



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Strojništvo
Modul: Orodjarstvo

IZDELAVA KOVICE IN ANALIZA PROCESA PROIZVODNJE S POMOČJO KONTROLNIH KART

Mentor: mag. Slavko Božič univ. dipl. inž. str.
Lektor/ica: Katarina Žajber, dipl. slov. in dipl. angl.

Kandidat: Miha Prosen

Ljubljana, julij 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju g. Božiču za vse koristne nasvete in pomoč pri diplomski nalogi.

Zahvaljujem se tudi lektorici ge. Žajber, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Miha Prosen izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Slavka Božiča.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Proizvodnja stremi k izboljševanju vseh vej v podjetju. Zaradi same konkurence na trgu je to ključno predvsem pri zagotavljanju kakovosti. Pri kontroli procesa je bilo ugotovljeno neredno in nečitljivo zapisovanje meritev. Z novim sistemom smo optimizirali meritveni proces. Ob sami raziskavi smo združili več znanj, in sicer s področja računalništva, vodenja kontrole in komerciale. Z novim sistemom vnašanja meritev smo v veliki meri prihranili čas in denar. Učinkovitost procesa kontrole je z novim sistemom zagotovljena, sama konkurenca podjetja na trgu pa tudi.

KLJUČNE BESEDE

- kovice
- kontrola kakovosti
- obvladovanje razvoja procesa
- kontrolne karte
- analiza meritev

ABSTRACT

Production strives for the continuous improvement of all branches of the company. Due to the very competition on the market, this is crucial, especially when it comes to quality assurance. During process control, irregular and illegible recording of measurements was found. With the new system, we have optimized the measurement process. During the research itself, we combined several skills, namely in the field of computer science, control management and commercial. We have saved a lot of time and money with the new system for entering measurements. The effectiveness of the control process is guaranteed with the new system, as is the company's competition on the market.

KEYWORDS

- rivets
- quality control
- process development management
- control charts
- measurements analysis

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge.....	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve.....	2
1.5	Metode dela.....	2
2	TEORETIČNE OSNOVE	3
2.1	Kovice.....	3
2.2	Vrste kovic	3
2.3	Pojem kakovosti	6
2.4	Kako obvladati kakovost.....	7
3	OBVLADOVANJE RAZVOJA PROCESA	8
3.1	Planiranje in razvoj procesa.....	8
3.2	Overjanje in načrtovanje razvoja procesa.....	9
3.3	Obvladovanje sprememb načrtovanja in razvoja	10
3.4	Kontrola in preizkušanje v procesu.....	11
4	IZDELAVA KOVICE S POSTOPKOM GLOBOKEGA VLEKA	13
4.1	Proces globokega vleka s pločevinastim držalom	13
4.2	Vlečno razmerje	15
4.3	Trenje in mazanje.....	16
4.4	Napake pri globokem vleku.....	17
5	STATISTIČNO OBVLADOVANJE PROCESA.....	19
5.1	Sposobnost procesa in stroja.....	20
5.2	Zbiranje in beleženje podatkov	21
6	KONTROLNE KARTE	22
6.1	Postavljanje kontrolnih mej	23
7	OBSTOJEČE STANJE	26
7.1	Opis obstoječega stanja.....	26
7.2	Kritična analiza	27
8	PRAKTIČNI DEL.....	28
8.1	Raziskovanje problema	28
8.2	Vzpostavitev elektronskega merjenja.....	28
9	MERITVE	29
9.1	Analiza meritev	29
9.2	Povzetek analize	37
9.3	Povzetek raziskave	37
10	ZAKLJUČEK	38
11	LITERATURA IN VIRI.....	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Polna kovica.....	4
Slika 2: Delno votla kovica	5
Slika 3: Votla kovica.....	6
Slika 4: Votla kovica.....	7
Slika 5: Razvoj procesa v podjetju X.....	11
Slika 6: Skica prereza orodja v narisu	14
Slika 7: Skica traku s tehnološkimi fazami.....	15
Slika 8: Mazanje traku iz medenine z emulzijo	17
Slika 9: Pogoste napake pri globokem vleku.....	18
Slika 10: Obvladovanje procesa.....	20
Slika 11: Sposobnosti stroja C_m ($6 \cdot S$) in sposobnosti procesa C_p ($6 \cdot \sigma$).....	21
Slika 12: Točke izven kontrolnih mej	23
Slika 13: Sedem zaporednih točk na eni strani središčne črte.....	23
Slika 14: Trend naraščanja ali padanja	24
Slika 15: Trendi rasti in padanja	24
Slika 16: Približevanje srednji liniji.....	25
Slika 17: Približevanje kontrolnim mejam	25
Slika 18: Obrazec ročnega vpisovanja meritev na stroju	27
Slika 19: Digitalno pomično merilo z elektronsko povezavo	28
Slika 20: Slika grafa meritve višine kovice $5,0 \pm 0,15$	30
Slika 21: Slika grafa meritve debeline materiala na prirobnici $0,45 + 0,08/- 0,10$	31
Slika 22: Slika grafa meritve premera prirobnice $\varnothing 9,5 \pm 0,2$	32
Slika 23: Slika grafa meritve zgornjega notranjega premera $\varnothing 3,7 + 0,05/-$	33
Slika 24: Slika grafa meritve spodnjega notranjega premera $\varnothing 4,5 + 0,05/- 0,10$...	34
Slika 25: Slika grafa meritve zunanjega premera $\varnothing 5 - 0,15$	35
Slika 26: Meritve debeline materiala na zgornjem notranjem premeru $0,35 + 0,1$..	36
Slika 27: Vzdolžni prerez kovice	37

KRATICE IN AKRONIMI

- ISO: International organization for standardization (slov. Mednarodna organizacija za standardizacijo)
- APQP: advanced product quality planning (slov. napredno načrtovanje kakovosti izdelka)
- FMEA: failure mode and effects analysis (slov. analiza možnih napak in njihovih posledic)
- MSA: measurement systems analysis (slov. analiza merilnih sistemov)
- SPN: solid particle number (slov. trdno deležniško število)
- PPAP: production part approval process (slov. proces potrditve serijske proizvodnje)
- PSW: part submission warrant (slov. nalog za predložitev delov)
- CR: classification risks (slov. klasifikacijska tveganja)
- OEE: overall equipment effectiveness (slov. splošna učinkovitost opreme)
- %: odstotek
- mm: milimeter
- SPC: statistical process control (slov. statistična kontrola procesa)
- Cp: indeks sposobnosti procesa
- Cpk: indeks centriranosti procesa
- Cm: sposobnost stroja
- ZKM: zgornja kontrolna meja
- SKM: spodnja kontrolna meja
- SM: srednja meja
- 3D: three-dimensional (slov. tridimenzionalno)

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Pri sami izdelavi kovice se moramo zavedati, da je to postopek, v katerega je vpeto celotno podjetje – od vodstva, tehnologije, vodje kontrole, kontrolorja in upravljalca stroja. S pomočjo analize procesa proizvodnje in kontrolnih kart bomo ugotavljali, kako najbolje zagotoviti kakovost izdelka, ki ga pričakuje in zahteva kupec. Zaradi dokaj obsežnega procesa nam to predstavlja dodaten izziv. Zaradi vse večje konkurence na trgu, še posebej v avtomobilski industriji, poskušamo kupcu ugoditi z različnimi izboljšavami pri samem delovnem procesu, npr. z boljšo kakovostjo izdelka in višjo produktivnostjo.

V diplomski nalogi se bomo posvetili problemu, ki je povezan z izdelavo kovice in nadzorom kakovosti proizvodnje z uporabo kontrolnih kart. Z reševanjem tega problema bi radi zagotovili delujoč izdelek za končnega uporabnika, ki mu bo ustrezal.

1.2 Cilji naloge

Cilj naloge je, da na kratko predstavimo obvladovanje razvoja procesa ter postopek izdelave kovice. S pomočjo kontrolnih kart bomo omejili odstotek slabih kovic. Z rezultatom diplomske naloge bomo prikazali stabilnejši proces proizvodnje kovic s pomočjo kontrolnih kart in posledično večjo proizvodnjo.

1.3 Predstavitev okolja

Konkretnega problema se bomo lotili v podjetju, ki se ukvarja s proizvodnjo kovic in vijačnih izdelkov s postopkom globokega vleka in hladnega preoblikovanja. Podjetje šteje 60 zaposlenih in ti so razvrščeni v različne veje podjetja, to je v tehnologijo, razvoj, kakovost, prodajo in logistiko.

V nalogi se bomo predvsem posvetili tehnologiji izdelave kovice in oddelku kontrole kakovosti, ki predstavlja glavno vejo pri tej nalogi. Na oddelku kakovosti se izvajajo vhodna, vmesna in končna kontrola, torej vse za doseg kvaliteta končnega izdelka. Vse meritve bomo izvajali v za to določenem prostoru, kjer uporabljamo različna merila in mikroskope za odkrivanje napak. S hitrim zaznavanjem napak smo sposobni odreagirati, da se napake pravočasno odpravijo.

V nalogi se bomo osredotočili na izdelavo določene kovice, ki se uporablja za tesnila glave motorja pri osebnih avtomobilih. Pomembno je, da je izdelava brezhibna, saj kovice zagotavljajo uspešno tesnjenje.

1.4 Predpostavke in omejitve

Iz izkušenj vemo, da višja frekvenca kontrole pomeni boljše rezultate in manjši odstotek slabih kovic, kar ne pomeni le, da zmanjšamo strošek, ampak tudi prihranimo. Pri vmesni kontroli moramo izvajati kontrolo na štiri ure po pet vzorcev. Vsak vzorec moramo premeriti in podatke meritev vpisati v kontrolno karto. Z metodo novih kart bomo prihranili čas in denar. Povečali bomo tudi frekvenco kontrole, da bo nadzor nad procesom veliko boljši. Razbremenili bomo kontrolorja kakovosti in tako zmanjšali odstotek slabih kovic.

Pri pisanju diplomske naloge bomo omejeni s podatki in slikovnim gradivom zaradi varovanja podatkov podjetja, kjer se je izvajal proces. Zaradi poslovnih skrivnosti ne bomo omenjali podjetja ter izdajali podatkov.

1.5 Metode dela

V teoretičnem delu naloge bomo predstavili obstoječe stanje in uporabili opisno metodo. Analitično metodo bomo uporabili v raziskovalnem delu, kjer bomo analizirali pojav napak. V praktičnem delu bomo s pomočjo primerjalne metode primerjali obstoječe in nove karte pri samem kontrolnem postopku. Na podlagi predhodnih napak in predhodnih meritev procesa bomo primerjali proces z večjo frekvenco vmesne kontrole.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Kovice

V egiptčanskih suličnih konicah so bile najdene prve luknje za zakovice med 4400 in 3000 pr. n. št. Med najdbami arheologov so bili tudi številni meči in različna bodala, ki so imela luknje za zakovice. V tistem času so bile kovice v bistvu kratke kovinske palice, ki so jih zabili v vnaprej izvrtano luknjo na eni strani in deformirali na drugi. Poznamo več različnih vrst kovic, ki jih uporabljamo glede na trdnost, dostopnost in stroške.

2.2 Vrste kovic

Poznamo več različnih vrst kovic, ki jih uporabljamo glede na trdnost, dostopnost in stroške. To so:

- polne kovice,
- delno votle kovice,
- votle kovice.

S spajanjem konstrukcijskih elementov v elektro- in letalski industriji uporabljamo polne kovice. Zaradi večje trdote so polne kovice primernejše za povezovanje intenzivneje obremenjenih delov. Uporabne so tudi v pohištveni industriji, na primer pri tečajih, pri izdelavi aparatov za gospodinjstvo in v papirno-tekstilni industriji. Poleg svoje osnovne funkcije, ki je spajanje dveh ali več elementov, lahko polne kovice služijo tudi kot okrasne kovice, npr. v papirni industriji. Materiali, iz katerih se izdelujejo polne kovice, so:

- železo,
- baker,
- medenina,
- aluminij,
- zlitina aluminij-magnezij,
- srebro,
- nerjavno jeklo.



Slika 1: Polna kovica
(Lastni vir)

Delno votle kovice se uporabljajo v elektroindustriji, pogosta uporaba je pri izdelavi gospodinjskih aparatov, primerne pa so tudi v usnjarski in papirni galanteriji. Z njimi se spajajo tanke kovine. Lahko se uporabljajo tudi za spajanje keramike in gume. V usjarstvu imajo kovice predvsem uporabno funkcijo, v papirni galanteriji pa so delno votle kovice poleg spajanja namenjene tudi dekoraciji.

Materiali, iz katerih se izdelujejo delno votle kovice, so:

- baker,
- medenina,
- aluminij,
- zlitina aluminij-magnezij,
- srebro.



*Slika 2: Delno votla kovica
(Lastni vir)*

Ker imajo votle kovice manjšo trdoto, se uporabljajo za tanke pločevine. Pogosto se uporabljajo v avtomobilski industriji, elektroindustriji in pri proizvodnji bele tehnike ter v kovinski galanteriji. Njihova prednost je v tem, da lahko skozi njih damo različne trakove, žice ali električne vodnike.

Materiali, iz katerih se izdelujejo votle kovice, so:

- železo,
- baker,
- medenina,
- aluminij,
- zlitina aluminij-magnezij.



Slika 3: Votla kovica
(Lastni vir)

2.3 Pojem kakovosti

Kakovost je definirana kot skupek vseh lastnosti in karakteristik proizvoda ali storitev, da zadovolji izražene ali pričakovane potrebe. Vse definicije so bolj ali manj usmerjene na rezultate dela (izdelke) oziroma na rezultate procesov, ki so namenjeni izpolnjevanju in zadovoljevanju potreb uporabnikov. Najbolj uporabljena definicija v praksi je opredeljena v standardu ISO 9000. Nenehno izboljševanje sistema in kakovosti dosegamo s sistematičnim in pravočasnim ciljnim planiranjem vseh aktivnosti, izvajanjem planiranih aktivnosti, preverjanjem učinkovitosti ter izvajanjem korektivnih in preventivnih ukrepov.

S tržnega vidika kakovost pomeni zadovoljitev kupčevih pričakovanj. V želji, da se izognemo kupčevemu razočaranju, smo iz konkurenčnih razlogov vsako leto boljši. Kupca tako prijetno presenetimo.

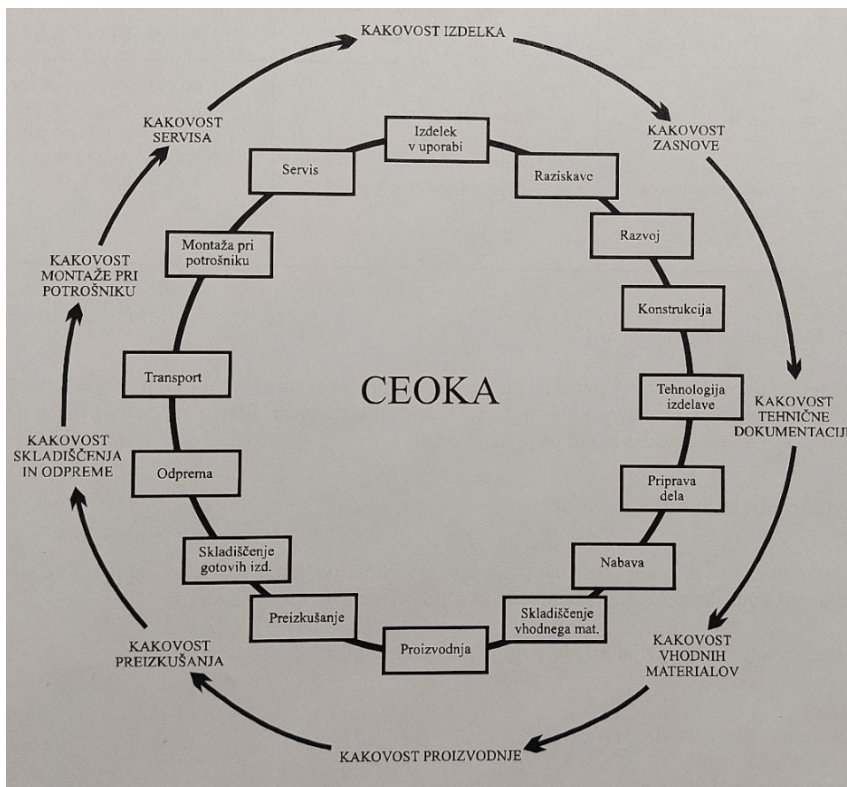
S tehničnega vidika je kakovost skladnost izdelka s specifikacijami (projekti, načrti, pogodbami ...).

Kakovost se izraža v dobičku z vidika poslovne uspešnosti. Povemo lahko tudi drugače: razlika med možnim dobičkom in doseženim dobičkom je posledica nekakovosti.

2.4 Kako obvladati kakovost

V vseh fazah nastajanja in uporabe izdelka je potreben sistem celovitega obvladovanja kakovosti, kar pomeni kontinuirano, sistematično ter celovito vodenje in zagotavljanje kakovosti.

Prisotnost v vseh fazah nastajanja izdelka in dograjevanja kakovosti prikazuje slika 4.



Slika 4: Votla kovica
(Vir: Repše, 2002, str. 9)

3 OBVLADOVANJE RAZVOJA PROCESA

Postopek se uporablja za nove procese, to so procesi, ki še niso v proizvodnem programu in za katere ni osvojena tehnologija, za procese izdelkov, ki se že izdelujejo, a kupec zahteva spremembo procesa, ter za procese, prenesene z lokacije kupca. Postopek definira posamezne razvojne faze, določa roke in nosilce nalog ter regulira procese med posameznimi službami zaradi optimizacije rokov in stroškov razvoja. Postopek je obvezen za razvoj novega procesa avtomobilske industrije.

Za izvajanje postopka je odgovoren vodja projekta, ki ga določi direktor za vsak projekt.

3.1 Planiranje in razvoj procesa

Za planiranje razvoja procesa se izdelata terminski plan (APQP termin plan), ki zajema vse stopnje v tem procesu. Iz njega je razviden predviden rok za vsako operacijo oz. korak in tudi dejanski zaključek. Terminski plan ni potreben v primeru spremembe verzije dokumentacije (risbe izdelka), razen če to kupec izrecno zahteva.

Vodja komercialne izbere vhodne podatke za morebitni razvoj novega procesa in jih priloži obrazcu (možnost izdelave). Z obrazcem in vso potrebno dokumentacijo se seznanijo vse odgovorne v podjetju, kot so konstrukcija, tehnologija, proizvodnja, kontola in orodjarna. Po potrebi se seznanijo tudi ostale zainteresirane, ki s svojimi izkušnjami lahko pripomorejo k uspešni realizaciji razvoja procesa. Na zaključnem sestanku z direktorjem podjetja se dokončno poda odločitev o možnosti izdelave. V primeru, da se podjetje odloči pozitivno, vodstvo določi vodjo projekta.

Iz terminskega plana so razvidni vsi izdelani dokumenti po planu razvoja, ki jih izda odgovorna oseba za posamezna področja. Za vso pridobljeno dokumentacijo, ki se nanaša na zakonsko regulativo in druge standarde, je odgovoren vodja komercialne. Vse vhodne zahteve odjemalca morajo vsebovati vsi dokumenti.

V vsakem trenutku je možno na obrazcu za pregled razvoja procesa preveriti, do katere stopnje je napredoval razvoj procesa in ali se ta ujema s terminskim planom razvoja in terminskim planom izdelave orodja. Obrazec vsebuje tudi številke izvedenih postopkov (npr. FMEA, poročila kontrole, MSA ...), kar služi kot arhiv ali povzetek razvoja procesa za posamezen artikel.

3.2 Overjanje in načrtovanje razvoja procesa

Vodja projekta začne s pridobitvijo natančnih zahtev in morebitne dodatne potrebne dokumentacije, postopkov in standardov, ki so potrebni za izdelavo orodja in pri načrtovanju procesa. Vodja projekta na podlagi te dokumentacije izdelava pregled razvoja procesa in terminski plan razvoja procesa (po potrebi tudi terminski plan izdelave orodja, če je odjemalec tega naročil). Izdelava postopek izdelave, ki vsebuje diagram poteka izdelave, potreben material za izdelavo, stroj oziroma delovno mesto in druge podatke, ki so potrebni pri izdelavi za vsako operacijo posebej. Vodja projekta v sodelovanju z ostalimi službami izvede FMEA-analizo, ki je orodje za odkrivanje možnih napak v novem procesu. Napake se oceni, in če te presegajo SPN-faktor 100, se izvede korektivni ukrep, ki potencialno napako odpravi oziroma zmanjša njene možne posledice. Za to uporabljamo standardni obrazec in sledimo njegovim korakom.

Po analizi FMEA upoštevamo izsledke pri izdelavi orodja, planu obvladovanja, naročilu materiala ter postopku izdelave.

Če je v dokumentaciji samo indeksna sprememba, se potrjevanje posamezne razvojne stopnje ne izvaja, razen če to odjemalec izrecno zahteva. Vodja kontrole na podlagi rezultatov FMEA-analize in postopka izdelave naredi plan obvladovanja. Ta vsebuje:

- plan vhodne kontrole – postopek pregleda vhodnega materiala,
- plan obhodne kontrole – postopek nadzora v proizvodnem procesu,
- plan končne kontrole,
- plan samokontrole – postopek nadziranja izdelave, ki jo izvaja sam delavec na svojem delovnem mestu.

Vodja proizvodnje izdelava plan zasedenosti stroja, s katerim ugotavljamo proste kapacitete na strojih za tekoče in naslednje leto. Komerciala je odgovorna za naročilo materiala na podlagi podatkov, ki jih dobi od tehnologa.

Za izdelavo prvih vzorcev je odgovoren vodja projekta, za izdelavo poročila o prvih vzorcih pa vodja kontrole, ki odloča tudi o tem, ali so izdelki sprejemljivi za predstavitev. Vodja projekta je odgovoren za izdelavo PPAP-dokumentacije. MSA – analiza merilnega sistema – se izvede za vse dimenzije po risbi kupca in po planu kontrole za določen izdelek. V primeru, da je mnenje odjemalca pozitivno, kar mora pisno potrditi na obrazcu PSW, se to smatra kot zaključek razvoja procesa izdelka in potrditvev orodja s strani kupca. V kolikor kupec zahteva, da se razvoj procesa odvija po njegovih navodilih oz. obrazcih, se prilagodimo njegovim zahtevam, kar pomeni, da se obvladovanje razvoja lahko tudi razlikuje od tukaj opisanega postopka. V

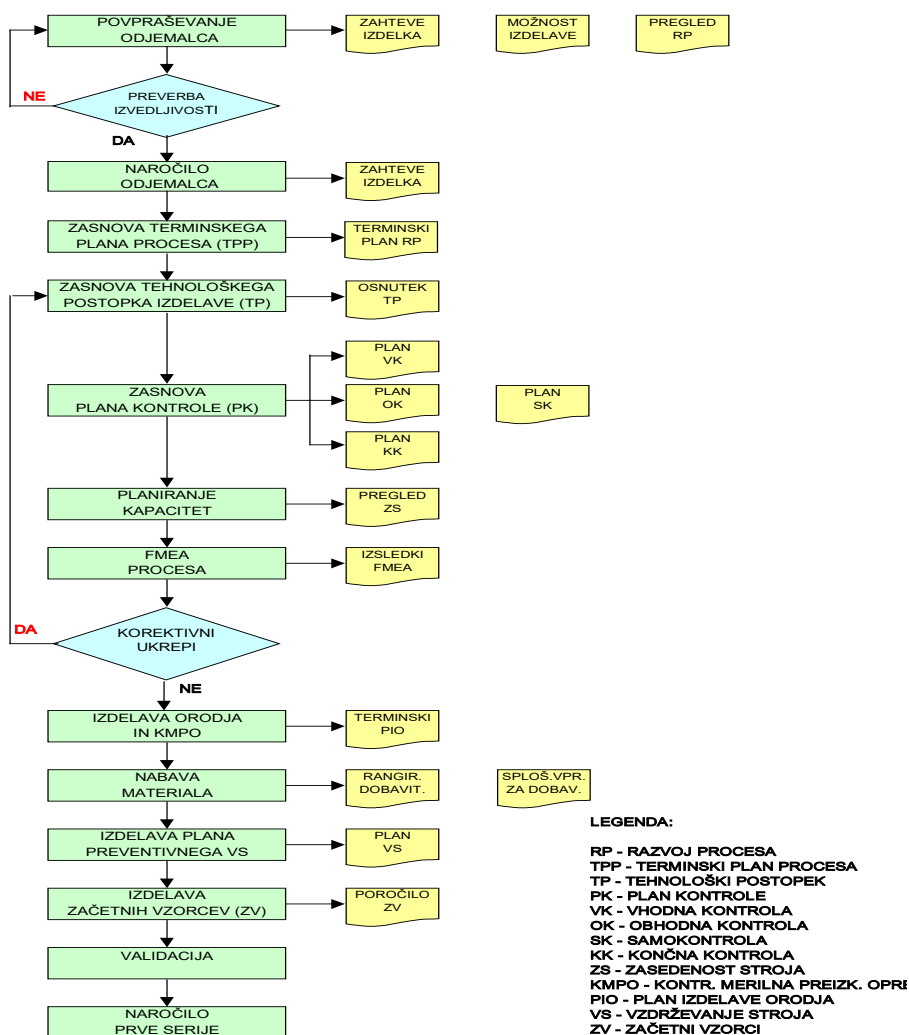
primeru, da začetni vzorci niso potrjeni, je potrebno na materialu, v dokumentaciji, na orodju itd. izvesti ustrezne poprave ter vzorce ponovno predstaviti, vse dokler niso potrjeni.

3.3 Obvladovanje sprememb načrtovanja in razvoja

Če s strani odjemalca v času razvoja procesa pride do spremembe dokumentacije, jo mora vodja projekta zavesti v terminski plan sprememb. Tehnolog je odgovoren za izločitev stare dokumentacije in razdelitev nove vsem uporabnikom. Stara neveljavna dokumentacija se hrani v tehnologiji in je označena z žigom (izloženo). Tudi ostale postopke (FMEA, plan kontrole ...) je potrebno ponovno izvesti v skladu s spremembami, za kar je odgovoren vodja projekta.

Dokumentacija, ki je potrebna za obvladovanje razvoja procesa, zajema:

- možnost izdelave,
- CR – klasifikacijska tveganja,
- pisno samoocenjevanje,
- APQP – terminski plan razvoja procesa,
- FMEA,
- plan obvladovanja,
- MSA – analizo merilnega sredstva,
- OEE – izračun izkoristka stroja,
- terminski plan izdelave orodja,
- plan preventivnega vzdrževanja,
- PSW,
- dimenzijsko poročilo,
- postopek izdelave.



Slika 5: Razvoj procesa v podjetju X
(Vir: Podjetje X, 2022)

3.4 Kontrola in preizkušanje v procesu

Kontrolo in preizkušanje izvajamo z namenom, da preprečimo pojav napak in neskladnosti. Tako zagotovimo naslednjim zahtevam:

- Da napako čim hitreje odpravimo in tako nadaljujemo z proizvodnim procesom z neko kontinuiteto.
- Da odkrijemo napako že na samem začetku.
- Da so vsi izdelki in polizdelki pregledani ter preizkušeni v skladu z zahtevami.
- Da zaradi slabih izdelkov, ki so med dobrimi, ne poslabšamo kakovosti celotne serije.

Za sistem kontrole in prevzem procesa je odgovoren vodja kontrole kakovosti. Po priloženi dokumentaciji se izvaja kontrola polizdelkov in izdelkov znotraj proizvodnega procesa, za katero je odgovoren delavec, za izvajanje končne kontrole pa je zadolžen vodja kontrole kakovosti. S samokontrolo vršimo redni nadzor procesa. S samokontrolo se spremlja trenutno stanje kakovosti v procesu. Je oblika preventivne kontrole. Delavec, ki izvaja samokontrolo, svoje rezultate meritev vpisuje v procesno karto samokontrole, na kateri so zbrani podatki o kakovosti izdelka po posameznih dnevih in po posameznih strojih, na katerih izdelek nastaja.

Obhodno kontrolo izvaja kontrolor, ki vrši časovne preglede za točno določen vzorec izdelka, na primer pet kosov na štiri ure v skladu s postopki plana obvladovanja.

Meritve in ugotovitve kontrolor vpiše v procesno karto, če je tako zahtevano v planu obvladovanja.

Po vseh fazah procesa se izvede končna kontrola, katere glavna naloga je potrditev že ustvarjene kakovosti. Končno kontrolo izvrši kontrolor v proizvodnji in vodja kontrole kakovosti. Vodja pakirnice pa je odgovoren za izvajanje samokontrole pri pakiranju.

Naloga končne kontrole je, da se na podlagi spremnega lista preveri, ali so bile vse faze izdelave izdelka opravljene in ali je izdelek skladen z zahtevami odjemalca. Rezultate meritev končne kontrole vodja kontrole vpiše v karto končne kontrole.

Vodja kontrole hrani vse karte in zapise o pregledih od vhodne do končne kontrole. V primeru zahteve kupca izdamo tudi potrdilo o kakovosti, poročilo kontrole, poročilo termične obdelave in certifikat materiala, ki je opremljen s podatki, ki jih želi prejeti kupec.

Zapisi o kakovosti so dokaz, da je proizvodni proces nadzorovan in da izdelki ustrezajo zahtevam kupcev.

Dokumentacija, ki je potrebna za kontrolo in preizkušanje v procesu, zajema:

- samokontrolo proizvodnje,
- procesno karto,
- procesno karto za atributivne značilnosti,
- procesno karto samokontrole,
- kontrolni list – končna kontrola,
- dobavnico,
- spremni list,
- plan obvladovanja,
- delovni nalog,

- poročilo kontrole,
- poročilo termične obdelave,
- certifikat materiala dobavitelja.

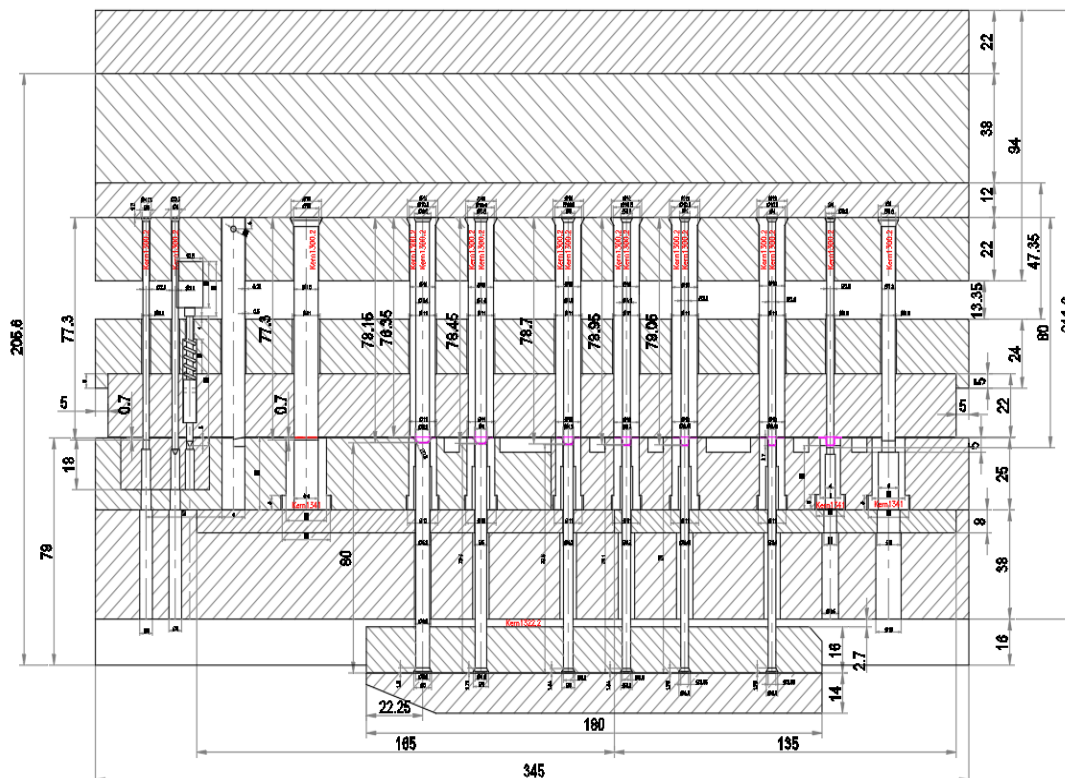
4 IZDELAVA KOVICE S POSTOPKOM GLOBOKEGA VLEKA

Ko govorimo o globokem vleku, govorimo o izdelavi votlega telesa z dnomo po postopku plastičnega preoblikovanja iz kovinske plošče. Zaradi možnosti porušitve pri izdelavi poljubnih oblik, kjer se pojavijo natezne napetosti, ni mogoča izdelava z eno operacijo. Izdelke izdelujemo iz pločevine debeline od nekaj stotink milimetra do 50 milimetrov. Izdelki so lahko velikosti od nekaj milimetrov do nekaj metrov. Najpogosteje se uporablja neposredni način vleka s togim pestičem, za stožčaste ali oblikovno zahtevne oblike pa je pogosto bolj primerno posredno vlečenje z medijem. Za plitve izdelke in maloserijsko proizvodnjo je primeren medij elastomer, za globlje izdelke pa tekočina. V posebnih primerih pa lahko preoblikujemo tudi z magnetno, električno ali energijo eksplozije. Ker se med vlečenjem zunanji premer surovca zmanjšuje, se v področju do vlečnega roba pojavijo tlačne napetosti, ki povzročijo nastanek gub, kar preprečujemo s pločevinastim držalom. V sodobnem času dosegamo večja vlečna razmerja. Brez pločevinastega držala je na običajen način mogoče vleči z enim vlekrom samo robove v obliki stožcev ali vlačilnih krivulj. Tako je globoki vlek brez držala mogoč le pri debelejši pločevini ali pri manjših vrednostih.

4.1 Proces globokega vleka s pločevinastim držalom

S tem postopkom izdelujemo kovice v našem podjetju, zato ga bom podrobneje predstavil.

Najpogosteje se uporablja postopek globokega vleka z držalom pločevine. Običajno je pločevina tako tanka, da bi se v območju največjega preoblikovanja v vencu zaradi obodnega krčenja nagubala, če ne bi uporabili držala pločevine. Dvosmerno delujoče stiskalnice so najprimernejše za globoki vlek z držalom pločevine. Orodje je sestavljeno iz vlečnega pestiča in matrice. Zračnost med pestičem in matrico je večja ali manjša od debeline pločevine. V prvem primeru govorimo o normalnem vlekru, v drugem pa o stanjševalnem vlekru. Orodje mora imeti zaokrožene robove zaradi boljšega pretoka in s tem preprečitve natrganja. Zaokroževanje robov povečuje nastanek gub, kar preprečimo s pločevinastim držalom.



Slika 6: Skica prereza orodja v narisu
(Vir: Podjetje X, 2022)

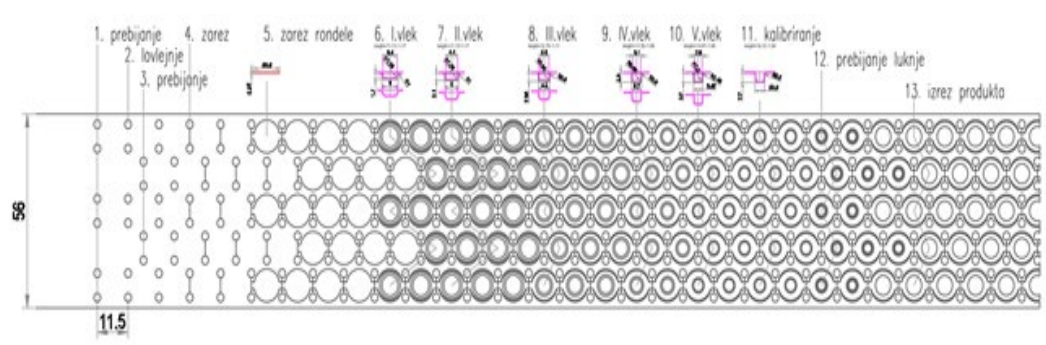
Orodje je prerezano glede na oblikovne elemente. V prerezu vidimo sistem delovanja orodja in vse sestavne plošče. Plošče si od vrha sledijo v naslednjem vrstnem redu:

- Vpenjalna prizma: zagotavlja vpetje na delovni stroj.
- Vpenjalna plošča: omogoča delovne gibe vitalnih elementov.
- Podložna plošča: kaljena, preprečuje vtiske v vpenjalno ploščo.
- Paličasta plošča: zagotavlja vpetje vitalnih delov.
- Vodilna plošča: zagotavlja natančno vodenje gibljivih delov orodja.
- Tlačno-snemalna plošča: zagotavlja pridrževanje traku pred delovnim procesom in snemanje le-tega po njem.
- Matrična plošča: umešča oblikovne elemente po delovnih fazah in zagotavlja nemoten pretok materiala.
- Spodnja podložna plošča: preprečuje vtiskovanje vitalnih elementov v temeljno ploščo, izguba dimenzije produkta.
- Temeljna plošča: omogoča vpetje orodja na stroj, je osnova celega orodja (nanjo so vgrajeni vodilni stebri).
- Spodnja paličasta plošča: zagotavlja poziciji izmetnih pestičev.
- Izmetna plošča: dviguje trak z narejenimi vleki in s tem omogoča potovanje traku.
- Nož – zarezni: zarezovanje traku za boljši pretok materiala po fazah.

- Vlečna puša: oblikuje kovico po določenih fazah (1., 2., 3. ...).
- Nož – končni: odreže končni izdelek.

4.2 Vlečno razmerje

Vlečno razmerje imenujemo razmerje med premerom stebra in premerom votlega izdelka. Če povečamo število vlekov, lahko izdelujemo bolj zapletene oblike. Zaradi prehoda materiala z večjega premera na manjšega je zlom intenziven. Od vrste in debeline materiala je odvisno, ali bomo lahko izdelali izdelek z enim vlekem, če je to razmerje seveda manjše od dopustnega vlečnega razmerja. Praviloma v enem vlekcu izdelamo izdelek, ko višina ne presega 45 % njegovega premera. Z vsakim naslednjim vlekem se material utrjuje. Vsako naslednje vlečno razmerje je manjše. Največje število vlekov, ki jih lahko naredimo, je sedem, po tem se material pretrga. Vmesno žarjenje je potrebno, če se material preveč utruje pri posameznem vlekcu. Pri prvem vlekcu znaša okvirna vrednost vlečnega razmerja med 2,1 in 2,2, pri debelejših materialih do 3.



Slika 7: Skica traku s tehnološkimi fazami
(Vir: Podjetje X, 2022)

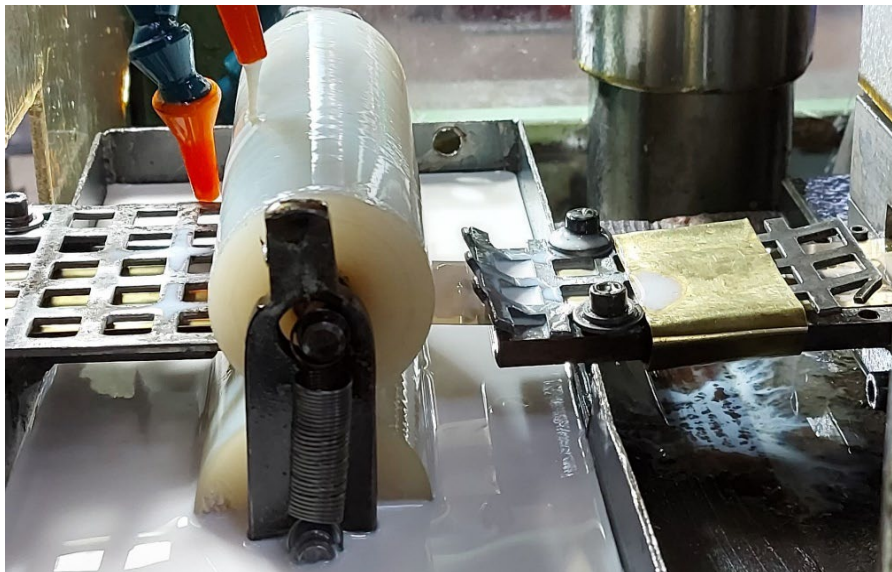
1. Faza: prebijanje prvih tehnoloških lukenj.
2. Faza: lovljenje traku za umeščanje le-tega.
3. Faza: prebijanje drugih tehnoloških lukenj.
4. Faza: zarezovanje traku za boljši pretok materiala.
5. Faza: zarez rondele.
6. Faza: 1. vlek produkta – maksimalno vlečno razmerje med premerom rondele in premerom vleka je 2,3.
7. Faza: 2. vlek – vlečno razmerje se zaradi utrujenosti materiala z vlekem z vsako fazo zmanjšuje.
8. Faza: 3. vlek.

9. Faza: 4. vlek.
10. Faza: 5. vlek (med delovnimi fazami imamo prazne korake, ki jih lahko po potrebi izkoristimo za dodatne vleke).
11. Faza: kalibriranje produkta za doseg predpisanih toleranc.
12. Faza: prebijanje notranje luknje produkta.
13. Faza: izrez produkta.

Zaradi debeline pločevine (v našem primeru gre za trak debeline 0,5 mm) in majhnih parametrov kovice (5 x 10 mm) je hitrost izdelave dokaj hitra, in sicer 200 udarcev na minuto. Če to pomnožimo s 5, dobimo 1000 kovic na minuto, saj ima orodje pet gnezd. Za vlečno hitrost se smatra hitrost, s katero se pestič dotakne pločevine. Stroj za izdelavo omogoča višje hitrosti, vendar bi v tem primeru prišlo do razpok na vlečencu. Če se odločimo za manjšo hitrost, pa ta ni sprejemljiva z vidika ekonomske računice. Zaradi prevelike zračnosti med pestičem in vlečno matrico se zmanjšuje potreba po vlečni sili, posledično pa se pojavijo gube na stenah vlečenca. V tem primeru pestič ne nudi več podpore po celotni površini. V nasprotnem primeru pa zaradi premajhne zračnosti pride do porušitve materiala ali stanjšanja stene vlečenca. Zaradi premajhne zračnosti se obrablja tudi vlečna matrica. Zračnost kot takšna je optimalna, da je možno vlečenje pločevine z največjo dopustno toleranco, ne da bi pri tem na vlečencu nastale poškodbe. Upoštevati je potrebno, da se pločevina v prirobnici odebeli.

4.3 Trenje in mazanje

Z visokim koeficientom trenja je v splošnem povezana višja vlečna sila. To je neugodno za proces globokega vleka, zato ga zmanjšujemo z uporabo maziv. Da zmanjšamo koeficient trenja med pločevino in orodjem, potrebujemo ustrezne mazalne pogoje. Pri postopku globokega vleka je obvezna uporaba maziv, da se prepreči obrabo orodja in poškodbe pločevine. Najpogosteje se uporabljajo maziva na osnovi sintetičnih in mineralnih olj, emulzije in voski. Mazalne razmere se spreminjajo, na to pa vplivajo zunanji dejavniki, kot so tlak, hitrost vlečenja in temperatura.





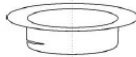




*Slika 8: Mazanje traku iz medenine z emulzijo
(Vir: Podjetje X, 2022)*

V podjetju uporabljamo emulzijo za mazanje 10 % + 90 % vode. Mazanje je neprekinjeno zgoraj in spodaj, prav tako se dodaja emulzija s tankim curkom na zgornjo površino traku. Emulzijo je vsakodnevno potrebno dolivati, enkrat mesečno pa se celoten sistem očisti.

Največ trenja se se dogaja na prirobnici med pločevino in držalom pločevine, na radiju vlečne matrice in na radiju pestiča. Z zmanjšanjem trenja v teh conah je potrebna manjša vlečna sila, ki jo potrebujemo. Ob tem se poveča stopnja deformacije v prirobnici, zaradi česar lahko dosežemo tudi večje vlečno razmerje. Z naraščanjem velikosti vlečenega materiala ali debeline pločevine se povečuje tudi sila trenja v skupni sili vlečenja. Nasprotno kot trenje v področju prirobnice, ima trenje v področju radija pestiča pozitiven učinek. Z naraščajočim trenjem v tem področju se namreč povečuje preoblikovalnost in vlečno razmerje.

4.4 Napake pri globokem vleku

Zaradi neustreznega materiala, orodja ali stroja se pojavljajo napake. Če je vzrok v materialu, ga lahko zamenjamo ali primerno toplotno obdelamo. Drugi vzroki in načini odprave napak so predstavljeni na spodnji sliki.

Skica	Opis	Vzrok	Odprava
Napake, odvisne od materiala pločevine			
	drobne razpoke od roba navzdol, lahko takoj ali šele po nekaj dneh	prevelike zaostale napetosti zaradi pločevine s slabimi preoblikovalnimi lastnostmi	žarjenje za odpravo notranjih napetosti takoj po globokem vleku
	ušesa	ravninska anizotropija	rekristalizacijsko žarjenje surovca
Napake, odvisne od stroja, orodja, preoblikovalnih pogojev			
	porušitev pri dnu	preveliko vlečno razmerje	zmanjšanje vlečnega razmerja (sprememba konstrukcije)
		ekscentrično postavljena rondela	centrična postavitev
		prevelika sila držala	zmanjšanje sile držala
		premajhna zračnost	povečati zračnost
		preveliko trenje	zboljšati mazanje
		prevelika hitrost vlečenja	zmanjšanje hitrosti
		premajhna zaokrožitev matrice, pestiča	povečanje zaokrožitve
	gube pri vrhu vlečenca	premajhna sila držala	povečati silo držala
		prevelika zračnost	zmanjšati zračnost
		prevelika zaokrožitev matrice	zmanjšati zaokrožitev
	raze pri vrhu vlečenca	premajhna zračnost	povečati zračnost
	raze	poškodba odprtine matrice	brušenje, poliranje matrice
	napihnjen vlečenec	prevelika zračnost	zmanjšati zračnost

Slika 9: Pogoste napake pri globokem vleku
(Vir: Kampuš, *Snovanje in konstruiranje orodij*, 2019, str. 35)

5 STATISTIČNO OBVLADOVANJE PROCESA

»Kaj je SPC? Je sistem obvladovanja s pomočjo statističnih tehnik, ki omogočajo, da ves čas spremljamo in poznamo variacije procesa in preprečujemo neskladnosti v skladu z njegovimi naravnimi omejitvami. To je zelo učinkovita metoda preprečevanja napak in podpira stalen napredek kakovosti« (Kokol, 1999, str.2).

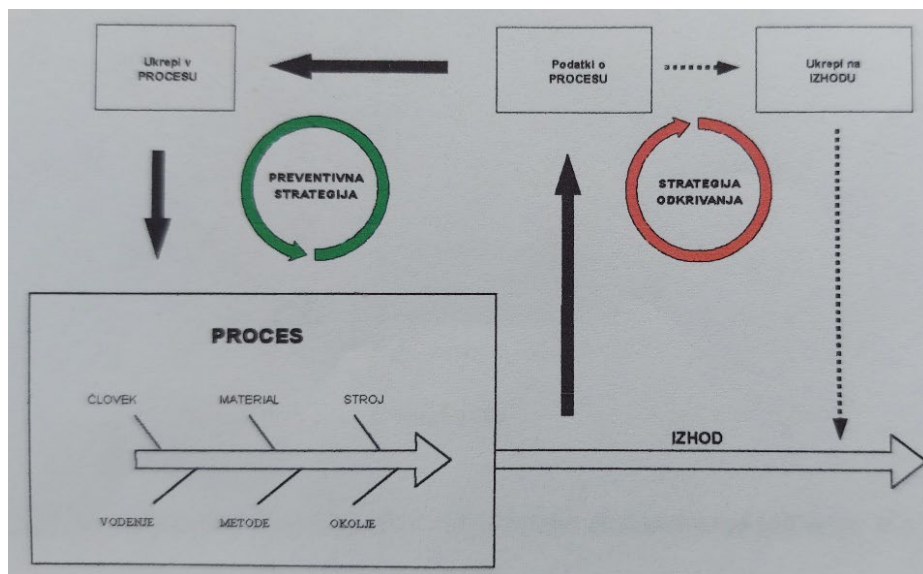
S SPC metodo zvišujemo kakovost svojih izdelkov, saj želimo, da je podjetje usmerjeno v prihodnost. Pri uspehu podjetja se je potrebno držati optimalne kakovosti po željah kupca. Pri takšnih metodah se zmanjšuje potreba po kontroli in posledično večjem izmetu. S poznavanjem naključnih petih pomembnih veličin, ki so človek, stroj, material, način izdelave, metoda in okolje, pomembno vplivamo na proizvodni proces. Za statistični nadzor procesa uporabljamo dve osnovni skupini – to sta sposobnost stroja in procesa ter kontrolne karte.

Z različnimi statističnimi tehnikami, ki omogočajo, da ves čas spremljamo in poznamo variacije procesa in preprečujemo neskladnosti v skladu z njegovimi naravnimi omejitvami, procese obvladujemo s sistemom SPC. S preventivnim obvladovanjem v fazi načrtovanja proizvoda in procesa lahko dosežemo ekonomičnost procesa z minimalnimi spremembami – do popolnega preventivnega obvladovanja je SPC le vmesna stopnica. Stroški kontroliranja in napak se bistveno zmanjšajo s stabilnimi procesi.

»Vsako najbolj vsakdanje opravilo dandanes zahteva uporabo preprostih, a hkrati učinkovitih in uporabnih izračunov in primerjav. Na osnovi teh se odločamo o nadaljnjih ukrepih. Na ta način že posegamo v razvoj kakovosti v našem okolju. Ker pa hočemo meriti napredek sam, pa moramo spet uporabiti določene izračune in primerjave« (Kokol, 1999, str.2).

Namen uporabe statističnega obvladovanja procesov je:

- ugotavljanje in spremljanje stanja procesov in karakteristik izdelkov,
- izboljšanje sposobnosti procesov in karakteristik izdelkov,
- znižanje stroškov kakovosti,
- usvajanje novih izdelkov, tehnologij in strojev.

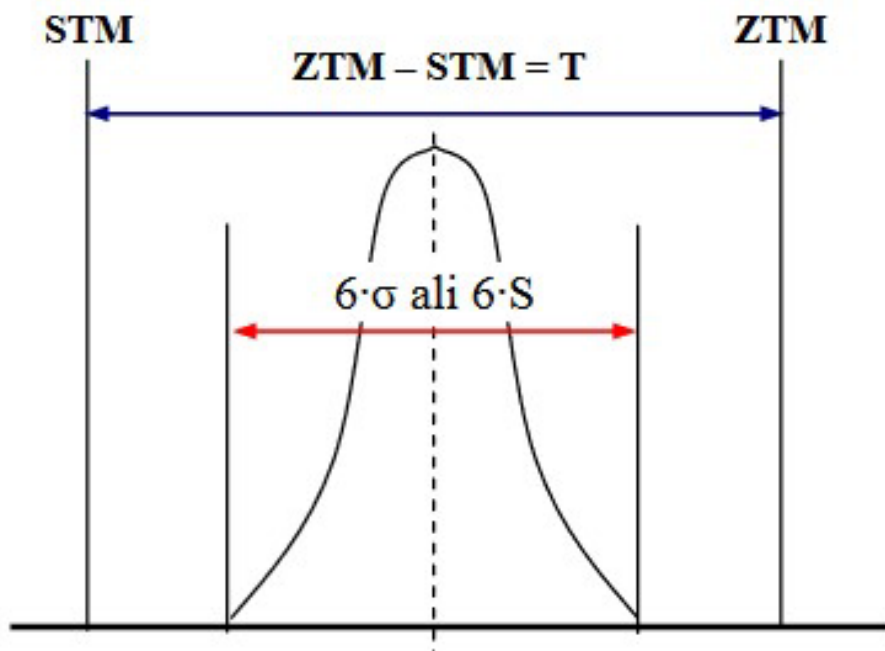


Slika 10: Obvladovanje procesa

(Vir: Kokol, Statistično obvladovanje procesa 1999, str. 4)

5.1 Spособnost procesa in stroja

V industriji se za merjenje vrednosti najpogosteje uporablja Gaussova krivulja, ki jo imenujemo tudi normalna porazdelitev. Uporablja se za stroje in procese, kjer se določi zmogljivost in sposobnost. Ko se proces stabilizira, se ga ovrednoti z indeksi sposobnosti C_p in C_{pk} . Razlikujemo sposobnost stroja C_m in sposobnost procesa C_p . Pri sposobnosti stroja se na osnovi enega velikega vzorca izračuna standardni odklon S . Pri izračunu procesa pa se vzame večje število vzorcev ter tako dobimo vrednosti standardnega odklona σ .



Slika 11: Sposobnosti stroja C_m ($6 \cdot S$) in sposobnosti procesa C_p ($6 \cdot \sigma$)
(Vir: Božič, *Kakovost in zanesljivost proizvodnje*, 2009, str. 66)

5.2 Zbiranje in beleženje podatkov

Imamo dva načina zbiranja podatkov pri statističnem nadzoru, in sicer odčitke procesnih instrumentov in meritve določenega izdelka. Z več vrstami kontrolnih kart sledimo podatkom, ko so enkrat vpisani. Vsaka karta je specifična za vrsto podatkov. Za pridobitev ustreznih informacij uporabljamo določeno tabelo. Podjetja zbirajo povprečje odčitkov ali beleženj podatkov posameznih vrednosti, odvisno od potreb podjetja.

Za diagram premikajočega razpona uporabljamo spremenljive podatke za posamezne vrednosti. Če imamo osem ali manj podatkov, se uporablja grafikon X-R, če pa imamo več kot osem podatkov, se uporablja grafikon X-S.

Grafikon A-P se uporablja za attribute in beleži slabe kose v nizu več kosov. Koliko napak je v posameznem delu, nam pomaga ugotoviti diagram A-U. Z diagrami nadzora procesa se točke na diagramu konstantno preverja, ali ostajajo znotraj kontrolnih mej. Na morebitne spremembe trendov ali procesa moramo biti nenehno pozorni. Potrebni ukrepi se sprejmejo, če se ugotovi poseben vzrok, ob ugotovitvi vzroka pa postopamo tako, da vzrok odpravimo in vrnemo postopek pod statistični nadzor.

6 KONTROLNE KARTE

Kontrolne karte uporabljamo za spremljanje procesa v proizvodnji ali karakteristike izdelka v samem procesu. Z grafičnim spremljanjem dokumentiramo odstopanja, motnje ali spremembe. S kontrolnimi kartami ugotavljamo tudi odstopanja postavljenih toleranc ter analiziramo stabilnost proizvodnega procesa. Kontrolne karte lahko uporabljajo vodja kontrole, kontrolor, delavec za strojem in delovodja pri nadziranju procesov. Poznamo različne vrste kontrolnih kart, in sicer kontrolne karte za numerične karakteristike in kontrolne karte za atributne karakteristike. V praksi se najbolj pogosto uporabljajo karte X-R, saj so še posebej učinkovite.

Običajno se iz proizvodnje jemlje vzorce, pri katerih se primerja srednja vrednost določenih parametrov nekega izdelka. Če so razlike prevelike in segajo čez ZKM ali SKM, potem proces ni pod nadzorom. Kontrolne meje se določi glede na tolerance izdelka, ki so podane na delavniški risbi, ki jo izdelava naročnik (kupec). Uporabnost kontrolnih kart:

- Vsebujejo informacije o tem, ali proizvodi izpolnjujejo zahteve po tolerancah.
- So orodje stalnega nadzora – delavci v proizvodnji in kontrolorji lahko ugotovijo vzroke in odstopanja.
- Nudijo možnost za dobro analizo poteka procesa ter ugotavljanje vzrokov variabilnosti.
- Nudijo pomoč pri odločitvah za sprejetje ali zavrnitev določene serije.

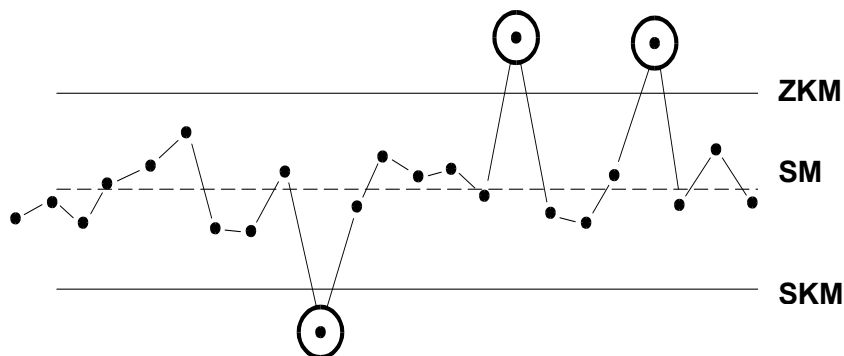
Po naslednjih korakih izdelujemo kontrolne karte X-R:

1. Za začetek lahko velikost vzorca označimo z »a«. Število vzorcev je običajno od štiri do pet, vsekakor pa število ne sme presegati osem. V tem koraku določimo tudi pogostost meritev vzorcev.
2. Osnova za začetni niz vzorcev je praviloma 100 meritev v nizu štirih, dobimo 25 točk.
3. Izračunamo povprečne vrednosti za vsako od 25 skupin vsakega od štirih vzorcev.
4. Za vsakega od štirih merilnih vzorcev izračunamo razpon na enak način. Razpon v vsakem nizu je razlika med najvišjo in najnižjo vrednostjo.
5. Sledi izračun povprečja povprečij. X-linijo označimo s polno črto, izračunamo povprečne vrednosti »R« za središčno črto.
6. Določimo zgornjo in spodnjo kontrolno mejo tako za X-linijo, kot za R-središčno črto.
7. Kontrolor z merjenjem več vzorcev doda vrednosti in nato izračuna povprečje. Meritve beleži v določenih intervalih skupaj z datumom in uro zaradi stabilnosti procesa. Ob pojavu posebnih težav jih je potrebno prilagoditi procesu.

6.1 Postavljanje kontrolnih mej

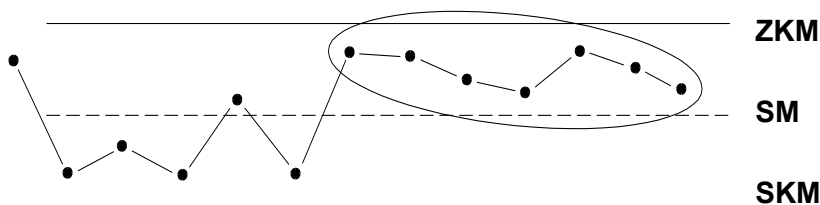
Črte na kontrolnem grafikonu nam omogočajo določitev stabilnosti procesa. Opredeljene so z naravno razpršenostjo kontrolnih statistik (srednja vrednost, razpon ...). Izračune pridobimo iz podatkov, ki so pridobljeni z meritvami v procesu. Pri izračunih je potrebno odpraviti vse posebne vzroke (iterativni postopek).

Po odpravi posebnih vzrokov se kontrolne meje razširijo za nadaljnji nadzor procesa.



Slika 12: Točke izven kontrolnih mej
(Vir: Podjetje X, 2022)

1. V naslednjem primeru je sedem zaporednih točk na eni strani središčne črte.



Slika 13: Sedem zaporednih točk na eni strani središčne črte
(Vir: Podjetje X, 2022)

Možni vzroki:

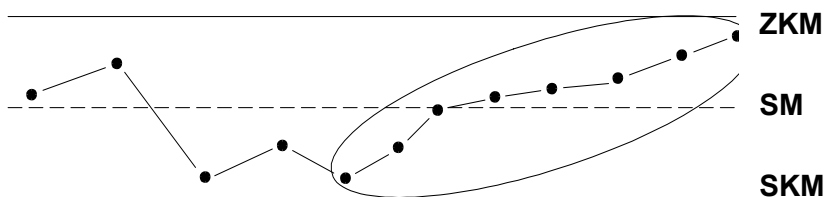
R-karta:

- Merilna oprema je nepravilna ali pokvarjena.
- Menjava materiala.
- Menjava operaterja.
- Neustrezno vzdrževanje.

X-karta:

- Merilna oprema je nepravilna ali pokvarjena.
- Menjava materiala.
- Sprememba metode.
- Menjava operaterja.

2. Sedem ali več zaporednih točk kaže trend naraščanja ali padanja.



Slika 14: Trend naraščanja ali padanja
(Vir: Podjetje X, 2022)

Možni vzroki:

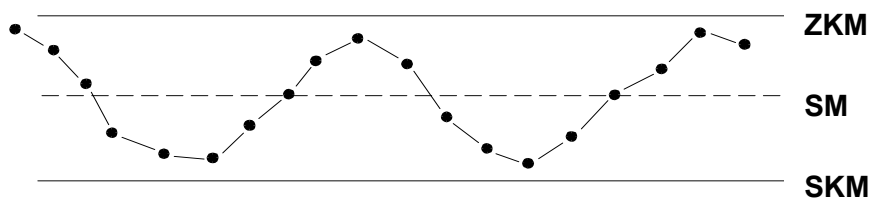
R-karta:

- Utrujenost delavca.
- Menjava materiala.
- Obraba orodja.

X-karta:

- Okvara na stroju.
- Utrujenost delavca.
- Obraba orodja.
- Okoljski pogoji.

3. Neizmenični trendi rasti in upadanja v enakih časovnih intervalih.



Slika 15: Trendi rasti in padanja
(Vir: Podjetje X, 2022)

Možni vzroki:

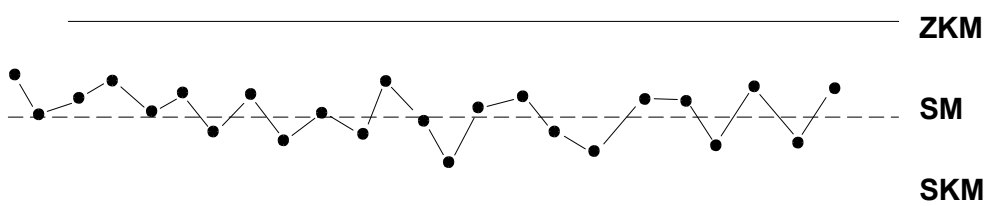
R-karta:

- Utrujenost delavca.
- Obraba orodja.

X-karta:

- Temperatura, vlaga.
- Utrujenost delavca.

4. Približevanje srednji liniji.



Slika 16: Približevanje srednji liniji
(Vir: Podjetje X, 2022)

Možni vzroki:

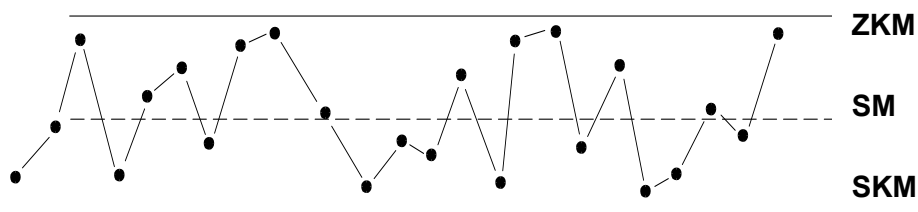
R-karta:

- Vzorci iz različnih procesov.
- Izboljšanje v procesu.

X-karta:

- Izboljšanje v procesu.
- Prilagajanje podatkov.

5. Približevanje kontrolnim mejam.



Slika 17: Približevanje kontrolnim mejam
(Vir: Podjetje X, 2022)

Možni vzroki:

R-karta

- Razlika v kvaliteti materiala.
- Različni operaterji uporabljajo isto karto.

X-karta

- Razlika v kvaliteti materiala.
- Podatki iz različnih procesov.

7 OBSTOJEČE STANJE

Za sam nadzor uporabljamo različna merila: mikrometer, pomično merilo, mikroskop in 3D-merilnik. Vsa ta merila in naprave morajo seveda delovati brezhibno, zato jih je potrebno vsako leto periodično overjati. Kalibracijo meril izvajajo zunanji kalibracijski laboratoriji. Podatke, ki jih dobimo z uporabo določenih meril in naprav, vpisuje kontrolor v kontrolne karte X-R. Zaradi zastarelega sistema izvajanja meritev in vpisovanja v kontrolne karte smo se odločili za nov sistem.

7.1 Opis obstoječega stanja

Meritve na strojih opravlja operater, in sicer osnovne meritve kovice, kot so premer, višina ter notranji in zunanji premer kovice. Operater za to uporablja pomično merilo. Vse te izmerjene podatke vpisuje v določen obrazec. Za vsako pozicijo izvede štiri meritve na štiri ure.

Na štiri ure kontrolor pobere vzorce, in sicer z vsakega stroja vzame po pet vzorcev, odvisno od števila gnezd na orodju, ter vse obrazce z meritvami in jih odnese v merilni laboratorij. Preden vzorce pomeri, jih je potrebno očistiti nečistoč, kot so olja in razni opilki, saj drugače merilnik zazna vsako nepravilnost in so rezultati netočni. Vse vzorce premeri s pomočjo mikroskopskega merilnika ter po potrebi še s 3D-merilnikom. 3D-merilnik se uporablja predvsem za merjenje radijev in izsrednosti. Meritve vpiše v kontrolno karto, ki je povezana na mrežo podjetja.

Ker izdelujemo kovice za avtomobilsko industrijo, je še posebej pomembno, da se držimo določenih toleranc. Vse meritve, ki so opravljene, se primerja z meritvami operaterjev.

Poročilo o preverjanju		Ustrezno		Veza: NA752-02		Ustrezno		Oddelek: stiskanje		Risba: 19-1-012v							
Predmet preverjanja		DA	NE	Predmet preverjanja		DA	NE	Opombe:									
1. T & T dokumentacija				4. Orodje in pribor				Dat.=datum opravljanja meritev									
2. Stroj in oprema				5. Kontrolna & merilna oprema				f= frekvenca meritev									
3. Material in polizdelki				6. Nastavljalec				z= zapis meritev									
POROČILO O IZVEDENIH MERITVAH:																	
Primarni zapis I. kosov				Periodični ZAPISI meritev karakteristik kakovosti													
P	Mere :	Meritev I. kosov:	Ustrezno		dat	I.		II.		I.		II.		I.		II.	
			Da	NE		f/z											
1	2,50-2,70				8/8												
					1/8												
2	7,55-8,45				8/8												
					4/8												
3	2,30				4/8												
					2/8												
4	1,00-1,40				2/8												
					1/8												
5	1,00-1,20				2/8												
					1/8												
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
<input type="checkbox"/> Proces se prevzame*		<input type="checkbox"/> Nadaljuje		Podpis:													
Ime in Priimek:				Opomba:						Obrazec izdelal:		Obrazec odobril:					
Podpis:																	
Datum:												Obrazec veljaven od: 25.05.2016				Verzija : 8	

Slika 18: Obrazec ročnega vpisovanja meritev na stroju
(Vir: Podjetje X, 2022)

7.2 Kritična analiza

Ker se meritve vpisuje ročno v tabelo, se pojavi problem nečitljivega in nerednega pisanja, kar dostikrat privede do vnosa nepravilnih in netočnih meritev v kontrolne karte, kar nam povzroči dodatne probleme. Vse to se izraža pri nestabilnem procesu in pomeni veliko dodatnega dela za kontrolorja. Zaradi nestabilnega procesa je potrebno večkratno preverjanje vzorcev in primerjava meritev. Pri celotnem procesu meritev je zaznati, da je možnost napake velika. Vsakodnevno jemanje obrazcev s strojev in nato vpisovanje v kontrolne karte nam vzame veliko časa, ki bi ga lahko bolje izkoristili za pomembnejše stvari. Zaradi tega se celoten proces podaljša in hkrati podraži.

8 PRAKTIČNI DEL

8.1 Raziskovanje problema

Pri samem obstoječem postopku ročnega vpisovanja mer v tabelo je zaznati veliko napak, ki bi se izničile oziroma zmanjšale z nastavitvijo digitalnega pomičnega merila s programom za vpisovanje mer v kontrolne karte na računalniku. Z elektronskim vpisovanjem meritev bi se možnost za napake zmanjšala.

Z vzpostavitvijo elektronskega merjenja bomo opravili meritve, jih analizirali ter primerjali s starimi meritvami ročnega vpisovanja v tabelo. Za boljši nadzor in krajši postopek bomo uporabili nove kontrolne karte.

8.2 Vzpostavitev elektronskega merjenja

Namestitev elektronskega merjenja nam mora omogočiti manjše možnosti za napake in boljše obvladovanje procesa. Na vsak stroj bomo namestili računalnik z digitalnim pomičnim merilom, ki bo povezano na program kontrolnih kart in na mrežo podjetja. Tako bo operater izvajal meritve, ki se bodo elektronsko vnašale v program s kontrolnimi kartami. Na strojih se bo izvajalo sedem pomembnih meritev kovice.

Frekvenco meritev bomo povišali na dve uri, saj bomo z vzpostavitvijo elektronskega merjenja prihranili čas. Z novim sistemom bo kontrolor lahko vedno pregledoval meritve in čas vnosa ter tako lažje obvladoval proces. Za lažjo predstavbo elektronskega merjenja si pogledjmo spodnjo sliko.



*Slika 19: Digitalno pomično merilo z elektronsko povezavo
(Lastni vir)*

9 MERITVE

9.1 Analiza meritev

Analizirali bomo ročno vpisovanje meritev v tabelo in nato prepisovanje v kontrolne karte in meritve z digitalnim pomičnim merilom z elektronsko povezavo v kontrolne karte.

Meritve, ki se opravljajo na strojih, so sledeče:

- višina kovice 5,0 +/- 0,15,
- debelina materiala na prirobnici 0,45 + 0,08/- 0,10,
- premer prirobnice \varnothing 9,5 +/- 0,2,
- zgornji notranji premer kovice \varnothing 3,7 + 0,05/- 0,10,
- spodnji notranji premer kovice \varnothing 4,5 + 0,05/- 0,10,
- premer kovice \varnothing 5 - 0,15,
- debelina materiala na zgornjem notranjem premeru 0,35 + 0,1.

S pomočjo grafičnega prikaza bomo analizirali 20 meritev ročnega in digitalnega vnosa, ki bodo prikazane na X-osi. Na Y-osi pa bodo predstavljene vrednosti glede na toleranco, minimum oz. maksimum. Za vsako meritev bomo izračunali povprečje in standardno deviacijo.

Povprečje bomo računali po spodnji formuli.

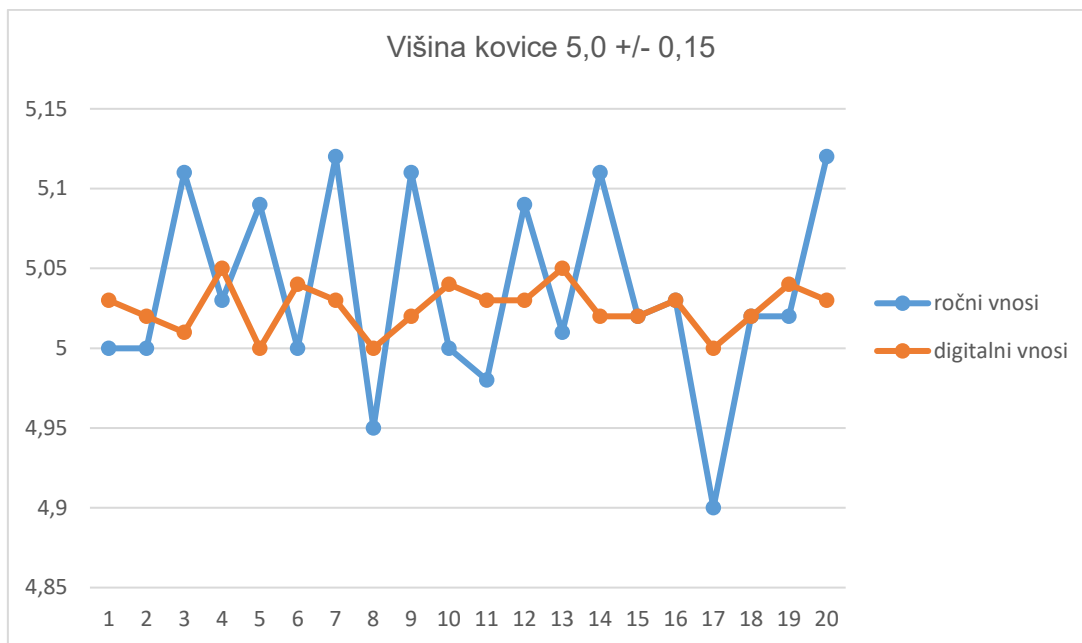
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{\sum_j^N = 1n_j}$$

Povprečje izračunamo tako, da vsoto vseh vrednosti delimo s številom vseh vrednosti.

Standardno deviacijo pa bomo računali po naslednji formuli.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - u)^2}$$

Razpršenost vseh vrednosti aritmetične sredine se imenuje standardni odklon ali deviacija.



Slika 20: Slika grafa meritve višine kovice 5,0 +/- 0,15
(Lastni vir)

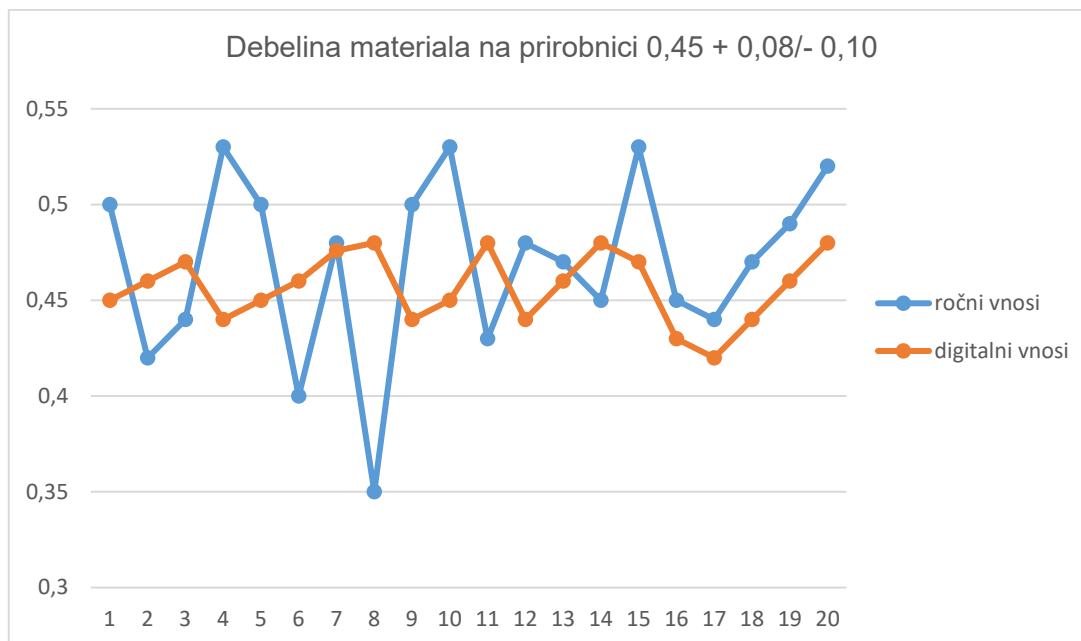
Graf 1 prikazuje, kako so ročni vnosi razpršeni po grafikonu. Odstopata predvsem meritvi 17 in 20, medtem ko so digitalni vnosi dosti stabilnejši in posledično je proces obvladljivejši. Izračuna povprečja in standardne deviacije nam to potrjujeta.

Povprečje za višino kovice 5,0 +/- 0,15:

- $\bar{x} = 5,036$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 5,026$ (digitalni vnosi meritev).

Standardna deviacija za višino kovice 5,0 +/- 0,15:

- $\sigma = 0,22$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,05$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 21: Slika grafa meritve debeline materiala na prirobnici 0,45 + 0,08/- 0,10
(Lastni vir)

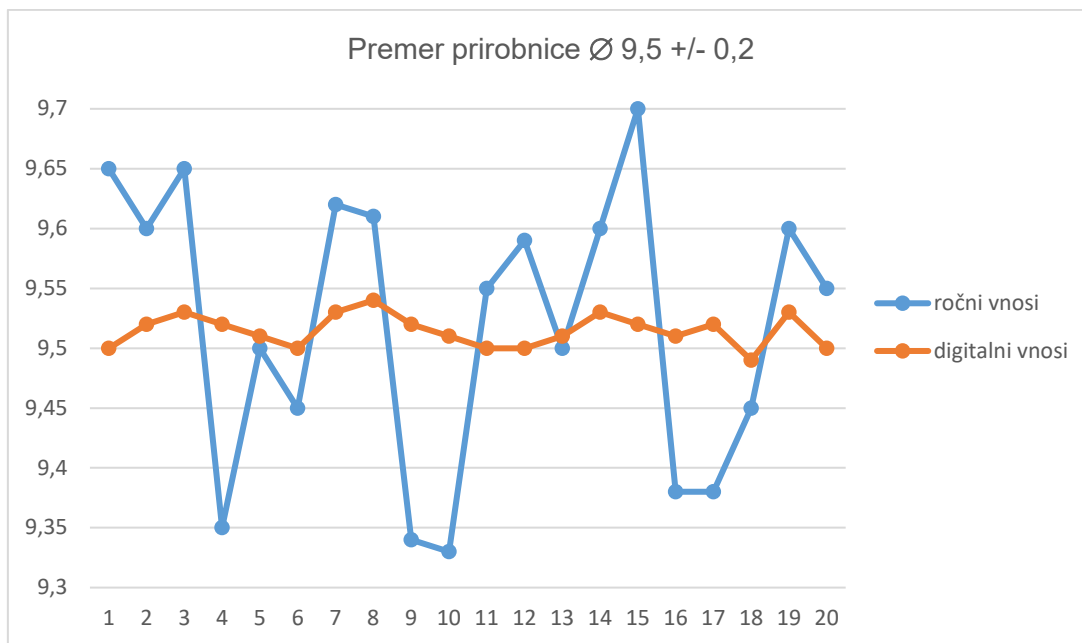
Graf 2 prikazuje večja odstopanja po stari metodi ročnega vpisovanja meritev. Digitalni vnosi so stabilnejši in enakomernejši. Izračun standardne deviacije to potrjuje.

Povprečje za debelino materiala na prirobnici 0,45 + 0,08/- 10:

- $\bar{x} = 0,469$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 0,457$ (digitalni vnosi meritev).

Standardna deviacija za debelino materiala na prirobnici 0,45 + 0,08/- 10:

- $\sigma = 0,18$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,06$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 22: Slika grafa meritve premera prirobnice $\varnothing 9,5 \pm 0,2$
(Lastni vir)

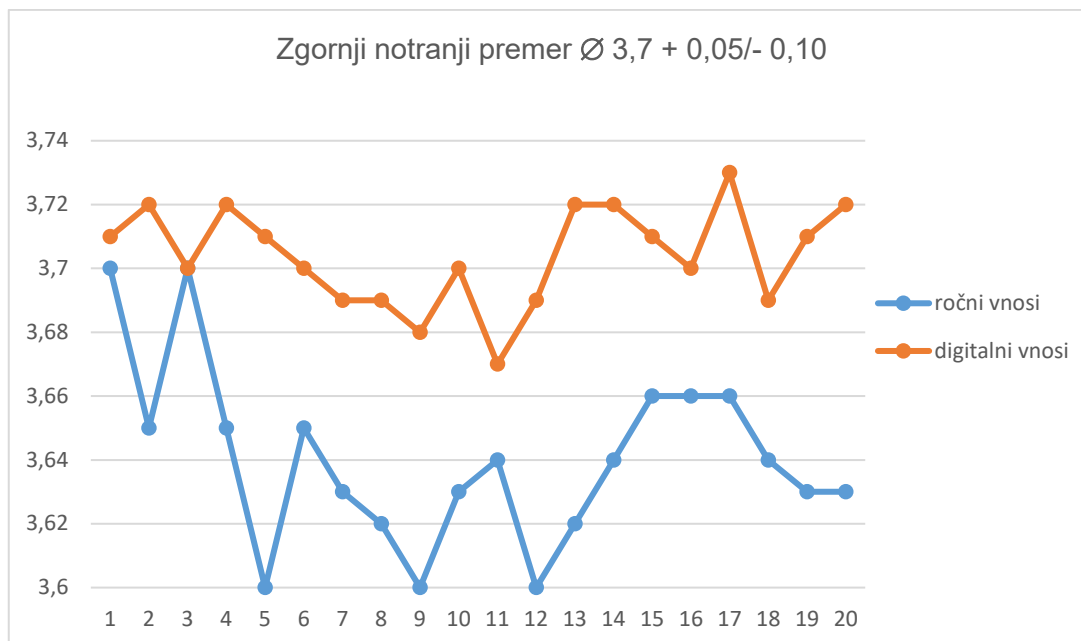
Digitalni vnosi na grafu 3 prikazujejo stabilnejše meritve od ročnega vnosa meritev premera $\varnothing 9,5 \pm 0,2$. Najbolj opazna je razlika pri izračunu standardne deviacije.

Povprečje premera prirobnice $\varnothing 9,5 \pm 0,2$:

- $\bar{x} = 9,520$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 9,515$ (digitalni vnosi meritev).

Standardna deviacija premera prirobnice $\varnothing 9,5 \pm 0,2$:

- $\sigma = 0,37$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,05$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 23: Slika grafa meritve zgornjega notranjega premera $\varnothing 3,7 + 0,05/- 0,10$ (Lastni vir)

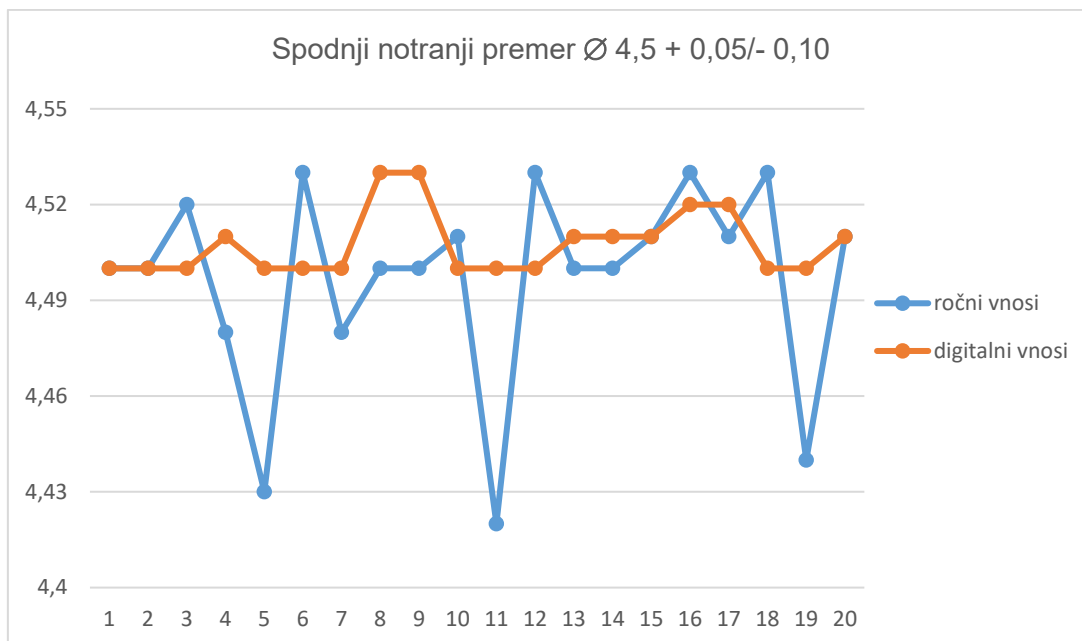
Graf 4 prikazuje, da so bili ročni vnosi meritev 5, 9 in 12 na spodnji meji dovoljene tolerance. Z digitalnim vnosom meritev smo dobili prave rezultate. Izračun standardne deviacije nam to potrjuje.

Povprečje zgornjega notranjega premera $\varnothing 3,7 + 0,05/- 0,10$:

- $\bar{x} = 3,641$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 3,704$ (digitalni vnosi meritev).

Standardna deviacija notranjega premera $\varnothing 3,7 + 0,05/- 0,10$:

- $\sigma = 0,1$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,06$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 24: Slika grafa meritve spodnjega notranjega premera $\varnothing 4,5 + 0,05/- 0,10$
(Lastni vir)

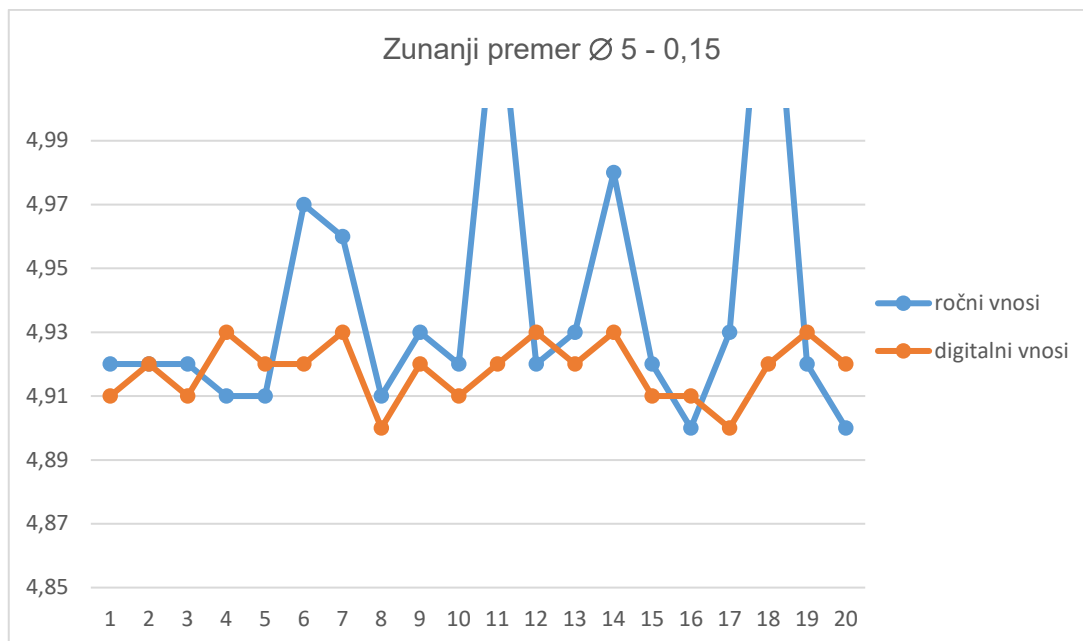
Na grafu 5 pri ročnem vnosu izstopajo tri meritve, in sicer 5, 11 in 19, zaradi katerih se pokaže razlika pri izračunih povprečja in deviacije. Digitalni vnos dosti stabilnejši.

Povprečje spodnjega notranjega premera $\varnothing 4,5 + 0,05/- 0,10$:

- $\bar{x} = 4,497$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 4,508$ (digitalni vnosi meritev),

Standardna deviacija spodnjega notranjega premera $\varnothing 4,5 + 0,05/- 0,10$:

- $\sigma = 0,11$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,03$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 25: Slika grafa meritve zunanje premera $\varnothing 5 - 0,15$
(Lastni vir)

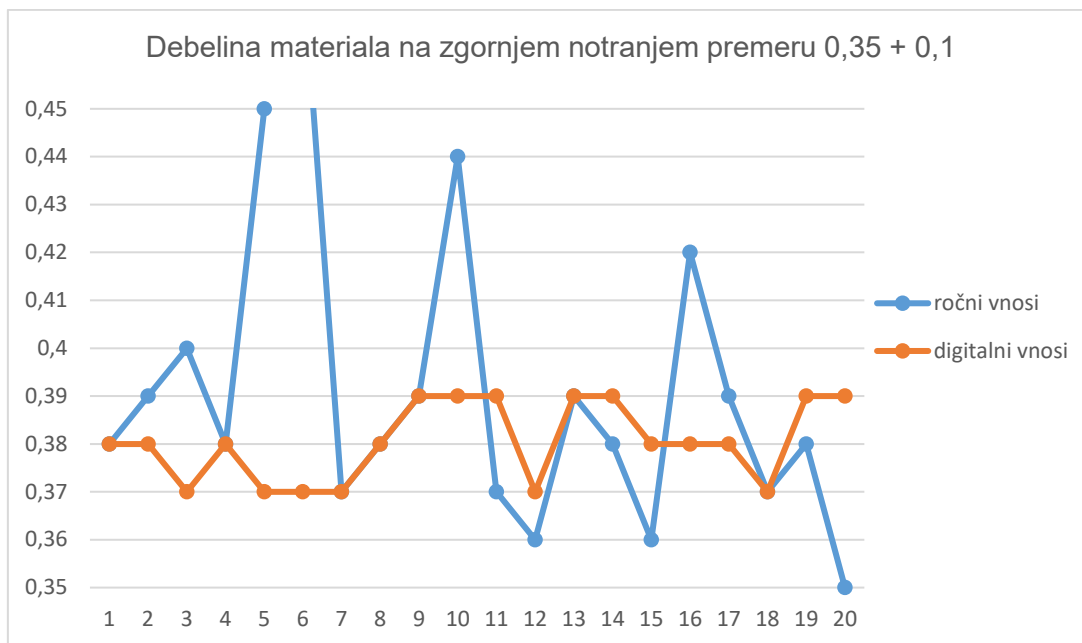
Pri grafu 6 se lepo prikaže vpisovanje iz tabel ročnega vnosa, kjer opazimo, da sta meritvi 11 in 18 izven tolerance, zaradi česar je moral kontrolor še enkrat preveriti določene meritve.

Povprečje spodnjega notranjega premera $\varnothing 5 - 0,15$:

- $\bar{x} = 4,939$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 4,918$ (digitalni vnosi meritev).

Standardna deviacija spodnjega notranjega premera $\varnothing 5 - 0,15$:

- $\sigma = 0,17$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,03$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 26: Meritve debeline materiala na zgornjem notranjem premeru 0,35 + 0,1
(Lastni vir)

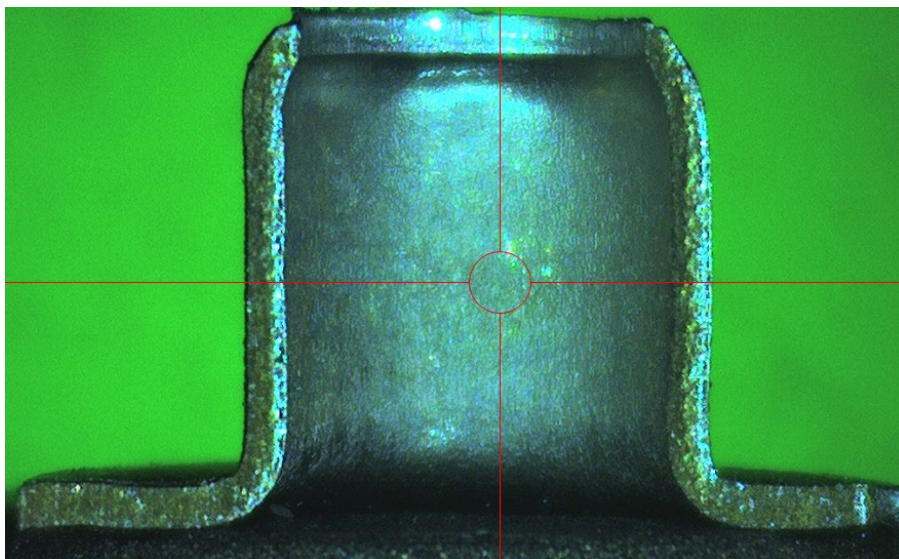
Meritve z grafa 7 so specifične, saj je potrebna dodatna operacija za izvedbo le-teh, in sicer vzdolžni prerez kovice. Meritve so z digitalnim vnosom stabilnejše. Pri ročnem vnosu je točka 6 izven tolerance.

Povprečje debeline materiala na zgornjem notranjem premeru 0,35 + 0,1:

- $\bar{x} = 0,392$ (ročni vnosi meritev),
- $\bar{x} = 0,381$ (digitalni vnosi meritev).

Standardna deviacija debeline materiala na zgornjem notranjem premeru 0,35 + 0,1:

- $\sigma = 0,13$ (ročni vnosi meritev),
- $\sigma = 0,02$ (digitalni vnosi meritev).



Slika 27: Vzdolžni prerez kovice
(Vir: Podjetje X, 2022)

Rezultati meritev so pokazali, da so z vpeljavo novega sistema merjenja za vse meritve, ki se izvajajo na stroju, te postale stabilnejše in enakomernejše. Najbolj opazne razlike so se pokazale pri izračunih standardne deviacije.

9.2 Povzetek analize

Pri analizi je bilo izvedenih 20 meritev sedmih različnih postavk, ki se izvajajo na strojih. Meritve so bile izvedene po starem sistemu, in sicer s kontrolorjevim prepisom meritev z obrazca, ki ga izpolni operater na stroju, v kontrolne karte, in po novem sistemu z digitalnim pomičnim merilom in avtomatskim vpisom v kontrolne karte.

Z grafičnim prikazom smo ugotavljali, kateri način meritev je primernejši in stabilnejši. Nov sistem avtomatskega vpisa v kontrolne karte se je izkazal za učinkovitejšega predvsem glede časa in točnosti meritev. Z izračunom povprečja in standardne deviacije smo primerjali karakteristike sedmih postavk.

9.3 Povzetek raziskave

Meritve se glede na trenutno stanje izvajajo po sistemu vpisa v obrazec in nato prepisa kontrolorja v kontrolne karte, kar se je izkazalo za časovno zelo zamudno in neučinkovito. Bili smo mnenja, da se bo čas z avtomatskim vnosom meritev s pomočjo digitalnega pomičnega merila znatno zmanjšal ter da bomo dosegli stabilnejši proces.

Hipoteza je bila pravilna glede na ugotovitve po opravljeni raziskavi. Zaradi avtomatičnega vnosa smo prihranili čas in zagotovili pravilnejši vnos meritev.

10 ZAKLJUČEK

V proizvodnji imamo pet vej podjetja, to so tehnologija, razvoj, kakovost, prodaja in logistika, ki morajo med seboj sodelovati, če želimo imeti uspešno proizvodnjo.

Za nemoten in stabilen proces v proizvodnji ima velik pomen kakovost, s katero odpravljamo in preprečujemo morebitne napake.

V našem primeru smo boljši nadzor in natančnejše meritve dosegli z uvedbo novega digitalnega avtomatskega sistema. S tem sistemom smo prihranili čas in denar, ki ju lahko namenimo razvijanjem novosti v podjetju.

Proces je z uvedbo digitalnega avtomatskega sistema hitrejši in natančnejši, kot so nakazovale uvodne predpostavke in trditve. Z novim procesom smo se znebili nekaterih dejavnikov, kot so neredno ter nečitljivo vpisovanje in prepisovanje meritev. Kakovost se z vsako izboljšavo v procesu, četudi je ta majhna, nenehno razvija.

11 LITERATURA IN VIRI

Božič, S. (2009). *Kakovost in zanesljivost proizvodnje*. Ljubljana: Zavod IRC.

Drobnič, A., Šircelj, D. (2011). *Tehnologija*. Ljubljana: Zavod IRC.

Kampuš, Z. (2019). *Snovanje in konstruiranje orodij*. Kranj: B&B ICES.

Kokol, R. (1995). *Napredno načrtovanje kakovosti proizvoda in plan nadzora*. (interni vir).

Kokol, R. (1999). *Statistično obvladovanje procesa*. (interni vir).

Kokol, R. (2003). *Analiza merilnih sistemov*. (interni vir).

Kontrolne karte. (2024). Pridobljeno 15. 4. 2024 z naslova <https://www.spotfire.com/glossary/what-is-statistical-process-control>

Kovice (2024) . Pridobljeno 11. 3. 2024 z naslova <https://en.wikipedia.org/wiki/Rivet>.

Podjetje X. (2022). *Obvladovanje razvoja procesa*. (interni vir).

Podjetje X. (2022). *Proces globokega vleka s pločevinastim držalom*. (interni vir).

Podjetje X. (2022). *Postavljanje kontrolnih mej*. (interni vir).

Repše, A. (2002). *Sodobne metode za reševanje problemov kakovosti*. Mozirje : Repše Consulting.

Zakrajšek d.o.o. (2019). Vrste kovic. Pridobljeno 14. 3. 2024 z naslova <https://www.zakrajsek.si/>