



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Strojništvo
Modul: Orodjarstvo

SISTEM PREVERJANJA VIJAČNIH ZVEZ V PODJETJU X

Mentorica: dr. Lidija Rihar, uni. dipl. ing. str.
Lektor: Ivan Ceganec, prof. slov. in zg.

Kandidat: Denis Lukšič

Ljubljana, september 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici dr. Lidiji Rihar za vso podporo in nasvete med pisanjem diplomskega dela.

Prav tako se iskreno zahvaljujem svoji družini in bližnjim za spodbudo in podporo pri opravljanju študija.

Zahvaljujem se tudi lektorju Ivanu Cepancu, ki je moje diplomsko delo jezikovno in slovnično pregledal.

IZJAVA

Študent Denis Lukšič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Lidije Rihar, uni. dipl. ing. str.

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

Dne:

Podpis:

POVZETEK

Cilj našega dela je v celoti pregledati postopek pregledovanja vijačnih zvez ter predlagati rešitve za probleme, ki se pojavljajo. Predvideni rezultati dela so zmanjšanje napak pri montaži. Po pregledu celotnega sistema smo prišli do zaključka, da je treba posodobiti in poenostaviti navodila ter da ni potrebna nobena dodatna izobrazba za ustrezno upravljanje dela. Naloge smo se lotili tako, da smo šli od začetka pregledati, kaj je treba opraviti na delovnem mestu, in izločili bistvene opombe. Le-te smo kasneje implementirali v navodila za delo. Navodila za delo je treba hraniti vedno na istem mestu, da ne pride do zmede na začetku dela in nepotrebni izgubi časa. Navodila so narejena po principu, da se bo isti obrazec za navodila uporabljalo na večih delovnih mestih in da bo vsak zaposleni razločno vedel, na kaj in kako je treba biti pozoren na delovnem mestu.

KLJUČNE BESEDE

- moment
- navor
- navodila za delo
- vijačne zveze
- avtomobilska industrija

ABSTRACT

The goal of my task is to fully review the process of inspecting bolted connections and to propose solutions for the problems occur. The expected results of the task are the reduction of assembly errors. After reviewing the entire system, we came to the conclusion that it is necessary to update and simplify the instructions, that no additional education is necessary for efficient work management. We tackled the task by going from the beginning to review what needs to be done at the workplace and extracting the essential notes, only these were later implemented in the work instructions. Work instructions must always be kept in the same place to avoid confusion when starting work and unnecessary loss of time. The instructions are made on the principle that the same form for instructions will be used in several workplaces and that each employee will see clearly what and how to pay attention at the workplace.

KEYWORDS

- momentum
- torque
- instructions for work
- screw connections / bolted connections
- automotive industry

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Cilj raziskave.....	1
1.2	Okolje raziskave	1
2	VIJAČNE ZVEZE	2
2.1	Kaj so vijačne zveze	2
2.2	Primeri vijačnih zvez	3
3	ZATEZNI MOMENT	4
3.1	Navor	4
3.2	Preverjanje navora.....	4
3.3	Orodja za nastavitev in preverjanje navora	5
3.4	Pomembnost pravilne uporabe momentnega ključa	6
3.5	Pravilna uporaba in postopek zategovanja.....	7
4	KONTROLA V AVTOMOBILSKI INDUSTRIJI	10
4.1	Kontrolorji v podjetju	10
4.2	Pomen usposabljanja in orodij za kontrolorje.....	11
4.3	Globlji vpogled v tehnološki postopek kontrole.....	12
4.4	Poglobljena kontrola vijačnih zvez in zateznega momenta	13
4.5	Izvajanje postopka kontrole.....	15
5	ANKETA: PERSPEKTIVA DELAVCA IN STREMENJE K IZBOLJŠAVAM ...	16
5.1	Primerjava izkušenj delavcev	16
5.2	Mnenje zaposlenih o usposobljenosti in kvaliteti dela	20
5.3	Predlogi za izboljšavo	24
6	NAVODILA ZA DELO IN NJIHOVA OPTIMIZACIJA	28
6.1	Posodobljen obrazec navodil za delo	28
7	ZAKLJUČEK IN UGOTOVITVE.....	32
7.1	Zaključki	32
7.2	Ugotovitve.....	33
7.3	Dodana vrednost diplomskega dela za podjetje.....	34
7.4	Predlagano delo za naprej	34
8	LITERATURA IN VIRI	36

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz vijačne zveze.	3
Slika 2: Prikaz digitalnega momentnega ključa.	5
Slika 3: Primerna silo zategovanja v obsegu 23 Nm–max 26 Nm.	14
Slika 4: Neustrezna sila zategovanja.	14
Slika 5: Podrobna razčlenitev delovne dobe in izkušenj.	17
Slika 6: Predhodno znanje o vijačnih zvezah.	18
Slika 7: Ocena usposobljenosti zaposlenih za delo na vijačnih zvezah.	20
Slika 8: Analiza mnenja zaposlenih o lastnem delu v kontekstu celotne kakovosti dela v podjetju.	22
Slika 9: Poglobljena analiza zadovoljstva z izdelkom v primerjavi s predlogi za izboljšavo.	26
Slika 10: Navodila za delo 1.	29
Slika 11: Navodila za delo 2.	30
Slika 12: Navodila za delo 3.	30
Slika 13: Navodila za delo 4.	31

KAZALO TABEL

Tabela 1: Pregled delovne dobe in izkušenj z vijačnimi zvezami.	17
Tabela 2: Povprečne vrednosti delovnih izkušenj.	18
Tabela 3: Predhodno znanje o vijačnih zvezah.	18
Tabela 4: Stališča zaposlenih glede njihove usposobljenosti.	20
Tabela 5: Samoocena kakovosti dela zaposlenih v primerjavi s splošno kakovostjo dela v podjetju.	21
Tabela 6: Zadovoljstvo z izdelkom v primerjavi s predlogi za izboljšavo.	24
Tabela 7: Podrobnejši prikaz zadovoljstva z izdelkom v primerjavi s predlogi za izboljšavo.	25

KRATICE IN AKRONIMI

F:	Sila
N:	Newton
Nm:	Newton meter
r:	Radij
T:	Tau (simbol za navor)

1 UVOD

V diplomskem delu bomo predstavili vijačne zveze in zatezne momente ter njihovo uporabo v izbranem podjetju. Predstavili bomo tudi nadzorni sistem ter področje kontrole. Izpostaviti nameravamo tudi, kje se pojavljajo napake, ter naše predloge za rešitve. Za to temo smo se odločili, ker smo zasledili manjše pomanjkljivosti pri delu z vijačnimi zvezami ter uporabi moment ključa.

1.1 Cilj raziskave

Cilj diplomskega dela je v celoti pregledati postopek pregledovanja vijačnih zvez ter predlagati rešitve za probleme, ki se pojavljajo.

Predvideni rezultati dela so zmanjšanje napak pri montaži.

Vijačne zveze se pojavljajo relativno pogosto pri različnih vodjih delovnih mest in različnih oddelkih, kjer nastane tudi problem glede komunikacije ter usklajenosti dela. Pomanjkanje komunikacije ali slab odnos do dela lahko vodita do slabše kvalitete izdelkov (Ulbin in Ren, 2006).

1.2 Okolje raziskave

Raziskava se bo izvajala v okviru avtomobilske industrije, natančneje, v izbranem podjetju, ki se specializira za proizvodnjo večjih vozil, namenjenih kampiranju, bivanju ter počitniškimi izletom. To podjetje se uvršča med velika podjetja na trgu, osredotoča pa se na evropski trg. S svojimi uspešnimi operacijami v preteklih letih si je pridobilo 6-% tržni delež v segmentu mobilnega kampiranja (Norton, 2019).

To podjetje ima izjemen vpliv na industrijo mobilnega kampiranja v Evropi, saj se osredotoča na razvoj in izdelavo visoko kakovostnih vozil, ki izpolnjujejo potrebe za udobne in praktične počitniške izkušnje. Svojo specializacijo na področju vozil za kampiranje so zgradili s trdim delom in nenehnimi izboljšavami v svojih izdelkih. Z uveljavitvijo na tržišču so uspeli pridobiti pomemben tržni delež in postati prepoznavno ime v tem sektorju.

Ta raziskava bo proučila in raziskala različne vidike delovanja tega podjetja ter njegov prispevek k industriji mobilnega kampiranja v Evropi. Skozi raziskovalni proces bomo pridobili vpogled v njihovo poslovanje, konkurenčne prednosti in izzive, ki jih obravnavajo na poti k ohranjanju in morda tudi povečevanju svojega tržnega deleža.

2 VIJAČNE ZVEZE

2.1 Kaj so vijačne zveze

Vijačne zveze predstavljajo ključne sestavne elemente v strojništvu, ki omogočajo razstavljalivost in so bistvene za prenos gibanj, zagotavljanje tesnjenja, ustvarjanje napetosti ter spajanje različnih strojnih delov. Te zveze so sestavljene iz dveh ali več ločenih komponent, pri čemer so najpogosteje uporabljeni elementi vijak, matica in podložka (Eccles, 2014).

Izbor vijačnih zvez je nujen v številnih aplikacijah zaradi njihovih številnih prednosti (ASME, 2024b):

- preprečevanje dinamičnih obremenitev: vijačne zveze odlično prenašajo nihanja in gibe v strojih, kar zagotavlja stabilnost in zanesljivost delovanja;
 - visoka nosilnost: glede na kvaliteto in velikost vijaka ter matice lahko dosežejo impresivno nosilnost, kar je ključno pri prenašanju obremenitev;
 - enostavno spajanje in razstavljanje: omogočajo enostavno povezovanje in razhajanje strojnih elementov, kar olajšuje vzdrževanje in popravila;
 - prilagodljivost: z vijačnimi zvezami lahko gradnjo ali montažo prilagajamo glede na potrebe, saj so poljubno sestavljive in razstavljive;
 - ekonomičnost: so pogosto dostopne po ugodnih cenah, kar prispeva k nižjim stroškom proizvodnje;
 - preprosta zamenjava in popravila: v primeru okvare ali obrabe je mogoče vijake, matice in podložke enostavno zamenjati, kar podaljšuje življenjsko dobo vijačne zveze.
-
- Kljub tem prednostim pa se lahko pojavijo nekateri izzivi pri uporabi vijačnih zvez (ASME, 2024a):
 - visoke površinske napetosti: zaradi pritiska glave vijaka in matice na površino spajanja lahko nastanejo visoke površinske napetosti, kar zahteva posebne ukrepe za zagotavljanje trdnosti in preprečevanje puščanja;
 - oslabelelost nosilnosti: skozi luknje za vijake ali izvrtine lahko pride do oslabitve nosilnosti spojenega elementa, zato je pomembno pravilno izračunati in načrtovati postavitev vijakov;
 - napetost v okolici vijačne zveze: pri prednapetih vijačnih zvezah lahko pride do stalnih napetosti v okolici zveze, kar zahteva posebno pozornost pri načrtovanju in spremljanju napetosti.

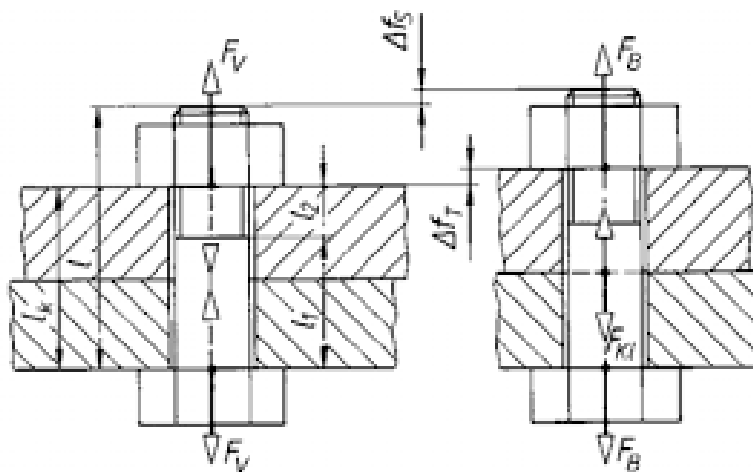
Vse te vidike je treba natančno upoštevati pri načrtovanju in uporabi vijačnih zvez, da se zagotovi varno in zanesljivo delovanje strojev ter sistemov, ki jih uporabljajo.

2.2 Primeri vijčnih zvez

Vijačne zveze so ključni mehanski elementi, ki omogočajo povezavo različnih strojnih komponent. Različne vrste vijčnih zvez so prilagojene različnim funkcionalnostim in aplikacijam (MIT OpenCourseWare, 2024a):

- prilagodljive vijačne zveze: uporabljajo se predvsem pri sestavljanju in razstavljanju različnih strojnih komponent. Glavna značilnost teh zvez je uporaba prilagodljivih vijakov, ki zagotavljajo trdno povezavo in dobro prenašajo strižne obremenitve. Prav tako omogočajo natančno centriranje spajalnih delov. Glede na potrebe se lahko izvajajo z ali brez prednapetosti;
- gibalne navojne zveze: uporabljajo se za pretvorbo krožnega gibanja v premočrtno gibanje in obratno. So izjemno učinkovite, saj omogočajo prenos velike osne sile z uporabo relativno majhnih obodnih sil;
- tesnilne vijačne zveze: namenjene so zagotavljanju tesnosti, zlasti za zapiranje izstopnih in vstopnih odprtih, kar preprečuje uhajanje tekočin ali plinov;
- nosilne vijačne zveze: uporabljajo se predvsem za pritrditev strojnih komponent, ki so izpostavljene različnim obremenitvam. Njihova ključna značilnost je zagotavljanje stabilnosti in moči, ne glede na obremenitve, katerim so izpostavljene.
- merilne vijačne zveze: so specifične vrste vijčnih zvez, ki se uporabljajo za natančno merjenje dolžin, predvsem v mehanskih merilnih napravah.

Slika 1 prikazuje tipičen primer vijačne zveze, ki ponazarja njeno strukturo in delovanje.



Slika 1: Prikaz vijačne zveze.

(Vir: Okorn in Bešter, 2014)

3 ZATEZNI MOMENT

3.1 Navor

Navor je eden osnovnih konceptov v fiziki in mehaniki, ki opisuje rotacijski vpliv sile na telo. Je ekvivalent linearne sile v rotacijskem gibanju in ima več sinonimov, kot so moment, moment sile, vrtilna sila ali učinek obračanja, odvisno od konteksta in področja študija (MIT OpenCourseWare, 2024b).

Opredelitev: navor predstavlja mero za to, kako sila vpliva na rotacijsko gibanje telesa okoli določene osi. Je izraz za učinek zasuka, ki ga sila povzroči na določenem telesu. Večji kot je navor, močnejši je rotacijski učinek sile na telo.

Zgodovinski pregled: ideja navora izvira iz Arhimedovih raziskav o principu vzvodov. Arhimed je skozi eksperimente razumel, da dolžina vzvoda in uporabljena sila skupaj določata učinek zasuka (MIT OpenCourseWare, 2024c).

Razlaga: če ga primerjamo z linearno silo, ki povzroča gibanje telesa v ravni liniji (potiskanje ali vlečenje), je navor sila, ki povzroča zasuk ali vrtenje telesa. Ključna komponenta pri izračunu navora je razdalja (ali vzvod) med točko, kjer sila deluje, in osjo vrtenja. To razdaljo moramo upoštevati pravokotno na smer sile.

Matematična definicija: navor je vektor, ki je definiran kot vektorski produkt med razdaljo r (od osi vrtenja do točke, kjer sila deluje) in silo F . Izraža se z enačbo:

$$\tau = r \times F$$

kjer je τ (grška črka tau) simbol za navor. V nekaterih kontekstih, ko se sklicujemo na moment sile, uporabimo oznako M .

Navor igra ključno vlogo v številnih strojih in mehanizmih, saj določa, kako močno se bo telo vrtelo pod vplivom sile.

3.2 Preverjanje navora

V svetu mehanike in inženiringa je natančno in pravilno privijanje komponent izjemnega pomena. Zagotavljanje pravilnega navora je ključno za dolgotrajnost, varnost in učinkovitost številnih sistemov, zato je nujno imeti na voljo zanesljivo orodje za preverjanje in nastavitve navora.

Orodje za preverjanje navora: momentni ključ, znan tudi kot navorni ključ, je ključno orodje v tej zadevi. Ta specializirani ročni pripomoček je zasnovan tako, da omogoča uporabniku, da natančno uporabi določen navor na vijalni zvezi ali komponenti (Khan Academy, 2024a).



Slika 2: Prikaz digitalnega momentnega ključa.
(Vir: Lotrič meroslovje, 2024)

Digitalni momentni ključi, kot je tisti prikazan na sliki 2, so moderna različica tradicionalnih momentnih ključev, opremljeni z elektronskimi senzorji, ki omogočajo natančno odčitavanje in nastavitve zelenega navora (Khan Academy, 2024b).

Uporaba v industriji: navorni ključ je orodje, ki ga pogosto najdemo v avtomobilskih delavnicah, težki industriji in številnih drugih področjih, kjer je natančno privijanje bistvenega pomena. Je orodje, ki preprečuje prezategovanje ali podzategovanje vpenjalnih elementov, kar bi lahko povzročilo strukturno škodo ali zlom (Khan Academy, 2024c).

Pomen v praksi: v podjetju, izbranem za osnovo našega diplomskega dela, je uporaba momentnega ključa standardizirana praksa. Po dokončanju zateznega postopka z momentnim ključem je običajno, da se vijalna zveza označi z določeno barvo – v tem primeru z rumeno. To omogoča hiter vizualni pregled, da preverimo, ali je bilo med montažo uporabljeno pravilno orodje, kar je ključnega pomena za zagotavljanje kakovosti in varnosti (The Engineering Toolbox, 2024a).

3.3 Orodja za nastavitve in preverjanje navora

Natančno nastavljanje in preverjanje navora je ključnega pomena v številnih aplikacijah, od avtomobilske industrije do težke mašinerije. Za te namene so na voljo različna orodja, ki ponujajo različne funkcionalnosti in natančnost, prilagojene specifičnim potrebam (The Engineering Toolbox, 2024b):

- ključ na klik: to so momentni ključi, ki uporabniku ponujajo taktilni in zvočni signal, ko je dosežen prednastavljen navor. Uporabnik ročno nastavi želeno vrednost navora in ko je ta dosežena med privijanjem, ključ "klikne". Zaradi svoje enostavnosti in praktičnosti so idealni za hitre operacije, zlasti v pogojih, kjer je svetloba omejena ali ko je treba hitro premikati med različnimi operacijami;
- digitalni momentni ključ: opremljeni so z elektronskimi senzorji in zaslonom, ki neposredno prikazujejo vrednost navora v realnem času. To omogoča zelo natančno odčitavanje in nastavitve. Zaradi visoke natančnosti so idealni za aplikacije, kjer je natančnost privijanja kritičnega pomena;
- ključi s hidravlično pomočjo: to so močna orodja, ki uporabljajo hidravlični sistem za generiranje in uporabo zelo visokih momentov.

Vsako orodje ima svoje prednosti in omejitve ter je najboljše za določene uporabniške scenarije. Izbira pravega orodja je odvisna od zahtevanega navora, zahtevane natančnosti in posebnih pogojev dela (The Engineering Toolbox, 2024c).

Prednosti: so nepogrešljiva orodja v aplikacijah, kjer je potrebna uporaba izjemno visokih navorov, ki jih je s tradicionalnimi ročnimi orodji skoraj nemogoče doseči.

3.4 Pomembnost pravilne uporabe momentnega ključa

Pravilno zategovanje sestavnih delov je kritičnega pomena za varnost, zanesljivost in dolgo življenjsko dobo mehanskih sistemov. Uporaba momentnega ključa zagotavlja, da so spoji zategnjeni z ustrezno silo, preprečuje pa tudi škodljive posledice prekomernega ali nezadostnega zategovanja.

Poglejmo primer zategovanja avtomobilskih koles.

V avtomobilskih delavnicah je menjava pnevmatik pogosta dejavnost. Medtem ko je hitra izvedba tega postopka ključna za povečanje produktivnosti in zmanjšanje časovne porabe, ne sme nikoli ogroziti varnosti. Nepravilno zategnjene matice lahko privedejo do resnih težav na cesti:

- premalo zategnjene matice se lahko s časom sprostijo in posledično povzročijo, da se kolo sprosti in loči od pesta vozila. To ne le poveča tveganje za nesrečo, ampak tudi povzroča prezgodnjo obrabo in potencialno škodo drugim delom vozila;
- prekomerno zategovanje lahko matice raztegne ali celo zlomi, zlasti ko vozilo udari v luknje ali prečka neravne površine. Poleg tega neenakomerno zategovanje matic lahko povzroči neuravnoteženje kolesa, tresljaje in v skrajnih primerih celo odmik kolesa.

Zato je ključnega pomena, da mehaniki po zategovanju z ročnim ali zračnim orodjem vedno preverijo in potrdijo pravilno zatezno silo z momentnim ključem.

Podobno je pri drugih delih vozila, kot je podvozje. Nepravilno zategovanje lahko resno ogrozi varnost voznika in potnikov ter povzroči potencialno katastrofalne posledice. V primeru nesreče, ki izhaja iz takšne malomarnosti, bi odgovornost lahko padla na mehanika ali podjetje, ki je opravilo delo.

Zato je uporaba momentnega ključa ne le priporočljiva, ampak nujna pri delih, ki vplivajo na varnost in zanesljivost vozila ali katere koli druge mehanske naprave.

3.5 Pravilna uporaba in postopek zategovanja

1. Priprava:

- pred začetkom ponovnega sestavljanja kolesa temeljito preglejte matice in preverite, ali so še vedno primerne za uporabo. Deformirane, udarjene ali razpokane matice je treba nemudoma zamenjati;
- umazanija, kot so blato in rja, na maticah lahko ovira pravilno zategovanje. Zato je ključnega pomena, da so matice čiste in brez umazanije;
- za optimalno zategovanje in za preprečevanje obrabe matic in čepov uporabite mazivo. Na stik med matico in podložko nanesite kapljico olja in nato podložko zavrtite, da se olje enakomerno razporedi;
- pri zategovanju matic upoštevajte vzorec zvezdice, kar pomeni, da najprej zategnete nasprotno matice. Tako se zagotovi enakomerno in pravilno prileganje kolesa k pestu.

2. Pnevmatški udarni ključ:

- ta ključ uporabite za predhodno zategovanje ali približevanje. Namesto pnevmatskega ključa lahko uporabite tudi akumulatorski električni ključ ali ročni ključ za kolesa.

3. Nastavitev momentnega ključa:

- s pomočjo vrtljivega ročaja nastavite želeni zatezni moment na momentnem ključu. Vrednosti navora so običajno navedene na ročaju ključa ali v priročniku.

4. Pritrditev orodja:

- na konec momentnega ključa namestite ustrezno vtičnico. Če zategujete kolesa, ki so že pritrjena na platišču, uporabite zaščitene vtičnice, da preprečite morebitne praske ali poškodbe platišča.

5. Zategovanje:

- zategujte v smeri urnega kazalca, dokler ne zaslišite značilnega "klika" momentnega ključa. Nadaljujte z zategovanjem ostalih matic v priporočenem vrstnem redu;
- za optimalno zategovanje uporabljajte eno roko in poskrbite za neprekinjeno, gladko gibanje. Mnogi momentni ključni imajo oznako na ročaju, ki pokaže, kje je najboljše mesto za nanos sile.

6. Shranjevanje:

- momentni ključ je natančno orodje, ki zahteva posebno skrb. Ko ga ne uporabljate, ga shranite v zaščitni embalaži ali na mestu, kjer je zaščiten pred udarci in umazanijo.

7. Vzdrževanje:

- da bi momentni ključ ostal natančen skozi čas, je potrebno redno vzdrževanje. Po vsaki uporabi očistite ključ in preverite, ali ima kakšne vidne poškodbe ali znake obrabe;
- vsaj enkrat letno je priporočljivo, da momentni ključ pošljete na kalibracijo. To bo zagotovilo, da ključ še vedno deluje v skladu s tovarniškimi specifikacijami in da so vse nastavitve pravilne.

8. Edukacija in varnost:

- vedno uporabljajte pravilne tehnike in postopke, ko delate z momentnim ključem. Neprekinjena izobraževanja in usposabljanja zagotavljajo, da ste vedno na tekočem z najboljšimi praksami;
- nikoli ne uporabljajte momentnega ključa kot vzvodne palice ali za kakšen drug namen, za katerega ni bil zasnovan. To ne samo da lahko poškoduje ključ, temveč tudi predstavlja nevarnost za uporabnika.

9. Redni pregledi:

- pred vsako uporabo momentnega ključa preverite, ali deluje pravilno. To pomeni preverjanje "klika", pregled ročaja za morebitne poškodbe in preverjanje, ali so vtičnice trdno pritrjene.

10. Skrbna uporaba:

- ko uporabljate momentni ključ, bodite vedno pozorni in se osredotočite na opravilo. Preverite, ali ste izbrali pravilno vtičnico in se prepričajte, da je nastavljen na pravilno vrednost navora. Ne hitite in vedno zagotovite, da je vsaka matica pravilno zategnjena.

Pravilna uporaba in vzdrževanje momentnega ključa sta ključna za zagotavljanje varnosti in dolge življenjske dobe orodja. Z rednimi pregledi, pravilnim shranjevanjem

in vzdrževanjem ter doslednim sledenjem navodilom in najboljšim praksam lahko maksimalno izkoristite svoj momentni ključ in zagotovite, da bo vaše delo vedno opravljeno pravilno in varno.

4 KONTROLA V AVTOMOBILSKI INDUSTRIJI

V avtomobilski industriji je kontrola ne le del standardnega postopka, temveč bistveni gradnik v procesu proizvodnje. Avtomobili so sestavljene naprave z več tisoč deli, ki zahtevajo natančnost in konsistentnost pri proizvodnji. Vsaka majhna napaka ali neskladje lahko vodi do velikih varnostnih in delovnih tveganj, zato je poudarek na kontroli kritičnega pomena.

Kontrola v avtomobilski industriji ni le merjenje in preverjanje. Vključuje celovit pristop k zagotavljanju, da se vsak avtomobil, ki zapusti proizvodno linijo, ujema z visokimi standardi kakovosti, zanesljivosti in varnosti. Pregleduje se vse: od izbora materialov, proizvodnih tehnik, montaže do končnih testov zmogljivosti in varnosti.

Kontrolni postopki v avtomobilski industriji vključujejo:

- pregled vhodnih materialov: preden materiali vstopijo v proizvodni proces, jih je treba temeljito preveriti glede na kakovost in skladnost z industrijskimi standardi;
- spremljanje proizvodnje: vključuje neprekinjen nadzor nad proizvodno linijo z uporabo naprednih senzorjev in avtomatiziranih sistemov za zaznavanje odstopanj ali nepravilnosti;
- končne teste: vsak avtomobil se testira v realnih in simuliranih pogojih, da se zagotovijo njegova varnost, zanesljivost in skladnost z okoljskimi standardi;
- povratne informacije od kupcev: proizvajalci avtomobilov skrbno spremljajo povratne informacije in pritožbe strank, da lahko nenehno izboljšujejo svoje proizvode in proizvodne procese.

Kakovost v avtomobilski industriji ni le osebna preferenca; je zaveza k varnosti, zanesljivosti in trajnosti. Avtomobil, ki ne zadostuje kakovostnim standardom, je tveganje za potnike, druge udeležence v prometu in okolje. Zato je nujno, da se v avtomobilski industriji stalno stremi k izboljšavam in poudarek na kakovosti je vedno v ospredju. Vlaganje v natančne in stroge kontrole ne zagotavlja le kakovosti vsakega izdelanega vozila, temveč tudi ugleda in zaupanja v blagovno znamko.

4.1 Kontrolorji v podjetju

Kontrolorji v podjetju imajo ključno vlogo pri zagotavljanju in ohranjanju visokih standardov kakovosti izdelkov. Brez ustreznega nadzora kvalitete se podjetja lahko soočijo z visokimi stroški zaradi vračanja izdelkov, reklamacij ali celo pravnih težav.

Vhodni kontrolorji:

- lokacija: ti se večinoma nahajajo v skladišču;

- odgovornost: pregledujejo prispele izdelke in materiale glede morebitnih napak ali pomanjkljivosti;
- postopek: ne pregledujejo vseh izdelkov, temveč le reprezentativni vzorec. Če se pri nekem izdelku večkrat ugotovi neustreznost, se ta v prihodnje obvezno pregleda. Izdelki, ki so bili v preteklosti kakovostni, se običajno ne preverjajo vsakič.

Fiksni kontrolorji:

- lokacija: stacionirani so na določenih točkah proizvodne linije;
- odgovornost: specializirani so za pregled določenih segmentov izdelka;
- postopek: v primeru kompleksnih izdelkov, kot so avtomobili, lahko en kontrolor pregleduje delovanje vozila, drugi pa se osredotoči na estetske in montažne detajle.

Obhodni kontrolorji:

- lokacija: nimajo stalnega delovnega mesta, temveč krožijo po proizvodni liniji;
- odgovornost: zasledujejo vzorce napak v celotnem proizvodnem procesu;
- postopek: njihova glavna naloga je zgodnje odkrivanje in preprečevanje napak, ki bi se lahko pojavile v več izdelkih.

Končni kontrolorji:

- lokacija: delujejo na končni točki proizvodne linije ali pred odpremo;
- odgovornost: izvajajo temeljit in poglobljen pregled izbranih končnih izdelkov;
- postopek: pregledujejo le manjši del izdelane produkcije, a to počnejo zelo natančno, saj njihova ocena zagotavlja, da so vsi postopki pravilno izvedeni.

Za zagotavljanje optimalne kakovosti je nujno, da so kontrolorji dobro usposobljeni, opremljeni z najboljšimi orodji in tehnologijami ter podprti z učinkovitimi postopki in protokoli. Prav tako je ključno, da se vsi pridobljeni podatki natančno beležijo in analizirajo, da podjetje lahko neprestano izboljšuje svoje procese in kakovost izdelkov.

4.2 Pomen usposabljanja in orodij za kontrolorje

Da bi kontrolorji lahko učinkovito opravljali svoje naloge, je ključnega pomena njihovo stalno izobraževanje in usposabljanje. Novi materiali, tehnologije in metode se nenehno razvijajo, zato morajo biti kontrolorji vedno na tekočem s sodobnimi trendi in tehnikami.

Usposabljanje:

- praktično usposabljanje: vključuje praktične vaje, kjer kontrolorji pridobivajo izkušnje z dejanskimi izdelki in situacijami;

- teoretično usposabljanje: pomembno je razumevanje teoretičnih osnov kontrole kakovosti, statističnih metod in interpretacije rezultatov;
- izobraževanje o novih tehnologijah: kot odgovor na nove tehnologije in industrijske inovacije je ključno, da se kontrolorji redno izobražujejo o novostih;
- komunikacijske veščine: kontrolorji morajo biti sposobni komunicirati svoje ugotovitve in priporočila tako s tehničnim osebjem kot tudi z vodstvom.

Orodja in tehnologija:

- napredna merilna orodja: to so instrumenti, ki omogočajo natančne meritve, od mikroskopov do digitalnih naprav;
- softverske rešitve: programi za analizo kakovosti, ki pomagajo pri obdelavi in interpretaciji zbranih podatkov;
- mobilne naprave: omogočajo, da na terenu v realnem času beležijo ugotovitve in jih delijo z ekipo;
- umetna inteligenca in avtomatizacija: novodobne tehnologije, kot je strojno učenje, lahko pomagajo pri prepoznavanju vzorcev in avtomatizaciji rutinskih nalog.

4.3 Globlji vpogled v tehnološki postopek kontrole

Tehnološki postopek kontrole (TPK) predstavlja sistematičen pristop k nadzoru kakovosti izdelkov v proizvodnem procesu. Je ključni element v verigi proizvodnje, ki zagotavlja, da izdelki ustrezajo določenim standardom in specifikacijam.

Namen in osnovne značilnosti TPK:

- standardizacija: TPK omogoča poenotenje zahtev in postopkov za izvajanje kontrolnih operacij skozi celotno proizvodno linijo;
- prilagodljivost: kot odziv na spremembe v tehnologiji, materialih ali zahtevah trga se TPK lahko prilagodi in nadgradi;
- komunikacija: pomembno je, da se vse spremembe in izboljšave v TPK komunicirajo vsem udeleženiim zaposlenim. To se doseže z učinkovitimi usposabljanji, demonstracijami in pisnimi navodili.

Struktura in izvajanje TPK:

- kontrolor kakovosti na proizvodni liniji: ta zaposleni izvaja neprekinjen nadzor med samim proizvodnim postopkom. Identificira in odpravlja manjše napake in nepravilnosti, preden postanejo večji problemi;
- super-kontrolor: po zaključku proizvodnje izvaja temeljit pregled končnega izdelka. Ta pregled je bolj podroben in se osredotoča na zagotavljanje skladnosti izdelka z vsemi specifikacijami in standardi;

- dokumentacija: vsa navodila, spremembe in izboljšave TPK morajo biti dokumentirane. Izvajalci kontrole morajo pisno potrditi, da so prejeli in razumeli posodobljena navodila.

Poudarek na varnosti

Oznaka "VARNOSTNA KARAKTERISTIKA" je ključna opomba v TPK. Ta oznaka opozarja vse zaposlene na pomen doslednega zagotavljanja varne izdelave. Varnost ni samo vprašanje zaščite zaposlenih, ampak tudi zagotavljanje, da končni proizvodi ne predstavljajo tveganja za uporabnike. Vsaka faza TPK mora upoštevati varnostne protokole in zagotavljati, da izdelki izpolnjujejo vse varnostne standarde.

Če zaključimo – tehnološki postopek kontrole je nujen za zagotavljanje kakovosti, skladnosti in varnosti izdelkov. Podjetju omogoča, da vzdržuje visok standard proizvodnje in zadovoljuje pričakovanja svojih strank.

4.4 Poglobljena kontrola vijčnih zvez in zateznega momenta

Kontrola vijčnih zvez in zateznega momenta je ključna za zagotavljanje trdnosti in varnosti povezav v proizvodnji in montaži. Vsaka vijčna zveza je kritična komponenta, ki je lahko podvržena dinamičnim obremenitvam in različnim vremenskim pogojem, zato je natančnost pri montaži in kontroliranju izjemno pomembna.

Kontrolor mora v skladu s tehnološkim postopkom kontrole zagotoviti naslednje:

- ustreznost vijakov, podložk in matic: uporabljena morajo biti komponente, ki ustrezajo predpisanim specifikacijam (premer, dolžina, material, vrsta vijaka). Pomembno je tudi upoštevanje trdnostnega razreda, ki ne sme biti manjši od predpisanega;
- preverjanje števila vijčnih zvez: glede na tehnično dokumentacijo je treba zagotoviti pravilno število vseh elementov vijčne zveze;
- elementi varovanja proti odvitju: uporaba predpisanih varovalnih elementov, kot so vzmetne podložke, lepilo na navoju vijaka ali samovarovalne matice, zagotavlja stabilnost in preprečuje nenamerno sproščanje vijčnih zvez;
- standardizacija zateznega momenta: za vsako vijčno zvezo je natančno določen zatezni moment, ki ga je treba dosledno upoštevati. To je še posebej pomembno pri kritičnih komponentah, kot so podaljški šasije ali varnostni pasovi;
- barvno označevanje vijčne zveze: po preverjanju zateznega momenta je treba vse vijčne zveze označiti z barvo, ki signalizira, da je bila kontrola opravljena in je montaža ustrezna. Označevanje lahko vključuje mesto spoja, glavo vijaka ali druge dele, odvisno od specifične aplikacije;

- kalibracija in kontrola moment ključa: ključna je uporaba pravilno kalibriranega momentnega ključa, ki je nastavljen na želeno obremenitev, da se zagotovi natančnost zategovanja vijačnih zvez.

Vizualna podpora:

- prikazuje primerno silo zategovanja v obsegu min 23 Nm–max 26 Nm;
- osredotoča se na neustrezno silo zategovanja, ki lahko povzroči poškodbe ali neustrezno delovanje komponent

Slika 3 prikazuje primerno silo zategovanja v obsegu 23 Nm–max 26 Nm.



*Slika 3: Primerna sila zategovanja v obsegu 23 Nm–max 26 Nm.
(Lastni vir)*

Slika 4 prikazuje neustrezno silo zategovanja, ki lahko povzroči poškodbe ali neustrezno delovanje komponent.



*Slika 4: Neustrezna sila zategovanja
(Lastni vir)*

Zaključno, kontrola vijačnih zvez in zateznega momenta je bistvena za zagotavljanje dolge življenjske dobe in optimalne učinkovitosti izdelkov. Vsaka komponenta in korak v tem postopku ima svoj pomen in mora biti dosledno izveden za zagotovitev najvišje kakovosti in varnosti.

4.5 Izvajanje postopka kontrole

V svetu sodobne proizvodnje je kakovost izdelkov ključnega pomena. Kakovostni izdelki se ne ocenjujejo samo na podlagi svojih tehničnih specifikacij ali funkcionalnosti, ampak tudi na podlagi njihove zanesljivosti in trajnosti. Da bi zagotovili, da vsak izdelek izpolnjuje ali presega pričakovane standarde, se izvaja natančen postopek kontrole, kot je opisano v nadaljevanju.

Kontrolor kakovosti:

- vloga: odgovoren je za zagotavljanje, da vsak proizvod, ki prihaja iz proizvodne linije, izpolnjuje standarde kakovosti podjetja;
- obveznosti: glavna naloga je izvajanje kontrole po TPK za vsak proizvod, ki ga izdeluje proizvodna linija. To pomeni, da ni izjem in da mora biti vsak izdelek pregledan in ocenjen v skladu z določenimi kriteriji.

Kontrolorji montaže na proizvodni liniji:

- vloga: na proizvodni liniji sta dva kontrolorja montaže, ki skupaj delujeta, da zagotovita, da je montaža vsakega vozila pravilno izvedena;
- obveznosti: vsak kontrolor ima svoje delovno mesto ali takt in je odgovoren za pregled specifičnega vozila. S tem dvojnimi sistemom se zagotavlja dodatna raven varnosti, saj se napake in pomanjkljivosti, ki jih morda spregleda en kontrolor, lahko ujamejo pri drugem pregledu.

Super kontrolor:

- vloga: je višji nadzornik v postopku kontrole, katerega glavna naloga je zagotoviti, da so vse kontrole pravilno izvedene in da noben izdelek ne zapusti proizvodne linije brez zadovoljivega preverjanja kakovosti;
- obveznosti: poleg rednega pregleda kakovosti izvaja tudi obvezno kontrolo po TPK za vsak ocenjevan proizvod. Ta dodatni nivo pregleda zagotavlja, da vsi izdelki ne samo izpolnjujejo, temveč tudi presegajo pričakovane standarde kakovosti.

V sklopu tega postopka kontrole je bistveno, da vsak udeleženec natančno razume svoje naloge in odgovornosti, da se zagotovi skladnost s standardi in da končni uporabniki prejmejo kakovostne izdelke.

5 ANKETA: PERSPEKTIVA DELAVCA IN STREMNJE K IZBOLJŠAVAM

Da bi pridobili poglobljen vpogled v dnevne delovne izkušnje delavcev, smo zasnovali anketo, namenjeno tistim, ki so neposredno vpleteni v delo z vijačnimi zvezami. Razumevanje tega, kako se delavci počutijo glede svojega dela in okolja, je ključnega pomena za izboljšanje produktivnosti in zadovoljstva zaposlenih.

Zagotavljanje anonimnosti: zavedamo se pomislekov delavcev glede deljenja svojih iskrenih mnenj. Zato smo odločeni za zagotavljanje popolne anonimnosti odzivov. Naš namen je pridobiti neokrnjene povratne informacije, ne da bi kdo čutil pritisk ali strah pred morebitnimi posledicami. Prav ta strah je opazen na platformah, kot so socialna omrežja, kjer so ljudje zadržani ali pa celo sarkastični glede resnih tem.

Glavni cilji ankete so:

- Razumeti izkušnje in zadovoljstvo delavcev.
- Določiti potrebo po izboljšavah in morebitnih spremembah.
- Ugotoviti, katera področja dela zahtevajo dodatno analizo in raziskavo.

Vsebina ankete: anketa vključuje vprašanja o delavčevih izkušnjah, zadovoljstvu z delovnim mestom, percepciji kakovosti dela in morebitnih predlogih za izboljšave.

Izzivi pri zbiranju podatkov: kljub našim prizadevanjem za zagotavljanje udobnega okolja za izpolnjevanje ankete smo se srečali z nekaterimi izzivi: nekateri delavci so bili zadržani ali celo nevoljni sodelovati, morda zaradi občutka preobremenjenosti ali skepse glede anonimnosti; ugotovili smo tudi, da različni proizvodni sektorji prinašajo različne perspektive. Zato smo se osredotočili na specifično linijo izdelkov, da bi zagotovili konsistentnost in relevantnost zbranih podatkov.

Na podlagi rezultatov ankete nameravamo identificirati ključna področja za izboljšave, s ciljem izboljšanja delovnega okolja in povečanja učinkovitosti proizvodnje.

5.1 Primerjava izkušenj delavcev

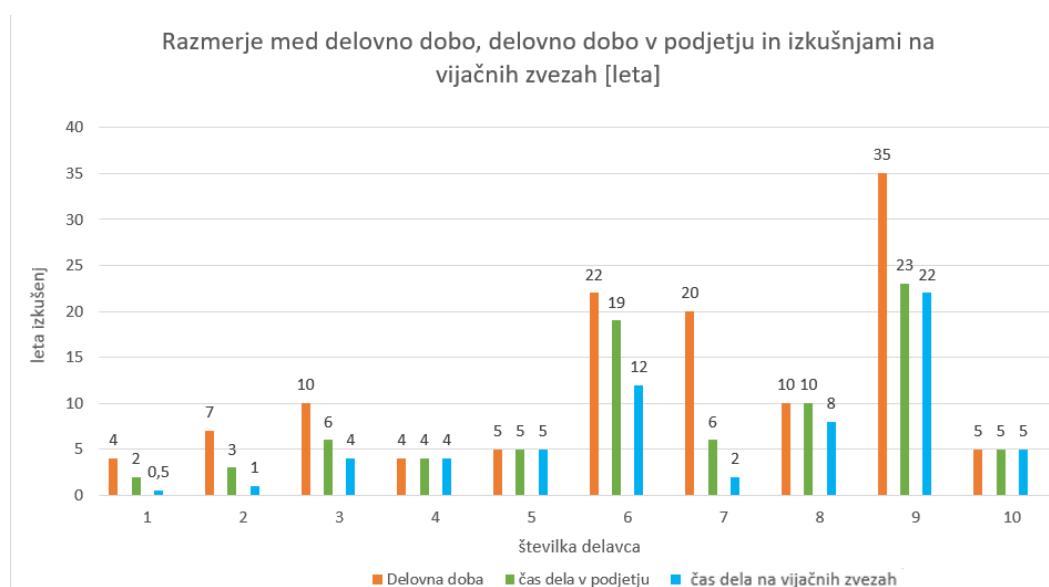
V analizi smo se osredotočili na različne vidike izkušenj delavcev v povezavi z vijačnimi zvezami. Osrednji poudarek je bil na skupni delovni dobi, dolžini zaposlitve v trenutnem podjetju ter specifičnih izkušnjah z vijačnimi zvezami.

Tabela 1 podrobno prikazuje razmerje med celotno delovno dobo, dolžino zaposlitve v trenutnem podjetju in pridobljenimi izkušnjami na področju vijačnih zvez.

Razmerje med celotno delovno dobo, dobo v podjetju in izkušnjami na vijačnih zvezah			
Zaporedna št. zaposlenega	Delovna doba [leta]	Čas v podjetju [leta]	Delo na vijačnih zvezah [leta]
1	4	2	0,5
2	7	3	1
3	10	6	4
4	4	4	4
5	5	5	5
6	22	19	12
7	20	6	2
8	10	10	8
9	35	23	22
10	5	5	5

Tabela 1: Pregled delovne dobe in izkušenj z vijačnimi zvezami
(Lastni vir)

Slika 5 podrobneje prikazuje razmerja in povezave med splošno delovno dobo, dolžino zaposlitve v podjetju ter konkretnimi izkušnjami na področju vijačnih zvez.



Slika 5: Podrobna razčlenitev delovne dobe in izkušenj
(Lastni vir)

Na sliki 5 so prikazane povprečne vrednosti glede na izkušnje delavcev. Povprečni zaposleni v obravnavanem podjetju ima 12,2 let delovne dobe, od tega pa je 8,3 let zaposlen v trenutnem podjetju. Zanimivo je, da predstavljajo ti podatki 68 % celotne delovne kariere v trenutnem podjetju, pri čemer je v povprečju 6,35 let (ali 76,5 % delovne dobe v podjetju) namenjenih delu z vijačnimi zvezami.

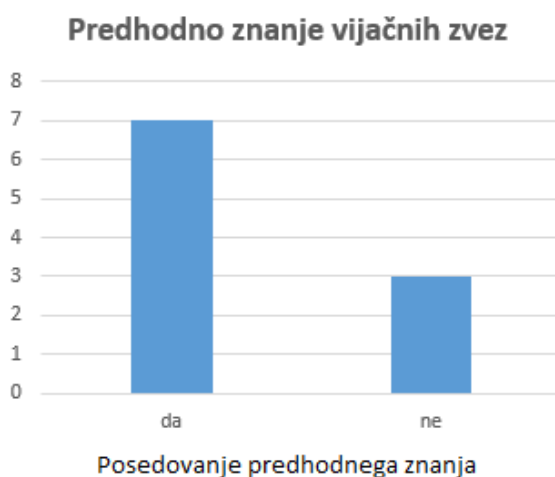
Povprečje delovnih izkušenj [leta]	
Delovna doba	12,2
Čas v podjetju	8,3
Delo z vijačnimi zvezami	6,35

Tabela 2: Povprečne vrednosti delovnih izkušenj
(Lastni vir)

Tabela 3 in slika 6 sta namenjeni prikazu deleža zaposlenih, ki so že pred zaposlitvijo v podjetju imeli znanje in izkušnje z vijačnimi zvezami.

Predhodno znanje o vijačnih zvezah		
Odgovorili z DA/NE	Število odgovorov	V procentualnem razmerju
Da	7	70 %
Ne	3	30 %

Tabela 3: Predhodno znanje o vijačnih zvezah
(Lastni vir)



Slika 6: Predhodno znanje o vijačnih zvezah
(Lastni vir)

Iz naše analize je razvidno, da je imelo kar 70 % vseh anketiranih zaposlenih predhodno znanje o vijačnih zvezah. To znanje so pridobili skozi formalno izobrazbo, prejšnje zaposlitve ali samostojne projekte v prostem času. Ta visok odstotek potrjuje, da so zaposleni v podjetju dobro usposobljeni za delo z vijačnimi zvezami in imajo relevantne izkušnje, ki prispevajo h kakovosti proizvodnje in montaže.

Ugotovitve in priporočila na podlagi anket

Ugotovitve:

- predhodne izkušnje: visok odstotek (70 %) delavcev z že pridobljenim znanjem o vijačnih zvezah pred vstopom v podjetje je znak, da podjetje uspešno zaposluje usposobljene in izkušene kandidate. To pripomore k zmanjšanju začetnih stroškov usposabljanja in k večji začetni produktivnosti;
- zvestoba podjetju: z dolgim povprečnim časom zaposlitve v podjetju (8,3 leta od skupno 12,2 let delovne dobe) je razvidno, da podjetje ponuja stabilno delovno okolje, ki zadržuje zaposlene. To je koristno za ohranjanje znanja in veščin v podjetju;
- specializacija: glede na to, da večina zaposlenih preživi precejšnji del svoje delovne kariere v podjetju na delovnih mestih, povezanih z vijačnimi zvezami, lahko sklepamo, da je podjetje močno specializirano in da zaposleni pridobivajo dragocene specifične veščine.

Priporočila:

- nadaljnje usposabljanje: ker je večina zaposlenih že imela predhodno znanje o vijačnih zvezah, bi podjetje lahko razmislilo o naložbi v napredna usposabljanja, ki bi delavcem omogočila širjenje znanja in veščin na tem področju;
- program zadrževanja talentov: glede na visoko zvestobo zaposlenih bi podjetje lahko razmislilo o uvedbi programa za zadrževanje talentov, ki bi delavcem ponudil dodatne ugodnosti ali napredovanja za dolgoletno zvestobo;
- zbiranje povratnih informacij: periodično anketiranje bi podjetju omogočilo boljše razumevanje potreb in želja zaposlenih. S tem bi lahko izboljšali delovne pogoje, produktivnost in zadovoljstvo zaposlenih;
- izboljšana komunikacija o anonimnosti: ker so nekateri delavci izražali zaskrbljenost glede anonimnosti ankete, bi podjetje lahko izboljšalo komunikacijo glede tega, kako zagotavlja anonimnost in kako se podatki obdelujejo.

V sklepu lahko rečemo, da anketa in analiza podatkov prinašata dragocene vpoglede v profil zaposlenih v podjetju in v njihove izkušnje z vijačnimi zvezami. Te ugotovitve

lahko podjetje uporabi za izboljšanje svojih praks na področju zaposlovanja, usposabljanja in zadrževanja zaposlenih.

5.2 Mnenje zaposlenih o usposobljenosti in kvaliteti dela

V tem poglavju se bomo posvetili mnenju zaposlenih glede njihove usposobljenosti za delo na vijačnih zvezah ter njihovega mnenja o kakovosti izvedenega dela v podjetju. Razumeti stališče zaposlenih je ključnega pomena za optimizacijo delovnih procesov in zagotavljanje kvalitete storitev ali izdelkov.

Tabela 4 podaja informacijo o tem, ali so zaposleni menili, da so bili ustrezno usposobljeni za delo z vijačnimi zvezami.

Ustrezno izobraževanje delavcev		
Odgovorili z DA/NE	Št. odgovorov	V procentualnem razmerju
Da	9	90 %
Ne	1	10 %

*Tabela 4: Stališča zaposlenih glede njihove usposobljenosti
(Lastni vir)*

Tako kot je to prikazano v tabeli 4, tudi slika 7 predstavlja mnenje zaposlenih o njihovi usposobljenosti za dano delo.



*Slika 7: Ocena usposobljenosti zaposlenih za delo na vijačnih zvezah
(Lastni vir)*

Iz zbranih podatkov je bilo ugotovljeno, da je velik delež (90 %) zaposlenih menil, da so bili ustrezno usposobljeni. Kljub temu se je pojavila izjema enega zaposlenega, ki se s to trditvijo ni strinjal. Vendar je treba upoštevati, da vsak zaposleni dojema usposabljanje na svoj način in se lahko njegova nestrinjanja nanašajo na osebne ali medosebne dejavnike.

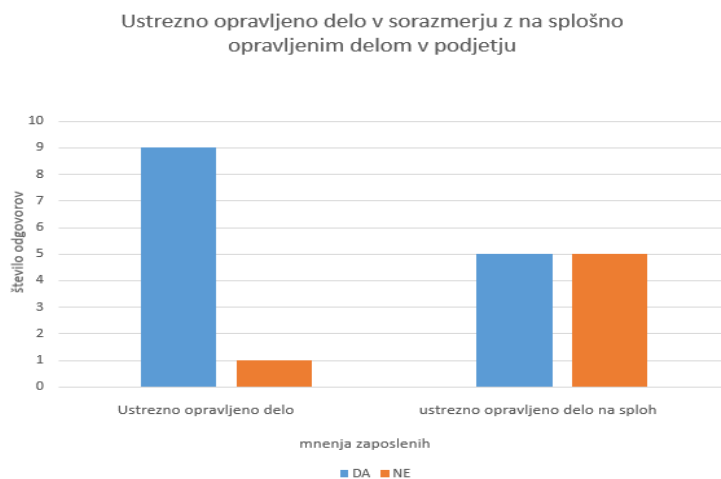
Naslednji sklop tabel se osredotoča na samo-percepcijo kakovosti dela zaposlenih v primerjavi z njihovim mnenjem o kakovosti dela v celotnem podjetju

Tabela 5 prikazuje mnenje delavcev o tem, ali sami opravljajo svoje delo ustrezno v sorazmerju ali je delo v podjetju ustrezno opravljeno na splošno.

Ustrezno opravljeno delo v sorazmerju z na splošno opravljenim delom v podjetju		
Zaporedna št. zaposlenega	Opravljeno delo	Opravljeno delo na splošno
1	Da	Ne
2	Da	Da
3	Da	Da
4	Da	Ne
5	Da	Da
6	Da	Ne
7	Da	Ne
8	Da	Da
9	Da	Da
10	Ne	Ne
Skupaj		
Odgovorili z DA/NE	Št. Odgovorov	Št. odgovorov
Da	9	5
Ne	1	5

*Tabela 5: Samoocena kakovosti dela zaposlenih v primerjavi s splošno kakovostjo dela v podjetju
(Lastni vir)*

Tabela 8 prikazuje mnenje delavcev o tem, ali sami opravljajo svoje delo ustrezno v sorazmerju ali je delo v podjetju ustrezno opravljeno na splošno



Slika 8: Analiza mnenja zaposlenih o lastnem delu v kontekstu celotne kakovosti dela v podjetju
(Lastni vir)

Za zagotavljanje optimalne kvalitete storitev ali izdelkov je ključno, da podjetje redno pridobiva povratne informacije od svojih zaposlenih. Le-ti so v neposrednem stiku z delovnimi procesi in imajo zato dragocen vpogled v morebitne pomanjkljivosti ali prednosti.

Med raziskovanjem smo želeli pridobiti tudi mnenje zaposlenih o njihovem zadovoljstvu z lastnim opravljenim delom. Velika večina, kar 90 % zaposlenih je menilo, da svoje delo opravljajo primerno. Zanimivo pa je, da so nekateri od njih svoje zadovoljstvo povezali z delom svojih predhodnikov. Na primer, en zaposleni je menil, da ne more opraviti svojega dela kvalitetno, ker so ga predhodni sodelavci postavili v neugoden položaj zaradi svojih napak.

Iz komentarjev, kot so "ni moje delo", "nisem plačan za to", "bo že kdo drug popravil" in "nimam časa", lahko sklepamo, da je med zaposlenimi tudi del takšnih, ki svojega dela ne jemljejo dovolj resno ali pa se morda ne počutijo dovolj vključene v celoten proces. Izpostaviti je treba, da takšno vedenje ni značilno za vse zaposlene, saj je veliko tistih, ki se trudijo za kakovost svojega dela in končnega izdelka.

Kar se tiče splošnega zadovoljstva s končnim izdelkom, so rezultati bolj deljeni. Polovica anketiranih zaposlenih ni bila zadovoljna. Kritike so bile usmerjene predvsem v razmerje med ceno in kvaliteto izdelka, pri čemer so bili izrazi kot "povprečen izdelek za preveč denarja" in "ne funkcionira" med pogostejšimi.

Zanimivo je tudi opaziti, da so zaposleni, ki delajo proti koncu proizvodne linije, opazili več napak v izdelku. To lahko kaže na kumulativni učinek malomarnosti ali napak, ki se sčasoma kopičijo in postanejo bolj očitne na končnih fazah proizvodnje.

10 % anketirancev je izrazilo nezadovoljstvo z načinom, kako je njihovo delo zasnovano ali kako se izvaja. To poudarja potrebo po stalnem pregledu in optimizaciji delovnih procesov ter potencialni potrebi po inovacijah.

Za zaključek bi predlagal, da se podjetje osredotoči na večjo motivacijo zaposlenih, saj iz podatkov jasno izhaja, da je večina napak povezana z malomarnostjo in pomanjkanjem zavzetosti. Ustrezna motivacija in usposabljanje lahko znatno izboljšata kvaliteto dela in s tem končnega izdelka.

Strategije za izboljšanje zadovoljstva in kvalitete

Na podlagi zbranih informacij in povratnih informacij zaposlenih predlagamo naslednje strategije za izboljšanje:

- interna komunikacija: boljša komunikacija med zaposlenimi na različnih stopnjah proizvodnje lahko zmanjša število napak in nesporazumov. Redni sestanki in posodobitve o napredku projekta bi lahko pomagali vsem zaposlenim, da ostanejo na tekočem in razumejo, kako njihovo delo vpliva na končni izdelek;
- usposabljanje: ob rednih intervalih bi bilo treba organizirati delavnice in treninge, da se zaposlenim pomaga osvežiti njihove veščine ali jih naučiti nove. To je še posebej pomembno za nove zaposlene ali tiste, ki se premaknejo na nove pozicije;
- nagrajevanje in motivacija: uvedba sistema nagrajevanja za izjemno delo ali za zmanjšanje napak lahko poveča motivacijo zaposlenih. To ne pomeni samo finančnih nagrad, ampak tudi priznanja, promocije ali druge oblike pozornosti;
- povratne informacije: spodbujanje kulture, kjer se zaposleni počutijo dovolj svobodni, da izrazijo svoje mnenje ali podelijo svoje izkušnje, lahko pripomore k boljšemu razumevanju in reševanju problemov;
- optimizacija delovnih procesov: redni pregledi in analize delovnih postopkov lahko pripomorejo k njihovi optimizaciji. Sodelovanje z zaposlenimi pri tem pregledu je ključno, saj imajo pogosto dragocena mnenja o tem, kaj deluje in kaj ne;
- kultura podjetja: gradnja kulture, ki ceni in spoštuje vse zaposlene, ne glede na njihovo vlogo, lahko izboljša moralo in zadovoljstvo na delovnem mestu. Poudarek na timskem delu in medsebojni podpori je ključnega pomena;

- pregled in izboljšava končnega izdelka: potrebno je tudi redno preverjanje kakovosti končnega izdelka in prilagajanje glede na povratne informacije zaposlenih in kupcev.

Z izvajanjem teh strategij lahko podjetje ne samo izboljša kakovost svojega končnega izdelka, temveč tudi izboljša zadovoljstvo in zavzetost zaposlenih.

5.3 Predlogi za izboljšavo

Za pridobivanje celovite slike o zadovoljstvu zaposlenih ter razumevanju njihovih pričakovanj in potreb v okviru delovnega mesta je ključnega pomena zbiranje njihovih povratnih informacij. V ta namen smo izvedli anketo, katere rezultati so predstavljeni v naslednjih tabelah.

Tabela 6 prikazuje razmerje med zaposlenimi o zadovoljstvu z izdelkom proti predlogom za izboljšavo

Iz podatkov v tabeli 6 je razvidno, da zaposleni, ki so nezadovoljni z izdelkom, ne podajajo vedno konkretnih predlogov za izboljšavo. Nasprotno pa obstajajo zaposleni, ki so s svojim delom zadovoljni, vendar imajo specifične predloge za izboljšanje delovnih postopkov ali pogojev. To pomeni, da so morda zaznali manjše pomanjkljivosti ali motnje, ki ne vplivajo drastično na njihovo splošno zadovoljstvo, a bi lahko optimizirale delovni proces.

Zaposleni, ki so predlagali izboljšave v sorazmerju z nezadovoljstvom z opravljenim delom		
Zaporedna št. zaposlenega	Zadovoljstvo z delom v podjetju	Predlagal izboljšavo
1	Da	Ne
2	Ne	Ne
3	Da	Ne
4	Da	Ne
5	Ne	Ne
6	Da	Ne
7	Ne	Da
8	Da	Da
9	Ne	Da
10	Ne	Da

*Tabela 6: Zadovoljstvo z izdelkom v primerjavi s predlogi za izboljšavo
(Lastni vir)*

V zadnjem delu ankete smo vprašali zaposlene, ali imajo kake predloge za izboljšavo na delovnem mestu. Tukaj smo naleteli na večji spekter predlaganih izboljšav. Zanimivo je predvsem dejstvo, da četudi ljudje niso zadovoljni s svojim delovnim mestom, nimajo predlogov za izboljšavo. Smo pa naleteli tudi na obratni primer, da so ljudje zadovoljni s svojim delovnim mestom, vendar imajo nekaj predlogov za izboljšavo. Torej lahko sklepamo, da gre za manjše napake ali moteče elemente, ki ne vplivajo na celotno delovno operacijo.

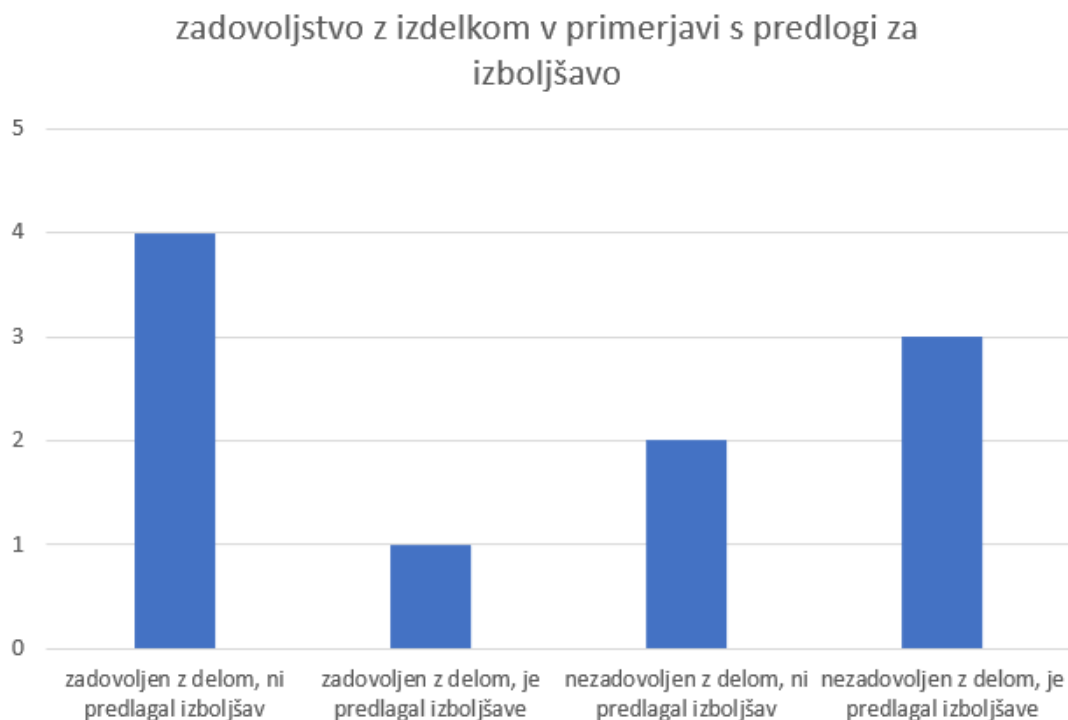
Tabela 7 nudi bolj podrobno analizo razmerja med zadovoljstvom zaposlenih in predlogi za izboljšavo, razčlenjena je po različnih oddelkih ali funkcionalnih skupinah. (Nadaljnja analiza, ki bi se osredotočila na določene vidike ali ugotovitve iz te tabele, bi bila koristna tukaj.)

Zadovoljen z delom in ni predlagal izboljšav	4
Zadovoljen z delom in je predlagal izboljšave	1
Nezadovoljen z delom in ni predlagal izboljšav	2
Nezadovoljen z delom in je predlagal izboljšave	3

*Tabela 7: Podrobnejši prikaz zadovoljstva z izdelkom v primerjavi s predlogi za izboljšavo
(Lastni vir)*

Na sliki 9 so prikazani podrobnejši kvantitativni podatki, ki se nanašajo na zadovoljstvo zaposlenih v povezavi s specifičnimi predlogi za izboljšavo. Za boljše razumevanje tabele je pomembno poznati vsebino osi.

Slika 9 prikazuje razmerje med zaposlenimi o zadovoljstvu z izdelkom proti predlogom za izboljšavo.



Slika 9: Poglobljena analiza zadovoljstva z izdelkom v primerjavi s predlogi za izboljšavo
(Lastni vir)

V zaključku te analize je ključno poudariti, da je nenehno zbiranje povratnih informacij in odzivanje nanje vitalnega pomena za izboljšanje delovnih pogojev in zadovoljstva zaposlenih.

Čeprav ankete ponujajo dragocen vpogled v miselnost zaposlenih, je treba poudariti, da je pristop k implementaciji predlaganih izboljšav prav tako bistvenega pomena. Nekateri predlogi so morda bolj operativne narave in jih je mogoče hitro uvesti, medtem ko bodo drugi zahtevali bolj poglobljeno analizo in strateški pristop.

Implementacija predlogov: ključno je razviti učinkovit sistem za pregled in razvrstitev prejetih predlogov. Vsak predlog je treba oceniti glede na njegovo izvedljivost, stroškovno učinkovitost in morebitne koristi za podjetje. Sodelovanje med

oddelki je tukaj ključnega pomena, saj lahko le s skupnimi močmi zagotovimo, da bodo predlogi izvedeni na najbolj optimalen način.

Redno zbiranje povratnih informacij: da bi se izognili stagnaciji in zagotovili, da bodo potrebe zaposlenih redno obravnavane, je priporočljivo redno izvajanje anket in drugih metod zbiranja povratnih informacij. Periodično zbiranje mnenj zaposlenih ne samo da pomaga pri identifikaciji problemov in priložnosti za izboljšave, ampak tudi povečuje zavzetost zaposlenih, saj se počutijo vključene in cenjene.

Izobraževanja in delavnice: eno od področij, kjer bi lahko dosegli izboljšave, so izobraževalne seje in delavnice za zaposlene. Ti dogodki bi lahko bili usmerjeni v različna področja, kot so komunikacija, reševanje konfliktov ali celo specifična tehnična znanja. Z rednim izobraževanjem se zagotavlja, da so zaposleni opremljeni z najnovejšimi informacijami in orodji, ki so potrebna za izpolnjevanje njihovih delovnih nalog.

Odzivanje na povratne informacije zaposlenih in iskanje možnosti za izboljšavo sta ključnega pomena za dolgoročni uspeh podjetja. S sodelovanjem, poslušanjem in ukrepanjem podjetje ne le izboljša svoje delovno okolje, ampak tudi povečuje svojo konkurenčno prednost na trgu. Z nenehnim prizadevanjem za izboljšanje in sodelovanjem z zaposlenimi podjetje ustvarja kulturo inovacij in stalnega napredka.

6 NAVODILA ZA DELO IN NJIHOVA OPTIMIZACIJA

Po temeljitem pregledu obstoječe dokumentacije smo ugotovili pomanjkljivosti v našem pristopu k navodilom za delo. Ta dokumentacija, medtem ko je lahko popolnoma jasna za naše izkušene delavce, predstavlja izziv za nove ali manj izkušene člane ekipe. Nekateri novinci pogosto ne vedo, da morajo navodila pregledati pred začetkom delovnega procesa, kar lahko vodi do napak ali nesporazumov v proizvodnji.

Dejstva, ki podkrepijo potrebo po prenovi:

- **analiza napak:** iz podatkov, ki smo jih zbrali v preteklih mesecih, izhaja, da je veliko napak, ki jih povzročajo novi delavci, povezanih s pomanjkljivim razumevanjem ali neupoštevanjem navodil;
- **povratne informacije:** številni novi zaposleni so poročali, da se včasih počutijo izgubljeni, ker ne vedo, kje najti ustrezna navodila ali kako jih pravilno uporabljati.

Zato smo v okviru uvajalnega programa za nove zaposlene dodali poseben segment, ki poudarja pomen skrbnega pregleda navodil pred začetkom dela. Tako smo jasno določili, da zgolj verbalna navodila ali prenašanje informacij od kolegov niso zadostna osnova za kakovostno in varno delo.

Pri izdelavi prenovljenih navodil smo upoštevali naslednje smernice:

- **jasnost in preprostost:** vsak odsek navodil je zasnovan tako, da je enostaven za razumevanje. Naš cilj je bil, da bi lahko posameznik z zaključeno osnovno šolo razumel navodila že ob prvem branju;
- **vizualna podpora:** kjer je bilo to smiselno, smo dodali ilustracije ali sheme, da bi olajšali razumevanje postopkov;
- **korak za korakom:** vsak postopek je predstavljen korak za korakom, kar omogoča enostavno sledenje in izvajanje;
- **poudarjena ključna opozorila:** morebitna tveganja ali pomembne točke so poudarjena, da se zmanjša možnost za napake ali nesreče.

S temi spremembami verjamemo, da bomo zmanjšali število napak, povečali varnost na delovnem mestu in olajšali vključevanje novih zaposlenih v delovni proces.

6.1 Posodobljen obrazec navodil za delo

Obrazec navodil za delo je bil temeljito posodobljen, da bolj učinkovito služi svojemu namenu in zagotavlja vse potrebne informacije na enem mestu. Vsaka komponenta

obrazca je bila skrbno oblikovana, da olajša razumevanje in omogoča hitro identifikacijo nalog in odgovornosti.

Zgornji del obrazca:

Zgornji del obrazca ali "glava" je sestavljen iz osmih ključnih informacij, ki jih podajamo v nadaljevanju.

Levi stolpec vsebuje sledeče:

- 1. Lokacija delovnega mesta: določa, kje se navodila uporabljajo.
- 2. Model izdelka: navede model, za katerega so navodila relevantna.
- 3. Opravilo: kratek opis opravila, ki se izvaja glede na ta obrazec.

Desni stolpec pa vključuje sledeče:

- 1. Vodja na delovnem mestu: oseba, ki je odgovorna za nadzor.
- 2. Odgovorna oseba v proizvodnji: ključna – kontakt oseba za vprašanja ali težave v proizvodnji.
- 3. Številka verzije: identifikacija posodobljenih navodil.

Datum izdaje: Ta datum mora biti usklajen s tistim v centralnem sistemu, kar zagotavlja, da so navodila aktualna.

Slika 10 prikazuje navodila za delo 1.

Navodila za delo					
Delovno mesto	št. XX		Vodja	Janez Novak	
Lokacija	xxxx		Odgovorna oseba	Jože Novak	
Model izdelka	F000				
Operacija	vijačenje z momentom		verzija	1	datum 01/01/2023

Slika 10: Navodila za delo 1
(Lastni vir)

Srednji del obrazca:

V srednjem segmentu obrazca je okence, ki vsebuje splošna navodila. Ta segment poudarja sledeče:

- splošna varnostna priporočila na delovnem mestu,
- pomen uporabe pravilno vzdrževanega orodja in merilnih pripomočkov,
- postopke, ki jim je treba slediti v primeru odkritih nepravilnosti.

Slika 11 prikazuje navodila za delo 2.

Generalna navodila
Uporaba zaščitnih rokavic je priporočljiva, na mestih kjer je označeno z obvezno varnostno opremo je uporaba zaščitnih očal in čepkov za ušesa obvezna. Vedno je potrebno uporabljati ustrezno in izpravno orodje. Če se opazijo nepravilnosti na orodjih ali delovni opremi se takoj obvesti odgovorno osebo. Če se opazijo nepravilnosti na izdelku ali materialu se opozori vodjo na delovnem mestu

Slika 11: Navodila za delo 2
(Lastni vir)

Nato so predstavljena natančna navodila, ki so specifična za posamezno delovno mesto. Ta del vključuje:

- slikovni prikaz postopkov z jasnimi oznakami,
- podrobne korake, kako se delo opravi pravilno,
- prikaze nepravilnega pristopa ali napak, da se delavcem omogoči razumevanje, kaj se morajo izogibati.

Slika 12 prikazuje navodila za delo 3.

Navodila specifična za delovno mesto
vijake pod posodo za vodo je potrebno zategniti z določeno silo (Min 23Nm - Max 26Nm). V primeru da je bila uporabljena premajhna sila, vijak lahko dodatno privijemo na ustrezno silo. V primeru da smo uporabili preveliko silo je potrebno zamenjati vijak in matico.


Slika 12: Navodila za delo 3
(Lastni vir)

7 ZAKLJUČEK IN UGOTOVITVE

7.1 Zaključki

Diplomsko delo je obravnavalo sistem preverjanja vijačnih zvez v podjetju X, pri čemer smo analizirali obstoječe postopke in predlagali izboljšave za povečanje kakovosti in zanesljivosti. Naša raziskava je privedla do več pomembnih zaključkov, ki so ključni za izboljšanje proizvodnih procesov in zmanjšanje napak pri montaži (Okorn in Bešter, 2014):

- pravilno zategovanje vijačnih zvez je temelj za zagotavljanje varnosti, strukturne integritete in zanesljivosti izdelkov. Napačno zategnjene zveze lahko povzročijo mehanske okvare, nevarnosti za uporabnike in povečane stroške vzdrževanja. Z uporabo natančno določenih momentov zategovanja je mogoče doseči optimalno delovanje in dolgo življenjsko dobo komponent (Lin in Jou, 1994);
- uvedba standardiziranih postopkov za zategovanje in preverjanje vijačnih zvez je ključna za enotnost in doslednost v proizvodnem procesu. Standardizacija vključuje natančno določitev potrebnih momentov zategovanja, uporabo preverjenih in kalibriranih orodij ter dosledno dokumentiranje vseh korakov postopka. To omogoča zmanjšanje variabilnosti, ki jo povzročajo človeški dejavniki, in povečuje kakovost končnega izdelka (Lee et al., 2014);
- redno usposabljanje in izobraževanje zaposlenih o pravih tehnikah zategovanja ter uporabi momentnih ključev je bistvenega pomena. Dobro usposobljeni zaposleni zmanjšujejo možnost napak in povečujejo produktivnost. Usposabljanje bi moralo vključevati tako teoretične kot praktične vidike, s poudarkom na natančnem zategovanju in prepoznavanju morebitnih težav pri vijačnih zvezah;
- integracija digitalnih momentnih ključev in drugih naprednih merilnih orodij omogoča natančnejše zategovanje in enostavnejše preverjanje vijačnih zvez. Digitalni momentni ključi ponujajo prednosti, kot so natančna nastavitve momenta, elektronsko beleženje podatkov in enostavno spremljanje zgodovine zategovanja, kar prispeva k boljši sledljivosti in kakovosti procesov;
- sistematično zbiranje povratnih informacij od zaposlenih in redne analize podatkov o napakah ter pomanjkljivosti vijačnih zvez so ključnega pomena za nenehno izboljševanje postopkov. Analize omogočajo prepoznavanje vzorcev napak, kar vodi do ciljnih izboljšav in preventivnih ukrepov. Poleg tega povratne informacije zaposlenih pomagajo prepoznati praktične izzive in predlagati realne rešitve;
- prenovljena in izboljšana dokumentacija z jasnimi navodili in vizualnimi pripomočki olajša delo zaposlenim in zmanjšuje možnost napačnih

interpretacij ter napak. Dokumentacija mora biti enostavna za uporabo, redno posodabljana in dostopna vsem zaposlenim. Vizualni elementi, kot so diagrami in fotografije, bistveno prispevajo k boljši razumljivosti navodil.

7.2 Ugotovitve

- analiza anket je pokazala, da je večina zaposlenih dobro usposobljena za delo z vijačnimi zvezami. Kljub temu sta potrebni stalna osvežitev znanja in nadgradnja veščin, da se zaposlenim omogoči spremljanje novih tehnologij in metod;
- rezultati anket so razkrili, da zaposleni cenijo dodatno izobraževanje in treninge. To povečuje njihovo samozavest in kompetence pri izvajanju nalog, kar prispeva k višji kakovosti izdelkov in varnosti na delovnem mestu;
- uporaba digitalnih momentnih ključev se je izkazala za zelo učinkovito pri zagotavljanju natančnega zategovanja. Ti ključi omogočajo natančno nastavitev in preverjanje momenta, kar zmanjšuje možnost napak in povečuje zanesljivost vijačnih zvez;
- povratne informacije zaposlenih so ključne za izboljšanje delovnih postopkov. Podjetje bi moralo vzpostaviti sistem za redno zbiranje in analizo teh povratnih informacij, kar omogoča hitre prilagoditve in izboljšave delovnih procesov;
- jasna in natančna dokumentacija navodil za delo zmanjšuje možnost napak in povečuje učinkovitost. Prenovljena dokumentacija, ki vključuje vizualne pripomočke, je bila zelo pozitivno sprejeta med zaposlenimi in je prispevala k boljši izvedbi delovnih nalog.

Na podlagi ugotovitev in analiz priporočamo, da podjetje X nadaljuje z izboljšavami v sistemu preverjanja vijačnih zvez. Redno usposabljanje, uporaba naprednih orodij in standardizacija postopkov so ključni dejavniki za doseg visoke kakovosti in zanesljivosti izdelkov. Z nenehnim spremljanjem in prilagajanjem postopkov ter vključevanjem povratnih informacij zaposlenih lahko podjetje doseže pomembne izboljšave in zagotovi varnost ter zadovoljstvo svojih strank.

Z implementacijo predlaganih ukrepov bo podjetje X izboljšalo svojo konkurenčnost na trgu, zmanjšalo stroške zaradi napak in okvar ter povečalo zaupanje strank v kakovost njihovih izdelkov. Pristop, ki temelji na stalnem izboljševanju in vključevanju zaposlenih v proces, bo prinesel trajnostne koristi in prispeval k dolgoročnemu uspehu podjetja.

7.3 Dodana vrednost diplomskega dela za podjetje

Diplomsko delo prinaša izboljšave in praktične rešitve za podjetje X ter prispeva k širšemu razumevanju optimizacije proizvodnih procesov z uporabo naprednih tehnologij in metod. Dodana vrednost diplomskega dela se kaže v več ključnih vidikih:

- uvedba standardiziranih postopkov, naprednih orodij in izboljšanih navodil za delo neposredno prispeva k zmanjšanju napak pri montaži in s tem izboljšuje kakovost končnih izdelkov. To povečuje zaupanje strank in krepi tržno pozicijo podjetja;
- optimizacija postopkov zategovanja in preverjanja vijčnih zvez zmanjšuje čas in vire, potrebne za izvajanje teh nalog, kar povečuje proizvodno učinkovitost. Poleg tega zmanjšanje napak pomeni manj prekinitvenih del in ponovnih popravil, kar dodatno povečuje produktivnost;
- pravilno zategovanje vijčnih zvez in uporaba natančnih momentnih ključev zmanjšujeta tveganje za mehanske okvare in s tem povezana varnostna tveganja. To ne prispeva le k varnosti končnih uporabnikov, temveč tudi k varnosti zaposlenih v proizvodnem procesu;
- vzpostavitev sistema za redno zbiranje povratnih informacij od zaposlenih omogoča stalno izboljševanje delovnih procesov. Ta pristop povečuje zavzetost zaposlenih in njihovo sodelovanje pri optimizaciji delovnega okolja;
- izdelava jasnih, vizualno podprtih navodil za delo, ki so lahko dostopna in enostavna za razumevanje, olajša usposabljanje novih zaposlenih in zagotavlja doslednost v postopkih. To zmanjšuje tveganje napak zaradi nejasnosti ali napačne interpretacije navodil.

7.4 Predlagano delo za naprej

Da bi podjetje X nadaljevalo s procesom izboljšav in doseglo še večje uspehe, predlagamo naslednje korake:

- implementacija digitalnega sistema za sledenje vseh vijčnih zvez in zategnjenih momentov bi omogočila natančno spremljanje in analizo podatkov v realnem času. Tak sistem bi zagotavljal takojšnje povratne informacije in omogočal hitre prilagoditve proizvodnih procesov;
- vzpostavitev rednih revizij standardov zategovanja in preverjanja vijčnih zvez, ki bi temeljile na najnovejših tehnoloških dognanjih in povratnih informacijah iz prakse. To bi vključevalo sodelovanje z dobavitelji orodij in komponent za zagotavljanje najvišje kakovosti;
- razširitev programa usposabljanja za zaposlene z dodatnimi moduli, ki bi vključevali napredne tehnike zategovanja, uporabo novih orodij in tehnologij ter osnove statističnega nadzora kakovosti. Uvedba certificiranja za zaposlene bi zagotovila visok standard usposobljenosti;

- spodbujanje sodelovanja z raziskovalnimi institucijami in univerzami pri razvoju novih metod in tehnologij za preverjanje in zategovanje vijačnih zvez. Interdisciplinarni pristop lahko prinese inovativne rešitve in poveča konkurenčno prednost podjetja;
- implementacija celovitega sistema vodenja kakovosti, ki bi pokrival vse vidike proizvodnje, od vhodnih materialov do končnega izdelka. Ta sistem bi temeljil na mednarodnih standardih (npr. ISO 9001) in zagotavljal stalno spremljanje ter izboljševanje kakovosti.

Z nadaljevanjem teh izboljšav bo podjetje X še naprej povečevalo svojo konkurenčnost, zanesljivost izdelkov in zadovoljstvo strank. Stalno vlaganje v tehnologijo, usposabljanje in inovacije bo zagotovilo trajnostni razvoj in dolgoročni uspeh podjetja na trgu.

8 LITERATURA IN VIRI

ASME. (2017). *Advancements in screw connection Technologies*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://www.asme.org/topics-resources/content/advancements-in-screw-connection-technologies>.

ASME. (2019). *Understanding torque in fasteners*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://www.asme.org/topics-resources/content/understanding-torque-in-fasteners>.

Eccles, B. (2014). A new approach to the tightness checking of bolts. *Fastener+ Fixing Magazine*, 90, 1–4.

Khan Academy. (2018). *Mechanical engineering*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://support.khanacademy.org/hc/en-us/community/posts/360058850452-Mechanical-Engineering-Courses>.

Khan Academy. (2021). *Unit 7: Torque and angular momentum*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://www.khanacademy.org/science/physics/torque-angular-momentum>.

Khan Academy. (2018). *Physics archive*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://www.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/mechanical-advantage>.

Lee, Y. H. et al. (2014). Review on cold-formed steel connections. *The Scientific World Journal*, 1, 1–11.

Lin, C. E. in Jou, H. L. (1994). *A dynamic method for magnetic torque measurement*. Pridobljeno 9. 2. 2024 z naslova <https://ntrs.nasa.gov/citations/19940031349>.

Lotrič meroslovje. (2024). *Momentni ključ digitalni*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://www.lotric.si/product/momentni-kljuc-digitalni-od-68-nm-do-135-nm-tip-266/>.

MIT OpenCourseWare. (2002). *Mechanical engineering*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova https://ocw.mit.edu/search/?d=Mechanical%20Engineering&s=department_course_numbers.sort_coursenum.

MIT OpenCourseWare. (2001). *Introduction to mechanical engineering - lecture notes*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-001-introduction-to-mechanical-engineering-i-fall-2006/lecture-notes/>.

MIT OpenCourseWare. (2003). *Mechanical engineering: principles and practices - course material*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-003j-dynamics-and-control-i-fall-2007/>.

Norton, R. L. (2019). *Strojniški dizajn*. Oxford: Pearson.

Okorn, I. in Bešter, T. (2014). *Vijačne zveze: Strojni elementi 1: gradivo za vaje*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova https://web.fs.uni-lj.si/kserv/images/upload/2_Pedagoska_dejavnost/1_Stopnja/Strojni_elementi_1_RRP/Dokumenti/Vaje/Vijacna%20zveza%20-%20predloga%20za%20vajo%202014-15%20v2.pdf.

The Engineering Toolbox. (2018). *The Engineering Toolbox*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova <https://www.engineeringtoolbox.com>.

The Engineering Toolbox. (2020). *Torque - work done and power transmitted*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova https://www.engineeringtoolbox.com/torque-work-power-d_1399.html.

The Engineering Toolbox. (2022). *Screws - torque and tensile stress*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova https://www.engineeringtoolbox.com/torque-tension-screws-d_1709.html.

Ulbin, M. B. M. in Ren, Z. (2006). Simulacija naleta tovornega vozila ob cestno varnostno ograjo. *Strojniški vestnik*, 52(2), 101–111.