

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Timotej ŠAUPERL

**PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE KONFEKCIJSKE
LINIJE ZA PROIZVODNJO ROBČKOV**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

Maribor, 2025

TEHNIŠKI ŠOLSKI CENTER MARIBOR
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA
STROJNIŠTVO

Timotej ŠAUPERL

**PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE KONFEKCIJSKE LINIJE
ZA PROIZVODNJO ROBČKOV**

DIPLOMSKO DELO

Višješolski strokovni študij

**PREVENTIVE MAINTENANCE OF THE HANDKERCHIEF
PRODUCTION LINE**

GRADUATION THESIS

Higher vocational studies

Maribor, 2025

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju, g. Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in mater., za vso strokovno podporo, usmeritve in spodbudne besede, ki so mi pomagale pri uspešnem zaključku diplomske naloge.

Rad bi se zahvalil tudi šoli za pridobljeno znanje ter priložnost, da sem svoje strokovno znanje lahko nadgrajeval v različnih podjetjih, kjer sem opravljal prakso in študentsko delo. Izkušnje, ki sem jih tam pridobil, so mi močno olajšale razumevanje obravnavane teme in pripomogle k uspešni izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre tudi mojima staršema, ki sta mi tekom študija stala ob strani, me podpirala in mi omogočila šolanje.

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Timotej Šauperl, rojen 19. 7. 2002 v Mariboru, študent Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole, programa strojništvo izjavljam, da je diplomsko delo z naslovom *PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE KONFEKCIJSKE LINIJE ZA PROIZVODNJO ROBČKOV* avtorsko delo.

V diplomskem delu so vsi uporabljeni viri in literatura konkretno navedeni; teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Diplomsko delo je lektorirala Katja Jarc, dipl. sloven., ključno dokumentacijsko informacijo sem prevedel Timotej Šauperl.

Kraj in datum: _____

Lastnoročni podpis študenta/-ke: _____

MENTORSTVO

Diplomsko delo je zaključek Višješolskega strokovnega študija, smeri strojništvo, opravljeno je bilo na Tehniškem šolskem centru Maribor, Višji strokovni šoli.

Študijska komisija Tehniškega šolskega centra Maribor, Višje strokovne šole je za mentorja diplomskega dela imenovala Dragana GOGIĆA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: _____

Član/mentor: _____

Član: _____

Član/somentor: _____

Datum diplomskega izpita: _____

POVZETEK

Diplomsko delo obravnava pomen in vlogo preventivnega vzdrževanja v sodobni industrijski proizvodnji, s poudarkom na konfekcijski liniji za izdelavo papirnatih robčkov. Glavni namen dela je bil analizirati obstoječe stanje vzdrževanja znotraj tehnološko zahtevne linije in na podlagi ugotovitev predlagati izboljšave, ki bi pripomogle k večji učinkovitosti, zanesljivosti in zmanjšanju stroškov proizvodnje.

V teoretičnem delu so predstavljene vrste vzdrževanja (preventivno, korektivno in prediktivno), njihove prednosti in slabosti ter temeljne značilnosti proizvodne opreme, kot so odvijalni stroj, zlagalni stroj, stroj za pakiranje ter robotska celica. Poseben poudarek je namenjen analizi zlagalnega sklopa, ki je izpostavljen velikim obremenitvam in ima ključno vlogo pri kakovosti končnega izdelka.

V praktičnem delu je izdelan predlog načrta preventivnega vzdrževanja, vključno z intervali, vrstami opravil, potrebnimi materiali in stroškovno analizo. Rezultati so pokazali, da sistematično in načrtovano vzdrževanje znatno zmanjša pogostost okvar ter prispeva k boljšemu obvladovanju stroškov in optimizaciji proizvodnje.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	338.3:005.934.2(043.2)
KG	preventivno vzdrževanje, konfekcija, robčki, proizvodnja
AV	ŠAUPERL, Timotej
SA	GOGIĆ, Dragan (mentor)
KZ	SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
ZA	Tehniški šolski center Maribor, Višja strokovna šola
LI	2025
IN	PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE KONFEKCIJSKE LINIJE ZA PROIZVODNJO ROBČKOV
TD	Diplomsko delo (višješolski strokovni študij)
OP	X, 41 str., 9 tab., 13 sl., 11 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<i>V diplomski nalogi sem se osredotočil na vzdrževanje konfekcijske linije za izdelavo papirnatih robčkov v izbranem podjetju. Glavna težava, ki sem jo izpostavil, je neučinkovito preventivno vzdrževanje, zaradi katerega pogosto prihaja do zastojev in s tem posledično do nižje produktivnosti. Podrobneje sem preučil trenutno stanje, največ pozornosti pa sem namenil zlagalnemu sklopu, kjer se težave pojavljajo najpogosteje. Na podlagi analize in opažanj iz prakse sem pripravil predloge za izboljšave, pri čemer sem upošteval tehnične zahteve kot tudi izkušnje iz podobnih primerov. Namen naloge je oblikovati bolj učinkovit in zanesljiv sistem vzdrževanja, ki bo pomagal zmanjšati število zastojev ter izboljšal izkoristek strojev in celotnega proizvodnega procesa.</i>

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC 338.3:005.934.2(043.2)
- CX preventive maintenance, clothing, wipes, production
- AU ŠAUPERL, Timotej
- AA GOGIĆ, Dragan (mentor)
- PP SI-2000 Maribor, Zolajeva 12
- PB Technical School Centre Maribor, Higher Vocational College
- PY 2025
- TI PREVENTIVE MAINTENANCE OF THE HANDKERCHIEF PRODUCTION LINE
- DT Graduation Thesis (Higher vocational studies)
- NO X, 41 p., 9 tab., 13 fig., 11 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB *In my thesis, I focused on the maintenance of a tissue paper production line in a selected company. The main problem I highlighted is ineffective preventive maintenance, which often leads to downtime and lower productivity. I examined the current situation in more detail, paying most attention to the folding assembly, where problems occur most often. Based on the analysis and observations from practice, I prepared suggestions for improvements, taking into account both technical requirements and experience from similar cases. The purpose of the thesis is to design a more efficient and reliable maintenance system that will help reduce downtime and improve the efficiency of the machines and the entire production process.*

KAZALO VSEBINE

ZAHVALA.....	II
IZJAVA O AVTORSTVU.....	III
MENTORSTVO.....	IV
POVZETEK.....	V
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	VI
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	VII
KAZALO VSEBINE.....	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
KAZALO TABEL.....	X
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA.....	1
1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA.....	1
2 PREGLED STANJA.....	2
2.1 PREDSTAVITEV PODJETJA TAU MACHINES.....	2
2.2 VRSTE VZDRŽEVANJA.....	4
2.3 ODVIJALNI STROJ.....	6
2.4 SKLOP ZA ROBNO REGULACIJO.....	9
2.5 SKLOP ZA SANITIRANJE.....	10
2.6 SKLOP ZA VTISKOVANJE.....	11
2.7 ZLAGALNI STROJ.....	12
2.8 STROJ ZA OSNOVNO PAKIRANJE.....	13
2.9 SKLOP ZA ETIKETIRANJE.....	16
2.10 STROJ ZA SKUPINSKO PAKIRANJE.....	17
2.11 KARTONIRNI STROJ.....	20
2.12 ROBOTSKA CELICA.....	23
3 PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE ZLAGALNEGA STROJA.....	26
3.1 PREDSTAVITEV IDEJNIH IZHODIŠČ.....	35
3.2 PLAN PREVENTIVNEGA VZDRŽEVANJA.....	36
3.3 NABAVA POTREBNIH DELOV.....	37
3.4 NASTAVITEV IN ZAGON STROJA.....	38
3.5 ANALIZA STROŠKOV.....	39
4 ZAKLJUČEK.....	40
5 VIRI.....	41
PRILOGE	

KAZALO SLIK

Slika 1: Tau machines	3
Slika 2: Odvijalni stroj.....	9
Slika 3: Sklop za robno regulacijo.....	10
Slika 4: Sklop za sanitiranje	11
Slika 5: Stroj za osnovno pakiranje	15
Slika 6: Sklop za etiketiranje	17
Slika 7: Stroj za skupinsko pakiranje	19
Slika 8: Kartonirni stroj	22
Slika 9: Robotska celica	25
Slika 10: Števno kolo.....	28
Slika 11: Fotosenzor na odboj	30
Slika 12: Mazanje	31
Slika 13: Zlagalni stroj	35

KAZALO TABEL

Tabela 1: Preventivno vzdrževanje odvijalnega stroja	8
Tabela 2: Preventivno vzdrževanje stroja za osnovno pakiranje.....	14
Tabela 3: Preventivno vzdrževanje stroja za skupinsko pakiranje	18
Tabela 4: Preventivno vzdrževanje kartonirnega stroja.....	21
Tabela 5: Preventivno vzdrževanje robotske celice.....	24
Tabela 6: Kontrolni list vzdrževanja.....	32
Tabela 7: TPM	34
Tabela 8: Preventivna vzdrževalna dela za zlagalni stroj	36
Tabela 9: Izračun stroškov zastoja proizvodnje.....	39

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Naloga se osredotoča na preventivno vzdrževanje konfekcijske linije za proizvodnjo robčkov, ki jo je ustvarilo podjetje Tau Machines. Glavni problem predstavlja dejstvo, ki ga podjetje predstavlja na svoji spletni strani, in sicer, da obstoječi sistem vzdrževanja sicer omogoča delovanje, vendar ne dosega optimalne učinkovitosti. Zaradi pomanjkljivega načrtovanja in občasne nepreglednosti v dokumentaciji prihaja do ponavljajočih se okvar, zlasti na kritičnih delih linije, kot je zlagalni sklop.

Pomanjkljivosti trenutnega sistema se kažejo v nenačrtovanih zastojih, večjih stroških popravil in nezadostni sledljivosti opravljenih posegov. Cilj naloge je bil zato analizirati obstoječe razmere, opredeliti šibke točke in oblikovati strukturiran sistem preventivnega vzdrževanja, ki bi odpravil te težave.

1.2 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA

Namen diplomskega dela je, da s svojimi izkušnjami in znanjem, ki sem ga pridobil tekom obdobja praktičnega izobraževanja, poskušam s svojim videnjem in izkušnjami predstaviti način, kako izboljšati učinkovitost in zanesljivost konfekcijske linije za proizvodnjo papirnatih robčkov z uvedbo sistematičnega preventivnega vzdrževanja. S tem želim doseči boljši nadzor nad delovanjem proizvodne opreme, zmanjšanje izpadov in stroškov ter povečanje kakovosti končnih izdelkov.

Cilji naloge so bili:

- Analizirati trenutno stanje vzdrževanja v proizvodnem procesu.
- Podrobno predstaviti glavne sklope konfekcijske linije in njihove značilnosti.
- Opredeliti najpogostejše napake in kritične točke znotraj sistema.
- Oblikovati načrt preventivnega vzdrževanja z jasnimi navodili, intervali in odgovornostmi.
- Oceniti stroške zastojev in prihranke pri uvedbi izboljšane sistema vzdrževanja.
- Prispevati k razumevanju pomena vzdrževanja za dolgoročno stabilnost in konkurenčnost proizvodnje

2 PREGLED STANJA

2.1 PREDSTAVITEV PODJETJA TAU MACHINES

Moja diplomska naloga se nanaša na vzdrževanje linije za proizvodnjo papirnatih robčkov, ki jo je zasnovalo podjetje Tau Machines (Slika 1). Zato se mi zdi smiselno, da najprej na kratko predstavim to podjetje.

Podjetje Tau Machines S.r.l. je specializiran proizvajalec strojev in celovitih proizvodnih linij za predelavo papirja, s posebnim poudarkom na linijah za izdelavo papirnatih robčkov. Sedež podjetja se nahaja v mestu Massa e Cozzile v Italiji. Gre za podjetje, ki združuje bogato tehnično znanje, dolgoletne izkušnje in sodoben pristop k razvoju strojev v papirni industriji.

Tau Machines strankam po svetu ponuja celovite rešitve na področju avtomatizirane proizvodnje, kar vključuje stroje za zlaganje, rezanje, pakiranje in označevanje papirnatih robčkov. Njihova oprema je zasnovana tako, da omogoča visoko učinkovitost, prilagodljivost ter enostavno vzdrževanje, kar je ključnega pomena za neprekinjeno delovanje in dolgoročno zanesljivost proizvodnih linij.

Podjetje je usmerjeno v inovacije ter stalno optimizacijo strojev in procesov. Njihove linije omogočajo prilagoditev različnim zahtevam kupcev, tako v smislu hitrosti delovanja kot tudi glede oblike, dimenzij in embalaže končnega izdelka. Poseben poudarek dajejo tudi energetski učinkovitosti ter enostavni integraciji v obstoječe proizvodne sisteme.

V kontekstu vzdrževanja so stroji podjetja Tau Machines zasnovani z mislijo na uporabnika. Modularna konstrukcija in dobra dostopnost komponent omogočata hitro izvedbo preventivnih vzdrževalnih ukrepov, kar zmanjšuje tveganje za nenačrtovane zastoje in podaljšuje življenjsko dobo opreme.

Zaradi svoje kakovosti, fleksibilnosti in tehnične podpore se Tau Machines uveljavlja kot pomemben akter na evropskem in svetovnem trgu strojev za proizvodnjo papirnatih izdelkov (Tau Machines s.r.l., 2025).

Slika 1: Tau machines



Vir: (Tau Machines s.r.l., 2025)

Avtomatizacija in nadzor

Večina sodobnih proizvodnih linij za papirnate robčke vključuje nadzorne sisteme, ki temeljijo na programirljivih logičnih krmilnikih (PLC). Ti omogočajo natančen nadzor nad delovanjem vsakega segmenta linije, spremljanje obratovalnih parametrov ter hitro zaznavo napak ali odstopanj. Operaterji upravljajo linijo preko HMI zaslonov, ti pa omogočajo hitro menjavo nastavitvenih parametrov in diagnostiko (Tau Machines s.r.l., 2025).

Varnost in ergonomija

Pri zasnovi linije je pomemben tudi vidik varnosti in ergonomije. Oprema mora izpolnjevati zahteve evropskih direktiv (npr. CE), kar vključuje varnostne pregrade, zasilne gumbe, senzorje prisotnosti ter zaščito pred poškodbami pri delu. Ergonomija postavitve omogoča enostavno čiščenje, nadzor in servisiranje linije.

Fleksibilnost proizvodnje

Ena ključnih prednosti sodobnih linij je njihova prilagodljivost. Zamenjava formata izdelka – na primer prehod z dvoslojnih na troslojne robčke, ali sprememba dimenzij – je mogoča z

minimalnimi nastavitvami. To podjetju omogoča hitro odzivanje na tržne zahteve in zmanjšanje časa izpada pri menjavi izdelkov.

Vzdrževanje

Zaradi kompleksnosti linije je ključnega pomena, da so vsi procesi vzdrževanja natančno načrtovani. Dostopnost ključnih komponent, uporaba standardiziranih delov in možnost hitrega diagnostificiranja napak so pomembne značilnosti, ki olajšajo izvajanje preventivnega vzdrževanja ter skrajšajo čas morebitnih zastojev.

2.2 VRSTE VZDRŽEVANJA

Preventivno vzdrževanje je načrtovana in sistematična aktivnost vzdrževanja, katere glavni cilj je preprečevanje nastanka okvar in zmanjševanje obrabe opreme, še preden pride do dejanskih težav. Temelji na predpostavki, da ima vsaka naprava ali mehanski sistem določeno življenjsko dobo posameznih komponent, in da se lahko z rednimi pregledi in posegi ta življenjska doba optimizira ali podaljša (Eitutis, 2024).

Preventivno vzdrževanje vključuje redno izvajanje nalog, kot so:

- Čiščenje
- Mazanje
- Zategovanje spojev
- Menjava obrabljivih delov (npr. ležaji, tesnila, filtri)
- Preverjanje funkcionalnosti varnostnih sistemov
- Kalibracije in druge nastavitve.

Izvaja se v vnaprej določenih časovnih presledkih (npr. vsakih 6 mesecev) ali glede na uporabo naprave (npr. po vsakih 1000 delovnih ur, prevoženih kilometrih, proizvodnih ciklih ipd.).

Ta vrsta vzdrževanja je še posebej pomembna v industrijskih obratih, kjer je nepredviden izpad opreme lahko zelo drag, tako zaradi izgube proizvodnje, kot tudi zaradi škode na izdelkih ali potencialne ogroženosti zaposlenih (YUMPU, 2015).

Prednosti preventivnega vzdrževanja:

- Zmanjšanje števila okvar in nenačrtovanih izpadov
- Podaljšanje življenjske dobe strojev in naprav
- Boljša varnost za zaposlene (manj možnosti, da pride do okvare med delovanjem)
- Lahko se načrtuje vnaprej, kar omogoča boljšo organizacijo dela in zalog rezervnih delov

Slabosti preventivnega vzdrževanja:

- Višji stroški dela in materiala, ker se nekateri deli morda menjajo preden so dejansko obrabljeni.

- Možna nepotrebna dela, če ni dejanskega razloga za zamenjavo.
- Potreba po beleženju delovnih ur in rednem načrtovanju.

Pri katerih napravah in sistemih se uporablja?

- Pri napravah in sistemih, ki delujejo neprekinjeno ali so ključni za proizvodnjo.
- Kjer je izpad zelo drag ali nevaren.
- Kjer ni mogoče enostavno spremljati stanja (ni senzorjev za napoved oziroma predikcijo).

Korektivno vzdrževanje je vrsta vzdrževanja, ki se izvaja kot neposreden odziv na okvaro ali nepravilno delovanje naprave, stroja ali sistema. To pomeni, da se ukrepa šele takrat, ko pride do problema, nič prej.

Njegov osnovni namen je povrniti opremo v njeno prvotno ali funkcionalno stanje, tako da je ponovno sposobna opravljati svojo nalogo. Korektivni posegi vključujejo lahko manjše popravke, zamenjavo posameznih komponent, ali pa celo večje posege, kot so zamenjava motorja, elektronike ali mehanskih sklopov.

Ta pristop k vzdrževanju temelji na načelu "popravi, ko se pokvari" in je bil v preteklosti pogosto prevladujoča praksa, saj ni zahteval dodatnega načrtovanja, spremljanja ali vlaganja v opremo. Danes pa se uporablja predvsem tam, kjer okvare niso kritične, ali kjer je cenovno učinkovitejše popravilo kot stalno preventivno vzdrževanje (YUMPU, 2015).

Prednosti korektivnega vzdrževanja:

- Nizki stroški vnaprej, ker ni potrebe po rednem servisiranju.
- Preprosta organizacija, ni potrebne kompleksne dokumentacije ali načrtovanja.
- Lahko je primerna izbira za naprave, kjer izpad ne pomeni večje škode.

Slabosti korektivnega vzdrževanja:

- Nepričakovani izpadi strojev povzročajo zastoje v proizvodnji
- Višji skupni stroški, ker so okvare pogosto obsežnejše ali zahtevajo dražje popravke
- Povečano tveganje za poškodbe ali nevarnosti, če naprava odpove med delovanjem
- Večja obraba, ker sistem deluje do popolne odpovedi

Kdaj se uporablja korektivno vzdrževanje?

- Pri nekritičnih napravah, kjer izpad ni velik problem..
- Kjer je popravilo enostavno in hitro izvedljivo.
- V primerih, kjer stroški preventivnega vzdrževanja presegajo korist

Prediktivno vzdrževanje je napredna oblika vzdrževanja, pri kateri se dejansko stanje strojev in naprav ne prestopa spremlja s pomočjo senzorjev, merilnih naprav in diagnostičnih metod.

Namen je napovedati okvaro, še preden do nje pride, in s tem izvesti vzdrževalne ukrepe samo takrat, ko so res potrebni.

Namesto fiksnega urnika (kot pri preventivnem vzdrževanju) se pri prediktivnem pristopu odločitve o posegih sprejemajo na podlagi analiziranih podatkov, ki kažejo znake obrabe, nepravilnosti ali odstopanj v delovanju (Tipteh d.o.o., 2025).

Kako deluje?

- Uporablja se senzorska tehnologija, ki meri vibracije, temperaturo, tlak, tok, zvok, obrabo, itd.
- Podatke se analizira v realnem času ali periodično
- Sistem opozori na neobičajno vedenje naprave (npr. naraščajoče vibracije v ležaju), kar kaže na prihodnjo okvaro
- Vzdrževalci lahko ciljno ukrepajo – npr. zamenjajo ležaj, še preden odpove

Prednosti prediktivnega vzdrževanja:

- Manj nepredvidenih okvar.
- Daljša življenjska doba komponent, ker se posegi izvajajo, ko so res potrebni.
- Ni nepotrebnih zamenjav (kot pri preventivnem vzdrževanju).
- Povečuje zanesljivost in razpoložljivost opreme.
- Omogoča optimizacijo zalog rezervnih delov (ker veš, kaj bo treba zamenjati vnaprej).

Slabosti prediktivnega vzdrževanja:

- Visoki začetni stroški za senzorje, programsko opremo in izobraževanje osebja.
- Zahteva specializirano znanje za pravilno analizo podatkov.
- Ni primerno za vse vrste naprav (predvsem pri manjših in enostavnih strojih ni smiselno).

2.3 ODVIJALNI STROJ

Glavni namen odvijalnega stroja (Slika 2) je, kot že samo ime pove, odvijanje papirja ter njegovo pravilno usmerjanje skozi sistem valjev, ki so sestavni del stroja. Ko papir namestimo na trn in ga speljemo čez začetne vodilne valje, je sistem pripravljen za delovanje.

Postopek odvijanja se začne samodejno, ko sistem (fotocelice) zazna prisotnost papirja. Prosto vrteči valji se avtomatsko pomaknejo v ustrezne delovne položaje s pomočjo pnevmatskega sistema, kar omogoča nemoteno podajanje papirja. Ko so valji pravilno postavljeni, se aktivira vlečni valj, ki s pomočjo vakuuma zanesljivo zajame papir in ga vodi skozi preostale valje.

Vakuumski sistem začne delovati šele, ko so vsi pogoji za varno podajanje izpolnjeni. To zagotavlja induktivno stikalo, ki zazna prisotnost papirja na predvidenem mestu. Ko stikalo sproži signal, se sproži celoten proces – valji se postavijo, vakuum se vključi in papir se začne

enakomerno odvijati ter pomikati skozi stroj. Tako avtomatiziran odvijalni sklop zagotavlja natančno, varno in učinkovito podajanje papirja.

Sestavni deli odvijalnega stroja:

- Nosilna os za jumbo rolico: drži veliko rolico surovega papirja.
- Sistem za avtomatsko menjavo rolic: omogoča menjavo izpraznjene rollice brez ustavljanja linije.
- Zavorni sistem: nadzoruje napetost papirja med odvijanjem, z uporabo pnevmatskih zavor.
- Napenjalni valji: skrbijo za enakomerno napetost papirja pri prehodu skozi linijo.
- Senzorji poravnave: zagotavljajo, da papir teče naravnost in brez zamikov, kar preprečuje zvijanje ali zmečkanine.
- Sistem za detekcijo pretrganja: samodejno zazna, če se papir strga ter sproži alarm in ustavi linijo.
- Krmilna enota: upravlja hitrost odvijanja, napetost papirja in sinhronizacijo z nadaljnjimi sklopi v liniji.

Prednosti odvijalnega stroja:

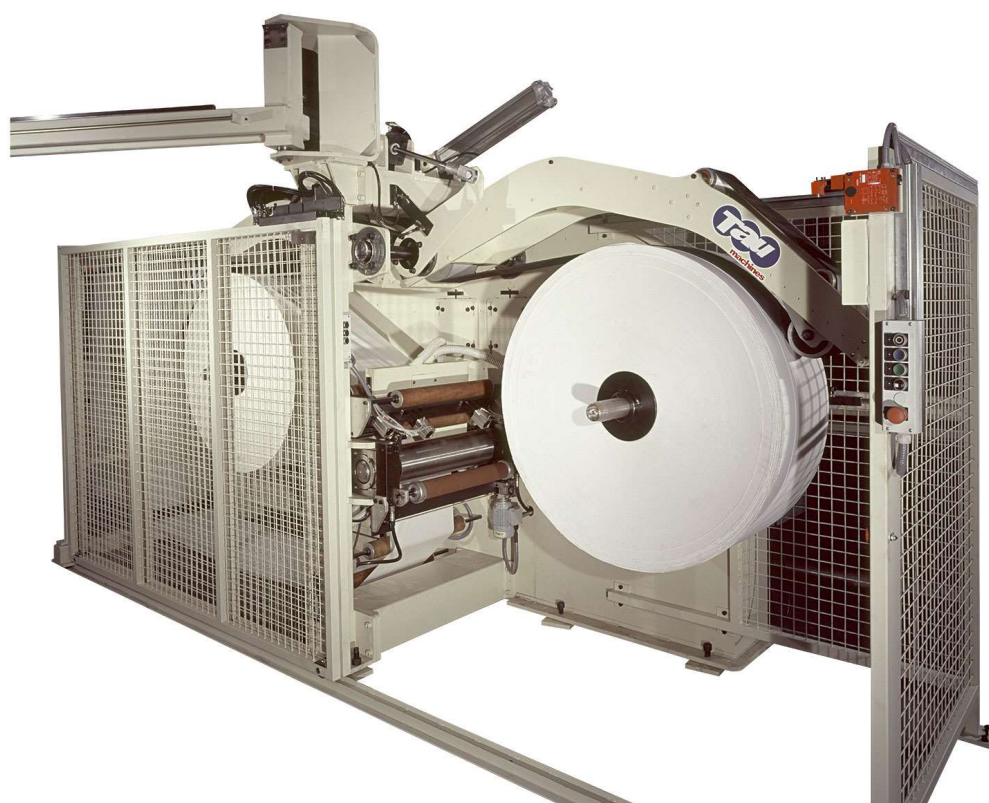
- Neprekinjeno delovanje: avtomatska menjava rolic omogoča neprekinjeno proizvodnjo brez ročnih posegov.
- Stabilna napetost papirja: zmanjšuje tveganje za trganje ali napačno poravnavo.
- Natančna poravnava: senzorji in vodila zagotavljajo usklajen prehod papirja v nadaljnje procese.
- Manjši izmet: zmanjšuje napake zaradi zmečkanega ali zamaknjenega papirja.
- Varnost: sistemi za zaznavanje pretrganja ali nepravilnosti preprečujejo poškodbe strojev.
- Enostavno vzdrževanje: dostop do valjev in senzorjev omogoča hitro čiščenje in menjavo komponent.

Preventivno vzdrževanje odvijalnega stroja nam prikazuje Tabela 1.

Tabela 1: Preventivno vzdrževanje odvijalnega stroja

Časovni interval	Vrsta opravila	Opis in opombe
Dnevno	Vizualni pregled	Preverjanje nosilcev rolic, napenjalnih valjev in senzorjev poravnave.
Dnevno	Čiščenje	Odstranjevanje papirnega prahu in delcev z valjev in senzorjev.
Tedensko	Mazanje	Mazanje vrtečih delov nosilca rolic in gibljivih spojev.
Tedensko	Kontrola napetosti	Preverjanje delovanja napenjalnega sistema in zavore.
Mesečno	Preverjanje senzorjev	Testiranje pravilnega delovanja senzorjev za poravnavo in pretrganje papirja.
Mesečno	Kontrola osrednje osi	Preverjanje obrabe ležajev in pritrjenosti osi.
Polletno	Revizija električnih komponent	Preverjanje priključka, napajalnih kablov in komunikacije s sistemom.
Polletno	Zamenjava obrabljenih komponent	Zamenjava zavor, napenjalnih valjev ali senzorjev, če so obrabljeni.

Slika 2: Odvijalni stroj



Vir: (Tau Machines s.r.l., 2025)

2.4 SKLOP ZA ROBNO REGULACIJO

Sklop za robno regulacijo (Slika 3) je namenjen poravnavanju papirja, ki se med napeljevanjem lahko na določenih mestih preloži ali zamakne. Njegova naloga je, da zagotovi pravilno usmerjenost papirja skozi proizvodni proces, s čimer se preprečijo težave pri nadaljnji obdelavi.

Papir poravnava dva valja, ki se premikata levo ali desno glede na zaznane nepravilnosti v legi papirja. Premik valjev sprožijo fotocelice, ki neprestano nadzorujejo rob papirja. Ko zaznajo odstopanje od nastavljene referenčne točke, sistem samodejno prilagodi položaj valjev, da se papir znova pravilno poravna.

Focelice je treba ustrezno nastaviti. Običajno jih nastavimo tako, da pokrivajo približno 90 % širine območja, kjer spremljajo rob papirja. To pomeni, da so dovolj občutljive, da zaznajo tudi manjša odstopanja, vendar hkrati omogočajo dovolj tolerance za normalna nihanja med premikanjem papirja.

S takšnim sistemom zagotovimo enakomerno in stabilno vodenje papirja skozi celoten proces, kar bistveno izboljša kakovost končnega izdelka in zmanjša potrebo po ročnih popravkih.

Slika 3: Sklop za robno regulacijo



Vir: (manualslib)

2.5 SKLOP ZA SANITIRANJE

Sanitiranje (Slika 4) pomeni ohranjanje konstantne debeline papirja oziroma natančno regulacijo njegove debeline med proizvodnim procesom. Gre za ključen korak, ki zagotavlja, da končni izdelek ustreza predpisanim tehničnim zahtevam in kakovostnim standardom.

Regulacija debeline papirja poteka s pomočjo hidravličnega cilindra, ki upravlja gibanje enega izmed dveh valjev. Papir potuje med tema dvema valjema, pri čemer je spodnji valj fiksno pritrjen, zgornji valj pa je gibljiv. Slednjega po potrebi premikamo navzdol ali navzgor – torej ga približujemo ali oddaljujemo od spodnjega valja – s čimer vplivamo na tlak in posledično na debelino papirja, ki gre skozi.

Gibanje zgornjega valja uravnava hidravlični sistem, ki ga krmili programska oprema stroja. Nastavitve so odvisne od proizvodnega programa, torej od vrste in specifikacij izdelka, ki se v danem trenutku izdeluje. Vsak izdelek ima lahko drugačne zahteve glede debeline papirja, zato se morajo parametri sproti prilagajati.

Natančna regulacija debeline je pomembna ne le zaradi kakovosti, temveč tudi zaradi učinkovitosti nadaljnjih proizvodnih postopkov. Z neenakomerno debelino lahko namreč pride do napak, zastojev ali zavrženja materiala, kar povečuje stroške in zmanjšuje produktivnost.

Slika 4: Sklop za sanitiranje



Vir: (Papnews, 2025)

2.6 SKLOP ZA VTISKOVANJE

Enota za vtiskovanje je ključen del stroja, v katerem se posamezne plasti papirja mehansko stisnejo med seboj, da tvorijo enoten in stabilen izdelek. Število plasti, ki jih stroj obdeluje, je odvisno od nastavitve trenutnega proizvodnega programa. V praksi se najpogosteje uporabljata tri- ali štiriplastna konfiguracija, odvisno od vrste robcev, ki jih izdelujemo.

Med postopkom plasti papirja potujejo čez zgornji vtiskovalni valj, na katerem se nahajajo drobne izbokline oziroma pikice. Te pikice so zasnovane tako, da ustvarijo točkovni pritisk na papir, kar omogoča, da se plasti učinkovito zlepijo oziroma stisnejo skupaj. Pod zgornjim valjem se nahaja spodnji valj, ki zagotavlja nasprotni pritisk in tako omogoča učinkovito vtiskovanje.

Če med vtiskovanjem plasti papirja niso dovolj močno stisnjene, se robci kasneje med uporabo lahko razslojijo, kar pomeni, da ne ustrezajo kakovostnim standardom in zahtevam končnega izdelka. Vendar pa ima slabo vtiskovanje lahko še resnejše posledice. V najslabšem primeru plasti že med samim proizvodnim postopkom razpadejo, kar lahko povzroči zamašitev stroja, zlasti v rezalnih sklopih. Takšne zamašitve pogosto vodijo v zastoje proizvodnje, povečano obrabo komponent, potrebo po ročnih posegih in v skrajnih primerih celo v mehanske okvare stroja.

2.7 ZLAGALNI STROJ

Zlagalni sklop je del stroja, v katerega vstopa že delno obdelan papir, ki je predhodno razdeljen na dva ločena traka. Ta razdelitev se izvede s pomočjo krožnega noža, ki papir vzdolžno prereže na dva enaka dela. Na izhodu iz tega postopka tako dobimo levi in desni robec, ki se nato ločeno obdelujeta in zlagata.

Pred vstopom papirja v zlagalni sklop se zunaj sklopa izvede stranski pregib, ki je bistvenega pomena za pravilno obliko končnega izdelka. Ta pregib določa osnovno strukturo robca in omogoča natančno ter simetrično zlaganje v nadaljevanju procesa.

Po opravljenem pregibu papir potuje skozi vlečne valje, ki skrbijo za enakomeren in zanesljiv transport skozi sklop. Valji so posebej prilagojeni za papir – njihov obod je prekrit z brusno plastjo ali grobo prevleko, ki zagotavlja dober oprijem. Zaradi tega se papir med gibanjem ne zatika ali drsi, ampak ostane trdno pritrjen, kar omogoča natančno pozicioniranje pri zlaganju.

Sledi ponovni rez robcev, kjer se trakovi razrežejo na točno določeno dolžino. Rezalni nož opravi prečni rez, s katerim robce razreže na dolžino 203,5 mm. To je standardna dimenzija, ki omogoča nadaljnjo obdelavo in pakiranje. Ta korak je ključen za zagotavljanje enotnosti izdelkov in ustreznosti glede na specifikacije.

Ko so robci razrezani, sledita dva notranja pregiba – prvi in drugi pregib. Ta pregiba omogočata, da robec dobi svojo kompaktno končno obliko. Pregiba se izvajata s pomočjo natančno usklajenih pregibnih valjev, ki papir med gibanjem usmerjajo in oblikujejo brez poškodb.

Ko so robci dokončno oblikovani, jih predajni valj prenese skozi števno kolo, ki zabeleži število izdelanih kosov. Robci se nato usmerijo v kaseto, ki deluje kot začasni zbirnik. Vsaka kaseto lahko sprejme od 8 do 10 robcev, odvisno od nastavitve programa in vrste izdelka.

Ko je kaseto napolnjena, odjemni prsti prevzamejo robce in jih prenesejo na transportno verigo. Ta skrbi za natančen transport v naslednji del stroja, kjer se proces nadaljuje – bodisi s pakiranjem, lepljenjem ali drugimi postopki, odvisno od vrste končnega izdelka.

Sestavni deli zlagalnega stroja:

- Dovajalni valji: enakomerno dovajajo neprekinjen papir v zlagalni sistem.
- Rezalni nož: predhodno razdeli širši trak na dva enaka dela – levi in desni robec.
- Stranski pregibni mehanizem: izvede začetni pregib, ki določa obliko končnega robca.
- Brusni vlečni valji: zagotavljajo zanesljivo vodenje in transport papirja z dobrim oprijemom.
- Pregibna valja: izvajata prvi in drugi notranji pregib robca za končno obliko.
- Rezalna enota: izvede prečni rez na točno dolžino.
- Števno kolo: šteje posamezne robce, preden se odložijo v kaseto.
- Kaseto za robce: začasno skladišči robce pred nadaljnjo obdelavo.
- Odjemni prsti in veriga: prenesejo robce iz kasete v naslednji sklop.

- Krmilna enota: omogoča sinhronizacijo zlaganja, nastavitve formatov in nadzor.

Prednosti zlagalnega stroja:

- Natančno zlaganje: zagotavlja enotno obliko robčkov in kakovosten končni izdelek.
- Visoka hitrost: omogoča zlaganje več tisoč robčkov na minuto.
- Fleksibilnost: hitro preklapljanje med različnimi dimenzijami in oblikami pregibov.
- Zanesljivost: robustna konstrukcija zmanjšuje možnost zastojev.
- Enostavno vzdrževanje: dostop do ključnih komponent omogoča hitro čiščenje in menjavo delov.
- Integracija v linijo: popolna usklajenost z rezalnim, pakirnim in označevalnim delom linije.
- Senzorski nadzor: zaznava morebitne napake pri zlaganju ali poškodbe papirja.

2.8 STROJ ZA OSNOVNO PAKIRANJE

Osnovno pakiranje (Slika 5) predstavlja ključno fazo v proizvodnem procesu, kjer se oblikovani robci združijo v posamezne pakete, pripravljene za distribucijo ali nadaljnje skupinsko pakiranje. V vsak posamezen paket je običajno zloženih od 8 do 10 robcev, pri čemer točno število določa proizvodni program in zahteve končnega izdelka.

Postopek pakiranja se začne tako, da potisna ročica mehansko potisne robce naprej proti pakirnemu delu stroja. Tam robci vstopijo v pakirno folijo, ki je že predhodno sistemsko odvita in pripravljena za ovijanje izdelkov. Na tej foliji je predhodno izdelan poseben izsek v obliki črke V, katerega namen je olajšati odpiranje paketa končnemu uporabniku. Ta izsek je običajno narejen s pomočjo posebnega noža v obliki črke V, še preden folija pride v stik z robci.

Folija se nato s pomočjo natančnega sistema odvijanja in rezanja prilagodi dolžini robcev – običajno je dolžina usklajena s standardno velikostjo paketa, ki ustreza dolžini posameznih robcev (npr. 203,5 mm). Ko robci vstopijo v folijo, potujejo naprej po posebnem kolutu oziroma vodilnem sistemu, kjer se folija najprej prepogne okoli ter čelno zvari. Ta čelni zvar predstavlja glavni zapiralni element paketa in mora biti močan, a estetsko izveden.

Na koncu procesa sledi še zatesnitev bočnih strani paketa. To pomeni, da se bočni deli folije mehansko prepognejo in nato s pomočjo toplotnega zvarnega sistema zavarijo, kar zagotavlja, da je paket popolnoma zaprt in pripravljen za transport. Ta zapiralni postopek ščiti robce pred zunanjimi vplivi, kot so prah, vlaga ali mehanske poškodbe ter hkrati poskrbi za urejen in trženjsko privlačen videz embalaže.

Sestavni deli stroja za osnovno pakiranje:

- Dovajalni trak: usmerja posamezne robčke do območja pakiranja.
- Zbirna enota: zbira točno določeno število robčkov v en paket (npr. 10 kosov).
- Folirni sistem: ovije robčke v primarno embalažo.
- Varilna enota: zapre folijo s pomočjo toplotnega varjenja – običajno vzdolžno in prečno.

- Označevalna enota: natisne serijsko številko, datum, logotip, kodo izdelka.
- Izhodni transporter: odpelje osnovno zapakirane robčke naprej do skupinskega pakiranja.
- Krmilna enota: omogoča nastavitve količine, hitrosti, formata in nadzor nad delovanjem stroja.

Prednosti stroja za osnovno pakiranje:

- Hitrost in učinkovitost: omogoča hitro pakiranje robčkov brez ročnega dela.
- Dosledna kvaliteta: vsak paket ima enako število robčkov in kakovostno zaprto embalažo.
- Manj napak: senzorji in avtomatski nadzor zmanjšujejo izmet in napake v pakiranju.
- Prilagodljivost: hitro preklapljanje med različnimi formati embalaže ali količino v paketu.
- Varnost: zaprta konstrukcija z varnostnimi senzorji zmanjšuje tveganje za operaterje.
- Povezljivost: možnost integracije s stroji za skupinsko pakiranje, označevanje in paletizacijo.

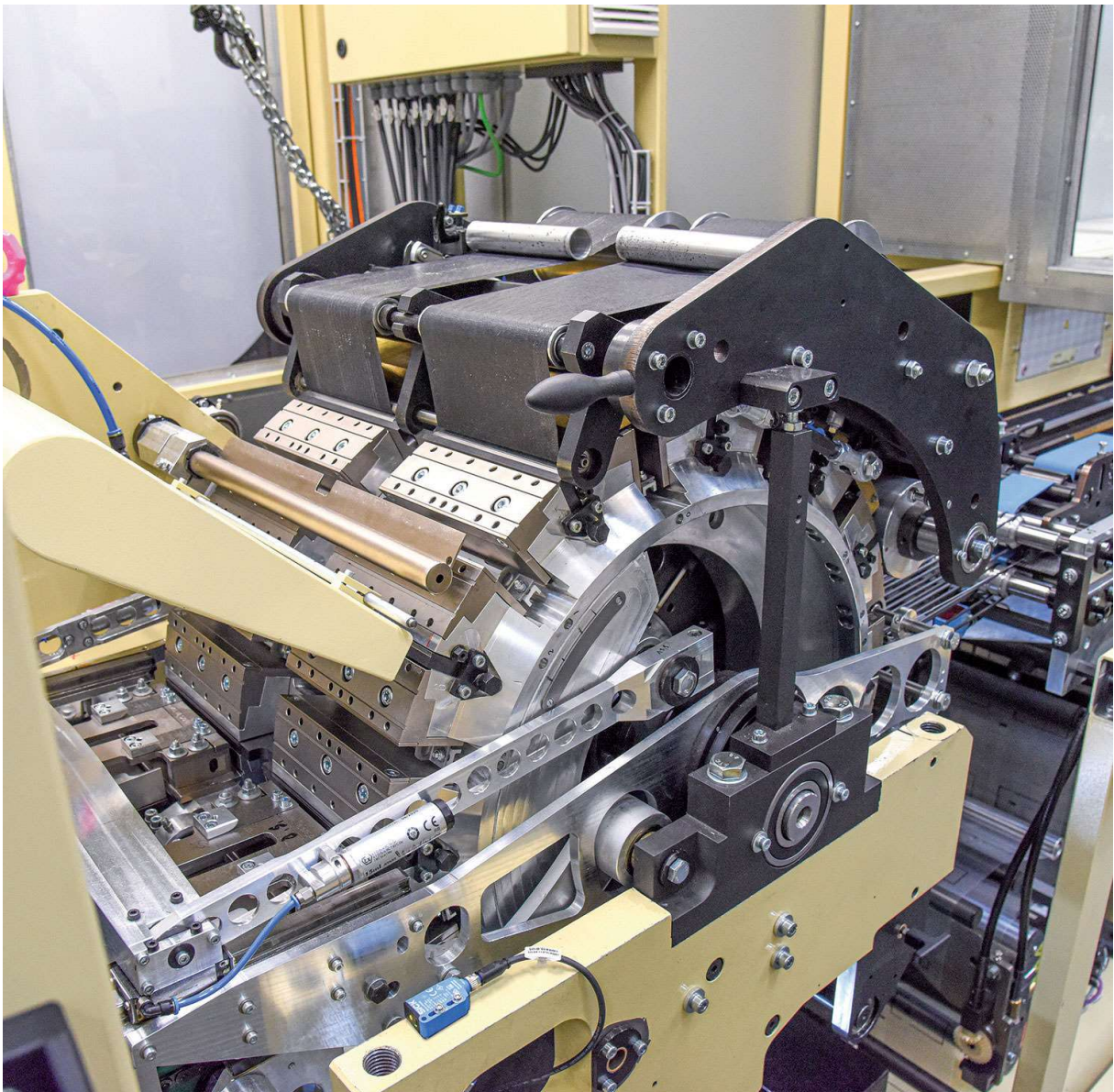
Preventivno vzdrževanje stroja za osnovno pakiranje nam prikazuje Tabela 2.

Tabela 2: Preventivno vzdrževanje stroja za osnovno pakiranje

Časovni interval	Vrsta opravila	Opis in opombe
Dnevno	Vizualni pregled	Preverjanje delovanja dovajalnega traku, senzorjev in pozicijo robčkov.
Dnevno	Čiščenje	Odstranitev ostankov folije in prahu s folirnega in varilnega območja.
Tedensko	Mazanje pogonskih delov	Mazanje vodil, verig in gibljivih delov po navodilih proizvajalca.
Tedensko	Preverjanje varilnih plošč	Pregled grelcev, čistosti varilnih površin in kakovosti zvarov.
Mesečno	Kalibracija označevalne enote	Preverjanje in nastavitve tiskalnika za oznake na embalaži.

Mesečno	Kontrola napenjanja folije	Preverjanje napetosti in poravnave embalažnega materiala.
Polletno	Zamenjava obrabljenih komponent	Zamenjava obrabljene prijemalke, trakov ali potisne lamele.
Polletno	Revizija električnih in pnevmatskih povezav	Pregled delovanja PLC, tipal in ventilov.

Slika 5: Stroj za osnovno pakiranje



Vir: (Papnews, 2025)

2.9 SKLOP ZA ETIKETIRANJE

Sklop za etiketiranje (Slika 6) je namenjen namestitvi etiket na posamezne pakete robcev. Že samo ime nam pove, da gre za fazo, v kateri se na pakete prilepijo nalepke, ki služijo predvsem kot funkcionalni zapiralni elementi. Te nalepke uporabnikom omogočajo enostavno odpiranje in ponovno zapiranje paketa po prvem odprtju, kar je pomembno za praktično uporabo in ohranjanje higiene vsebine.

Celoten postopek je avtomatiziran in visoko usklajen z ostalimi deli stroja. Fotocelica oziroma optični senzor zazna prihod posameznega paketa robcev na transportnem traku. Ko senzor potrdi prisotnost paketa na točno določenem mestu, se v istem trenutku aktivira mehanizem, ki odvijje etiketo s koluta in jo natančno prilepi na zgornjo površino paketa, kjer je V izrez. Etiketa mora biti nameščena centrirano in z ustreznim pritiskom, da se zagotovi dober oprijem.

Etikete so nameščene na nosilnem kolutu, ki se med delovanjem sistemsko odvijja, medtem ko se odstranjeni nosilni papir sproti navija na prazni kolut. Ta proces poteka neprekinjeno in sinhronizirano s hitrostjo transportnega traku, kar omogoča visoko učinkovitost in minimalne zastoje.

V sklop etiketirke je vgrajen tudi nadzorni sistem za kakovost, ki s pomočjo dodatnih fotocelic in mehanskih merilnih senzorjev preverja ustreznost vsakega paketa. Če je paket prepoznan kot neustrezen (na primer, če je previsok, odprt, zmečkan ali brez etikete), se aktivira ročica za izmet, ki paket fizično odstrani s traku in ga izvriže v ločen zbirnik za odpadke ali ponovni pregled.

Ta del stroja ima ključno vlogo pri zagotavljanju kakovosti končnega izdelka, saj mora vsak paket, ki zapusti linijo, biti popolnoma zaprt, označen z etiketo in brez mehanskih poškodb.

Slika 6: Sklop za etiketiranje



Vir: (BOGGS EQUIPMENT, 2025)

2.10 STROJ ZA SKUPINSKO PAKIRANJE

Stroj za skupinsko pakiranje (Slika 7) ima, kot že samo ime pove, glavni namen, da združuje posamezne izdelke v večje enote in jih pakira v skupinsko (sekundarno) embalažo. V proizvodnem procesu papirnatih robčkov stroj prevzame že primarno zapakirane pakete, ki po tekočem traku prihajajo iz prejšnjih faz linije, in jih nadalje združi v skupine glede na proizvodni program.

Ko paketi prispejo do stroja za skupinsko pakiranje, jih mehanski sistem pravilno usmeri in razvrsti v vnaprej določeno konfiguracijo. Ta konfiguracija določa, koliko posameznih paketov bo združenih v eno skupinsko enoto, kar je običajno odvisno od zahtev kupca, trga ali embalažnih standardov.

Sledi postopek zavijanja v sekundarno embalažo, ki je običajno prozorna ali potiskana plastična folija. Embalažni material se okoli skupine izdelkov ovije s pomočjo mehanskega vodila in transporterja. Nato se folija na ustreznem mestu zapre s pomočjo varilnih blokov, ki s toplotnim varjenjem spojijo konce folije in s tem zagotovijo zatesnjen paket.

Na zavarjeno embalažo se nato doda ustrezna oznaka, ki vključuje datum proizvodnje, številko serije, črtno kodo ter po potrebi tudi oznako stroja ali linije, kjer je bil izdelek proizveden. Oznake se tiskajo z uporabo termičnih tiskalnikov, ki so sinhronizirani s hitrostjo linije in

pozicijo embalaže.

Po končanem pakiranju skupinski paket zapusti stroj in se po tekočem traku premakne proti naslednji fazi proizvodnega procesa – kartonirnemu stroju.

Sestavni deli stroja za skupinsko pakiranje:

- Vhodni transportni trak: dovaja pakete robčkov.
- Zbirna enota: oblikuje skupine izdelkov glede na program.
- Sistem za poravnavo: poravnava pakete za pravilno zavijanje.
- Foliirni sistem: ovije skupine v plastično sekundarno embalažo.
- Varilna enota: z varilnimi bloki zapre folijo.
- Rezalna enota: odstrani presežek folije.
- Označevalna enota: doda kodo, datum.
- Izhodni trak: prenaša zavite skupine do naslednje postaje.
- Krmilna enota: omogoča nadzor, nastavitve in diagnostiko.

Prednosti stroja za skupinsko pakiranje:

- Avtomatizacija: hitro in učinkovito zavijanje brez ročnega dela.
- Kakovost: dosledno zaviti izdelki brez poškodb.
- Fleksibilnost: hitre spremembe skupin glede na potrebe.
- Zmanjšanje napak: zaradi natančnega nadzora.
- Povezljivost: enostavna integracija z drugimi napravami.
- Manj fizičnega dela: operater le nadzoruje in polni folijo.
- Zanesljivo delovanje: robustna konstrukcija in enostavno vzdrževanje.

Preventivno vzdrževanje stroja za skupinsko pakiranje nam prikazuje Tabela 3.

Tabela 3: Preventivno vzdrževanje stroja za skupinsko pakiranje

Časovni interval	Vrsta opravila	Opis in opombe
Dnevno	Vizualni pregled	Preverjanje poravnave izdelkov, stanja folije, delovanja senzorjev in varnostnih vrat.
Dnevno	Čiščenje	Odstranjevanje ostankov folije, praha in delcev embalaže z varilnih površin in transporterja.

Tedensko	Mazanje gibljivih delov	Mazanje verig, vodil in potisnih mehanizmov po priporočilu proizvajalca.
Tedensko	Preverjanje varilnih elementov	Preverjanje stanja grelcev, varilnih plošč in čistosti površin.
Mesečno	Kalibracija označevalne enote	Preverjanje pravilnosti datuma in oznak na embalaži.
Mesečno	Preverjanje napetosti folije	Preverjanje pravilne napetosti in napenjanje folije.
Polletno	Zamenjava obrabljenih delov	Zamenjava poškodovanih prijemalk, vodil, senzorjev ali gumic.
Polletno	Revizija električnih povezav	Preverjanje kablov, konektorjev, tipal in delovanje PLC sistema.

Slika 7: Stroj za skupinsko pakiranje



Vir: (Papnews, 2025)

2.11 KARTONIRNI STROJ

Kartonirni stroj (Slika 8) je zaključni element embalažne linije in ima ključno vlogo pri pripravi izdelkov za transport in skladiščenje. Njegova osnovna naloga je, da prevzame skupinsko zapakirane izdelke, ki prihajajo iz prejšnjih faz (npr. iz stroja za skupinsko pakiranje) in jih avtomatsko vstavi v kartonsko škatlo.

Najprej stroj razpre kartonsko škatlo, ki je v osnovi zložena ploščato in pripravljena v zalogovniku. Razpiranje se izvede s pomočjo vakuumskih prijemal, ki karton s podtlakom zagrabijo in ga natančno oblikujejo v prostorsko škatlo.

Ko je škatla odprta, sledi vstavljanje izdelkov vanjo. Ta proces opravi potisni mehanizem, ki je običajno pnevmatsko voden. Mehanizem z ustrezno silo potisne pakirane izdelke (npr. robčke v sekundarni embalaži) v notranjost škatle, pri tem pa mora delovati natančno in usklajeno, da ne pride do poškodb embalaže ali zastojev.

Ko so izdelki pravilno nameščeni v karton, se škatla nadalje premakne skozi sistem za zapiranje. Med prehodom skozi vodeni transportni trak se robovi škatle mehansko pregibajo, kar omogoči pravilno obliko zapiranja. Nato se škatla zalepi s pomočjo lepilnega traku, ki se samodejno nanaša na zgornjo in/ali spodnjo zapiralno zarezo.

Na koncu procesa kartonirni stroj poskrbi še za označevanje embalaže. Na zunanost kartona se z uporabo tiskalnika natisnejo ustrezne oznake, kot so črtna koda, datum proizvodnje, številka serije ali druge identifikacijske oznake. To omogoča sledljivost izdelkov in ustrezno pripravo na skladiščenje ali distribucijo.

Takšna avtomatizacija bistveno prispeva k učinkovitosti celotne embalažne linije, saj zmanjša potrebo po ročnem delu, poveča hitrost pakiranja ter zagotavlja konsistentno kakovost in varnost embalaže.

Sestavni deli kartonirnega stroja:

- Magazin za kartone: shranjuje ploščato zložene kartonske škatle in jih avtomatsko podaja v stroj.
- Sistem za razpiranje škatel (vakuumski prijemalci): razpre kartonsko škatlo s pomočjo podtlaka in jo pripravi na polnjenje.
- Transportni trak za izdelke: dovaja pakirane izdelke do mesta vstavljanja v škatlo.
- Potisni mehanizem (pnevmatski): potisne izdelke v odprt karton. Zagotavlja natančnost in zaščito izdelkov pred poškodbami.
- Sistem za zapiranje škatel (mehansko zlaganje + lepilni trak): zavihki škatle se samodejno zaprejo in zalepijo za varno embalažo.
- Označevalna enota: tiska črtno kodo, serijske številke, datume ipd., kar omogoča sledljivost.
- Izhodni transporter: pomakne zaprte in označene škatle proti nadaljnji obdelavi.

- Krmilni sistem: omogoča konfiguracijo parametrov, nadzor delovanja, vodenje alarmov in diagnostiko preko uporabniku prijaznega zaslona na dotik.

Prednosti kartonirnega stroja:

- Avtomatizacija procesa: popolnoma avtomatski potek pakiranja zmanjša potrebo po ročnem delu.
- Visoka natančnost: dosledno in enakomerno zlaganje izdelkov brez poškodb embalaže.
- Fleksibilnost: hitro prilagajanje različnim dimenzijam škatel in pakirnim konfiguracijam.
- Skladnost s standardi: zagotovljena označevanja, datumski odtisi in črtne kode za sledljivost izdelkov.
- Zmanjšanje napak in odpada: zanesljiv nadzor nad procesom zmanjšuje količino neustrezno zapakiranih enot.
- Enostavno vzdrževanje: modularna zgradba in dostopnost komponent omogočata hitro čiščenje in preventivno servisiranje.
- Povezava s proizvodnimi sistemi: možnost integracije z drugimi stroji in informacijskimi sistemi za popoln nadzor nad proizvodnjo.

Preventivno vzdrževanje kartonirnega stroja nam prikazuje Tabela 4.

Tabela 4: Preventivno vzdrževanje kartonirnega stroja

Časovni interval	Vrsta opraviła	Opis in opombe
Dnevno	Vizualni pregled	Pregled transporterjev, prijemal, sistemov za zlaganje zavihkov, senzorjev in varnostnih vrat.
Dnevno	Čiščenje stroja	Odstranjevanje ostankov kartona, lepila in prahu s ključnih delov stroja.
Tedensko	Mazanje gibljivih delov	Mazanje verig, vodil, drsnih površin in pogonskih komponent.
Tedensko	Preverjanje sistemov za lepljenje	Kontrola temperature in pretoka vročega lepila, stanje šob in tesnil.

Mesečno	Preverjanje pozicioniranja izdelkov	Preverjanje pravilnega poravnavanja kartonov in vodenja paketov.
Mesečno	Kalibracija tiskalnika	Preverjanje pravilnosti tiska oznak (črna koda, datum ipd.).
Polletno	Zamenjava obrabljenih delov	Zamenjava obrabljenih potisnih elementov, zavihkov, prijemal.
Polletno	Revizija električnih povezav	Preverjanje krmilnega sistema, senzorjev in varnostnih funkcij.

Slika 8: Kartonirni stroj



Vir: (APSOL, 2025)

2.12 ROBOTSKA CELICA

Robotska celica (Slika 9) v embalažnem procesu papirnatih robčkov je namenjena avtomatskemu paletiziranju, kar pomeni zlaganje zapakiranih izdelkov na transportne palete. Robot v celici sprejme posamezne pakete oziroma kartone z robčki, ki prihajajo po tekočem traku iz prejšnjih faz linije in jih razporeja na paleto glede na vnaprej določeno logiko nalaganja. Prijem izdelkov se izvaja s pomočjo mehanskega prijemala, ki je prilagojeno dimenzijam in obliki embalaže. Prijemalo mora omogočati zanesljivo in stabilno dvigovanje ter odlaganje paketov brez poškodb ali zamika.

Robot deluje po programskem zaporedju, ki natančno določa vzorec zlaganja. Ti vzorci so prilagojeni dimenzijam kartonov ter dimenzijam palete in so lahko različni glede na proizvodni program ali kupčeve zahteve.

Ko je paleta zapolnjena, sistem zazna, da je zlaganje zaključeno. Robotska celica nato sproži avtomatski postopek menjave: polna paleta se transportira iz delovnega območja, obenem pa se na isto mesto pripelje nova, prazna paleta, pripravljena za nadaljnje zlaganje. Ta menjava je popolnoma avtomatizirana in poteka brez prekinitev proizvodnje, kar zagotavlja visoko učinkovitost in pretočnost embalažne linije.

Takšen sistem bistveno zmanjša potrebo po ročnem delu, poveča natančnost nalaganja, izboljša sledljivost ter zmanjša možnost poškodb izdelkov med manipulacijo. Poleg tega omogoča povezavo s skladiščnim informacijskim sistemom, kar omogoča nadaljnjo optimizacijo logistike in upravljanja zalog.

Sestavni deli robotske celice:

- Industrijski robot: nosilni člen celice, ki izvaja gibe in manipulacijo.
- Prijemalo: mehansko.
- Tekoči trak (vhodni/izhodni): transport izdelkov do in od robota.
- Varnostna ograja: zagotavlja varno delovanje brez stika z operaterjem.
- Krmilni sistem: omogoča nadzor, nastavitve vzorcev paletizacije in diagnostiko.

Prednosti robotske celice:

- Povečana produktivnost: deluje neprekinjeno, tudi v več izmenah.
- Natančnost: vsak izdelek je naložen na točno določeno mesto.
- Fleksibilnost: enostavno prilagajanje novim dimenzijam in konfiguracijam.
- Varnost: omejen fizični stik operaterja, kar zmanjša tveganje za poškodbe.
- Sledenje in povezljivost: povezava s sistemom ERP ali CMMS za sledenje količine in učinkovitosti.

Preventivno vzdrževanje robotske celice nam prikazuje Tabela 5.

Tabela 5: Preventivno vzdrževanje robotske celice

Časovni interval	Vrsta opravila	Opis in opombe
Dnevno	Vizualni pregled	Pregled prijemala, kablov, spojev, preverjanje za morebitne poškodbe.
Dnevno	Čiščenje	Odstranjevanje prahu, papirnih ostankov in morebitne umazanije s senzorjev in vodil.
Tedensko	Preverjanje gibljivosti osi	Test vseh gibov robota, spremljanje za nenavadne zvoke ali tresljaje.
Tedensko	Mazanje	Mazanje linearnih vodil in gibljivih spojev s priporočenim mazivom.
Mesečno	Kalibracija	Preverjanje koordinat prijemanja in odlaganja, po potrebi ponastavitev.
Mesečno	Diagnostika PLC	Preverjanje odzivnosti vhodno/izhodnih signalov, alarmnih sistemov in zasilnega izklopa.

Polletno	Zamenjava obrabljenih delov	Kontrola stanja prijemal, prijemnih čeljusti in morebitna zamenjava.
Polletno	Revizija programske opreme	Posodobitev robota, varnostnih nastavitvev in varnostnih zaves.

Slika 9: Robotska celica



Vir: (LIBELA ELSI, 2025)

3 PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE ZLAGALNEGA STROJA

Zlagalni sklop predstavlja enega izmed osrednjih tehnoloških delov v liniji za izdelavo papirnatih robčkov. Njegova primarna naloga je natančno in enakomerno preoblikovanje neprekinjenega papirnega traku, ki prihaja iz razvite jumbo rolice, v strukturirane in kompaktno zložene posamezne robce. Ta proces oblikovanja poteka z uporabo različnih mehanizmov, kot so zračne šobe, mehanska vodila ter pogonski in pregibni valji. Vsaka nepravilnost v tem sklopu ima neposreden vpliv na dimenzije, obliko, estetski videz in uporabnost končnega izdelka.

Zaradi svoje kompleksnosti in hkratne izpostavljenosti obrabi je zlagalni sklop pogosto točka, kjer se pojavljajo težave, če vzdrževanje ni izvajano redno in načrtno. Ker proces vključuje visoke hitrosti, mehanski stik s papirjem, pogonske trakove, vrtljive elemente in elektronske komponente, je nujno izvajanje preventivnega vzdrževanja, s katerim se preprečujejo zastoji in zagotavlja kakovostna ter učinkovita proizvodnja.

Delovanje in pomen natančnosti

Proces zlaganja papirja je zasnovan tako, da papirni trak potuje skozi niz usmerjevalnih komponent, ki ga postopno preoblikujejo v želeno strukturo.

Najpogosteje se uporablja:

- **V-zlaganje** ali
- **Z-zlaganje**,

kjer je vsak pregib natančno nastavljen na določen razmik, ki določa velikost posameznega robca. Da bi bil končni izdelek pravilno in simetrično zložen, morajo biti vsi mehanski deli natančno sinhronizirani – že manjša odstopanja v hitrosti, položaju vodil ali tlaku zračnega toka lahko povzročijo napačne pregibe, zamike ali popačenje papirja.

Velik poudarek pri zlaganju je tudi na:

- **enakomernem oprijemu papirja** med prehajanjem skozi valje.

Vlečni valji morajo zagotavljati konstanten kontakt in napetost, kar pomeni, da morajo biti ustrezno obloženi z grobo ali gumirano površino, ki omogoča stabilno gibanje papirja brez zdrsov.

Pomembno je, da je:

- **hitrost valjev** usklajena s preostalim tokom linije,

saj nesinhroniziran transport povzroča napetosti v papirju, kar vodi do trganja ali zastojev. Vse te zahteve po natančnosti delovanja pomenijo, da mora biti zlagalni sklop stalno pod nadzorom in redno pregledovan, saj lahko tudi manjše mehanske spremembe hitro povzročijo večje posledice na kakovost izdelkov.

Vrste obrabe in značilne napake

Zaradi stalnega mehanskega gibanja, trenja, vpliva vlage in delcev papirnega prahu so posamezne komponente zlagalnega sklopa močno izpostavljene obrabi. Najpogosteje se obrabljajo:

- **vlečni valji,**

ki zgrabijo papir ter vodila, po katerih se ta premika. Z obrabo valjev se zmanjša oprijem papirja, kar vodi do zdrsa, nepravilnega zlaganja ali celo zastojev. Prav tako se obrabijo drsniki, osovine in ležaji, ki z leti izgubijo svojo natančnost in povzročajo tresljaje, vibracije ter nesinhronizirano gibanje.

Med značilne napake sodijo tudi:

- **neenakomerno zloženi robci,**

- **zamik v zlagalnem vzorcu,** poševni pregibi ali strgani robovi.

Te napake pogosto niso posledica večje okvare, temveč manjših obrab, ki se sčasoma seštevajo. Še en pogost pojav je nalaganje papirnega prahu na senzorje ali zračna vodila, kar zmanjša njihovo funkcionalnost. Posledično sistem ne prepozna pravilnega položaja papirja ali izvede napačno krmiljenje, kar se odraža v nizki kakovosti končnega izdelka.

Eno izmed večjih težav nam povzroča tudi:

- **števno kolo** (Slika 10),

saj se zaradi neenakomerno zloženih robcev ležišča, kjer robci čakajo, ko potujejo do kasete, razširijo tako, da povsem izgubijo oprijem. Kasneje nam robce lahko tako močno zabije v kaseto, da se mehanski deli lahko povsem uničijo.

Slika 10: Števno kolo



Vir: (TISSUENET GMBH, 2025)

Prav tako lahko pride do popuščanja mehanskih spojev zaradi vibracij ali nepravilnega privijanja komponent med prejšnjimi servisi. Značilne napake se pogosto začnejo z manjšimi odkloni, ki niso takoj vidni, zato je pomembno, da so operaterji in vzdrževalci usposobljeni za prepoznavanje zgodnjih znakov nepravilnosti.

Preventivno vzdrževanje po časovnih intervalih

Preventivno vzdrževanje zlagalnega sklopa se izvaja v več stopnjah, odvisno od pogostosti uporabe, intenzivnosti proizvodnje in priporočil proizvajalca. Najpogosteje se deli na:

- dnevna,
- tedenska,
- mesečna,

- trimesečna in
- polletna opravila.

Dnevna opravila vključujejo osnovni vizualni pregled gibljivih komponent, kot so valji, vodila, lopatice in pogonski mehanizmi. Operater mora opazovati, če so prisotni nenavadni zvoki, vibracije ali vidni zamiki pri zlaganju. Pomembno je tudi dnevno čiščenje papirnega prahu z mehko krtačo ali komprimiranim zrakom, saj ta pogosto zastaja okoli osi, drsnih mehanizmov in v zračnih kanalih.

Tedensko se opravijo bolj podrobni pregledi – preverjanje napetosti pogonskih trakov, umerjanje pregibnih valjev, testiranje aktuatorjev in nastavitvev zračnih šob. Pomembno je tudi redno mazanje mehanskih delov z ustreznim industrijskim mazivom, ki zmanjšuje trenje in preprečuje obrabo.

Mesečno vzdrževanje vključuje pregled električnih priključkov, senzorjev, kalibracijo dimenzij formata ter preverjanje delovanja programske logike. V tej fazi se pogosto preveri še sinhronizacija med pogonskimi sklopi in mehanskimi vodili.

Vsake tri do šest mesecev se priporoča delna ali popolna demontaža pogonskih delov, zamenjava obrabljenih komponent, temeljito čiščenje nedostopnih mest ter preverjanje programskih posodobitev. V nekaterih primerih se izvaja tudi revizija zlagalnega vzorca s testnimi serijami.

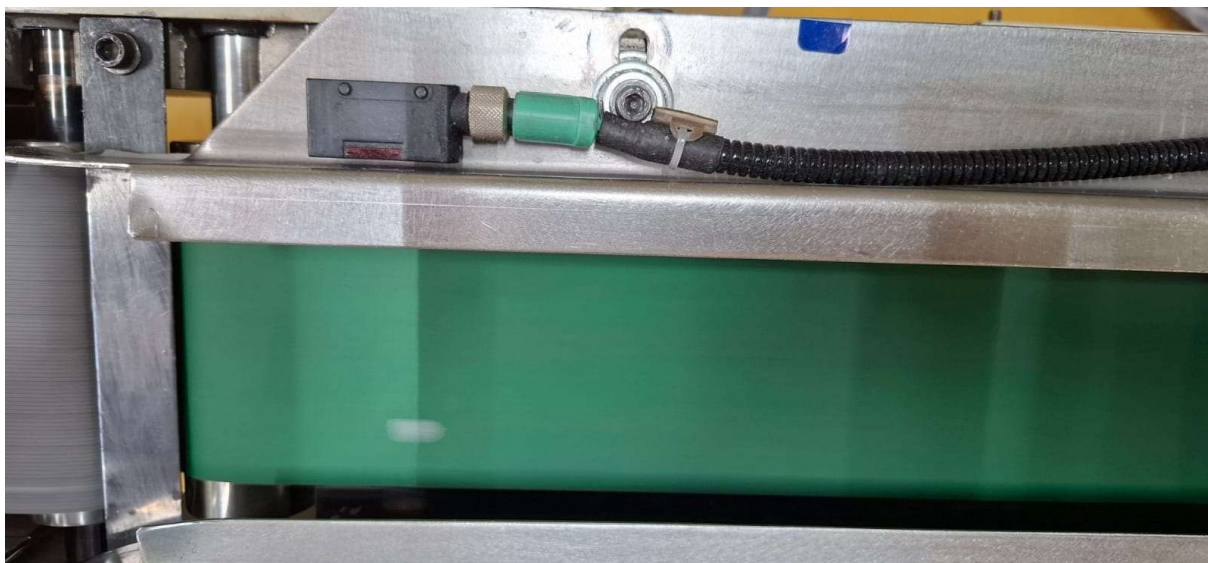
Tako strukturiran sistem vzdrževanja omogoča dolgoročno zanesljivo delovanje linije, zmanjšuje stroške izpadov in pripomore k višji kakovosti izdelkov.

Vloga senzorjev in nadzornih sistemov

Sodobni zlagalni sklopi so opremljeni z različnimi senzorji, ki zagotavljajo nadzor nad ključnimi parametri delovanja. Ti vključujejo fotosenzorje na odboj (Slika 11), optične senzorje za zaznavanje prisotnosti papirja, induktivne senzorje za nadzor položaja mehanskih delov in tlačne senzorje za spremljanje zračnega toka pri pnevmatskih pregibih. Senzorji so povezani z glavno krmilno enoto stroja, ki omogoča takojšnje reakcije na nepravilnosti – od samodejne ustavitve stroja do sprožitve opozoril.

Pomembna komponenta so tudi enkoderji, ki merijo rotacijo valjev in zagotavljajo sinhronizacijo hitrosti. Če se pojavi razlika v hitrosti med posameznimi deli zlagalnega sklopa, lahko to vodi do nepravilnega zlaganja ali poškodb papirja. Centralni nadzorni sistem (PLC) povezuje vse senzorje, nadzira njihovo delovanje in omogoča operaterju natančen vpogled v stanje sklopa preko uporabniškega vmesnika.

Slika 11: Fotosenzor na odboj



Redno vzdrževanje vključuje čiščenje senzorjev, preverjanje povezav, kalibracijo in testiranje odzivnosti. Zlasti optični senzorji so občutljivi na umazanijo, ki lahko povzroči lažne zaznave ali nedelovanje. Če senzor ne zazna papirja, lahko sistem sproži nenačrtovano zaustavitev, kar povzroči prekinitev proizvodnje. Zato je redna kontrola senzorjev ključnega pomena za stabilno delovanje linije.

Mazanje, čiščenje in nastavitev mehanskih komponent

Mazanje (Slika 12) je osnovni, a izjemno pomemben del preventivnega vzdrževanja. Pogonski valji, ležaji, vodila in drsniki zahtevajo redno mazanje s predpisanimi mazivi, da se prepreči prekomerno trenje in obraba. Nezadostno mazanje vodi do pregretja, povečanega upora in hitrejše degradacije komponent, kar posledično vpliva na celotno delovanje sklopa.

Slika 12: Mazanje



Poleg mazanja je ključno tudi temeljito čiščenje vseh delov. Papirni prah, ostanki vlaken in mikroskopski delci se nabirajo v notranjosti stroja in povzročajo zamašitve ali motnje v mehanskem gibanju. Priporočljivo je uporabljati sesalnike s HEPA-filtri in ne stisnjene zraka, saj ta pogosto raznaša prah na težje dostopna mesta.

Nastavitve mehanskih komponent vključujejo poravnavo valjev, pravilno napetost pogonskih trakov, umerjanje vodil in nastavitve pregibnih elementov. Te nastavitve morajo biti opravljene z visoko natančnostjo, saj že milimetrski zamiki vplivajo na zlaganje papirja. Uporaba merilnih orodij, kot so merilni trakovi, indikatorji in šablone, je nujna.

Nepravilne nastavitve pogosto povzročajo ponavljajoče se napake, ki se jih operaterji ne zavedajo takoj. Zato je priporočljivo, da nastavitve izvajajo usposobljeni vzdrževalci po ustaljenih protokolih in jih sproti beležijo. Zelo učinkovito je tudi izdelovanje kontrolnih listov z referenčnimi vrednostmi nastavitvev, kar olajša redno vzdrževanje in omogoča hitro prepoznavo odstopanj.

Dokumentacija in sledljivost vzdrževalnih posegov

Učinkovito preventivno vzdrževanje ni zgolj izvajanje fizičnih posegov, ampak tudi natančno beleženje vseh opravljenih del. Vsak vzdrževalni postopek mora biti dokumentiran – z datumom, uro, imenom izvajalca, opisom opravila in opaženimi nepravilnostmi. Takšna sledljivost omogoča identifikacijo ponavljajočih se napak, analizo obrabe komponent in načrtovanje prihodnjih vzdrževalnih ciklov.

Primer kontrolnega lista vzdrževanja:

Kontrolni list vzdrževanja nam prikazuje Tabela 6.

Tabela 6: Kontrolni list vzdrževanja

Datum	Čas	Ime izvajalca	Lokacija / naprava	Opis posega	Opažanja	Uporabljeni materiali	Podpis
12. 05. 2025	08:30	Janez Novak	Zlagalni sklop	Zamenjava pogonskega jermena	Opuščen jermen, znaki drsenja	Jermen A-750, čistilno sredstvo	JN

V praksi se uporablja fizična dokumentacija (obrazci, kontrolni listi) ali digitalni sistemi, kot so CMMS (Computerized Maintenance Management System), ki omogočajo elektronsko beleženje in shranjevanje podatkov. Prednost digitalnih rešitev je samodejno obveščanje o potrebnih vzdrževalnih opravilih, statistična analiza podatkov ter povezava z drugimi proizvodnimi moduli.

Primer digitalnega zapisa v CMMS sistemu:

Vzdrževalna naloga št.: 20250512-003

Datum: 12.05.2025

Stroj: Zlagalni sklop - Linija 2

Izvajalec: J. Novak

Opravilo: Zamenjava pogonskega jermena, čiščenje.

Stanje po opravilu: Naprava v delujočem stanju, brez dodatnih napak.

Opažanja: Stari jermen je bil deformiran, možna napačna napetost. Priporočeno pogostejše preverjanje napetosti.

Pomembno je tudi beleženje odstopanj, opaženih med rednimi pregledi, četudi ne pride do neposrednega popravila. Takšna opažanja pogosto razkrijejo skrite vzroke poznejših okvar ali nihanja v kakovosti izdelkov. Dobro vzdrževana dokumentacija je tudi dokazilo o skrbnosti podjetja pri izvajanju preventivnega vzdrževanja in lahko predstavlja pomemben element pri presojah kakovosti ali varnosti strojev.

Vloga operaterjev in usposabljanja

Operaterji so prvi v stiku s strojem, zato imajo ključno vlogo pri zaznavanju zgodnjih znakov obrabe ali nepravilnosti. Njihovo vsakodnevno delo vključuje opazovanje obnašanja stroja, zaznavanje nenavadnih zvokov, vibracij ali nepravilnega gibanja papirja. Zato je bistvenega pomena, da so operaterji redno usposobljeni za prepoznavanje napak in razumevanje osnovnih principov delovanja zlagalnega sklopa.

Usposabljanje mora vključevati teoretično razlago delovanja stroja ter tudi praktične prikaze vzdrževalnih postopkov. Operater mora znati pravilno očistiti komponente, preveriti stanje ključnih delov, poročati o napakah in ob morebitnih težavah ustrezno reagirati.

Vključevanje operaterjev v procese preventivnega vzdrževanja ne zmanjšuje le pogostosti napak, temveč tudi krepi kulturo odgovornosti in sodelovanja med proizvodnim in vzdrževalnim osebjem. Sodobni pristopi vodenja proizvodnje (npr. TPM – Total Productive Maintenance) poudarjajo prav vključevanje vseh zaposlenih v skrb za opremo kot enega od temeljev učinkovite proizvodnje.

TPM – Faze vključevanja operaterjev

Spodnja Tabela 7 prikazuje sedem faz TPM, ki predstavljajo strukturiran pristop k vključevanju operaterjev v procese preventivnega vzdrževanja. Vsaka faza ima svoj namen, pričakovane aktivnosti in vlogo operaterjev, ki se skozi faze postopoma povečujejo v smeri samostojnosti in odgovornosti.

Tabela 7: TPM

Faza TPM	Opis aktivnosti	Prispevek operaterjev
1. Prvo čiščenje	Temeljito čiščenje strojev in odprava dostopnostnih ovir.	Spoznavanje stroja, odkrivanje začetnih napak.
2. Odprava virov nečistoč	Odprava vzrokov za onesnaženje in izboljšave dostopa.	Predlogi in pomoč pri izvedbi izboljšav.
3. Standardizacija osnovnih nalog	Uvedba standardov za čiščenje, mazanje, pregledovanje.	Samostojno izvajanje osnovnih kontrol.
4. Usposabljanje za osnovno vzdrževanje	Teoretično in praktično izobraževanje.	Izvajanje osnovnega vzdrževanja.
5. Inšpekcijski pregledi	Iskanje skritih napak in izboljšav.	Redno poročanje in nadzor nad stanjem strojev.
6. Sodelovanje vseh oddelkov	Vzpostavitev sodelovanja med vzdrževanjem, proizvodnjo, kakovostjo.	Večja vključenost in komunikacija z drugimi oddelki.
7. Neprestano izboljševanje (Kaizen)	Sistematično iskanje možnosti za izboljšave.	Aktivna vloga v izboljšavah in timskem delu.

Dolgoročni vpliv preventivnega vzdrževanja

Redno in ustrezno izvajano preventivno vzdrževanje ima pomemben vpliv na dolgoročno zanesljivost in ekonomiko delovanja strojev. Pri zlagalnem sklopu to pomeni zmanjšanje števila izpadov, manjšo potrebo po nadomestnih delih, bolj stabilno kakovost izdelkov in nižje stroške popravil.

Pravilno vzdrževana oprema tudi omogoča večjo fleksibilnost proizvodnje, saj se lahko hitreje prilagaja spremembam v formatu ali hitrosti zlaganja, brez tveganja za napake. Dolgoročno se poveča življenjska doba stroja, zmanjša potreba po investicijah v nadomestno opremo ter okrepi zaupanje kupcev v stabilnost proizvodnje.

Z vidika upravljanja proizvodnje pomeni dobro vzdrževanje večjo predvidljivost, lažje planiranje in večjo konkurenčnost na trgu, kjer je hitrost in kakovost oskrbe ključna.

Sklepne ugotovitve

Zlagalni stroj (Slika 13) predstavlja srce proizvodne linije za papirnate robčke. Njegovo

brezhibno delovanje temelji na natančni sinhronizaciji mehanskih, pnevmatskih in elektronskih komponent. Zaradi svoje kompleksnosti in obremenjenosti je ta sklop izpostavljen številnim oblikam obrabe, zato je sistematično preventivno vzdrževanje nujno za nemoteno in kakovostno proizvodnjo.

Redni pregledi, čiščenje, mazanje, kalibracije, zamenjave obrabljenih delov ter usposobljenost operaterjev – so ključni elementi uspešnega upravljanja z opremo. Z dobro organiziranim vzdrževalnim sistemom se ne zagotavlja le tehnično brezhibno delovanje, temveč tudi dolgoročna ekonomska učinkovitost in zanesljivost proizvodnega procesa.

Praktične izkušnje kažejo, da podjetja, ki vlagajo v preventivno vzdrževanje, dolgoročno dosegajo večjo stabilnost, manj napak ter višje zadovoljstvo končnih uporabnikov.

Slika 13: Zlagalni stroj



Vir: (Tau Machines s.r.l., 2025)

3.1 PREDSTAVITEV IDEJNIH IZHODIŠČ

Glavno izhodišče za pripravo načrta preventivnega vzdrževanja zlagalnega stroja bi bila ugotovitev, da dosedanji način vzdrževanja v podjetju ni temeljil na nobenem strukturiranem ali načrtovanem sistemu. Vzdrževalna dela so se izvajala izključno kot reakcije – torej šele takrat, ko je prišlo do napake, okvare ali izpada v delovanju stroja. Tak pristop sicer omogoča odpravo težav v trenutku, ko se pojavijo, vendar dolgoročno prinaša številne slabosti: pogostejše nenačrtovane zastoje, višje stroške popravil, večjo obrabo opreme in zmanjšano zanesljivost proizvodnega procesa.

Cilj uvedbe preventivnega sistema vzdrževanja je bil vzpostaviti pregleden, razumljiv in enostaven plan, po katerem se bodo vzdrževalna dela izvajala sistematično, vnaprej načrtovano in z jasno opredeljenimi časovnimi intervali. Tako je nastal plan, ki vključuje dnevne, tedenske, mesečne ter polletne naloge – razdeljene glede na zahtevnost in vrsto postopka. Poudarek je bil posebej na ključnih elementih, ki so najbolj izpostavljeni obrabi, kot so valji, pregibni mehanizmi, vodila, senzorji.

Pomembno je tudi, da je načrt zasnovan tako, da ga lahko izvajajo različni profili zaposlenih – od operaterjev do vzdrževalcev in tehnikov, pri čemer ima vsak jasno določene naloge in odgovornosti. S tem pristopom želimo okrepiti tudi vlogo operaterjev, ki dnevno upravljajo stroj in lahko prvi opazijo odstopanja ali znake nepravilnosti.

3.2 PLAN PREVENTIVNEGA VZDRŽEVANJA

Tabela 8 nam prikazuje preventivna vzdrževalna dela za zlagalni stroj.

Tabela 8: Preventivna vzdrževalna dela za zlagalni stroj

Časovni interval	Vrsta opravlila	Opis in opombe	Odgovorna oseba	Opomba ob zadnji izvedbi
Dnevno	Vizualni pregled	Pregled valjev, vodil, lopatic, poslušanje za nenavadne zvoke.	Operater, vzdrževalec	Brez posebnosti.
Dnevno	Čiščenje prahu	Odstranjevanje papirnega prahu in vlaken.	Operater	Prah se večinoma nabira ob vodilih in zaprtih delih stroja
Tedensko	Mazanje	Mazanje drsnikov, vodil, verig s priporočenim mazivom.	Vzdrževalec	Mazivo dodano na vseh točkah.

Tedensko	Preverjanje napetosti	Pregled napetosti trakov, pravilnosti zlaganja.	Vzdrževalec	Napetost ustrezna.
Mesečno	Kalibracija senzorjev	Preverjanje optičnih in induktivnih senzorjev.	Električar / Vzdrževalec	Kalibracija opravljena brez težav.
Mesečno	Kontrola formata	Preverjanje skladnosti zlaganja z dimenzijami izdelka.	Tehnik kakovosti	Format brez odstopanj.
3–6 mesecev	Zamenjava obrabljenih delov	Zamenjava valjev, zračnih šob, nožev, pregibna lopatica.	Vodja vzdrževanja	Zamenjani obrabljeni deli.
3–6 mesecev	Revizija PLC sistema	Posodobitev programske opreme, test komunikacije s senzorji.	Programer	Program brez napak, vmesnik obnovljen.

3.3 NABAVA POTREBNIH DELOV

V našem primeru, kjer gre za originalen stroj proizvajalca Tau Machines, je mogoče rezervne dele naročiti neposredno pri proizvajalcu. Med najpogosteje naročenimi deli so valji, pregibni elementi, transportni jermeni, vodila, rezila ter različni senzorji. Prednost tovrstnega naročanja je predvsem v tem, da so vsi nadomestni deli popolnoma združljivi s strojem in tako ni bojzani, da bi prišlo do neujemanja ali napak pri montaži. Slabost pa je lahko višja cena in predvsem daljši dobavni roki, zaradi česar je nujno pravočasno načrtovanje nabave.

Zaradi možnosti daljših dobavnih časov smo razmišljali o vzpostavitvi posebnega skladišča, namenjenega izključno tej proizvodni liniji. V njem bi hranili najpogosteje menjane dele, kar bi omogočilo hitro ukrepanje ob morebitnih okvarah in zmanjšanje zastojev v proizvodnji.

V primeru, da imamo v podjetju lastno vzdrževalno ekipo in razpolagamo z ustreznim orodjem in opremo, lahko marsikatero okvaro odpravimo sami. S tem zmanjšamo stroške vzdrževanja, hkrati pa se izognemo daljšim zastojem, saj ni treba čakati na prihod zunanjega serviserja.

Vendar pa to prinaša tudi določena tveganja – če vzdrževalec nima dovolj izkušenj ali natančnih navodil proizvajalca, lahko poseg povzroči dodatne zaplete ali celo poslabša stanje stroja. V takšnih primerih je bolj smiselno, da se obrnemo na pooblaščenega serviserja, ki je usposobljen za servisiranje strojev Tau Machines.

Poleg originalnih delov je mogoče določene standardizirane komponente, kot so ležaji, pogonski jermeni, ventili, senzorji in podobni elementi, naročiti tudi pri neodvisnih dobaviteljih. Gre za dele, ki niso specifični za določen model stroja in jih je mogoče dobiti pri različnih industrijskih trgovcih. Ta pristop omogoča hitrejšo dobavo in pogosto tudi nižjo ceno, vendar zahteva dobro poznavanje specifikacij in združljivosti s strojem.

3.4 NASTAVITEV IN ZAGON STROJA

Postopek nastavitve in zagona stroja je ključnega pomena za zagotavljanje nemotenega začetka proizvodnje in doseganje optimalne učinkovitosti linije. Vsak zagon vključuje več faz, pri čemer mora biti vsak korak natančno izveden, saj lahko že manjša odstopanja pri nastavitvah povzročijo težave pri delovanju, zastoje ali odstopanja pri kakovosti izdelkov.

Pred samim zagonom se najprej izvede vizualni pregled celotne linije, s posebnim poudarkom na mehanskih in transportnih poteh, senzorjih in morebitnih signalnih opozorilih. Preveri se tudi stanje materialov – v tem primeru jumbo rolic papirja – ter ustrezna napetost napajalnih vodov, pnevmatskih priključkov in delovanje varnostnih sistemov (npr. tipke za zaustavitev v sili).

Po končanem osnovnem pregledu sledi nastavitev proizvodnega formata, kjer se glede na izbrani izdelek nastavi dimenzija robcev, način zlaganja (npr. Z ali V), dolžina reza in količina robcev v paketu. Prilagodi se hitrost posameznih segmentov linije, kot so vlečni valji, zlagalni del, rezalna enota, pakirni stroj in sklop za etiketiranje. Nastavitve se izvedejo elektronsko preko nadzornega panela.

Zagon se običajno začne v testnem režimu, kjer linija obratuje z zmanjšano hitrostjo. Namen tega postopka je opazovanje, ali se papir pravilno odvija, poravnava in zloži ter če se izdelki režejo v ustreznih dimenzijah. Prav tako se preveri delovanje pakiranja in označevanja. Če med zagonom ni zaznanih odstopanj, se proizvodnja preklopi v standardni način delovanja, kjer stroj deluje s polno kapaciteto.

V primeru težav, kot so trganje papirja, napačna dolžina, nepravilno material ali slabo zlaganje, se linija takoj ustavi, napaka se odpravi in zagon ponovi.

Natančna in dosledna nastavitev pred začetkom vsake serije bistveno vpliva na stabilnost delovanja linije, zmanjšuje količino odpadnega materiala in povečuje skupno učinkovitost. Zaradi tega mora postopek zagona izvajati usposobljeno osebje z dobrim poznavanjem delovanja celotne linije.

3.5 ANALIZA STROŠKOV

V proizvodnji papirnatih robčkov je vsak nenapovedan zastoj lahko zelo drag. Da bi bolje razumel, kakšne posledice ima ustavitev linije, sem izračunal približne stroške glede na časovni zamik. Cena enega paketa robcev znaša 0,32 €, linija pa v eni minuti proizvede približno 260 paketov. To pomeni, da vsaka minuta zastoja pomeni tudi neposredno izgubo v višini 83,20 €. Če pride do večurne prekinitve, recimo za eno delovno izmeno (8 ur), se ta znesek hitro povzpne na več kot 39.000 €.

Izračun mi pomaga pri razumevanju, zakaj je preventivno vzdrževanje tako pomembno. Sprotno odpravljene manjše napake in redno vzdrževanje lahko preprečijo daljše okvare, ki bi vodile v zaustavitev proizvodnje. Poleg izgube izdelkov je treba upoštevati tudi stroške za odpravo napak, vpliv na dobavne roke ter morebitno nezadovoljstvo strank. Ta preprost izračun je bil zame dober pokazatelj, kako pomembno je z vidika ekonomike podjetja, da proizvodnja poteka neprekinjeno in brezhibno.

Tabela 9 nam prikazuje izračun stroškov zastoja proizvodnje.

Tabela 9: Izračun stroškov zastoja proizvodnje

Parameter	Vrednost [EUR]
Cena enega paketa robcev	0.32
Število paketov v skupinskem pakiranju	10
Proizvodnja paketov na minuto	260
Izguba na minuto zastoja	83.20
Izguba na uro zastoja	4992.00
Izguba na 8 ur zastoja	39.936.00 €

4 ZAKLJUČEK

Preventivno vzdrževanje ima ključno vlogo pri zagotavljanju nemotenega delovanja tehnološko zahtevnih proizvodnih linij. V okviru diplomskega dela sem ugotovil, da z rednim in natančno načrtovanim vzdrževanjem bistveno zmanjšamo verjetnost izpadov, podaljšamo življenjsko dobo komponent in izboljšamo celotno zanesljivost sistema.

Analiza konkretne konfekcijske linije za robčke je pokazala, da največ težav povzroča zlagalni sklop, ki je podvržen visoki obrabi. Z uvedbo strukturiranega načrta vzdrževanja, podprtega z dokumentacijo in sodelovanjem operaterjev, lahko izboljšamo delovanje sklopa in zmanjšamo potrebo po nenačrtovanih popravilih.

Ugotovitve kažejo, da je vlaganje v preventivo dolgoročno bolj smiselno kot odzivanje na okvare. Kakovostno izveden program vzdrževanja vpliva ne le na nižje stroške, temveč tudi na višjo konkurenčnost podjetja na trgu. Predlagani model vzdrževanja bi bil smiselno širše uvesti v industrijski praksi.

5 VIRI

APSOL. 2025. APSOL. *case-erectors*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 17. junij 2025.] <https://www.apsol.it/en/machinery/case-erectors/>.

BOGGS EQUIPMENT. 2025. BOGGS EQUIPMENT. *kirk-rudy-kr527-tabbing-machine*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 17. junij 2025.] <https://www.boggs-equipment.com/product/kirk-rudy-kr527-tabbing-machine/>.

Eitutis, Arūnas. 2024. Frontu. *kaj-je-preventivno-vzdrzevanje-in-kako-lahko-programaska-oprema-fsm-pomaga-pri-njegovi-vzpostavitvi*. [Elektronski] 2024. <https://frontu.com/sl/blog/kaj-je-preventivno-vzdrzevanje-in-kako-lahko-programaska-oprema-fsm-pomaga-pri-njegovi-vzpostavitvi>.

LIBELA ELSI. 2025. LIBELA ELSI. *druge-vrste-paletizacije*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 17. junij 2025.] <https://libela-elsi.si/sr/robotska-paletizacija-i-kartonjerke/druge-vrste-paletizacije/>.

Manualslib. manualslib. *Bst-Ekrpro-Com60.html*. [Elektronski] [Navedeno: 2. maj 2025.] <https://www.manualslib.com/manual/1595987/Bst-Ekrpro-Com60.html>.

Papnews. 2025. Papnews. *new-complete-handkerchiefs-lines-with-efficiency-and-product-quality-at-the-top-of-the-category-2/*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 17. junij 2025.] <https://www.papnews.com/insight/new-complete-handkerchiefs-lines-with-efficiency-and-product-quality-at-the-top-of-the-category-2/>.

Tau Machines s.r.l. 2025. Papnews. *new-complete-handkerchief-lines*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 2. maj 2025.] <https://www.papnews.com/insight/new-complete-handkerchief-lines/>.

—. **2025.** Tau Machines. *menuprodotti-it*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 2. maj 2025.] <https://www.taumachines.it/it/menuprodotti-it>.

Tipteh d.o.o. 2025. tipteh. *prediktivno-vzdrzevanje-industrijskih-naprav*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 17. junij 2025.] <https://tipteh.com/si/industrija-4-0/prediktivno-vzdrzevanje-industrijskih-naprav>.

TISSUENET GMBH. 2025. TISSUENET GMBH. *facials-interfolded-products*. [Elektronski] 2025. [Navedeno: 17. junij 2025.] <http://tissuenet.de/facials-interfolded-products/>.

YUMPU. 2015. YUMPU. *tehnologija-vzdrzevanja-552-mb-strojna-srednja-aola-ptuj*. [Elektronski] 6. april 2015. [Navedeno: 17. junij 2025.] <https://www.yumpu.com/xx/document/read/38059737/tehnologija-vzdrzevanja-552-mb-strojna-srednja-aola-ptuj>.

