VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

IZBOLJŠANJE VARNOSTI DVIGA BREMENA Z DODATNO OPREMO ZA VILIČARJA

Kandidat: Rok Rudl

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščič, univ. dipl. gosp. inž.

Mentor v podjetju: Darko Dajčman

Lektor: Špela Fele, univ. dipl. slov.

Maribor, 2024

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Rok Rudl sem avtor diplomskega dela z naslovom »Izboljšanje varnosti dviga bremena z dodatno opremo za viličarja«, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščiča, univ. dipl. gosp. inž.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, december 2024 Podpis študenta:

ZAHVALA

Najprej bi se rad zahvalil svojemu mentorju na šoli in mentorju v podjetju za njuno strokovno vodstvo, podporo in dragocene nasvete, ki so mi pomagali pri uspešnem zaključku diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi vsem predavateljem na Višji strokovni šoli Academia za znanje in usmeritve, ki sem jih pridobil v času študija.

Hvaležen sem svoji ženi za razumevanje in podporo, ki mi ju je nesebično nudila skozi ves proces, ter družini, ki me je vedno spodbujala. Zahvaljujem se tudi prijateljem, ki so mi pomagali ohraniti motivacijo in mi bili v oporo.

POVZETEK

V diplomskem delu z naslovom »Izboljšanje varnosti dviga bremena z dodatno opremo za viličarja« sem se posvetil izzivom in rešitvam za varno in učinkovito dvigovanje ter prelaganje bremen, predvsem cevi, v skladiščnem okolju. Prelaganje cevi s tradicionalnimi metodami je pogosto zamudno, fizično zahtevno za delavce in vključuje določena tveganja. Cilj dela je bil razviti prilagodljiv in varen priključek za viličar, ki bi omogočal hitrejše in varnejše prelaganje cevi ter tako povečal produktivnost dela in zmanjšal možnosti za nesreče. Iskal sem enostavno, funkcionalno in trajno rešitev.

Pri pripravi dela sem se najprej posvetil analizi veljavne zakonodaje in varnostnih zahtev, ki veljajo pri dvigovanju bremen. Moj cilj je, da oprema ustreza vsem bistvenim zdravstvenim in varnostnim zahtevam. Podrobno sem preučil tehnične zahteve in zakonodajna določila, ki veljajo za opremo za dvigovanje, saj je skladnost s temi predpisi ključnega pomena za zagotavljanje varnosti in zanesljivosti nove opreme.

V nadaljevanju sem se osredotočil na tehnično zasnovo bremenske ročice, kjer sem primerjal različne materiale in izvedel statične izračune, ki so mi omogočili določitev optimalnih dimenzij nosilca ter drugih komponent. Na ta način sem zagotovil, da bo bremenska ročica zanesljivo prenašala predvidene obremenitve. Pri načrtovanju sem upošteval tudi ekonomiko uporabljenih materialov in se osredotočil na rešitve, ki nudijo zadostno varnost, brez nepotrebnega povečanja stroškov.

Pomemben del je tudi ocena tveganja, kjer sem analiziral ključne nevarnosti, kot sta zdrs tovora z bremenske ročice in padec bremena zaradi nepravilne uporabe, in tveganja, ki izhajajo iz napačnega upravljanja opreme. Na podlagi ugotovljenih tveganj sem oblikoval ustrezne varnostne ukrepe, kot so dodatne varovalne naprave in omejitve uporabe za določene obremenitve. Poleg tega sem preučil ergonomske vidike, da bi dvigovanje bremen potekalo čim bolj varno za operaterje, s čimer se zmanjša možnost poškodb in napačne uporabe.

Diplomsko delo zaključim s pregledom rezultatov, ki potrjujejo, da zasnovani priključek ustreza zakonodajnim zahtevam in omogoča varno ter učinkovito uporabo v skladiščnem okolju.

Ključne besede: *prelaganje bremen, dodatna oprema za viličar, direktiva o strojih, varnost, mehanske nevarnosti.*

ZUSAMMENFASSUNG

"VERBESSERUNG DER SICHERHEIT BEIM HEBEN VON LASTEN MIT ZUSÄTZLICHER AUSRÜSTUNG FÜR GABELSTAPLER"

In meiner Diplomarbeit mit dem Titel "Verbesserung der Sicherheit beim Heben von Lasten mit zusätzlicher Ausrüstung für Gabelstapler" habe ich mich mit den Herausforderungen und Lösungen für ein sicheres und effizientes Heben und Umlagern von Lasten, insbesondere von Rohren, im Lagerumfeld befasst. Das Umlagern von Rohren mit herkömmlichen Methoden ist oft zeitaufwändig, körperlich anstrengend für die Mitarbeiter und birgt gewisse Risiken. Ziel der Arbeit war es, eine anpassungsfähige und sichere Vorrichtung für den Gabelstapler zu entwickeln, die ein schnelleres und sichereres Umlagern der Rohre ermöglicht und so die Arbeitsproduktivität steigert und die Unfallgefahr verringert.

Zu Beginn der Arbeit habe ich die geltenden gesetzlichen Vorschriften und Sicherheitsanforderungen analysiert, um sicherzustellen, dass die Ausrüstung allen wesentlichen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen entspricht. Ich habe die technischen Anforderungen und gesetzlichen Bestimmungen, die für Hebezeuge gelten, eingehend geprüft, da die Einhaltung dieser Vorschriften von entscheidender Bedeutung ist, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit der neuen Ausrüstung zu gewährleisten.

Anschließend konzentrierte ich mich auf die technische Konstruktion des Lastarms, wobei ich verschiedene Materialien verglich und statische Berechnungen durchführte, um die optimalen Abmessungen des Trägers und anderer Komponenten zu bestimmen. Auf diese Weise konnte ich sicherstellen, dass der Lastarm die vorgesehenen Belastungen zuverlässig trägt. Bei der Planung habe ich auch die Wirtschaftlichkeit der verwendeten Materialien berücksichtigt und mich auf Lösungen konzentriert, die ausreichend Sicherheit bieten, ohne die Kosten unnötig zu erhöhen.

Ein wichtiger Teil der Arbeit ist auch die Risikobewertung, bei der ich die wesentlichen Gefahren wie das Abrutschen der Last vom Lastarm, das Herunterfallen der Last aufgrund unsachgemäßer Verwendung und die Risiken, die sich aus unsachgemäßer Bedienung der Ausrüstung ergeben, analysiert habe. Auf der Grundlage der ermittelten Risiken habe ich geeignete Sicherheitsmaßnahmen entwickelt, wie zusätzliche Sicherungseinrichtungen und Nutzungsbeschränkungen für bestimmte Lasten. Darüber hinaus habe ich ergonomische

Aspekte untersucht, um das Heben von Lasten für die Bediener möglichst sicher zu gestalten und so das Risiko von Verletzungen und Fehlbedienungen zu verringern.

Abschließend habe ich in meiner Diplomarbeit die Ergebnisse zusammengefasst, die bestätigen, dass die entworfene Vorrichtung den gesetzlichen Anforderungen entspricht und eine sichere und effiziente Nutzung im Lagerumfeld ermöglicht.

Schlagwörter: *"Umlagern von Lasten, zusätzliche Gabelstapler-Ausrüstung, Maschinenrichtlinie, Sicherheit, mechanische Gefahren"*

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 10

1.1 Opis področja in opredelitev problema 10
1.2 Namen, cilji in osnovne trditve 10
1.3 Predpostavke in omejitve 11
1.4 Uporabljene raziskovalne metode 11

2 EVROPSKA ZAKONODAJA 12

2.1 Osnove tehnične zakonodaje 12
2.2 Direktiva o strojih 13
2.3 Harmonizirani standardi 14
2.4 Vloga gospodarskih subjektov 16
2.4.1 Proizvajalci 16
2.4.2 Distributerji 16
2.4.3 Uvozniki 17
2.4.4 Priglašeni organi 17
2.5 Ugotavljanje skladnosti 18
2.5.1 Postopek z notranjo kontrolo proizvodnje 18
2.5.2 Postopek z ES- pregledom tipa stroja 19
2.5.3 Postopek s popolnim zagotavljanjem skladnosti 20
2.6 Oznaka CE 20
2.7 Tehnična mapa 21

3 BISTVENE VARNOSTNE ZAHTEVE ZA BREMENSKO ROČICO 23

3.1 Definicija zamenljive opreme 23
3.2 mehanske nevarnosti 23
3.2.1 Preobremenitev bremenske ročice 24
3.2.2 Zdrs bremenske ročice 24
3.2.3 Padec bremena 25
3.2.4 Ostri robovi 26
3.3 Ergonomija in varnost operaterjev 26
3.4 Navodila za uporabo 27

4 ANALIZA STANJA PRI PRENOSU TOVORA 28

4.1 Vrsta in značilnosti tovora 28
4.2 Bremenska ročica 28
4.3 Dvižne klešče za okrogli material 29
4.4 Trebušasti škopec 31

4.5 PROSTOR IN DELOVNO OKOLJE 31

5 NAČRTOVANJE 33

5.1 IZBIRA MATERIALA 33
5.2 DIMENZIJE GLAVNEGA NOSILCA BREMENSKE ROČICE 33
5.3 TRDNOSTNI PRERAČUN 34
5.4 NATEZNA NAPETOST V ZVARU 37
5.5 TRAJNOSTNI VIDIKI NAČRTOVANJA 39

6 ANALIZA TVEGANJA IN ZMANJŠANJE TVEGANJA Z UPORABO STANDARDA 41

6.1 VARNOSTNE ZAHTEVE IN UKREPI 42
6.1.1 Splošne zahteve 42
6.1.2 Mehanski nosilni deli 43
6.1.3 Stabilnost med skladiščenjem 43
6.1.4 Pritrditev bremena na dvižni nosilec 43
6.2 OPIS POSTOPKA OCENE IN VREDNOTENJA TVEGANJA 44
6.2.1 Vidiki, ki so se upoštevati pri ugotavljanju elementov tveganja 44
6.2.2 Človeški dejavniki 44
6.3 OPIS POSTOPKA OCENE TVEGANJA 45
6.3.1 Ocena tveganja z uporabo številčnega podatka o tveganju po Reudenbachu 45

7 SKLEP 50

8 VIRI, LITERATURA 52

KAZALO GRAFIKONOV

GRAF 1: UPOGIB FY 36
GRAF 2: UPOGIBNI MOMENT 37
GRAF 3: PRIMERJALNA NAPETOST 37

KAZALO TABEL

TABELA 1: TEHNIČNE LASTNOSTI ŠKOPCA 31

KAZALO SLIK

SLIKA 1:SHEMA POSTOPKA Z NOTRANJO KONTROLO 19
SLIKA 2: SHEMA POSTOPKA Z ES- PREGLEDOM TIPA STROJA 19
SLIKA 3: SHEMA POSTOPKA S POPOLNIM ZAGOTAVLJANJEM SKLADNOSTI 20
SLIKA 4: OZNAKA CE 21
SLIKA 5: PRIMER VERIGE, KI PREPREČUJE ZDRS 25

SLIKA 6:3D MODEL BREMENSKE ROČICE, NARISAN V SOLIDWORKSU 29
SLIKA 7: DVIŽNE KLEŠČE 30
SLIKA 8: 2D MODEL DVIŽNIH KLEŠČ 30
SLIKA 9: TREBUŠASTI ŠKOPEC 31
SLIKA 10: RAČUNSKI MODEL 36

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Naše manjše logistično podjetje se vsakodnevno sooča z izzivi prelaganja železnih cevi, katerih teža se giba od 50 do 400 kg. Prelaganje cevi poteka z viličarjem in trakovi, kar predstavlja zamuden proces. Vsako jutro potrebujemo za pretovarjanje cevi eno uro časa. Čeprav do zdaj nismo zabeležili nobenih poškodb ali nezgod, je trenutna metoda prelaganja cevi fizično naporna in vključuje določeno tveganje, tako za delavce kot za sam tovor.

Zaradi vseh smernic v logistiki je naš interes optimizirati proces, ga narediti učinkovitejšega, varnejšega in hitrejšega. Ena od rešitev, ki bo zagotovo izboljšala naš delovni proces, je uvedba zamenljive opreme za viličar, ki bi omogočila hitro in varno prelaganje cevi. Takšna rešitev ne bi le povečala učinkovitosti, ampak bi tudi zmanjšala fizično obremenitev delavcev in potencialna tveganja za poškodbe.

Čeprav v podjetju do zdaj nismo zabeležili nobenih incidentov ali poškodb, nas naraščajoče zahteve po povečanju produktivnosti in zagotavljanju varnosti silijo v iskanje boljših rešitev. Z namenom, da se tem potrebam zadosti, bom v diplomskem delu predstavil načrtovanje zamenljivega priključka za viličar, ki bo prilagojen našim potrebam in omejitvam.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen tega diplomskega dela je razviti učinkovit in varen priključek za viličar, ki bo omogočal lažje prelaganje cevi v logističnem procesu. Glavni cilj je zasnovati konstrukcijo, ki bo robustna, enostavna za uporabo in bo ustrezala standardom ter tehničnim predpisom s področja dvižne opreme. V diplomskem delu bom predstavil ključne tehnične in varnostne izzive.

Poleg teh tehničnih ciljev želim med izdelavo diplomskega dela pridobiti široko znanje o procesu načrtovanja izdelkov, od začetnih idej in konceptov do njihove realizacije. Pomemben vidik mojega diplomskega dela so hipoteze, ki sem jih določil na začetku:

– **H1**: Konstrukcija zamenljive opreme bo zadoščala potrebam logistike.

– **H2**: Prenos bremena s kleščami je hitrejši in enostavnejši kot s trakovi.

– **H3**: Z uporabo tehničnih predpisov bomo zagotovili varno uporabo.

– **H4** – BTEC 2024: Trajnostna izboljšava dvigovanja bremen.

Želim se seznaniti s postopkom učinkovite postavitve takšnega izdelka na trg, vključno z analizo trga, razumevanjem potreb uporabnikov ter upoštevanjem ekonomskih in pravnih vidikov. V diplomskem delu bom raziskal in predstavil tudi teoretični in računski del načrtovanja ter spoznal primerne materiale in postopke izdelave.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri samem procesu prelaganja tovora bomo skupaj z bremensko ročico, ki jo bomo načrtovali sami, uporabljali tipske klešče za okrogle materiale z nosilnostjo 500 kg. Tipske klešče uvrščamo v kategorijo ločenih dvižnih pripomočkov. Z zamenljivo bremensko ročico bomo klešče povezali s trebušastim škopcem.

Menim, da bom z zasnovo primerne bremenske ročice za viličar bistveno izboljšal učinkovitost prelaganja cevi in zmanjšal tveganje, povezano z varnostjo. Predlagana rešitev bo poenostavila proces, kar bi lahko na dolgi rok prineslo tudi večjo konkurenčnost na trgu.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri izdelavi diplomskega dela sem uporabil več pristopov za dosego natančnih rezultatov in razumevanje problematike. Najprej sem uporabil analizo primarnih virov, kot so ustrezne evropske direktive, vključno z Direktivo o strojih in standardi, ki urejajo področje varnosti strojev in zamenljive opreme. To mi je omogočilo poglobljeno razumevanje zakonodajnih zahtev, ki jih mora izpolnjevati zasnova bremenske ročice. Pri analizi tehnične zakonodaje in standardov sem uporabil metodo komparativne analize, s katero sem primerjal zahteve različnih standardov in ugotovil ključne elemente, ki jih mora zajemati tehnična dokumentacija. Na podlagi teh primerjav sem oblikoval tudi ukrepe za zmanjšanje tveganj.

Druga pomembna metoda, ki sem jo uporabil, je bila eksperimentalna analiza materialov, kjer sem izbral konstrukcijsko jeklo, ki bi zagotovilo ustrezno trdnost in varnost, brez nepotrebnega povečanja stroškov. Pri analizi možnosti uporabe materiala in določitvi dimenzij nosilcev sem se oprl na izračune nateznih napetosti in upošteval nosilnosti vilic viličarja.

Poleg tega sem izvedel tudi oceno tveganja po metodologiji, ki je priporočena v standardih za varnost strojev. Ta ocena mi je pomagala identificirati in razvrstiti potencialne nevarnosti, povezane z uporabo bremenske ročice, kot so zdrs, padec bremena in nepravilna uporaba.

2 EVROPSKA ZAKONODAJA

2.1 Osnove tehnične zakonodaje

Enotna tehnična zakonodaja v EU je bila uvedena z namenom, da bi odpravila ovire pri trgovanju med državami članicami ter zagotovila varnost in zaščito javnih interesov, kot je zdravje ljudi, živali, okolja in premoženja. Cilj te zakonodaje je ustvariti enake pogoje za vse proizvajalce, njihove zakonite zastopnike, uvoznike in distributerje znotraj EU, hkrati pa olajšati prost pretok blaga brez nepotrebnih tehničnih ovir. Države članice so zato dolžne v svojo nacionalno zakonodajo vključiti direktive novega pristopa, ki opredeljujejo temeljne varnostne in zdravstvene zahteve za proizvode. Te direktive ne predpisujejo obvezne uporabe specifičnih standardov, vendar uporaba harmoniziranih standardov daje domnevo, da je proizvod skladen s temi zahtevami.

Direktive prav tako določajo postopke za ugotavljanje skladnosti, s katerimi mora proizvajalec zagotoviti, da njegov izdelek izpolnjuje vse predpise, preden ga ponudi na trgu. Proizvajalec je odgovoren za varnost izdelka in mora zagotoviti, da nosi oznako CE, kar potrjuje skladnost z evropsko zakonodajo. Ta zakonodaja zajema vse faze življenjskega cikla proizvoda – od načrtovanja in proizvodnje do uporabe, vzdrževanja, demontaže ter odlaganja ali recikliranja – kar zagotavlja trajno skladnost in varnost proizvoda.

Tehnična zakonodaja je bilo eno izmed prvih področij, ki ga je Slovenija prilagodila evropskim pravilom s sprejetjem Zakona o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS). Zakon je prinesel temeljna načela novega in globalnega pristopa, ki opredeljujejo bistvene varnostne in zdravstvene zahteve, vendar proizvajalcem puščajo prosto izbiro tehničnih rešitev za doseganje teh ciljev. Leta 2008 je bila zakonodaja posodobljena na podlagi Uredbe (ES) št. 765/2008 Evropskega parlamenta in Sveta, kar je okrepilo nadzor nad proizvodi, pomemben dejavnik za zagotavljanje varnosti na trgu. Danes ZTZPUS, skupaj z vsemi spremembami, še vedno predstavlja temelj tehnične zakonodaje v Sloveniji.

Zakon ZTZPUS-1 določa pogoje za dajanje proizvodov na trg ali v uporabo ter njihovo dostopnost na trgu. Opredeljuje tehnične zahteve za proizvode, postopke ugotavljanja skladnosti in zahteve za organe, ki sodelujejo v teh postopkih. Prav tako natančno določa dokumentacijo, ki mora spremljati proizvod ob vstopu na trg ali ob začetku uporabe. Cilji zakona so usmerjeni v zaščito javnega interesa, zagotavljanje varnosti, varovanje zdravja ljudi, živali in rastlin, varstvo potrošnikov, okolja ter premoženja. Predpisi so določeni v obliki

pravilnikov in odredb, kot je na primer Pravilnik o varnosti strojev. Zakon ne velja za proizvode, ki so urejeni z drugimi posebnimi zakoni; v teh primerih veljajo določbe Zakona o splošni varnosti proizvodov (ZSVP-1). (Dajčman, 2017)

2.2 Direktiva o strojih

Direktiva o strojih (2006/42/ES) je evropski pravni akt, ki določa bistvene zdravstvene in varnostne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati stroji, preden so lahko dani na trg ali v uporabo v državah članicah Evropske unije. Namen direktive je zagotoviti, da so stroji varni za uporabnike ter da ne predstavljajo tveganja za zdravje in varnost ljudi, živali, premoženja in okolja. Direktiva pokriva širok spekter strojev in določa postopke za ugotavljanje skladnosti z varnostnimi zahtevami, kot so priprava tehnične dokumentacije, ocena tveganja, pridobitev certifikata o skladnosti (ES pregled tipa) in namestitev oznake CE. Če proizvajalci sledijo direktivi in harmoniziranim standardom, njihovi izdelki izpolnjujejo zahteve za prost pretok znotraj trga EU.

Izkušnje z Direktivo 2006/42/ES so pokazale nekatere pomanjkljivosti in nedoslednosti v zvezi s pokritimi proizvodi in postopki ugotavljanja skladnosti. Zaradi tega je bilo nujno izboljšati in poenostaviti določbe direktive ter jih prilagoditi tržnim potrebam. Prav tako je bilo treba oblikovati jasna pravila za proizvode, ki spadajo pod novo uredbo, da se zagotovi njihova dostopnost na trgu.

Pravila, ki urejajo zahteve za proizvode, kot so bistvene zdravstvene in varnostne zahteve ter postopki ugotavljanja skladnosti, morajo biti enotno uporabljena v vseh državah članicah EU, brez možnosti različnega tolmačenja. Zato je bila Direktiva 2006/42/ES nadomeščena z novo uredbo (EU) 2023/1230. Nova Uredba EU o strojih se osredotoča na aktualne tehnološke trende, kot so umetna inteligenca, internet stvari in kibernetska varnost, ter vključuje praktične izkušnje, pridobljene v preteklih letih.

Pomembna sprememba je, da gre zdaj za uredbo in ne za direktivo. To pomeni, da je uredba zavezujoča za vse države članice EU in se uporablja neposredno, brez potrebe po nacionalnih prilagoditvah. Nova Uredba (EU) 2023/1230 o strojih, ki je bila sprejeta 14. junija 2023, bo z 20. januarjem 2027 nadomestila trenutno veljavno Direktivo o strojih 2006/42/ES in Direktivo Sveta 73/361/EGS. Ta uredba je bila objavljena 29. junija 2023 v Uradnem listu Evropske unije. (EVROPSKA KOMISIJA PODJETNIŠTVO IN INDUSTRIJA, 2010)

Kako opredelimo stroj

V Direktivi o varnosti strojev je stroj definiran v petih točkah, ki opisujejo različne oblike sklopov in naprav.

Po tej definiciji je stroj:

- sklop povezanih delov ali komponent, pri čemer se vsaj eden od njih premika;
- sklop delov, ki še nima priključkov na vire energije in gibanja, vendar je pripravljen za uporabo, ko so ti priključeni;
- sklop, pripravljen za namestitev in delovanje, tudi če je nameščen na prevozno sredstvo, v zgradbi ali konstrukciji;
- sklop strojev, ki so razporejeni in povezani tako, da delujejo kot usklajena celota;
- sklop delov ali komponent, pri katerih je vsaj eden gibljiv, namenjen za dviganje bremen, kjer je edini vir energije neposredna uporaba človeške sile;
- zamenljiva oprema, ki spremeni funkcijo stroja in se daje v promet z namenom, da jo upravljavec sam poveže s strojem.

2.3 Harmonizirani standardi

Pri načrtovanju strojev je zelo pomembno, da uporabljamo harmonizirane standarde. Harmonizirani standardi ustvarjajo domnevo o skladnosti stroja. Bistvene zahteve so navedene v Pravilniku o varnosti strojev.

Standardi proizvajalcem ponujajo smernice za varnostne ukrepe, ki zagotavljajo varnost uporabnikov strojev in uporabo varnostnih komponent v različnih življenjskih fazah strojev, kot so montaža, demontaža, nastavljanje, delovanje, vzdrževanje in transport. Ko proizvajalec pri izdelavi stroja uporabi standard, se predvideva, da je njegov stroj skladen z ustrezno direktivo. Kljub temu uporaba harmoniziranih standardov ni obvezna, saj lahko proizvajalci dosežejo skladnost tudi z uporabo drugih standardov ali celo z nestandardnimi ukrepi.

Uporaba harmoniziranih standardov je sicer priporočljiva, saj če jih proizvajalec ne uporabi, mora izvesti celovito oceno tveganj in zmanjšati nevarnosti na sprejemljivo raven, ki ne sme biti nižja od tiste, ki jo zagotavljajo harmonizirani standardi. Tovrstni pristop mora biti natančno obrazložen in dokumentiran v tehnični mapi stroja. V primeru strojev iz Priloge IV lahko

proizvajalec, ki upošteva harmonizirane standarde, opravi ugotavljanje skladnosti brez potrebe po priglašenem organu.

Pomembno je poudariti, da uporaba harmoniziranih standardov olajša oceno tveganja, vendar ne odpravi v celoti obveznosti proizvajalca, da izvede oceno tveganja za stroj. Če se proizvajalec odloči, da ne bo uporabil harmoniziranih standardov ali jih bo uporabil le delno, mora v tehnično dokumentacijo vključiti oceno tveganja in ukrepe, ki zagotavljajo skladnost z bistvenimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami. V takšnih primerih se sklic na harmonizirane standarde v ES izjavi o skladnosti ne navaja, temveč se navedejo le deli ali klavzule, ki so bili uporabljeni.

Varnostni standardi za stroje so zasnovani kot sistem harmoniziranih standardov, saj je zaradi raznolikosti in unikatnosti strojev nemogoče izdelati standard za vsak stroj posebej. Standardi so razvrščeni v tri tipe – A, B in C. Ta razvrstitev omogoča avtorjem standardov, da se pri izdelavi standardov za posamezne kategorije strojev sklicujejo na horizontalne standarde, ki vključujejo preverjene tehnične rešitve. Standardi tipa A in B, ki obravnavajo splošne in posebne varnostne zahteve, so koristni tudi za proizvajalce, ki izdelujejo stroje, za katere standardi tipa C niso na voljo.

Harmonizirani standardi so strukturirani na način, ki vključuje ključne elemente za zagotavljanje skladnosti proizvodov z ustreznimi predpisi. Običajno zgradba standarda vsebuje naslednje sestavine: opredelitev obsega standarda, ki natančno določa področje uporabe in morebitno izvzetje; referenčne standarde in tehnične specifikacije, kot so EN, ISO, IEC in druga vodila; izrazoslovje, ki pojasnjuje uporabljene izraze; analizo nevarnosti, ki opredeljuje tveganja, povezana s proizvodom; tehnične specifikacije, ki opisujejo tehnične zahteve; izvedbo preskusov, ki določajo postopke testiranja; označevanje izdelka in navodila za uporabo.

Seznami harmoniziranih standardov, katerih uporaba ustvarja domnevo o skladnosti proizvoda z zahtevami posamezne direktive ali tehničnega predpisa, se nenehno posodabljajo. Nove izdaje standardov nadomestijo starejše, pri čemer je za prehod na nove zahteve vedno določeno prehodno obdobje. To prehodno obdobje proizvajalcem omogoča, da prilagodijo svoje proizvode novim standardom, preden se starejši standardi umaknejo iz uporabe.

2.4 Vloga gospodarskih subjektov

Gospodarski subjekti, kot so proizvajalci, distributerji in uvozniki, igrajo ključno vlogo pri zagotavljanju skladnosti z evropsko zakonodajo. Njihove naloge so jasno opredeljene, saj vsak gospodarski subjekt nosi odgovornost za zagotavljanje, da stroji in oprema, ki jih proizvajajo ali distribuirajo, ustrezajo bistvenim zahtevam.

2.4.1 Proizvajalci

Proizvajalci imajo največjo odgovornost za načrtovanje, izdelavo in pregledovanje strojev. Proizvajalci morajo zagotoviti, da je stroj varen za uporabo in da so bile izvedene vse potrebne ocene tveganja. Pomembna naloga proizvajalca je tudi priprava tehnične dokumentacije, vključno z navodili za uporabo in varnostnimi opozorili. Proizvajalec je dolžen pridobiti oznako CE, ki potrjuje skladnost z zakonodajo, in izdati ES izjavo o skladnosti. ES izjava o skladnosti je dokument, v katerem proizvajalec potrdi, da je izdelek skladen z vsemi relevantnimi direktivami EU in standardi. ES izjava o skladnosti je torej pravna listina – izjava proizvajalca, ki temelji na dokazih, da je izdelek varen in v skladu s predpisi. To je ključen dokument za pravno omogočanje prometa izdelka na trgu Evropske unije.

2.4.2 Distributerji

Distributerji morajo poskrbeti, da izdelki, preden gredo na trg, izpolnjujejo vse zahteve zakonodaje. Še posebej je to pomembno pri izdelkih, ki prihajajo izven EU. Njihova naloga je preveriti, ali so na proizvodu nameščene vse potrebne oznake in ali so priložena navodila za uporabo. Distributerji morajo zagotoviti tudi, da stroji ne predstavljajo nobenih nevarnosti pri skladiščenju in transportu.

2.4.3 Uvozniki

Uvozniki, ki uvažajo stroje na evropski trg iz tretjih držav, morajo zagotoviti, da proizvodi izpolnjujejo vse aktualne zahteve EU. Izpolnjevati morajo zahteve standardov, kot je SIST EN ISO 12100. Prav tako morajo preveriti, ali je proizvajalec opravil vse potrebne postopke za oceno tveganja, vključno s pridobitvijo oznake CE, in ali je zagotovljena ustrezna tehnična dokumentacija. Zelo pomembno je, da vsi gospodarski subjekti sodelujejo s pristojnimi organi in jim zagotovijo dostop do tehnične dokumentacije, saj lahko samo tako izboljšujejo proizvodne procese in zagotavljajo vedno višji nivo varnosti in uporabnosti.

2.4.4 Priglašeni organi

Nadzor nad ustreznostjo proizvodov v skladu z določbami Zakona o splošni varnosti proizvodov izvaja Tržni inšpektorat RS. Zaradi širokega spektra proizvodov, ki so zajeti v ta zakon, Tržni inšpektorat RS pri nadzornih dejavnostih pogosto sodeluje z drugimi pristojnimi organi, kot sta Zdravstveni inšpektorat RS in Urad RS za kemikalije. Skupaj zagotavljajo, da so proizvodi na trgu skladni z varnostnimi zahtevami in ne ogrožajo zdravja ali varnosti potrošnikov.

Inšpekcijski organi izvajajo redne preglede pri proizvajalcih in distributerjih, kjer preverjajo skladnost proizvodov z zakonodajo, prav tako pa se poostreno osredotočajo na nadzor med sejmi in prodajo na terenu, kot so stojnice in premične trgovine. Ti pregledi pomagajo zagotoviti, da so vsi proizvodi, ne glede na to, kje se prodajajo, varni in skladni z veljavnimi predpisi.

Priglašeni organi imajo pomembno vlogo v zakonskih postopkih pri zagotavljanju skladnosti z evropskimi varnostnimi standardi in predpisi. Gre za neodvisne institucije, ki jih imenujejo države članice Evropske unije, da opravljajo naloge v zvezi z oceno skladnosti strojev in drugih izdelkov. Priglašeni organi imajo odgovornost preverjanja in potrjevanja skladnosti visoko tveganih strojev in opreme, ki zahtevajo dodatno zunanjo presojo. Njihova vloga je ključna pri oceni tveganja v primerih, ko so proizvodi tako kompleksni ali nevarni, da zahteve ni mogoče izpolniti le z notranjo oceno tveganja, ki jo opravi proizvajalec sam. Kot primer pri določenih vrstah dvigal morajo priglašeni organi izvajati posebne postopke testiranj. Njihov neodvisni

pristop na trgu povečuje zaupanje v varnost in kakovost na evropskem trgu. Njihovo mnenje in ocena sta bistvena za pridobitev oznake CE, ki omogoča prost pretok izdelkov na trgu EU. Priglašeni organi sodelujejo tudi s pristojnimi nacionalnimi organi in pomagajo pri reševanju kompleksnejših vprašanj.

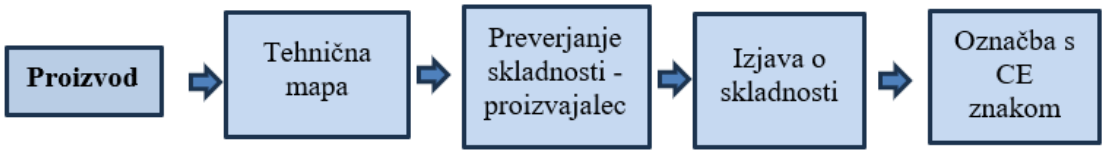
2.5 Ugotavljanje skladnosti

Ugotavljanje skladnosti je ključna zahteva, določena v direktivi, ki jo je treba izvesti pred dajanjem proizvoda na trg. Postopek je obvezen in se razlikuje glede na vrsto strojev ter glede na to, ali so bili pri načrtovanju stroja upoštevani harmonizirani standardi. Proizvajalec lahko ugotavljanje skladnosti izvede sam, če je usposobljen in izpolnjuje vse zahteve, ali pa za ta postopek najame priglašene organe, ki so specializirani za izvajanje teh preverjanj.

Direktiva predvideva tri različne postopke ugotavljanja skladnosti, katerih uporaba je možna le, če so izpolnjeni določeni pogoji. Prvi pogoj je, da stroj spada v področje uporabe vsaj enega harmoniziranega standarda tipa C, ki zajema specifične zahteve za določeno vrsto strojev. Drugi pogoj je, da harmonizirani standardi, ki se uporabljajo, vključujejo vse bistvene zdravstvene in varnostne zahteve, ki jih določa ocena tveganja za stroj. Tretji pogoj pa je, da sta zasnova in izdelava stroja skladni z zahtevami teh uporabljenih harmoniziranih standardov, kar zagotavlja varnost in skladnost z zakonodajo.

2.5.1 Postopek z notranjo kontrolo proizvodnje

Ta postopek se uporablja samo takrat, ko proizvodi oz. izdelki predstavljajo nizko tveganje. V tem postopku je dovolj, da proizvajalec izda tehnično mapo proizvoda. Glede na izdano mapo sprejme ukrepe za zagotavljanje skladnosti proizvoda in bistvene varnostne in zdravstvene zahteve. Proizvajalec izdela pisno izjavo o skladnosti proizvoda in proizvod označi z oznako CE. V tem postopku lahko proizvajalec brez priglašenega organa sam opravi postopek skladnosti.

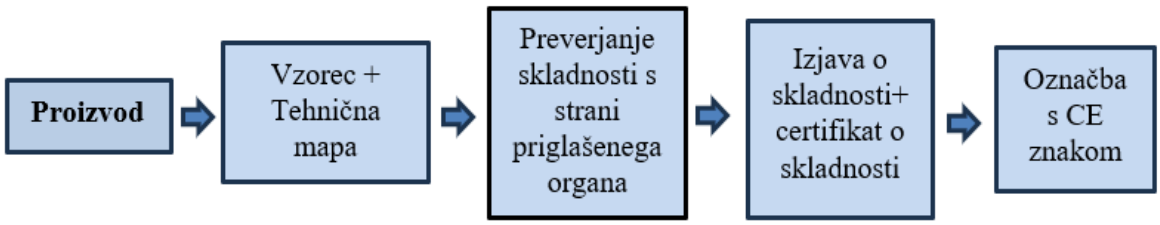


Slika 1: Shema postopka z notranjo kontrolo

Vir: Lasten vir

2.5.2 Postopek z ES-pregledom tipa stroja

V postopek z ES-pregledom se vključi tudi priglašen organ, ki mora potrditi, da je proizvod skladen z bistvenimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami direktive. Proizvajalec mora pripraviti tehnično dokumentacijo stroja in jo skupaj z vlogo za ES-pregled tipa predložiti priglašenemu organu v presojo. Priglašeni organ nato pregleda tehnično dokumentacijo in preveri, ali je bil proizvod izdelan v skladu z njo. Prav tako pregleda vse uporabljene harmonizirane standarde in v sodelovanju s proizvajalcem izvede preizkus, da preveri, ali je stroj izdelan skladno s pregledano tehnično dokumentacijo. Če stroj izpolnjuje zahteve direktive, priglašeni organ izda certifikat o ES-pregledu tipa, ki velja pet let. Po tem obdobju mora proizvajalec priglašenemu organu poslati zahtevek za ponovno presojo veljavnosti certifikata. Poleg oznake CE mora proizvajalec v izjavo o skladnosti dodati še identifikacijsko številko priglašenega organa, ki je izvedel postopek ugotavljanja skladnosti.

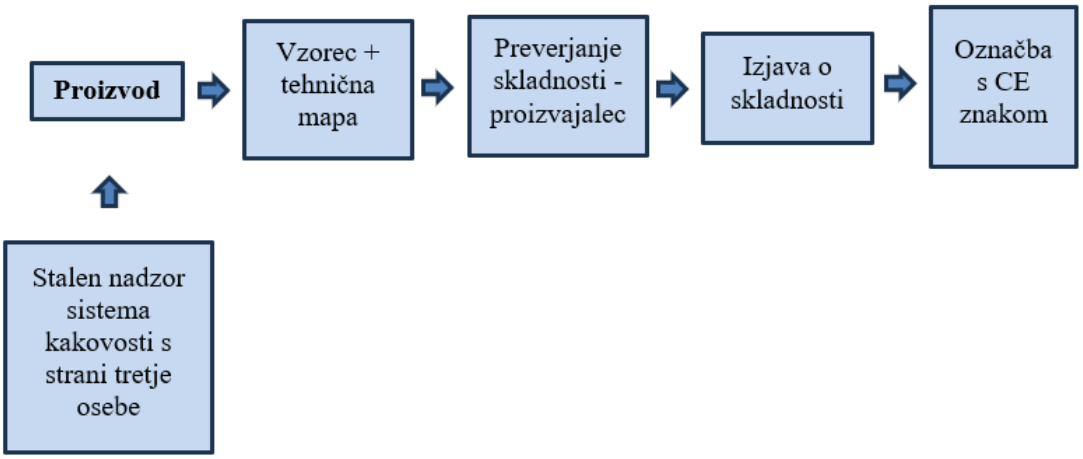


Slika 2: Shema postopka z ES-pregledom tipa stroja

Vir: Lasten vir

2.5.3 Postopek s popolnim zagotavljanjem skladnosti

V tem postopku priglašeni organ preveri in oceni sistem za zagotavljanje kakovosti, ki ga uporablja proizvajalec. Ta sistem vključuje vse potrebne informacije o proizvodnji in izdelkih. Namen sistema je zagotoviti, da vsi izdelani proizvodi ustrezajo zahtevam direktive. Priglašeni organ preuči, ali so proizvodi skladni s harmoniziranimi standardi, ki so zapisani v sistemu, ter ali podjetje sledi določenim ciljem kakovosti, ki jih je opredelilo. Poleg tega priglašeni organ periodično nadzira uporabo sistema, da preveri, ali ga proizvajalec vzdržuje, in zagotavlja, da so izpolnjene vse zahteve glede kakovosti.



Slika 3: Shema postopka s popolnim zagotavljanjem skladnosti

Vir: Lasten vir

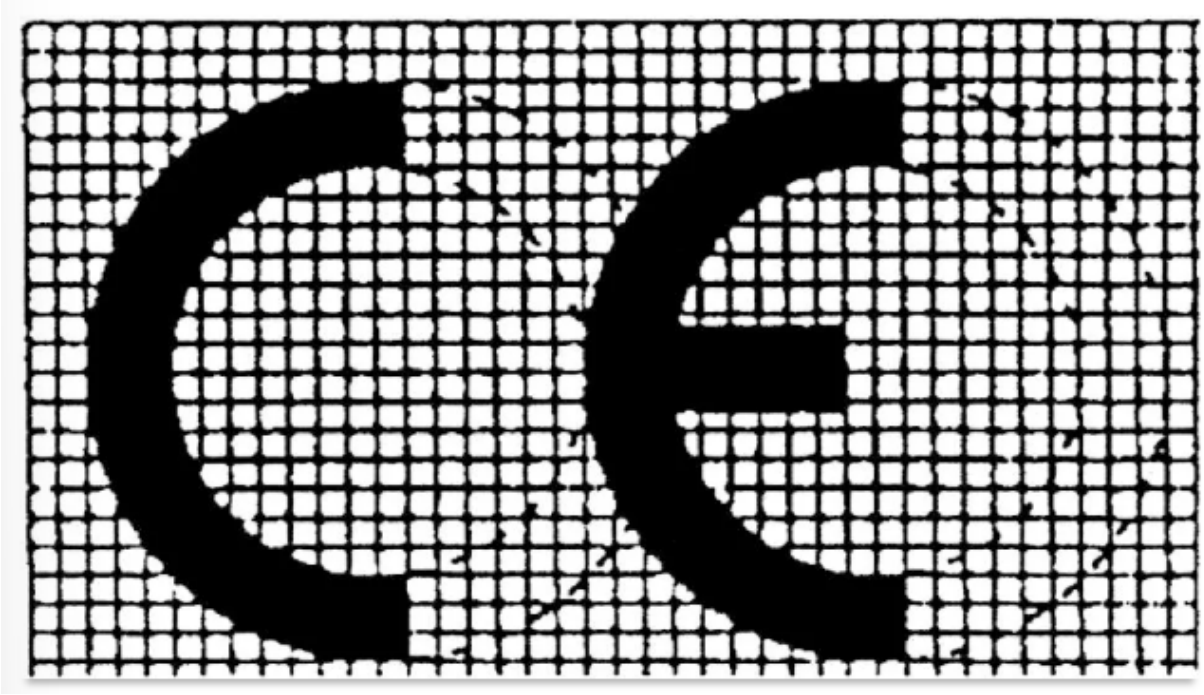
2.6 Oznaka CE

Oznaka CE na strojih je ključni znak, ki potrjuje, da je stroj skladen z vsemi ustreznimi evropskimi zakonodajnimi zahtevami, vključno z varnostnimi in zdravstvenimi standardi. Oznaka CE dokazuje, da je izdelek prestal vse potrebne postopke ugotavljanja skladnosti, kar vključuje testiranja, preglede tehnične dokumentacije in ocene tveganja, ter da izpolnjuje zahteve direktiv, kot je Direktiva o varnosti strojev (2006/42/ES). Proizvajalec s tem potrjuje, da je stroj varen za uporabo in da ustreza tehničnim in pravnim zahtevam, ki so enotne po vsej Evropski uniji. Oznaka CE na stroju mora biti vidno nameščena, skupaj z identifikacijsko številko priglašenega organa (če je bil vključen v postopek ugotavljanja skladnosti). Poleg oznake CE mora proizvajalec stroj opremiti še z vrsto drugih podatkov, ki jih običajno navede na tablici s podatki, pritrjeni na stroj. Ti podatki morajo biti čitljivi in trajni, da se zagotovi

njihova obstojnost čez celotno življenjsko dobo stroja. Med obvezne podatke, ki morajo biti navedeni na vsakem stroju, sodijo:

- ime in naslov proizvajalca,
- oznaka serije ali tipa stroja,
- serijska številka, če je na voljo,
- leto izdelave stroja.

Ti podatki so ključnega pomena za identifikacijo stroja in zagotavljajo sledljivost ter informacije o izvoru in tipu stroja, kar je bistveno za vzdrževanje, servisiranje in morebitne varnostne preglede. Oznaka CE omogoča prost pretok izdelkov znotraj EU in zagotavlja, da stroj izpolnjuje varnostne standarde, ki so določeni z evropsko zakonodajo. CE je kratica za Conformité Européenne – evropsko skladnost in obstaja že od leta 1993. (Dajčman, Gradivo-za-TPN, 2017)



Slika 4: Oznaka CE

Vir: (https://standardi.si/ce-znak/)

2.7 Tehnična mapa

Tehnična mapa je ključna dokumentacija, ki jo mora imeti vsak stroj ali naprava, preden je dana na trg, saj dokazuje, da je izdelek skladen z vsemi zakonskimi in tehničnimi zahtevami, ter

zagotavlja varnost in zanesljivost. Tehnična mapa je pomembna, ker vsebuje vse informacije, potrebne za dokazovanje skladnosti s predpisi, kot so zahteve evropskih direktiv (npr. Direktiva o strojih) in harmonizirani standardi. Dokumentacija omogoča pregled delovanja varnostnih ukrepov in izvedenih testiranj, kar zmanjšuje tveganje za nesreče in omogoča proizvajalcu ali operaterju dostop do vseh tehničnih podrobnosti, če bi bilo treba opremo pregledati, nadgraditi ali popraviti.

Vsebina tehnične mape vključuje več ključnih elementov:

- Načrti in tehnične risbe: prikazujejo konstrukcijo, dimenzije in sestavne dele naprave. Pomagajo pri razumevanju, kako je oprema zasnovana in kako jo je treba sestaviti.
- Izračuni in analize: vsebujejo statične in dinamične izračune, ki dokazujejo, da oprema prenese predvidene obremenitve. Ti izračuni so bistveni za oceno trdnosti in varnosti opreme.
- Seznam uporabljenih standardov: tehnična mapa navaja vse standarde, ki so bili uporabljeni za načrtovanje in izdelavo. Uporaba standardov omogoča, da oprema sledi preverjenim varnostnim smernicam.
- Ocena tveganja: analiza vseh možnih nevarnosti pri uporabi stroja, ki določa, kako so bila ta tveganja zmanjšana ali odpravljena. Ocena tveganja je pomembna za zagotavljanje varnosti uporabnikov.
- Navodila za uporabo in vzdrževanje: zagotavljajo navodila za pravilno in varno uporabo, montažo, vzdrževanje ter razgradnjo naprave. Ta navodila so bistvena za preprečevanje nesreč in podaljšanje življenjske dobe opreme.

Tehnično mapo izdela proizvajalec ali pooblaščena oseba, ki je odgovorna za zasnovo in skladnost naprave z zakonodajo. Po pripravi lahko tehnično mapo preveri in pregleda priglašeni organ (če je treba), zlasti pri napravah, kjer so varnostna tveganja visoka. Pregled tehnične mape je ključen za pridobitev oznake CE, saj zagotavlja, da je oprema varna za uporabo in skladna s predpisi.

Vsak del tehnične mape igra vlogo pri dokumentiranju skladnosti naprave z zakonodajo in standardi ter zagotavlja popolno sledljivost in varnost. V primeru revizije, okvare ali nesreče tehnična mapa služi kot dokaz, da je proizvajalec upošteval vse predpisane varnostne ukrepe.

3 BISTVENE VARNOSTNE ZAHTEVE ZA BREMENSKO ROČICO

V skladu s Prilogo I Direktive o strojih (2006/42/ES) morajo stroji izpolnjevati bistvene varnostne in zdravstvene zahteve, ki zagotavljajo zaščito uporabnikov in zmanjšujejo tveganje za nezgode ali poškodbe. Te zahteve so osnovane na načelu varnostne integracije, kar pomeni, da morajo biti tveganja ocenjena in obvladana že v fazi zasnove. Stroji morajo biti načrtovani in izdelani tako, da upoštevajo vse možne nevarnosti, tako pri običajni uporabi kot tudi pri predvidljivih napačnih uporabah. Pomembno je, da stroji zagotavljajo ustrezno mehansko trdnost in stabilnost, da prenesejo predvidene obremenitve brez tveganja za deformacije ali zlome. Ergonomija je prav tako pomemben vidik, saj morajo biti stroji zasnovani tako, da omogočajo varno in enostavno upravljanje ter vzdrževanje. Poleg tega morajo biti vsa nevarna mesta, kot so gibljivi deli ali ostre površine, ustrezno zaščitena s fizičnimi varovali ali drugimi zaščitnimi mehanizmi. Stroji morajo biti tudi opremljeni z ustreznimi oznakami in navodili za uporabo, da zagotovijo varno delovanje in preprečijo napačne postopke. V nadaljevanju bom podrobneje obravnaval nevarnosti in varnostne ukrepe, specifične za bremensko ročico.

3.1 Definicija zamenljive opreme

Zamenljiva oprema je v Direktivi o strojih (2006/42/ES) definirana kot oprema, ki se pritrdi na osnovni stroj, s čimer se spremeni njegova funkcija ali doda nova. Ta oprema ni del osnovne konstrukcije stroja, temveč se uporablja ločeno, vendar skupaj z osnovnim strojem deluje kot celota. Zamenljivo opremo je treba uporabljati, ko osnovni stroj že deluje, kar pomeni, da ne sme bistveno posegati v osnovno strukturo stroja.

Zamenljiva oprema spada v enako kategorijo kot stroji in mora izpolnjevati enake varnostne zahteve. To pomeni, da tudi za zamenljivo opremo, kot je bremenska ročica, veljajo zahteve po oznaki CE, tehnični dokumentaciji in ugotavljanju skladnosti.

3.2 Mehanske nevarnosti

Mehanske nevarnosti v okviru Priloge I Direktive o strojih (2006/42/ES) zajemajo vse nevarnosti, povezane z mehanskim delovanjem strojev, ki lahko povzročijo poškodbe ali nevarnosti za operaterje in druge osebe. Te nevarnosti se lahko pojavijo zaradi gibljivih delov stroja, neustrezne zasnove, nepravilne uporabe ali neustreznega vzdrževanja. Mehanske

nevarnosti zahtevajo, da so stroji zasnovani tako, da čim bolj zmanjšajo tveganje za poškodbe. Pri tem je pomembna uporaba varoval in varnostnih naprav, pa tudi pravilno načrtovanje stroja, da se nevarnosti čim bolj zmanjšajo že v fazi načrtovanja. (Milan, 2009)

3.2.1 Preobremenitev bremenske ročice

Preobremenitev bremenske ročice se pojavi, ko je na napravo naložen tovor, ki presega njeno načrtovano nosilnost. Ta situacija lahko vodi do deformacije ročice, odpovedi materiala ali zloma ključnih delov, kar poveča tveganje za padanje bremen in resne poškodbe operaterjev ali drugih oseb v bližini. Preobremenitev povzroči, da sile, ki delujejo na ročico, presežejo meje, za katere je bila zasnovana, kar lahko oslabi zvarne spoje, poškoduje jeklene komponente ali povzroči odpoved prijemalnih mehanizmov. Ta nevarnost je še posebej izrazita pri dvigovanju težkih in velikih bremen, kjer je treba posebno pozornost nameniti pravilni uporabi in upoštevanju tehničnih omejitev naprave.

Ukrepi za preprečevanje preobremenitve vključujejo predvsem dosledno upoštevanje tehničnih specifikacij bremenske ročice, redno preverjanje stanja ročice pred vsako uporabo in uporabo varnostnih mehanizmov, kot so opozorilni napisi na vidnem mestu, ki operaterja opozorijo pred dvigovanjem bremena, težjega od predvidenega. Ključno je tudi, da se operaterji strogo držijo predpisanih postopkov in pravilno ocenijo težo tovora pred dvigovanjem. Varnostni faktorji, vključeni v načrtovanje ročice, zagotavljajo določeno stopnjo varnosti, vendar so ti ukrepi namenjeni le kot varnost pred nepredvidenimi obremenitvami in ne kot pravilo za redno uporabo. (Milan, 2009)

3.2.2 Zdrs bremenske ročice

Zdrs bremenske ročice z vilic viličarja se običajno zgodi zaradi nizkega trenja med dvema jeklenima površinama, vilicami viličarja in spodnjo površino bremenske ročice. Ta pojav postane posebej izrazit med naglimi zaviranji ali pospeševanji, ko se zaradi inercijskih sil ročica začne premikati po vilicah. Gibanje povzroči nestabilnost, kar poveča tveganje za padec tovora ali celo zdrs celotne ročice z vilic. Nevarnost zdrsa je večja pri težjih bremenih, kjer nizko trenje med dvema gladkima kovinskima površinama ne zagotavlja zadostne opore, da bi ročica ostala na mestu. (Milan, 2009)

Ustrezni ukrep za preprečevanje zdrsa je uporaba varovalne naprave, kot je veriga, ki ročico trdno pritrdi na viličar. Veriga ali drug varovalni mehanizem zagotavlja dodatno stabilnost in preprečuje nenadzorovano gibanje ročice, tudi ob nenadnih spremembah hitrosti. Z njeno uporabo se prepreči, da bi inercijske sile premaknile ročico s pozicije, kar zagotavlja večjo varnost pri rokovanju z bremeni. Varovalna veriga je preprosta, a učinkovita rešitev, ki bistveno zmanjša tveganje za zdrs in potencialne nesreče.



Slika 5: Primer verige, ki preprečuje zdrs

Vir: (lasten vir)

3.2.3 Padec bremena

Padec bremena med uporabo bremenske ročice se lahko zgodi zaradi zdrsa tovora ali nepravilne uporabe dvižnih klešč. Ena od možnih situacij je, ko upravljavec viličarja s tovorom trči v ovire, kar lahko povzroči destabilizacijo in padec bremena. Pomembno je, da se dosledno upoštevajo navodila za uporabo tako bremenske ročice kot tudi dvižnih klešč. Dvižne klešče so opremljene z zadrževalnim zapahom, ki se samodejno zapre okoli bremena, kar zagotavlja dodatno varnost med dvigovanjem. Za preprečitev zdrsa ali nihanja je ključnega pomena, da se cevi oziroma tovor dviguje čim bližje sredini oziroma v točki težišča. Poleg tega morajo delavci med prevozom ohranjati varnostno razdaljo, da se izognejo morebitnim nesrečam. Upravljavci morajo biti pozorni, da ne dvigujejo pretežkega tovora ali tovora, ki presega premer, dovoljen za dvižne škarje, saj lahko to povzroči odpoved prijemalnih mehanizmov in padec bremena. (Milan, 2009)

3.2.4 Ostri robovi

Ostri robovi in koti na jeklenih profilih, ki se lahko pojavijo pri bremenski ročici, predstavljajo potencialno nevarnost za uporabnike in delavce v bližini. Ti ostri deli lahko povzročijo ureznine ali poškodbe med rokovanjem ali vzdrževanjem opreme, še posebej če niso ustrezno obdelani ali zavarovani. Priloga I Direktive o strojih (2006/42/ES) zahteva, da morajo biti stroji zasnovani tako, da ne vsebujejo nevarnih ostrih robov ali štrlečih delov, ki bi lahko povzročili poškodbe. To pomeni, da je treba robove ustrezno obdelati, na primer z brušenjem ali zaobljenjem, da se zmanjšajo tveganja. Poleg tega je treba zagotoviti, da ostri deli ne ovirajo pravilne uporabe ročice in da se ob stiku s telesom ne pojavijo nevarnosti za poškodbe. Pravilna obdelava robov in namestitev zaščitnih elementov sta ključni za zagotavljanje varnosti pri uporabi bremenske ročice. (Milan, 2009)

3.3 Ergonomija in varnost operaterjev

Ergonomija in varnost operaterjev sta ključna vidika pri zasnovi strojev in dvigal, saj neposredno vplivata na zdravje, učinkovitost in varnost delavcev. Ergonomija se nanaša na prilagajanje delovnih pogojev človekovim fizičnim zmožnostim, da bi se zmanjšale utrujenost in poškodbe ter povečala produktivnost. Pri dvigovanju bremen je še posebej pomembna pravilna zasnova strojev in opreme, da se zmanjša obremenitev telesa operaterjev. Slaba ergonomija, na primer prisilna drža, dolgotrajno dvigovanje ali ponavljajoči se gibi, lahko povzroči resne poškodbe mišično-skeletnega sistema, vključno z bolečinami v hrbtu, ramenih in rokah.

V skladu s Prilogo I Direktive o strojih (2006/42/ES) morajo biti stroji zasnovani tako, da upoštevajo operaterjeve fizične zmožnosti in omejitve. Pomembno je, da se stroji prilagodijo uporabniku in ne obratno. Utrujenost operaterjev lahko vpliva na varnost in hitrost dela, zato je treba zagotoviti, da je delo čim bolj enostavno in naravno. Hitrost delovanja strojev mora biti taka, da omogoča varno in zanesljivo uporabo, brez pretirane obremenitve operaterja.

Pri dvigovanju bremen je ključnega pomena, da je ročica ali druga oprema prilagojena pravilni uporabi, da se zmanjšajo tveganja za poškodbe. V tem okviru je pomembno zagotoviti udobno držo pri delu, preprečevanje neprimernih položajev telesa ter uporabo mehanizmov, ki omogočajo dvigovanje bremen brez nepotrebnega fizičnega napora operaterja. Zmanjšanje

tveganja za preobremenitve in zagotavljanje ustreznih delovnih pogojev pripomoreta k večji varnosti in boljši delovni učinkovitosti operaterjev.

3.4 Navodila za uporabo

Navodila za uporabo so ključnega pomena za zagotavljanje varne uporabe bremenske ročice, saj vsebujejo vse potrebne informacije o pravilnem delovanju in varnostnih ukrepih, ki jih morajo upoštevati operaterji. Pomembno je, da so z navodili seznanjeni vsi zaposleni, ki uporabljajo bremensko ročico, saj nepravilna uporaba povečuje tveganje za nesreče in poškodbe. Navodila pojasnjujejo, kako pravilno namestiti bremensko ročico na vilice viličarja, kako preveriti brezhibnost naprave pred uporabo in kako se izogniti nevarnostim, kot so preobremenitev, zdrs bremena ali nenadni gibi, ki lahko povzročijo izgubo nadzora nad tovorom.

Nekaj pomembnih točk, ki jih mora vsebovati navodilo:

- pred uporabo je treba opraviti vizualni pregled bremenske ročice; v primeru poškodb ali korozije naprave ni dovoljeno uporabljati;
- treba je preveriti brezhibnost pritrditve bremenske ročice na vilice viličarja ter zagotoviti pravilno namestitev varnostne verige za preprečevanje zdrsa;
- upoštevati je treba največjo nosilnost, določeno za bremensko ročico in viličar; preseganje teh omejitev ni dovoljeno;
- pri dvigovanju in spuščanju tovora je treba poskrbeti za počasno in enakomerno gibanje, da se prepreči nenadzorovano premikanje tovora;
- poskrbeti je treba, da območje pod in okoli bremena ostane ves čas prosto; stanje pod visečim bremenom je strogo prepovedano;
- treba je zagotoviti varen položaj vilic ter paziti na ravnovesje bremena med dvigovanjem in spuščanjem.

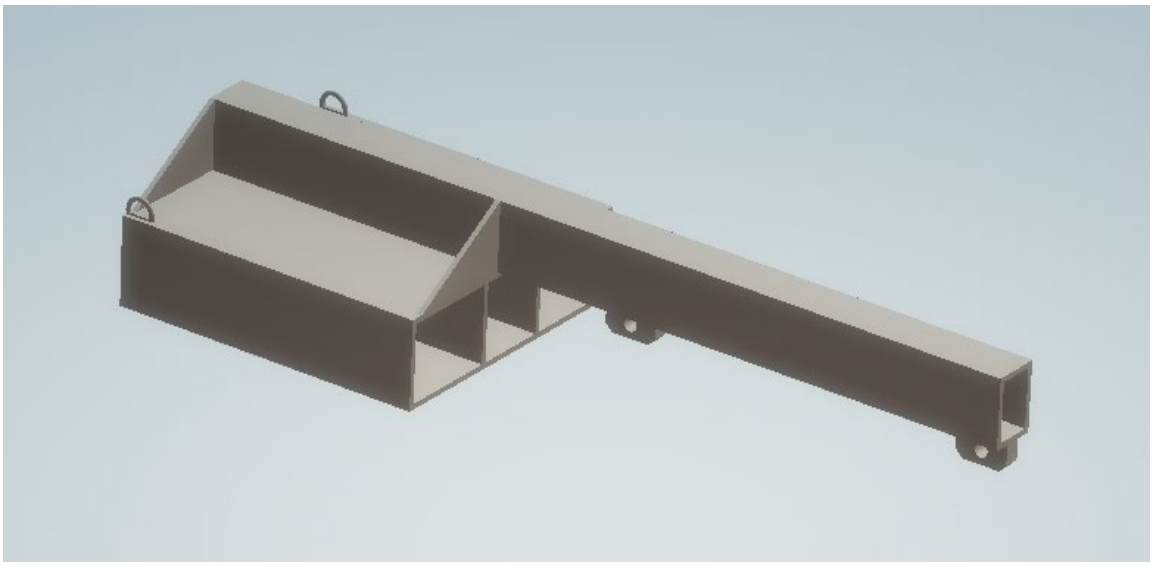
4 ANALIZA STANJA PRI PRENOSU TOVORA

4.1 Vrsta in značilnosti tovora

Pri premikanju cevi z bremensko ročico je pomembno upoštevati njihovo obliko, material in dimenzije. Cevi so valjaste in se lahko razlikujejo po premeru ter dolžini, kar vpliva na način rokovanja. Materiali, iz katerih so cevi izdelane, vključujejo kovine, kot sta jeklo in aluminij, pa tudi plastiko ali kompozitne materiale. Teža cevi je odvisna od materiala in velikosti, pri čemer bomo v našem primeru premikali cevi do teže 500 kg, čeprav je večina cevi težkih do 400 kg. Posebno pozornost je treba nameniti cevem, ki so občutljive na deformacije, saj so tanjše ali mehkejše cevi bolj dovzetne za poškodbe pri nepravilnem dvigovanju. Cevi so pogosto dolge in dosežejo več metrov, zato je treba zagotoviti stabilnost tovora med premikanjem, da se izognemo upogibanju ali nihanju. Če so cevi obdelane s premazom ali zaščitene, je treba biti pri rokovanju pazljiv, da se površina ne poškoduje.

4.2 Bremenska ročica

Bremenska ročica, ki jo bomo uporabljali pri prelaganju cevi v skladišču in na dvorišču, bo zasnovana tako, da bo omogočila enostavno in varno uporabo. Imela bo tri različne dolžine pritrditve za dvižne klešče, kar nam bo omogočalo prilagodljivost pri rokovanju z različnimi situacijami. Na dolžini ročice 1,0 m bo imela nosilnost 500 kg, kar bo zadostovalo za naše potrebe. Izdelana bo iz jekla S 235, ki zagotavlja dolgo življenjsko dobo in odpornost proti obrabi. Zasnova ročice bo omogočila hitro nameščanje in enostavno upravljanje, varnostni mehanizmi pa bodo preprečevali nepravilno uporabo in preobremenitev, kar bo zagotavljalo varno delovanje v različnih pogojih. Predvidena teža ročice bo okoli 50 kg.



Slika 6: 3D model bremenske ročice, narisan v SolidWorksu

Vir: (Lasten vir)

4.3 Dvižne klešče za okrogli material

Uporabili bomo tipske klešče za okrogli material, ki so zasnovane za varno in zanesljivo dviganje okroglih predmetov, kot so cevi, s premerom od 50 do 100 mm. Klešče imajo nosilnost do 1000 kg, kar omogoča prenašanje tudi težjih materialov, pri čemer zagotavljajo stabilen oprijem brez nevarnosti zdrsa. Njihova lastna teža je 4,1 kg, kar omogoča enostavno rokovanje in prilagoditev pri različnih nalogah dvigovanja.

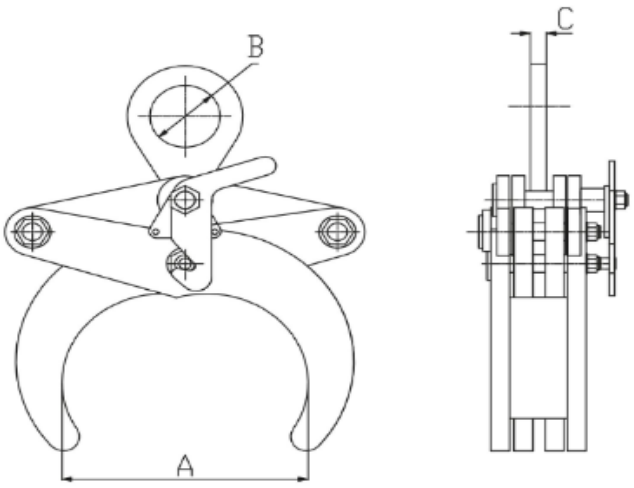
Klešče so zasnovane za dvigovanje različnih vrst okroglih materialov, kar omogoča širok spekter uporabe v različnih industrijskih aplikacijah. Izdelane so iz kakovostnih materialov, kar zagotavlja trpežnost in dolgo življenjsko dobo tudi v zahtevnejših delovnih okoljih. Klešče imajo nastavljiv razpon prijema, kar pomeni, da se lahko prilagodijo različnim velikostim materiala, kar povečuje njihovo prilagodljivost in uporabnost pri delu.

Prijemalo za okrogle materiale je primerno samo za vertikalno dviganje in spuščanje komponent z okroglimi profili. Diagonalni potegi niso dovoljeni.



Slika 7: Dvižne klešče

Vir: (Dvigalotehna: Navodila za uporabo dvižnih klešč)

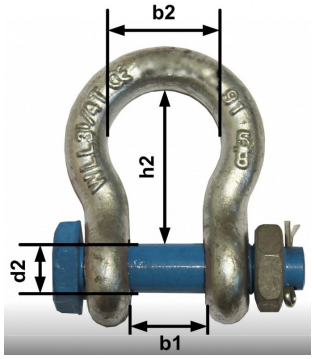


Slika 8: 2D model dvižnih klešč

Vir: (Darko Dajčman: statični izračun – dvižne klešče za okrogli material)

4.4 *Trebušasti škopec*

Pocinkan trebušasti škopec s sornikom, vijakom, matico in zatičem (tipa C) je zasnovan za uporabo v pogojih, kjer je potrebna trajna namestitev in je pričakovano manjše premikanje škopca med uporabo. Zaradi svoje trebušaste oblike omogoča obvladovanje tako vertikalnih kot stranskih obremenitev, kar povečuje njegovo vsestranskost in varnost pri dvigovanju bremen. Pocinkana površina zagotavlja dodatno zaščito pred korozijo, kar je še posebej pomembno pri dolgotrajni uporabi v zahtevnejših industrijskih okoljih ali pri zunanjih aplikacijah. Takšni škopci tipa C so odlična izbira za aplikacije, kjer je potrebna robustna in zanesljiva oprema za dvigovanje, ki lahko prenese obremenitve z različnih smeri. (PTEAM d. o. o., b. d.)



Slika 9: Trebušasti škopec

Vir: (https://www.pteam.si/skopec-hc2#tab_3)

Tabela 1: Tehnične lastnosti škopca

Velikost inch	Nosilnost kg	Dimenzije							Teža kg
		d1 mm	d2 mm	d3 mm	d4 inch	b1 mm	b2 mm	h2 mm	HC2
1/2	2000	13	16	30	5/8	21	33	48	0,37

Vir: (https://www.pteam.si/skopec-hc2#tab_3)

4.5 *Prostor in delovno okolje*

Delovno okolje, kjer poteka prelaganje cevi, je zasnovano tako, da zagotavlja visoko stopnjo varnosti in udobja za vse zaposlene. Delo poteka na asfaltiranem dvorišču in v skladišču z urejeno površino brez pretiranih naklonov, kar zmanjšuje tveganje za zdrse in druge nevarnosti. Oprema, vključno z bremensko ročico in dvižnimi kleščami, je shranjena v pokritem in suhem skladišču, kar preprečuje korozijo in podaljšuje življenjsko dobo opreme.

Vsi vozniki in skladiščniki nosijo odsevna delovna oblačila ter varnostne čevlje s trdim pokrivalom, kar izboljšuje vidnost in zaščito pred poškodbami. Poleg tega so vsi vozniki viličarjev ustrezno usposobljeni za varno in učinkovito upravljanje z opremo, kar zmanjšuje tveganje za nesreče med premikanjem tovora. Delovno okolje je redno vzdrževano, z jasnimi varnostnimi oznakami in potmi za premikanje tovora, kar dodatno prispeva k varnemu delovnemu procesu.

Skrb za zdravje in varnost vključuje preventivne ukrepe, kot so redni pregledi opreme in izobraževanja zaposlenih o pravilnem dvigovanju in varovanju pred poškodbami pri delu. S temi ukrepi se zagotavlja zdravo in varno delovno okolje, kjer je tveganje za nesreče minimalno, produktivnost pa visoka.

5 NAČRTOVANJE

5.1 Izbira materiala

V strojni industriji se zaradi svoje zanesljivosti pogosto uporabljata konstrukcijski jekli S335 in S235. Ključne razlike med njima so v mehanskih lastnostih, ceni in primernosti za različne vrste konstrukcij. Jeklo S335 se odlikuje z višjo natezno in tlačno trdnostjo, kar pomeni, da lahko prenese večje obremenitve, zato je primerno za zahtevnejše projekte, kot so mostovi, težke industrijske naprave in strojni deli, ki so izpostavljeni visokim obremenitvam. Zaradi svoje večje odpornosti na deformacije zagotavlja visoko stopnjo varnosti in dolgoročno vzdržljivost. Vendar je S335 težje obdelovati in variti v primerjavi z mehkejšimi jekli, kar povečuje stroške obdelave. Jeklo S235 pa je bolj ekonomično in lažje za obdelavo, vendar ima nižjo trdnost, zato je primernejše za konstrukcije, kjer niso potrebne ekstremne mehanske lastnosti.

Pri načrtovanju bremenske ročice smo se odločili za jeklo S235, saj je za našo aplikacijo zadostna njegova osnovna trdnost, poleg tega pa omogoča lažjo obdelavo in nižje stroške. Ker je bremenska ročica namenjena srednje velikim obremenitvam in uporabi v manj zahtevnem okolju, S235 ustreza tako ekonomskim kot mehanskim zahtevam našega projekta. (Ren Zoran, 2016)

5.2 Dimenzije glavnega nosilca bremenske ročice

Dimenzije glavnega nosilca sem določil glede na specifične zahteve našega skladiščnega prostora in načina uporabe. Dolžina glavnega nosilca je 1600 mm, vendar je od tega 600 mm nosilca varjenega na konstrukcijo za pritrjevanje na viličar. Odločitev glede dolžine je bila sprejeta na podlagi dejstva, da imamo vedno dostop z viličarjem z obeh strani kombijev in kamionov, kar omogoča dovolj prostora za varno in učinkovito manipulacijo bremen. Podaljševanje nosilca bi sicer povečalo doseg, vendar bi bistveno zmanjšalo nosilnost ročice, kar bi ogrozilo varnost. Poleg tega sem moral pri določanju dolžine upoštevati tudi nosilnost samega viličarja na tej razdalji.

Pri izbiri materiala za glavni nosilec sem se osredotočil na standardne pravokotne debelostenske jeklene profile, ki so znani po svoji trdnosti, stabilnosti in sposobnosti prenosa velikih

obremenitev. Debelostenski profili so pogosto uporabljeni v konstrukcijah, kjer so obremenitve visoke, saj nudijo odlično odpornost proti upogibanju in zvijanju. Na podlagi teh lastnosti sem se odločil za profil dimenzij 120 mm x 80 mm z debelino stene 10 mm, kar zagotavlja zadostno trdnost in stabilnost pri zahtevani nosilnosti.

5.3 Trdnostni preračun

Pri izračunu upogibnega momenta sem upošteval, da je bremenska ročica enaka enostavnemu konzolnemu nosilcu, ki je na eni strani fiksno vpet, na drugi strani pa obremenjen s 500 kg. Za tako vrsto obremenitve nosilca velja, da je največji upogibni moment na mestu fiksne pritrditve.

Upogibni moment izračunamo z enačbo:

$$M = F \times L \tag{5.1}$$

Kjer je

M = upogibni moment [Nm]

F = sila na nosilec (maksimalna obremenitev)

L = dolžina nosilca [m]

Napetost izračunamo po enačbi:

$$\sigma = \frac{M \times y}{I} \tag{5.2}$$

Kjer je

σ = upogibna napetost [Pa]

M = upogibni moment [Nm]

Y = razdalja od nevtralne osi do roba obremenjene stranice

I = vztrajnostni moment prereza

Vztrajnostni moment prereza izračunamo po enačbi:

$$I = \frac{b \times h^3 - b_1 \times {h_1}^3}{12} \tag{5.3}$$

Kjer je

b = zunanja širina profila

h = zunanja višina profila

b_1 = notranja širina

h_1 = notranja višina

Notranje dimenzije b_1 in h_1 izračunamo tako, da odštejemo dvakratno debelino stene zunanjih dimenzij.

Upogib izračunamo po enačbi:

$$\delta = \frac{F \times L^3}{3 \times E \times I} \quad (5.4)$$

Kjer je

δ = upogib [mm]

F = sila [N]

L = dolžina nosilca [mm]

E = modul elastičnosti materiala (za jeklo približno 210.000 MPa)

Izračun ročice

Nosilnost Q: 500 kg

Dolžina ročice L: 1,0 m

Obremenitev: vpliv kombinacije po EN 1990

$$F_{z,Ed} = 1{,}5 \times Q \quad (5.5)$$

$$F_{z,Ed} = 1{,}5 \times 500 \times 9{,}81 = 7{,}36\ kN \quad (5.6)$$

Material *(vrednosti iz tabele B.3 standarda EN 10210-2-2019)*

120 x 80 x 10 mm	A	34,9 cm^2
	I_y	609 cm^4
	W_y	102 cm^3

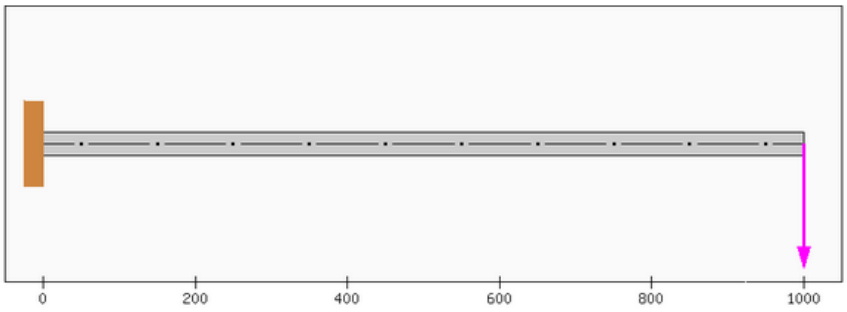
(vrednosti po EN 1992-1-1)

material	f_y	f_u	*E*

	(N/mm²)	*(N/mm²)*	*(N/mm²)*
S 235	235	360	210.000

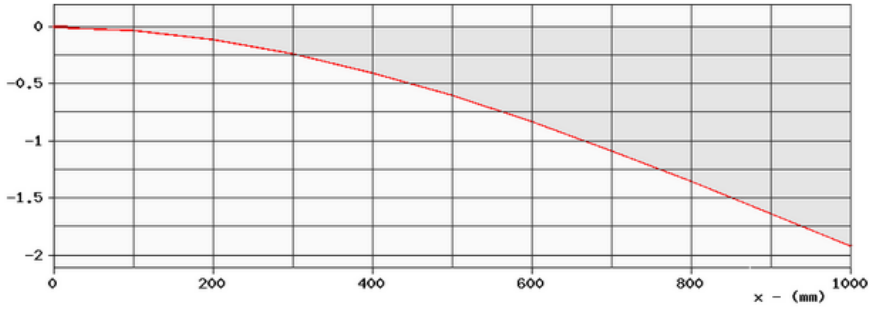
Maksimalne vrednosti iz izračuna

Maks. upogib	f_{max}	-1,92 mm
Maks. uklon	α_{max}	-0,00288 rad
Maks. upogibni moment	$M_{u,max}$	7360.0 Nm
Maks. upogibna napetost	$\sigma_{u,max}$	72.2 N/mm^2
Maks. strižna sila	$F_{s,max}$	-7360.0 N
Maks. strižna napetost	$\tau_{y,max}$	-2.11 N/mm^2
Maks. primerjalna napetost	$\sigma_{p,max}$	72.2 N/mm2



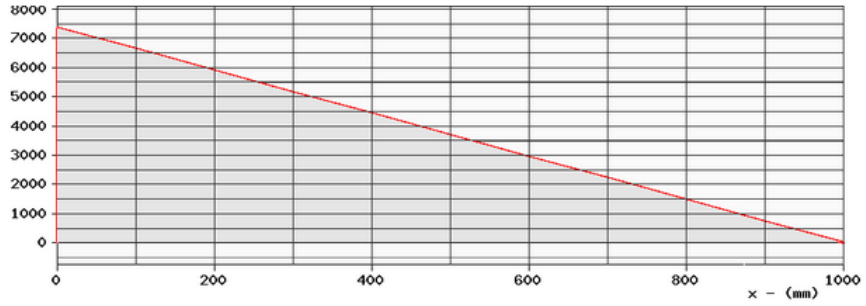
Slika 10: Računski model

Vir: (D. Dajčman: statični izračun)



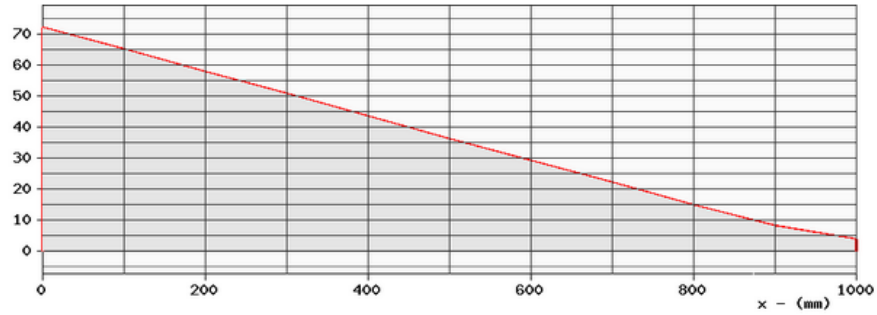
Graf 1: Upogib Fy

Vir: (D. Dajčman: statični izračun)



Graf 2: Upogibni moment

Vir: (D. Dajčman: statični izračun)



Graf 3: Primerjalna napetost

Vir: (D. Dajčman: statični izračun)

Dokaz mejnega stanja nosilnosti

napetost E-E **0,31 < 1**$(\sigma_{p,max} / f_y)$

Dokaz mejnega stanja uporabnosti

Upogib *(x = 1000 mm* ***0,57 < 1*** *(L/300)*

Izbran profil ročice odgovarja projektnim pogojem.

5.4 Natezna napetost v zvaru

Pri preverjanju zvara, ki bo obremenjen samo natezno, se najpogosteje uporablja metoda za preverjanje nateznih napetosti v zvaru. Ta vključuje izračun napetosti in primerjavo z dovoljeno napetostjo materiala ter upoštevanje varnostnih faktorjev.

Površino zvara izračunamo po enačbi:

$$A = a \times l \tag{5.7}$$

Kjer je

A = površina zvara

a = višina kotnega zvara

l = dolžina zvara (ker je varjeno z obeh strani, upoštevamo 2 dolžini zvara)

Natezno napetost zvara izračunamo po enačbi:

$$\sigma = \frac{F}{A} \tag{5.8}$$

Kjer je

σ = napetost v zvaru [Pa]

F = natezna sila [N]

A = površina zvara [mm^2]

Primerjavo z dovoljeno napetostjo zvara izračunamo po enačbi:

$$\sigma_{\text{dovoljeno}} \frac{f_u}{\psi} \tag{5.9}$$

σ_{dop} = natezna trdnost / faktor varnost

Kjer je

f_u = natezna trdnost materiala (S235 f_u = 360 N/mm^2)

ψ = varnosti faktor = 5

Debelina vara:

$$a = 0{,}7 \times t\,min = 0{,}7 \times 5 = 3{,}5\ mm \tag{5.91}$$

t_{min} = minimalna debelina materiala v zvaru

Predpostavljal sem, da je zvar samo na obeh straneh daljših stranic nosilca škopca in da je višina zvara 4 mm. Nosilec je dolg 100 mm.

Dolžina zvara:

$$L = l\text{-}2a = 100 - 2 \times 4 = 92\ mm \tag{5.10}$$

$$L_{zv} = 2 \times L = 184\ mm \tag{5.11}$$

Izračun površine zvara:

$$A_{zv} = a \times L_{zv} \text{ (5.94)} = 4 \times 184 = 736\ mm^2$$

Izračun natezne napetosti v zvaru:

$$\sigma = F_{z,Ed} / A \text{(5.12)} = 7360 / 736 = 10{,}0\ N/mm^2$$

Dokaz mejnega stanja nosilnosti zvara:

$$\sigma_{dop} = f_u / \psi \text{ (5.13)} = 360 / 5 = 72\ N/mm^2$$

Izkoristek:

$$\eta = 0{,}14 < 1$$

Dovoljena napetost za jeklo S235 z upoštevanjem varnostnega faktorja 5 je 72 MPa. Z izračunom smo dokazali, da je zvar ustrezen. Upoštevati moramo, da je poleg matematičnega izračuna ključnega pomena tudi kakovost zvara. Kakovost zvara je treba preverjati s posebnimi metodami, saj lahko samo tako zagotovimo, da v zvarih ni napak, kot so pore, razpoke ali nepopolno taljenje.

5.5 Trajnostni vidiki načrtovanja

V diplomskem delu sem se osredotočil na trajnostne smernice pri načrtovanju bremenske ročice, da bi zagotovil dolgoročno vzdržljivost, zmanjšal potrebo po vzdrževanju in omejil vplive na okolje. Prvi korak k trajnosti je bila izbira materialov, ki so odporni proti obrabi in okolju prijazni. Odločil sem se za trpežna konstrukcijska jekla, ki zagotavljajo visoko nosilnost in odpornost proti deformacijam ter omogočajo dolgotrajno uporabo v zahtevnem industrijskem okolju. Pocinkani materiali so bili izbrani za preprečevanje korozije, saj bo ročica pogosto izpostavljena vlažnim razmeram v skladišču in vremenskim vplivom na prostem.

Pomembno mi je bilo tudi načrtovanje za enostavno vzdrževanje, saj sem želel podaljšati življenjsko dobo ročice in zmanjšati potrebo po pogostih popravilih ali zamenjavah. Vgradnja standardnih komponent in preprostega priključnega sistema omogoča, da se deli po potrebi zlahka zamenjajo ali popravijo, kar zmanjšuje skupne stroške vzdrževanja in količino odpadnih materialov. Redni pregledi in vzdrževanje, ki sem jih vključil v tehnično dokumentacijo, bodo zagotavljali varno delovanje ročice, s čimer se zmanjšuje tveganje za okvare in potencialne

poškodbe. S tem sem želel prispevati k trajnosti opreme, saj redno vzdrževanje preprečuje nepotrebno zavračanje poškodovanih komponent in omogoča daljšo uporabo.

Poudarek na trajnosti se kaže tudi v zasnovi, ki upošteva varnostne in ergonomske zahteve. Ročico sem oblikoval tako, da omogoča enostavno in varno rokovanje, kar zmanjšuje tveganje za poškodbe operaterjev ter s tem povezane stroške in izgube časa, ki bi jih povzročile nezgode. Z optimizacijo oblike in velikosti ročice sem dosegel boljše prilagajanje našim potrebam, kar zmanjša možnost poškodb tako na ročici kot na tovoru. Na ta način sem izboljšal trajnost uporabe, saj oprema zdrži večje število delovnih ciklov brez potrebe po popravilih ali zamenjavah.

Ob zaključku življenjske dobe naprave sem predvidel možnost recikliranja uporabljenih materialov. Konstrukcijska jekla, ki sem jih uporabil, so enostavna za recikliranje, kar omogoča ponovno predelavo materiala po zaključku uporabe in zmanjšuje količino odpadkov ter okoljski odtis projekta.

6 ANALIZA TVEGANJA IN ZMANJŠANJE TVEGANJA Z UPORABO STANDARDA

Analiza tveganja je ključni postopek, ki se izvaja v vseh fazah življenjskega cikla stroja ali naprave, od zasnove do uporabe in vzdrževanja. Njena glavna naloga je prepoznati, oceniti in obvladati vse možne nevarnosti, ki bi lahko ogrozile varnost uporabnikov, okolja ali naprav. Analizo tveganja je treba opraviti v zgodnjih fazah razvoja izdelka, preden pride do njegovega trženja, pa tudi v primeru nadgradnje ali sprememb naprave. Poleg tega se mora izvesti tudi, kadar se ugotovi nova nevarnost ali kadar pride do resnih incidentov v praksi. Proces analize vključuje sistematično identifikacijo vseh možnih nevarnosti, oceno njihove verjetnosti in resnosti ter določitev ustreznih ukrepov za zmanjšanje ali odpravo teh tveganj. Pri tem je treba upoštevati tehnične, organizacijske in človeške dejavnike, kar pomeni, da analiza zajema tako lastnosti stroja kot tudi pogoje uporabe, izobraženost uporabnikov in delovno okolje.

Pogoste napake pri analizi tveganja lahko ogrozijo varnost strojev in osebja ter privedejo do resnih posledic. Ena najpogostejših napak je nepopolna identifikacija nevarnosti. Velikokrat se zgodi, da se nevarnosti ne prepoznajo ali pa se podcenjujejo, zlasti če niso očitno vidne. Na primer, lahko se pozabi na nevarnosti, povezane z vzdrževanjem ali nepravilno uporabo naprave. V proizvodnem procesu lahko to povzroči okvare stroja ali nevarne situacije za operaterje. Tako se lahko na primer v industrijskih procesih zgodi, da čezmerna obraba določenih delov ni ustrezno prepoznana, kar vodi do nenadne okvare in posledično poškodb ali izpadov proizvodnje.

Druga pogosta napaka je napačna ocena verjetnosti in resnosti nevarnosti. Včasih so tveganja napačno ocenjena kot manj verjetna, kar lahko povzroči, da varnostni ukrepi niso dovolj strogi. Na primer, pri napravah, ki delujejo z visokim pritiskom ali temperaturami, je tveganje za napako majhno, vendar lahko posledice, če pride do napake, povzročijo hude nesreče, kot so eksplozije ali uhajanje nevarnih snovi. Primer tega so nesreče v kemični industriji, kjer so bile varnostne naprave napačno ocenjene kot zadostne, kar je povzročilo katastrofalne posledice zaradi nepričakovanih napak.

Nezadostna dokumentacija je še ena resna napaka, ki se pogosto pojavlja pri analizah tveganja. Celovita dokumentacija analize tveganja je ključnega pomena za pravilno izvajanje varnostnih ukrepov in usposabljanje delavcev. Če dokumentacija ni jasna ali je nepopolna, lahko to vodi do neskladnosti v postopkih vzdrževanja in uporabe, kar povečuje verjetnost napak. Na primer,

če so navodila za uporabo in vzdrževanje pomanjkljiva, lahko delavci nevede napačno uporabljajo naprave ali preskočijo pomembne preglede, kar lahko povzroči nesreče.

Napaka, ki je pogosto spregledana, je tudi neupoštevanje človeškega dejavnika. Medtem ko stroji lahko delujejo brezhibno, so ljudje tisti, ki delajo napake – bodisi zaradi utrujenosti, nepozornosti ali neustreznega usposabljanja. V analizi tveganja je pomembno, da se predvidi tudi možnost človeških napak in da se uvedejo sistemi, ki zmanjšujejo vpliv teh napak. Primer je delavec, ki zaradi pomanjkanja usposobljenosti napačno interpretira delovanje varnostnih mehanizmov in nadaljuje z delom kljub nevarnostim, kar lahko povzroči nesreče.

Nazadnje je pomembno omeniti tudi pomanjkljivo vzdrževanje in preglede. Tveganja, povezana z obrabo materialov in komponent, so pogosto podcenjena. Če vzdrževanje in redni pregledi niso vključeni v postopek analize tveganja, se sčasoma povečajo možnosti za okvare in posledične nesreče. Na primer, če stroji ali naprave, kot so industrijska dvigala, niso redno pregledani, lahko kritične komponente odpovejo, kar vodi do nevarnih situacij.

Napake pri analizi tveganja imajo lahko hude posledice v praksi. Nepravilno ocenjena ali nepopolna analiza lahko privede do delovnih nesreč, v katerih pride do poškodb, smrti ali večjih materialnih škod. Poleg tega lahko to povzroči finančne izgube zaradi ustavitve proizvodnje, popravil ali celo pravnih postopkov, če podjetje ni izpolnjevalo zakonskih zahtev. Neupoštevanje pravil in standardov, kot je Uredba o strojih 2023/1230, lahko privede tudi do odpoklica izdelkov, kar še poveča stroške podjetja. Zato je temeljita, pravilna in celovita analiza tveganja ključnega pomena za zagotavljanje varnega delovnega okolja in preprečevanje dragih posledic. (Dajčman, 2019a)

6.1 Varnostne zahteve in ukrepi

6.1.1 Splošne zahteve

Snemljivo dvigalno sredstvo mora izpolnjevati varnostne zahteve in ukrepe, ki so opisani v nadaljevanju. Poleg tega mora biti dvižno sredstvo zasnovano v skladu z načeli standarda EN ISO 12100 za nevarnost, ki so pomembna, vendar niso bistvena in jih standard EN 13155 ne obravnava.

6.1.2 Mehanski nosilni deli

Mehanski nosilni deli morajo imeti mehansko trdnost, ki izpolnjuje naslednje zahteve:

- pritrdilni element mora biti zasnovan tako, da prenese statično obremenitev, ki je trikrat večja od mejne dovoljene obremenitve, ne da bi se obremenitev sprostila, tudi če pride do trajne deformacije;
- pritrdilni element mora biti zasnovan tako, da prenese statično obremenitev dvakratne meje delovne obremenitve, ne da bi prišlo do trajne deformacije.

6.1.3 Stabilnost med skladiščenjem

Kadar dvigalna sredstva niso v uporabi, jih je mogoče namestiti tako, da so med skladiščenjem stabilna. Da se šteje za stabilno, se ne sme prevrniti, če je nagnjeno pod kotom 10° v katerokoli smer. To se doseže z obliko pritrdilnega elementa ali z dodatno opremo, kot je stojalo.

- Pritrditev dvižnega nosilca na žerjav.
- Vsaka povezava, izvedena s premikom ali odstranitvijo sestavnega dela dvižnega nosilca, mora biti takšna, da jo je mogoče pred dvigovanjem zakleniti, da se prepreči nenamerno odpenjanje te povezave.
- Zagotovljena morajo biti sredstva za preprečevanje nevarnega premikanja in poškodb visečih delov dvižnega nosilca med skladiščenjem, spenjanjem ali odpenjanjem od žerjava.

6.1.4 Pritrditev bremena na dvižni nosilec

- Dvižni nosilci s točkami za pritrditev bremena, ki se premikajo vzdolž nosilca, morajo biti opremljeni s sredstvi, ki preprečujejo njihov padec.
- Točke za pritrditev bremena, ki se premikajo vzdolž nosilca, morajo biti opremljene s sredstvi za njihovo zaklepanje v položaju, ko so obremenjene.
- Če se sredstvo za zaklepanje točk pritrditve bremena upravlja ročno, mora biti stanje zaklepanja vidno za delavca.

6.2 Opis postopka ocene in vrednotenja tveganja

6.2.1 Vidiki, ki so se upoštevati pri ugotavljanju elementov tveganja

- **Izpostavljene osebe**

Ocenjevanje tveganja upošteva vse osebe, ki so izpostavljene nevarnosti. To vključuje upravljavce in druge osebe, za katere je mogoče predvidevati, da bi jih dvižna oprema lahko ogrožala.

- **Vrsta, pogostnost in trajanje izpostavljenosti**

Ocenjevanje izpostavljenosti določeni nevarnosti (prav tako ocenjevanje dolgoročne posledice za zdravje) zahteva analizo, ki upošteva tudi načine upravljanja dvižne opreme in metode dela.

6.2.2 Človeški dejavniki

Na tveganje lahko vplivajo tudi človeški dejavniki, zato jih je treba upoštevati pri ugotavljanju tveganja. Primeri teh dejavnikov so:

- delovanje osebe (oseb) ob uporabi dvižne opreme, vključno z odpravljanjem motenj,
- medsebojni vplivi oseb,
- s stresom povezani vidiki,
- ergonomski vidiki,
- zmožnost oseb, da se zavedajo tveganj v dani situaciji glede na njihovo usposobljenost, izkušnje in sposobnosti,
- z utrujenostjo povezani vidiki,
- z omejenimi sposobnostmi (zaradi invalidnosti, starosti itd.) povezani vidiki.

6.3 OPIS POSTOPKA OCENE TVEGANJA

6.3.1 Ocena tveganja z uporabo številčnega podatka o tveganju po Reudenbachu

Uporaba: ocena tveganja – vrednotenje tveganja

Status: razvit za trženje strojev

Opis: številčni podatki o tveganju so povzeti iz Reudenbachove knjige, ki se ukvarja z izvajanjem ocene tveganja, ki jo zahteva Direktiva o strojih. V njej daje praktično pomoč, kot so kontrolni seznami in obrazci za lažjo obdelavo.

Postopek: številčni podatki o tveganju se določijo z oceno parametrov tveganja glede škode in verjetnosti nastanka škode.

Za oceno obsega škode se uporabi resnost poškodbe v primeru nesreče ali škode za zdravje v primeru dolgoročnih posledic. To je razdeljeno v pet skupin: brez posledic, malenkostne posledice, zmerno hude posledice, resne posledice in posledice s smrtnim izidom.

Parametri verjetnosti pojava škode so razdeljeni na tri podskupine parametrov.

Pogostost ali trajanje izpostavljenosti ogroženosti je razdeljeno v dve skupini, redko in pogosto. Pogosto se izbere, ko je to več kot enkrat na izmeno.

Verjetnost pojava je ocenjena v skupinah mala, srednja, velika. Razpon sega od skoraj nemogoče za nizko do zelo verjetno za veliko.

Možnost, da bi se ogrožena oseba izognila ali omejila škodo, je razdeljena na: so možne, možne pod določenimi pogoji in nemogoče.

Številčni podatek o tveganju lahko določimo z grafom tveganja ali naslednjo formulo:

$$R = S \times W \tag{6.1}$$

$$R = S\ (1,2,3,4,5) \times (W\ (1,2) + W\ (3,4,5) + W(6,7,8))$$

R (ali T – tveganje)	Številčni podatek o tveganju

S (1,2,3,4) (ali R – resnost)	Ocena resnosti (resnost poškodbe ali zdravstvene okvare)
W (1,2) (ali V – verjetnost)	Pogostost in trajanje izpostavljenosti
W (3,4,5)	Verjetnost nastopa nevarnega dogodka
W (6,7,8)	Možnost, da ogrožena oseba prepreči ali omeji poškodbo

Tveganje je povezano s posebnim stanjem ali tehničnim postopkom in je odvisno od elementov tveganja, in sicer od resnosti in verjetnosti. (Dajčman, Ocena in vrednotenje tveganja za stroje metode, 2019a)

6.3.1.1 Resnost

Resnost je mogoče oceniti z upoštevanjem:

- **Resnosti poškodb ali poslabšanega zdravja:**
- majhna (navadno jo je mogoče popraviti),
- resna (navadno je ni mogoče popraviti),
- smrt.
- **Velikosti, števila izpostavljenih (za vsak stroj):**
- ena oseba,
- več oseb.

6.3.1.2 Verjetnost nastanka poškodbe

Verjetnost nastanka škode je funkcija $V = f(p,v)$.

- **Pogostnost in trajanje izpostavljenosti:**
- potreba po dostopu v nevarno območje (npr. normalno upravljanje, vzdrževanje, popravila),
- narava dostopa,

- čas zadrževanja v nevarnem območju,
- število oseb, za katere je dostop potreben,
- pogostnost dostopa.

➢ **Verjetnost, da se nevaren dogodek zgodi:**

- zanesljivost in drugi statistični podatki,
- nezgode v preteklosti na podobni dvižni opremi,
- poklicne bolezni in okvare zdravja v preteklosti.

➢ **Možnost za izognitev ali omejitev poškodbe:**

a) Različne osebe, ki upravljajo stroj:

- usposobljene osebe,
- neusposobljene osebe.

b) Hitrost nastanka nevarnega dogodka:

- nenadoma,
- hitro,
- počasi.

c) Kakršnokoli zavedanje (videnje) tveganja:

- na podlagi splošne informacije,
- na podlagi neposrednega opazovanja,
- na podlagi opozorilnih znakov in opozorilnih naprav.

d) Človeška sposobnost za izogibanje ali omejevanje škode (na primer refleksi, spretnost, možnost umika):

- mogoče,
- mogoče pod nekaterimi pogoji,
- nemogoče.

e) Na podlagi izkušenj in znanja:

- o dvižni opremi,
- o podobnih dvižnih napravah,
- brez izkušenj.

6.3.1.3 Postopek ocenjevanja tveganja – izračun

$$T = R \times (V_{1,2} + V_{3,4,5} + V_{6,7,8}) \quad (6.2)$$

Kjer je:

T = Tveganje

R = Resnost/posledica/škoda

V = Pogostost/verjetnost

Ocena resnosti (**R**)	Majhna (navadno jo je mogoče popraviti) Resna (navadno je ni mogoče popraviti) Smrt

Resnost poškodbe ali zdravstvene okvare	*vrednost*	*opomba*
R1 – ni posledic	1	Če je ogrožena več kot ena oseba, je treba uporabiti višje vrednosti
R2 – majhne poškodbe, posledice	2–3	
R3 – srednje težke poškodbe (brez trajnih posledic)	4–6	
R4 – težke poškodbe (možne trajne posledice)	7–8	
R5 – smrtne poškodbe	9–10	

Ocena verjetnosti (**V**)	Potreba po dostopu v nevarno območje (upravljanje, vzdrževanje ali popravilo), narava dostopa (na primer ročno podajanje materialov), čas zadrževanja v nevarnem območju, število oseb, za katere je dostop potreben, pogostost dostopa

Pogostost in trajanje izpostavljenosti		*vrednost*
V 1	Redko	1
V 2	Pogosto (več kot enkrat na 8 ur)	2
Verjetnost nastopa nevarnega dogodka		*vrednost*
V 3	Majhna (komaj mogoča)	1
V 4	Srednja (vsekakor mogoča)	3
V 5	Velika (zelo verjetna)	5
Možnost, da ogrožena oseba prepreči ali omeji poškodbo		*vrednost*
V 6	Mogoče	1
V 7	Mogoče pod določenimi pogoji	2
V 8	Nemogoče	3

$$T = R\ x\ (V_{1,2} + V_{3,4,5} + V_{6,7,8}) \qquad (6.3)$$

do 24	25 do 42	43 do 100
nepomembno	znatno	nesprejemljivo

7 SKLEP

V diplomskem delu sem raziskal možnosti izboljšanja varnosti in učinkovitosti pri dvigovanju ter premikanju težkih bremen, kot so cevi, v skladiščnem okolju. Zasnoval sem bremensko ročico za viličar, ki naslavlja ključne izzive logistike: varnost, ergonomijo in zanesljivost pri rokovanju z bremeni. Pri razvoju rešitve sem pozornost namenil skladnosti z varnostnimi standardi in zakonodajo ter prilagodljivosti in enostavnosti uporabe. Bremenska ročica bo omogočila bolj varno in učinkovito ravnanje z bremeni ter pripomogla k zmanjšanju tveganj na delovnem mestu.

Pri zasnovi sem potrdil **hipotezo 1**, da bo konstrukcija zamenljive opreme zadostila potrebam logistike, saj zasnovana bremenska ročica omogoča prilagodljivost in zanesljivo uporabo pri premikanju cevi do 500 kg. S tem izboljšuje učinkovitost in varnost skladiščnega procesa. Prav tako sem potrdil **hipotezo 2**, da je prenos bremena z dvižnimi kleščami hitrejši in enostavnejši v primerjavi z uporabo trakov. Ta prednost se odraža predvsem v zmanjšanju časa manipulacije z bremeni ter manjšem tveganju za poškodbe tovora in operaterjev.

Varnost in ergonomija sta bila ključna cilja projekta, saj tradicionalne metode prelaganja predstavljajo tveganje za varnost in večje fizične obremenitve za delavce. Z uporabo bremenske ročice pričakujemo zmanjšanje teh tveganj, saj bo zasnova omogočila varnejše in enostavnejše dvigovanje bremen, kar bo posledično zmanjšalo možnost poškodb pri delu. Izboljšana ergonomija bo pripomogla k zmanjšanju telesnih obremenitev operaterjev in izboljšanju delovnih pogojev, s čimer prispevamo k večjemu zadovoljstvu zaposlenih.

Pri pripravi dela sem se poglobljeno seznanil z različnimi materiali, ki so na voljo za tovrstne aplikacije. Izbira materiala je temeljila na podrobni analizi lastnosti, kot so trdnost, trajnost, odpornost na obrabo in ekonomska upravičenost. Konstrukcijsko jeklo, ki sem ga izbral za izvedbo bremenske ročice, se je izkazalo kot optimalna rešitev, saj združuje zadostno mehansko trdnost z ugodnimi stroški in enostavnostjo obdelave. Poleg tega sem z uporabo naprednih metod računske analize, kot so statični preračuni, potrdil ustreznost dimenzij in varov, s čimer sem zagotovil varno in učinkovito uporabo priključka v realnih pogojih.

Analize tveganj, ki sem jih opravil v okviru projekta, so identificirale ključne nevarnosti, kot so zdrs tovora z ročice, padec bremena zaradi nepravilne uporabe ter tveganja, ki nastanejo pri napačnem upravljanju opreme. Na podlagi teh analiz sem načrtoval varnostne ukrepe, vključno z dodatnimi varovalnimi mehanizmi in omejitvami uporabe pri določenih obremenitvah.

Načrtovanje je temeljilo tudi na izvedbi statičnih izračunov za optimalne dimenzije komponent, kar zagotavlja, da bo bremenska ročica kos predvidenim obremenitvam. Na ta način sem potrdil tudi **hipotezo 3**, da uporaba tehničnih predpisov zagotavlja varno uporabo opreme.

Pomemben del projekta je bila tudi analiza trajnostnih vidikov, kar potrjuje **hipotezo 4 – BTEC 2024** (Trajnostna izboljšava dvigovanja bremen). Pri načrtovanju sem upošteval izbiro materialov in procesov, ki zmanjšujejo okoljski vpliv in omogočajo dolgo življenjsko dobo opreme. Ta trajnostni pristop ne zagotavlja le večje zanesljivosti, temveč tudi dolgoročne koristi za podjetje, saj zmanjšuje stroške vzdrževanja in zamenjav opreme.

Čeprav prvotna pričakovanja o izboljšanju hitrosti dela z novo opremo morda ne bodo popolnoma uresničena zaradi omejitev pri premikih viličarja v omejenih prostorih in potrebnih varnostnih protokolov, bo skupni učinek nove opreme prinesel pomembne koristi pri enostavnosti uporabe in zmanjšanju utrujenosti operaterjev. Projekt jasno poudarja pomen skladnosti z zakonodajo in tehničnimi standardi, kar skupaj z izboljšanimi ergonomskimi in varnostnimi pogoji prispeva k bolj varnemu in produktivnemu delovnemu okolju.

Zaključim lahko, da bremenska ročica ne le izpolnjuje osnovne zahteve varnosti in zanesljivosti, temveč prinaša pomembne izboljšave za vsakodnevne logistične operacije v podjetju. Izkušnje s tem projektom so mi omogočile vpogled v kompleksnost tehničnega načrtovanja v skladu s pravnimi in varnostnimi smernicami, kar potrjuje vrednost natančnega načrtovanja in spoštovanja varnostnih protokolov na vsakem koraku.

8 VIRI, LITERATURA

Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanje skladnosti. (2011). Pridobljeno iz ZTZPUS-1: https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO5804

Bojan, K. (2023). *Krautov strojniški priročnik.* Ljubljana: Univerza v Ljubljani.

Dajčman, D. (06 2017). Pridobljeno iz Gradivo-za-TPN: https://www.dvigalotehna.si/wp-content/uploads/2017/06/gradivo-za-TPN.pdf

Dajčman, D. (07 2019a). *Ocena-in-vrednotenje-tveganja-za-stroje-metode.* Pridobljeno iz https://www.dvigalotehna.si/wp-content/uploads/2019/07/Ocena-in-vrednotenje-tveganja-za-stroje-metode.pdf

Dajčman, D. (07 2019b). *ZBIR-FORMUL-ZA-TRDNOSTNE-IZRACUNE.* Pridobljeno iz https://www.dvigalotehna.si/wp-content/uploads/2019/07/ZBIR-FORMUL-ZA-TRDNOSTNE-IZRACUNE.pdf

Dajčman, D. (b.d.). *Izvajanje predpisov EU o Proizvodih.* Pridobljeno iz https://student.academia.si/pluginfile.php/94056/mod_resource/content/1/Izvajanje%20predpisov%20EU%20o%20proizvodih.pdf

EVROPSKA KOMISIJA PODJETNIŠTVO IN INDUSTRIJA. (2010). Pridobljeno iz Priročnik za uporabo: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MGTS/Dokumenti/DNT/Proizvodi-na-notranjem-trgu/Prirocnik-za-uporabo-Derektive-o-strojih-2006-42-ES.pdf

Milan, S. (2009). *Varnost strojev : nova evropska direktiva - varnost strojev : primerjava stara - nova direktiva, novi pravilnik o varnosti strojev, ocenjevanje tveganja za stroje, novi standardi za stroje, delno dokončani stroji : priročnik / Milan Srna.* Križe: Global Tim.

PTEAM d.o.o. (b.d.). *www.pteam.si*. Pridobljeno iz https://www.pteam.si/skopec-hc2#tab_3

Ren Zoran, G. S. (2016). *Strojni elementi. Del 1 : univerzitetni učbenik.* Maribor: Fakulteta za strojništvo.

Zakon o varnosti in zdravju pri delu. (2011). Pridobljeno iz /ZVZD-1: https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO5537