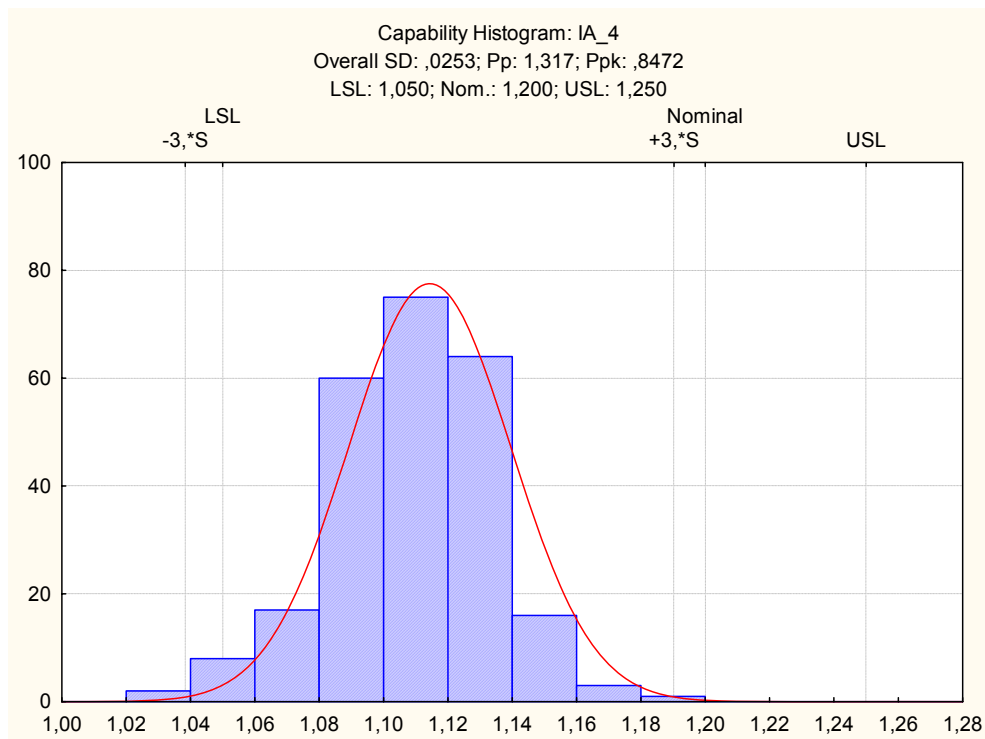
Sl. 90. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 3. izmjena alata



Sl. 91. Histogram mjernih podataka, 3. izmjena alata



Sl. 92. Karta kretanja aritmetičkih sredina i raspona u uzorcima (n=3), 4. izmjena alata



Sl. 93. Histogram mjernih podataka, 4. izmjena alata

## SUMARNI REZULTATI

Sumarni rezultati statističke obrade rezultata mjerenja navedeni su u tablici 4.

Tab. 4. Sumarni rezultati

Izmjena alata	1.	2.	3.	4.	UKUPNO
Broj uzoraka	149	221	154	82	<b>606</b>
Broj podataka	447	663	462	246	<b>1818</b>
Sredina polja tol., mm	1,15	1,15	1,15	1,15	<b>1,15</b>
Sredina procesa, mm	1,125	1,126	1,123	1,114	<b>1,123</b>
Prosječni raspon unutar uzorka, mm	0,028	0,030	0,031	0,031	<b>0,030</b>
Standardno odstupanje, mm	0,031	0,029	0,024	0,025	<b>0,028</b>
Gornja granica tol., mm	1,25	1,25	1,25	1,25	<b>1,25</b>
Najveća izmjerena vrijednost, mm	1,25	1,24	1,20	1,19	<b>1,25</b>
Gornja granica rasipanja, mm	1,218	1,213	1,195	1,189	<b>1,207</b>
Donja granica tol., mm	1,05	1,05	1,05	1,05	<b>1,05</b>
Najmanja izmjerena vrijednost, mm	1,03	1,04	1,05	1,03	<b>1,03</b>
Donja granica rasipanja, mm	1,032	1,039	1,051	1,039	<b>1,039</b>
Sposobnost procesa Pp	1,085	1,143	1,387	1,317	<b>1,187</b>
Sposobnost procesa Ppk	0,814	0,869	1,006	0,847	<b>0,870</b>

Na temelju podataka iz tablice mogu se izdvojiti sljedeći zaključci:

- Procesom kvečanja može se ostvariti zahtijevana debljina kveča (Pp je veći od 1). S obzirom na činjenicu da je područje zahtjeva pokriveno rasipanjem, mogu se očekivati odvijači s debljinom kveča izvan zahtjeva. Škart se može izbjeći samo u slučaju pojačane kontrole tijekom procesa. Preporuka za provedbu kontrole dana je u točki 3.
- Proces kvečanja namješten je na nešto nižu vrijednost u odnosu na sredinu zahtjeva. Može se prihvatiti taj pomak, ali ne i relativno visok broj odvijača s debljinom kveča ispod donje granice zahtjeva ( $Ppk = 0,870$ ).
- Tijekom praćenja procesa kvečanja primjenom kontrolnih karata nisu uočeni trendovi povećavanja ili smanjivanja debljine kveča. S tim u vezi nije moguće preventivno, češćim mjerenjem debljine kveča, odrediti vrijeme izmjene alata.
- Varijacije u debljini kveča uzastopnih odvijača na razini su 0,03 mm. Česta je pojava znatnih varijacija u debljini kveča uzastopnih odvijača, te treba biti oprezan u postupku odlučivanja o reguliranju ili promjeni alata.
- Prosječno vrijeme do izmjene alata iznosi desetak dana. Raspoloživost procesa kvečanja iznosila je 86,7% (13,3% vremena izgubljeno je zbog zastoja ili nedostatka radnika).

## POSTUPAK KONTROLE U PROCESU KVEČANJA

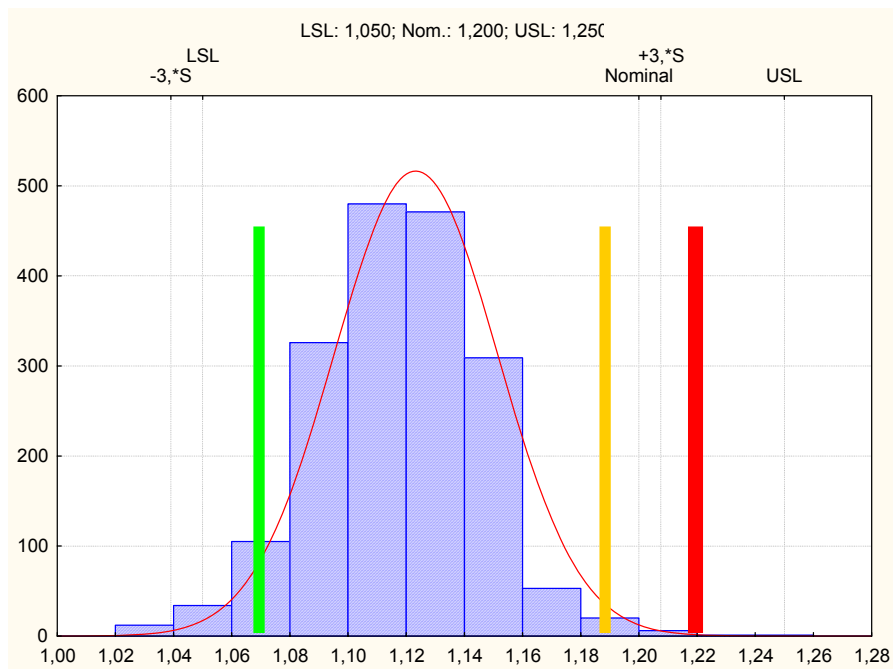
Na temelju rezultata analize može se preporučiti sljedeći postupak kontrole u procesu kvečanja:

Odvijače nakon kvečanja slagati u kutije kapaciteta 200 do 300 komada. Posljednja dva odvijača koja se slažu u kutiju radnik treba provjeriti uporabom ploče s utorima (sl. 12). Zeleni utor ima širinu 1,08 mm, žuti utor širinu 1,19 mm, a crveni 1,22 mm.

Postupak:

- Ako oba kveča ulaze u žuti i ne ulaze u zeleni, utor kvaliteta je zadovoljena.
- Ako oba kveča ulaze u zeleni utor, potrebno je izvršiti reguliranje.
- Ako oba kveča ne ulaze u zeleni, ne ulaze u žuti i ulaze u crveni utor, potrebno je izvršiti reguliranje.
- Ako bar jedan kveč ne ulazi u crveni utor, potrebno je izvršiti reguliranje ili izmjenu alata. Cijelu kutiju sortirati (pozorno provjeriti) dok se vrši reguliranje (izmjena) alata.

Pune kutije, uz mogućnost slučajne provjere, u kontejner prebacuje poslovođa ili ovlašteni kontrolor.



Sl. 94. Granice za kontrolu kveča u proizvodnji

## 6.3 Zavarivanje

- PROIZVOD: Kombinirani ključ – torx i plošni
- TEHNOLOŠKA OPERACIJA: Zavarivanje

### CILJEVI:

- 1) Analiza učestalosti i vrste grašaka zavarivanja kombiniranog ključa
- 2) Određivanje moguće razine sposobnosti procesa zavarivanja
- 3) Preporuke poboljšanja

**KONTROLA:** Kontrola (praćenje grešaka) obavljena je tijekom jedne smjene, a kontrolirani su svi zavareni ključevi. Kontrolom su obuhvaćeni sljedeći strojevi:

1. Uniweld
2. Vehovar
3. Varstroj

Kontrolom su registrirane tri vrste grešaka zavarivanja:

- Rupice
- Nezavršen zavar
- Necentriranost

Cjelokupni rezultati kontrole, uz naznaku svih nužnih parametra procesa zavarivanja, dani su u prilogu.

### 6.3.1 Analiza rezultata

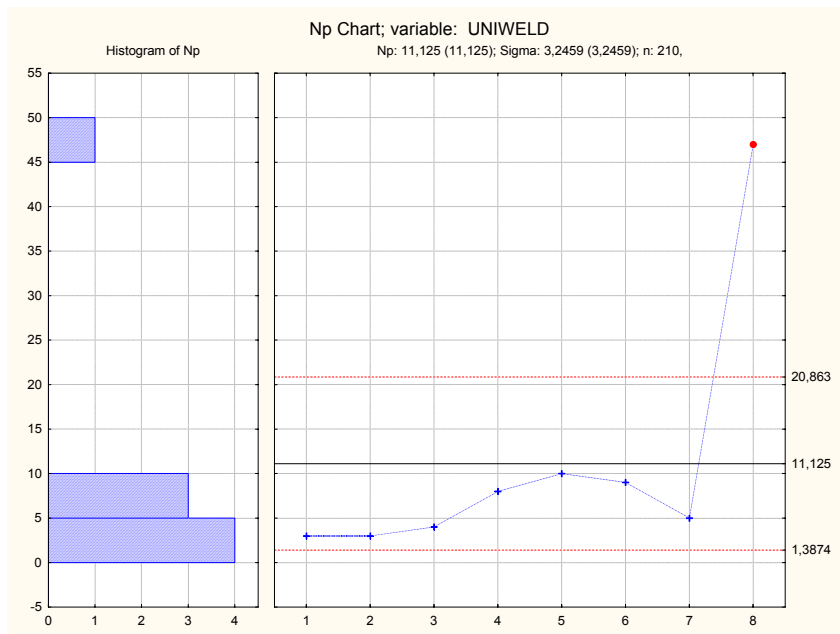
Statistička obrada rezultata kontrole izvršena je primjenom kontrolne np-karte za praćenje promjena broja grešaka po uzorcima. Uzorak je definiran brojem zavarenih ključeva u jednom gnijezdu stroja za zavarivanje.

#### Uniweld

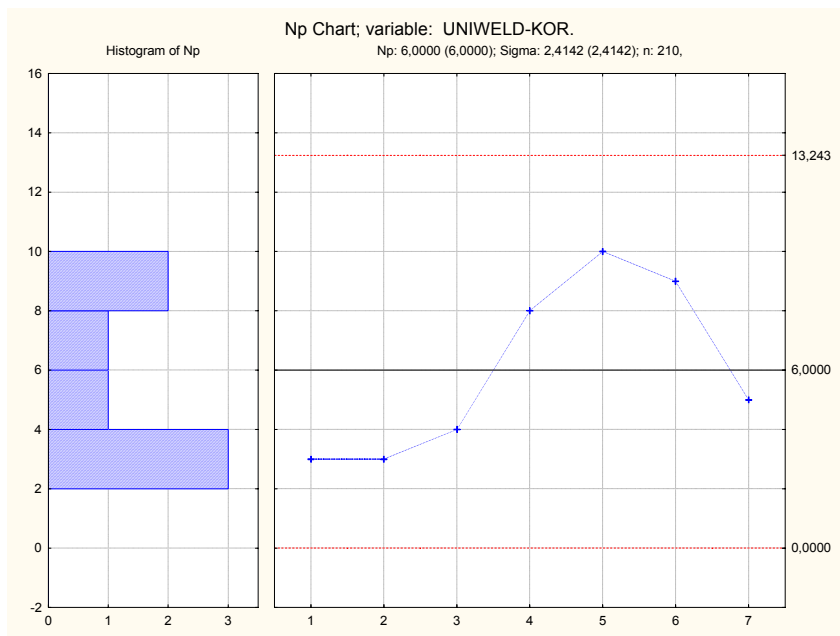
Ukupno je kontrolirano (zavareno) 1680 kombiniranih torx-ključeva. Kontrola je obavljena u 1. smjeni, 11. 5. 2007. Uzorak je određen brojem zavarenih ključeva u jednom od 8 gnijezda, što u ovom slučaju iznosi  $n = 210$  ključeva. Kontrolna np-karta prikazana je na slici 95. Uočava se da je broj grešaka znatno veći u uzorku (gnijezdu) br. 8. Eliminacijom uzorka br. 8



dobiva se np-karta prikazana na slici 96. Prikaz broja (i postotaka) grešaka po uzorcima naveden je u tablici 5. Ukupno je utvrđeno 89 grešaka zavarivanja. Struktura grešaka prikazana je na slici 97. Analiza podataka pokazuje da se proces zavarivanja može vršiti na razini škarta od 2,8%, odnosno u granicama od 0% do 6,3%.



Sl. 95. Kontrolna np-karta za Uniweld

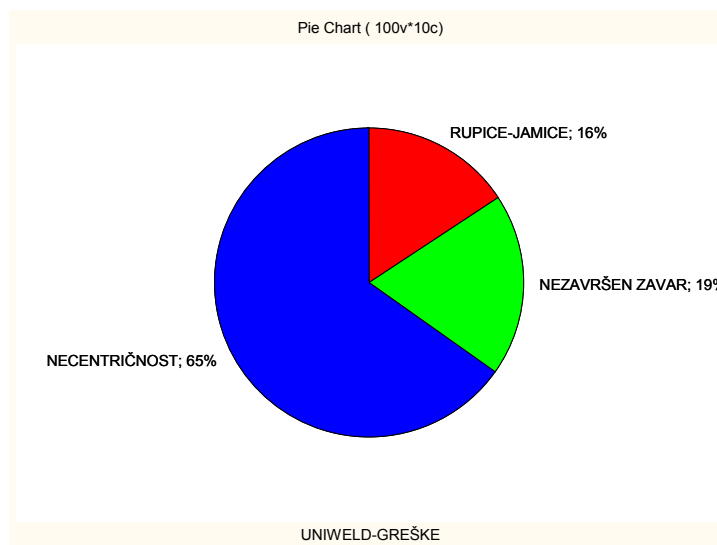


Sl. 96. Kontrolna np-karta za Uniweld (bez uzorka br. 8)

Tab. 5. Prikaz grešaka po uzorku (gnijezdu)

Red. broj uzorka (gnijezda)	Broj grešaka u uzorku np	Postotak grešaka u uzorku, p %
1.	3	1,43
2.	3	1,43
3.	4	1,90
4.	8	3,81
5.	10	4,76
6.	9	4,29
7.	5	2,38
8.	47	22,38

Red.br.	Naziv greške	Broj grešaka	% grešaka
1.	Rupice	14	15,7
2.	Nezavršen zavar	17	19,1
3.	Necentriranost	58	65,2
	<b>UKUPNO:</b>	<b>89</b>	<b>100</b>

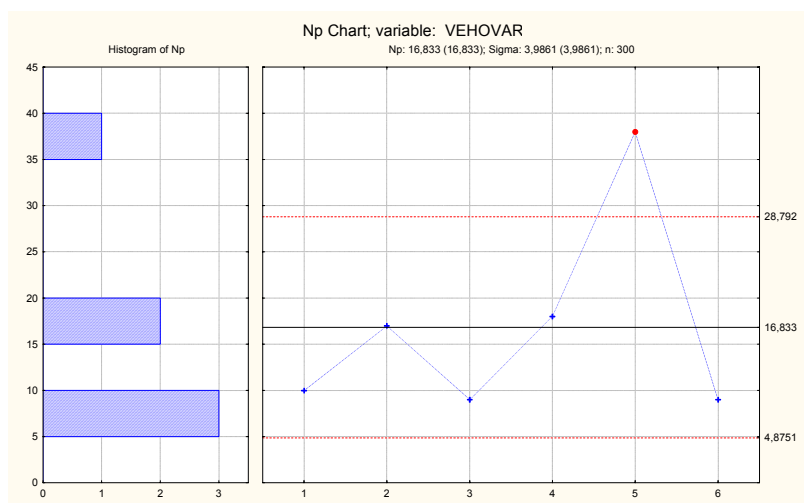


Sl. 97. Struktura grešaka za Uniweld

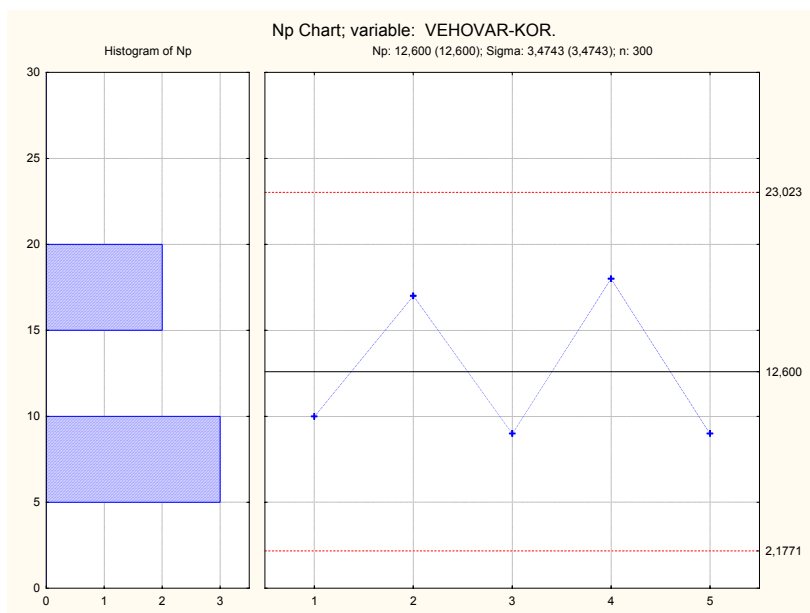
## Vehovar

Ukupno je kontrolirano (zavareno) 1800 kombiniranih plošnih ključeva. Kontrola je obavljena u 1. smjeni, 25. 4. 2007. Uzorak je određen brojem zavarenih ključeva u jednom od 6 gnijezda, što u ovom slučaju iznosi  $n = 300$  ključeva. Kontrolna np-karta prikazana je na slici 98. Uočava se da je broj grešaka znatno veći u uzorku (gnijezdu) br. 5. Eliminacijom uzorka br. 5 dobiva se np-karta prikazana na slici 99. Prikaz broja (i postotaka) grešaka po uzorcima naveden je u tablici 6. Ukupno je utvrđeno 99 grešaka zavarivanja. Struktura grešaka prikazana je na slici 100.

Analiza podataka pokazuje da se proces zavarivanja može vršiti na razini škarta od 4,2%, odnosno u granicama od 1,6% do 9,6%.



Sl. 98. Kontrolna np-karta za Vehovar

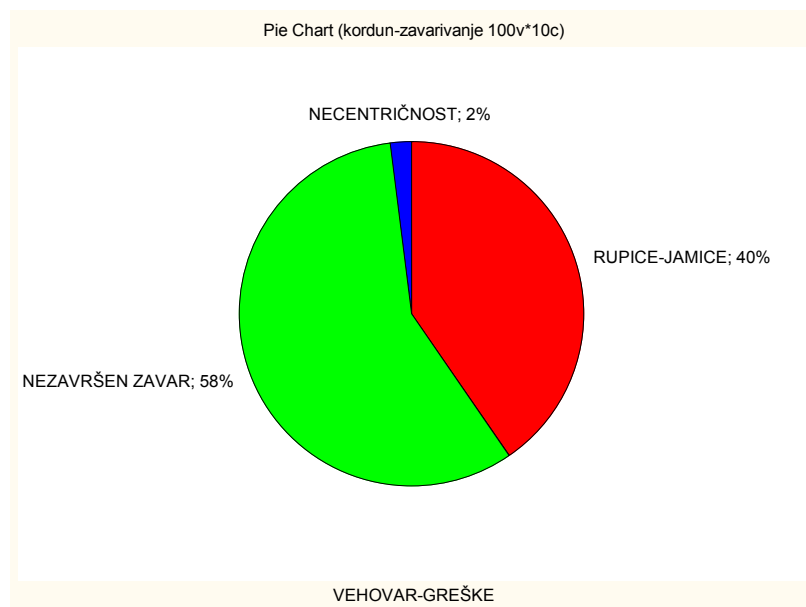


Sl. 99. Kontrolna np-karta za Vehovar (bez uzorka br. 5)

Tab. 6. Prikaz grešaka po uzorku (gnijezdu)

Red. broj uzorka (gnijezda)	Broj grešaka u uzorku np	Postotak grešaka u uzorku, p %
1.	10	3,33
2.	17	5,67
3.	9	3,00
4.	18	6,00
5.	38	12,67
6.	9	3,00

Red.br.	Naziv greške	Broj grešaka	% grešaka
1.	Rupice	40	40,4
2.	Nezavršen zavar	57	57,6
3.	Necentriranost	2	2,0
	<b>UKUPNO:</b>	<b>99</b>	<b>100</b>

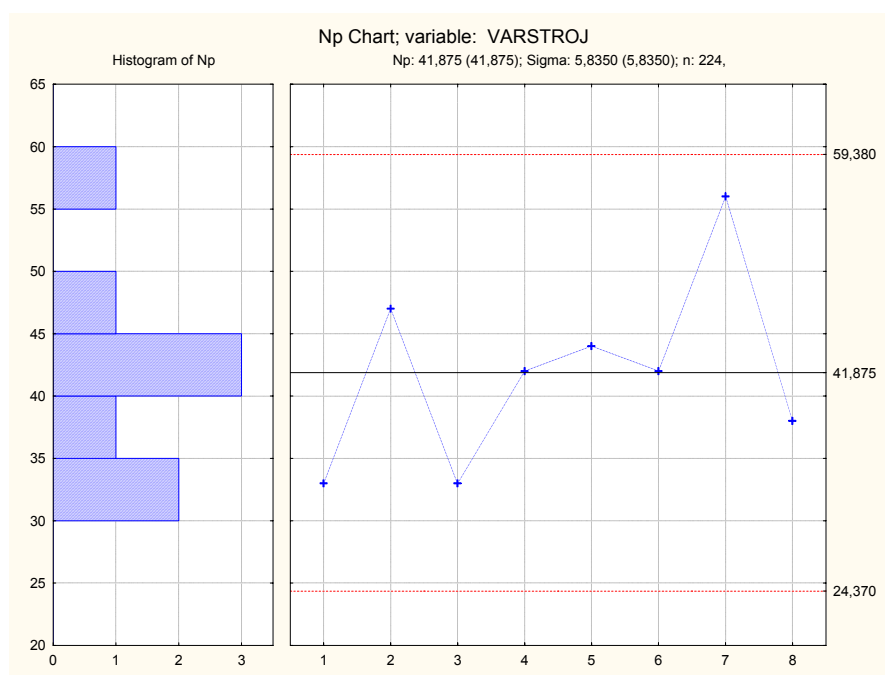


Sl. 100. Struktura grešaka za Vehovar

## Varstroj

Ukupno je kontrolirano (zavareno) 1792 kombiniranih plošnih ključeva. Kontrola je obavljena u 2. smjeni, 17. 5. 2007. Uzorak je određen brojem zavarenih ključeva u jednom od 8 gnijezda, što u ovom slučaju iznosi  $n = 224$  ključa. Kontrolna np-karta prikazana je na slici 101. Prikaz broja (i postotaka) grešaka po uzorcima naveden je u tablici 7. Ukupno je utvrđeno 335 grešaka zavarivanja. Struktura grešaka prikazana je na slici 102.

Analiza podataka pokazuje da se proces zavarivanja može vršiti na razini škarta od 18,7%, odnosno u granicama od 10,8% do 26,5%.

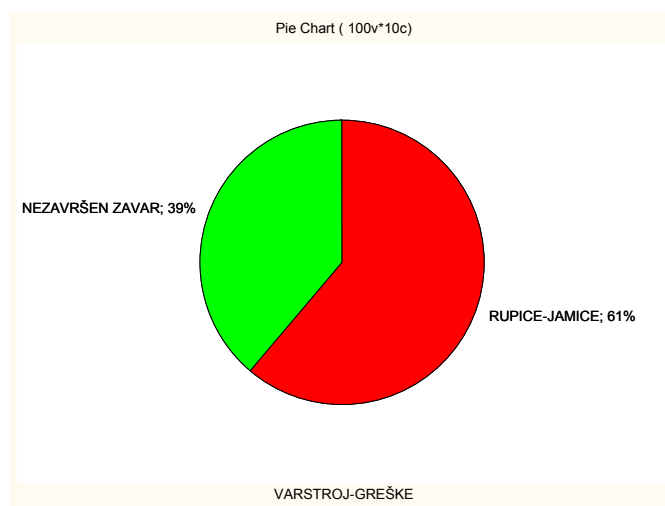


Sl. 101. Kontrolna np-karta za Varstroj

Tab. 7. Prikaz grešaka po uzorku (gnijezdu)

Red. broj uzorka (gnijezda)	Broj grešaka u uzorku np	Postotak grešaka u uzorku, p %
1.	33	14,73
2.	47	20,98
3.	33	14,73
4.	42	18,75
5.	44	19,64
6.	42	18,75
7.	56	25,00
8.	38	16,96

Red.br.	Naziv greške	Broj grešaka	% grešaka
1.	Rupice	205	61,2
2.	Nezavršen zavar	130	38,8
3.	Necentriranost	0	0
	<b>UKUPNO:</b>	<b>335</b>	<b>100</b>



Sl. 102. Struktura grešaka za Varstroj

### 6.3.2 Zaključak

Usporedbeni prikaz rezultata analize naveden je u tablici 8. Može se zaključiti sljedeće:

**Tab. 8. Usporedbeni prikaz rezultata analize**

Red. br.	Stroj	Broj kontroliranih ključeva	Prosječni postotak škarta	Vrsta greške		
				Rupice	Nezavršen zavar	Necentriranost
1.	Uniweld	1680	2,8	14 (15,7%)	17 (19,1%)	58 (65,2%)
2.	Vehovar	1800	4,2	40 (40,4%)	57 (57,6%)	2 (2%)
3.	Varstroj	1792	18,7	205 (61,2%)	130 (38,8%)	0

- Zavarivanje na strojevima Uniweld i Vehovar obavlja se na relativno prihvatljivoj razini škarta (škart se može i treba smanjiti na razinu od oko 1%), dok je broj grešaka zavarivanja na Varstroju nedopustivo visok.
- Na Uniweldu kao greška dominira necentriranost. To je zapravo greška zbog mehanike, a ne postupka zavarivanja. U gnijezdu br. 8 utvrđen je znatno veći broj grešaka (47) u odnosu na ostala gnijezda (vidi tablicu 5). Od 47 utvrđenih grešaka 40 njih (85%) odnosilo se na necentriranost. Otklanjanjem uzroka necentriranosti (poboljšanom kontrolom čeljusti i dr.) postotak škarta na Uniweldu može se smanjiti na prihvatljivu razinu, 1%.
- Nezavršen zavar najčešća je greška na Vehovaru. Ta se greška također vrlo vjerojatno pojavljuje zbog mehaničkog uzroka. U gnijezdu br. 5 utvrđeno je 38 grešaka (vidi tablicu 6) od čega je 31 greška (81,5%) pripada kategoriji nezavršenog zavara. Velik broj tih grešaka u jednom gnijezdu upućuje na mehanički uzrok. Istraživanjem i boljom kontrolom uzroka pojave nezavršenog zavara može se znatno smanjiti postojeći škart (na razinu od oko 1,5%).



- Česta pojava grešaka na razini škarta koja je uočena na Varstroju pokazuje da nema nikakva ekonomskog opravdanja dalje nastaviti rad na tom stroju. Većina grešaka pripada kategoriji rupica, što je tipična greška postupka zavarivanja. Nužno je izvršiti određene promjene u tehnologiji zavarivanja, što treba prepustiti stručnjacima za to područje.

## 7 Prijedlozi za povećanje efikasnosti postojeće kontrole

Iako odjel za kontrolu kvalitete savjesno radi svoj posao, činjenica je da se javljaju problemi koje je potrebno rješavati. Nasreću, problemi u ovome proizvodnom procesu nisu veliki i pravilan pristup greškama koje nastaju tijekom izvođenja određenih proizvodnih postupaka mogao bi ih riješiti. Djelovanje u tom smislu dovelo bi do financijskog rasterećenja proizvodnog procesa te smanjenje škarta.

Nužno je pratiti ulazne količine materijala te izlazne količine gotovih proizvoda, uvidjeti gdje dolazi do problematičnih mjesta koja uzrokuju škart. Ne može se pouzdano odrediti veličina škarta ili dorada ako se tomu ne pridruži odgovarajuća količina.

Kontrolu kvalitete treba organizirati prema strukturi škarta. Ako je 80% škarta uzrokovano postupkom zavarivanja, tada kontrolor treba 80% radnog vremena nadzirati kvalitetu zavarivanja. Preostali dio radnog vremena provodio bi slučajne obilaske na drugim operacijama. Bez obzira na GoSoft i njegove prednosti, kontrolor uvijek mora biti ondje gdje se javljaju problemi.

Nalazi kontrolora moraju se unutar statističkih granica slagati s nalazom završne kontrole. Ako se prate količine (serije), nalazi kontrolora moraju biti sukladni podacima predradnika za pojedinu operaciju. Na taj način jednostavno se može utvrditi koja strana prikriva činjenice.

Izlazni podatci iz GoSofta moraju biti :

- Veličina serije
- Broj škarta jedinica i broj jedinica za doradu po proizvodnim operacijama
- Broj slučajnih obilazaka i broj intervencija kontrolora zbog loše kvalitete po proizvodnim operacijama (kontrolnim točkama)

## 8 Zaključak

U ovom diplomskom radu analiziran je proizvodni proces izrade kombiniranog ključa. Sustavnom analizom proizvodne operacije, koja čini proizvodni proces izrade, evidentirani su svi problemi koji utječu na optimalizaciju proizvodnog procesa. Cilj je rada ne kritizirati, već unaprijediti postojeće stanje proizvodnje. Statistička analiza pokazuje da aktualna situacija nije loša, no nju je u cilju ostvarivanja financijske uštede potrebno i moguće poboljšavati adekvatnim pristupom problemima. Bitan faktor u rješavanju svih problema vezanih uz proizvodnju jesu zaposlenici, od kojih je svaki na svoj način odgovoran za rezultate proizvodnje. Stoga je nužno postaviti granice odgovornosti i njih se pridržavati. Oni koji su odgovorni za određeni proizvodni postupak (radnik, predradnik, poslovođa) moraju konstantno surađivati s tehnologom, kao što i oni koji su zaduženi za kontrolu kvalitete, kontrolori i voditelj odjela za kvalitetu mora međusobno komunicirati. Samo uzajamna suradnja omogućit će otkrivanje problema i postavljanje novih granica kvalitete.

Statistička analiza pokazala je da je potrebna nabava novih strojeva, koji imaju ključnu ulogu u ovom proizvodnom pogonu. Na strojeve bitno utječe njihovo održavanje. Posebno je to vidljivo u operacijama glodanja i zavarivanja. Zamjena strojeva koji rade nesukladnosti utjecat će na smanjenje škarta, a neposredno i na povećanje proizvodnog kapaciteta. Pravilnim održavanjem svih strojeva produžuje se njihov vijek te se povećava rentabilnost proizvodnje.

Tvrtka *Kordun* proizvod kombinirani ključ izrađuje u skladu s već spomenutim optimalnim rješenjem, odn. nastoji uz što manje proizvodne troškove izraditi te po adekvatnoj prodajnoj cijeni ponuditi proizvod optimalne kvalitete. Na taj način *Kordun* postiže najbolje rezultate, što potvrđuje i činjenica da preko dvadeset godina surađuje s renomiranom tvrtkom *Stihl*.

## Literatura

1. Kraut B., *Strojarski priručnik*, Zagreb, 1988
2. Mudronja, V., *Kontrola kvalitete* (skripta)
3. Mudronja, V., *Sposobnost procesa – teorija i praksa* (stručni rad)
4. Radne i kontrolne upute za izvođenje pojedinih tehnoloških operacija i kontrolnih radnji