

UNIVERZA V NOVI GORICI

POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

DIPLOMSKA NALOGA

**ZMANJŠANJE ZASTOJEV STROJEV  
ZA OBDELAVO STEKLA Z  
IZBOLJŠANO ORGANIZACIJO  
VZDRŽEVANJA V PROIZVODNEM PODJETJU**

Robert Baša

Mentor: doc. dr. Franc Gider

Nova Gorica, 2006



## **ZAHVALA**

Za nastanek te diplomske naloge se zahvaljujem vsem, ki so mi pomagali in mi stali ob strani, predvsem pa mentorju, doc. dr. Francu Giderju, ter podjetju, pri katerem sem zaposlen, za pridobljene izkušnje. Posebej se zahvaljujem svojim staršem, ki so me spodbujali v celotnem času mojega študija.



## IZVLEČEK

TPM (Total Productive Maintenance – celovito produktivno vzdrževanje) je že uveljavljena in izpopolnjena metoda vzdrževanja strojev in opreme, ki ponuja nove razvojne možnosti.

Z uporabo TPM-a v prvi fazi spremenimo umazano in zastarelo tovarno, prekrito z oljem in maščobo, v prijetno in varno delovno okolje. Ko se pokažejo prvi rezultati TPM-a in ko zaposleni doživijo spremembo, osebje dobi občutek lastništva in ponosa, kar ga motivira, da sodeluje pozitivno in se posledično trud tudi obrestuje.

Namen diplomske naloge je pokazati, da lahko z izboljšano organizacijo vzdrževanja, torej uvedbo TPM-a, dosegamo večjo kakovost izdelkov ter zmanjšamo zastoje zaradi okvar na strojih, ki so posledica nekakovostnega vzdrževanja.

Glavni cilj diplomske naloge je bil zmanjšati zastoje in izboljšati kakovost na izbranih strojih. Najprej smo prikazali začetno stanje vzdrževanja, ki je bilo prisotno pred uvedbo TPM-a. Nato smo na podlagi dobljenih rezultatov uvedli TPM na področjih, ki so najbolj kritična.

Z diplomsko nalogo smo dosegli rezultate, ki smo si jih zadali pred začetkom pisanja. Na področju vzdrževanja smo dosegli, da so se zastoji na izbranem stroju zmanjšali. Uredili smo postopek vzdrževanja, s katerim je olajšano delo na izbranem stroju. Izboljšali smo delovanje in vzdrževanje stroja ter kakovost in zmogljivost stroja.

## **ABSTRACT**

TPM (Total Productive Maintenance) is already an established and perfected method for management of machines and equipment that offers new development possibilities.

By using Total Productive Maintenance we, in the first phase, change a dirty and obsolete plant, covered with oil and grease into a safe and pleasant working environment. When the first results of TPM can be seen and when the employees experience the change, the staff get the feeling of ownership and pride motivating them to cooperate in a positive manner, what consequently repays the efforts.

The purpose of this thesis is to improve the organization of maintenance. By introduction of TPM we achieve better quality of products, reduce stoppages due to machine failures, which are a consequence of a poor-quality maintenance.

First, we showed the initial state of maintenance present before introduction of TPM. Based on the results, TPM is introduced to the areas that are the most critical.

The objectives of this thesis were achieved. In the field of maintenance we have succeeded reduce stoppages, and introduction of maintenance procedures to facilitate work on selected machine. By improvements implemented on this machine we enhanced the machine's operation, achieved easier maintenance, quality, and mechanical output.

## **KLJUČNE BESEDE**

Vzdrževanje, organizacija vzdrževanja, zastoji, kakovost.

## **KEY WORDS**

Maintenance, maintenance organization, break-down, quality.

## KAZALO

1.	UVOD.....	1
2.	RAZLIČNI PRISTOPI K ORGANIZACIJI VZDRŽEVANJA .....	3
2.1.	Kurativno vzdrževanje .....	3
2.2.	Korektivno vzdrževanje .....	3
2.3.	Preventivno vzdrževanje .....	4
2.4.	Produktivno vzdrževanje in terotehnologija .....	5
2.5.	Sistem 20 ključev.....	6
2.6.	TPM - celovito produktivno vzdrževanje .....	9
2.7.	TPM2 .....	14
3.	MERJENJE UČINKOVITOSTI VZDRŽEVANJA .....	15
3.1.	Razpoložljivost .....	15
3.2.	Splošna učinkovitost opreme.....	15
3.2.1	Primer izračuna skupne učinkovitosti opreme (OEE ) .....	17
3.3.	Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja.....	19
4.	ZAČETNO STANJE .....	21
4.1.	Opis proizvodnega podjetja.....	21
4.2.	Opis strojev .....	22
4.2.1.	Dvostranski horizontalni brusilni stroj Bottero .....	22
4.2.2.	CNC stroj za obdelavo nepravilnih oblik Z. Baveloni ALPA.....	24
4.3.	Opis stanja na področju vzdrževanja pred uvedbo TPM-a .....	26
4.4.	Rezultati indikatorjev ( OEE ) pred uvedbo TPM-a.....	27
5.	UVEDBA TPM.....	28
5.1.	Izvrševanje avtonomnega vzdrževanja .....	28
5.2.	Izboljšave na strojih za boljše delovanje in lažje vzdrževanje .....	28
5.3.	Izvrševanje preventivnega vzdrževanja .....	33
5.4.	Izvrševanje preprečevanja vzdrževanja .....	33

5.5. Izboljšanje vzdrževanja pri okvari.....	36
6. REZULTATI .....	37
6.1. Doseženi rezultati pri indikatorjih (OEE ) po uvedbi TPM-a .....	37
6.2. Ocena finančnih učinkov .....	38
7. ZAKLJUČEK .....	40
8. LITERATURA .....	41
PRILOGA 1: Vodenje evidence kazalcev OEE za dvostranski horizontalni brusilni stroj TITAN 220 BOTTERO	
PRILOGA 2: OEE za zadnjih 6 mesecev na dvostranskem horizontalnem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO	
PRILOGA 3: Kontrolni list za vzdrževalce	
PRILOGA 4: Kontrolni list za operaterje na dvostranskem horizontalnem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO	
PRILOGA 5 : Dnevnik stroja TITAN 220 BOTTERO	
PRILOGA 6 : Navodila za pravilno vzdrževanje stroja TITAN 220 BOTTERO	



## KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz informativne table, ki jo za podporo aktivnostim TPM uporabljajo v tovarni Aichi Kikai iz Nagoye. Na tabli so aktivnosti, plani, rezultati in druge pomembne informacije. ....	12
Slika 2: Prikaz stroja TITAN 220 BOTTERO z označenimi kontrolnimi točkami..	13
Slika 3: Primer izračuna skupne učinkovitosti stroja.....	18
Slika 4: Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja .....	19
Slika 5: Zanesljivost in vzdrževalnost.....	20
Slika 6: Poenostavljena linijska organizacijska struktura .....	21
Slika 7: Dvostranski horizontalni brusilni stroj TITAN 220 BOTTERO .....	23
Slika 8: Krmilni del dvostranskega horizontalnega brusilnega stroja BOTTERO..	24
Slika 9: CNC stroj za izdelavo nepravilnih oblik Z. Bavelloni ALPA .....	25
Slika 10: Kolesček pred izboljšavo .....	29
Slika 11: Sestavni deli kolesca po izboljšavah .....	29
Slika 12: Kolesa, pritrjena na vodilo z vmesnim distančnikom .....	30
Slika 13: Plasti usedlin na dnu zbiralnega bazena .....	31
Slika 14: Črpalka v zbiralnem bazenu pred izboljšavo .....	32
Slika 15: Končni izgled črpalke v zaščitni mreži .....	32
Slika 16: Vodni kamen na obdelovalni mizi .....	34
Slika 17: Orodje za rezkanje obdelovalne mize.....	34
Slika 18: Porezkana obdelovalna miza.....	35
Slika 19: Vodni filter za filtriranje vode v sistem CNC stroja Z.Bavelloni ALPA ...	36
Slika 20: Indikatorji OEE pred in po uvedbi TPM-a .....	37

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati indikatorjev OEE pred uvedbo TPM-a .....	27
Tabela 2: Rezultati indikatorjev OEE po uvedbi TPM-a .....	37



## 1 UVOD

Vse do polovice 20. stoletja so se popraviljanja strojev in opreme lotili šele takrat, ko so se le-ti že pokvarili. Toda že v petdesetih letih prejšnjega stoletja so se pojavile zamisli o tem, da bi spoznanja sodobne organizacijske teorije uporabili tudi na področju vzdrževanja.

Vzdrževanje ni samo popravilo strojev, ampak je postopek, pri katerem operaterji opazujejo delovanje stroja (opazujejo njegovo delovanje). Na ta način preprečimo okvare, ki bi se lahko pripetile, če bi stroj samo vključili in vanj polagali izdelke. Ker investicije v strojno opremo predstavljajo za vsako podjetje velik finančni zalogaj, je logično pričakovanje vsakega podjetja, da bo strojni park čim dlje deloval brezhibno.

Raziskave so pokazale, da stroji in oprema niso zasnovani tako, da bi jih bilo mogoče optimalno vzdrževati. Zato je potrebno že pri projektiranju in konstruiranju strojev ter opreme poskrbeti, da bodo zasnovani in oblikovani tako, da se vzdrževanje lažje in ustrezno izvaja. Toda to še ni vse. Pokazala se je po celovitem obravnavanju učinkovitosti strojev in opreme v njihovem celotnem življenjskem ciklu. Takšno obravnavanje strojev zahteva, da je učinkovitost neposredno vgrajena vanje. Ni torej dovolj, da so stroji in oprema zasnovani in izdelani tako, da nam omogočajo lažje vzdrževanje, temveč je potrebno vzdrževanje reducirati, kolikor je pač mogoče. To zahtevo je potrebno spoznati kar na svojih strojih, saj je na teh strojih neposredna povezava med kakovostjo in potrebo po samem vzdrževanju pomembna in več kot očitna. (Vila, 1994)

Uvedba celovitega produktivnega vzdrževanja je pomembna tako pri velikih podjetjih, ki razpolagajo z velikim številom strojev in opreme, kakor tudi pri manjših podjetjih, ki razpolagajo z manjšim kapitalom ter z manjšim številom strojev in opreme.

Razlika med velikimi in malimi podjetji je v tem, da se ob pojavu okvare v velikem podjetju proizvodnja lahko preusmeri na drug stroj, ker razpolagajo z več enakimi stroji. Ko pride do okvare v malem podjetju, pa se proizvodnja ustavi, dokler okvare ne odpravimo. Manjša podjetja, kot je podjetje, v katerem sem zaposlen imajo večinoma samo en stroj, s katerim opravljajo določeno operacijo.

Če pride do izpada tega stroja, pomeni to resen zastoj pri proizvodnji določenih artiklov, zato prihaja do slabše kakovosti in zamujanja dobavnih rokov. S pomočjo TPM-a se lahko podjetja zgoraj opisanim nevšečnostim izognejo.

V obravnavanem podjetju do sedaj niso imeli sistematično organiziranega vzdrževanja strojev. Stroji so bili v precej slabem stanju. Eden od glavnih vzrokov za takšno stanje so zahtevani prekratki dobavni roki, ki so si za različne kupce sledili prehitro eden za drugim. To je posledično pomenilo polno obremenitev strojev v dveh izmenah, zmanjkalo pa je časa za vzdrževanje.

Namen diplomske naloge je bil, z uvedbo TPM-a zmanjšati okvare strojev ter tako izboljšati kakovost, dobavne roke in hitrost izdelave.

Diplomsko nalogo smo strukturirali tako, da smo najprej posneli začetno stanje tako, da smo spremljali stroje s pomočjo indikatorjev učinkovitosti. Nato smo začeli iskati kritične točke strojev. Zatem smo začeli uvajati aktivnosti, ki jih predvideva metoda TPM. Nazadnje smo analizirali rezultate, jih primerjali z rezultati pred uvedbo metode TPM in ugotovili, da se je stanje izboljšalo.

## **2 RAZLIČNI PRISTOPI K ORGANIZACIJI VZDRŽEVANJA STROJEV**

Skozi zgodovino se je pogled na vzdrževanje strojev in opreme spreminjal z razvojem tehnologije in organizacije podjetij. V nadaljevanju je opisanih nekaj konceptov oziroma različnih pogledov na vzdrževanje strojev in opreme.

### **2.1 Kurativno vzdrževanje**

Kurativno vzdrževanje (Vila, 1994) je bilo v navadi vse do petdesetih let prejšnjega stoletja. Za ta način vzdrževanja je značilno, da stroje in opremo popravljamo šele takrat, ko so se že pokvarili. Tak način vzdrževanja bi lahko primerjali z zdravljenjem že obolelega človeka.

Kurativno vzdrževanje obsega dva osnovna principa:

- Takojšnje vzdrževanje - Izvajamo ga takoj, ko zaznamo okvaro, s tem se izognemo nesprejemljivim posledicam, ki bi jih okvara stroja lahko povzročila.
- Odloženo vzdrževanje – Vzdrževanje odložimo na kasnejši čas in ga ne izvajamo takoj po odkritju okvare. Ponavadi začeto operacijo izvedemo do konca. V tem primeru odpravimo napako samo zasilno, sredstvo pa je sposobno normalno ali z omejenimi zmožnostmi delovati naprej.

### **2.2 Korektivno vzdrževanje**

Pod izrazom korektivno (izboljševalno) vzdrževanje (Vila, 1994) razumemo dela, s katerimi delovno sredstvo spremenimo tako, da olajšamo izvajanje preventivnega vzdrževanja.

To so lahko tudi dela, s katerimi sredstvu dvignemo stopnjo zanesljivosti, povečamo vzdrževalnost oziroma odpravimo morebitne konstrukcijske pomanjkljivosti. Kasneje so med korektivno vzdrževanje vključili tudi dela, po katerih se sredstvu njegova osnovna funkcija delno spremeni, ponavadi z namenom dviga stopnje avtomatizacije, dviga delovne varnosti ali zanesljivosti, izboljšanja ergonomskih značilnosti in

podobno. Pri teh delih stroj običajno miruje, ni razpoložljiv, dela pa v praksi ponavadi izvajajo vzdrževalci in so zato tudi obračunana kot vzdrževalna dela.

Po nekaterih virih je bistvena razlika med kurativnim in korektivnim vzdrževanjem v dejstvu, da so pri korektivnem vzdrževanju napake vnaprej vključene (niso pa predvidene, ker se vseh okvar enostavno ne da napovedati) in je sistem vzdrževanja nanje pripravljen tako, da ima na zalogi dovolj potrebnega orodja in nadomestnih delov ter izoblikovan natančen diagram servisiranja. Nasprotno pa je kurativno vzdrževanje povsem naključno (napake niso niti predvidene niti vnaprej vključene), kar pomeni, da so okvare in odpovedi, ki so se pojavile, presenetile vzdrževalni sistem, ki je bil nepripravljen.

### **2.3 Preventivno vzdrževanje**

Preventivno vzdrževanje (Vila, 1994) se je začelo razvijati okoli leta 1960, ko so se pogledi na vzdrževanje bistveno spremenili. Pojavile so se zamisli o preprečevanju okvar in na splošno o boljši organizaciji in boljši tehnični izvedbi vzdrževanja, in sicer na povsem novih temeljih t.i. preventivnega vzdrževanja. Če primerjamo vzdrževanje sredstev in zdravljenje ljudi, bi smeli torej govoriti o načelu "bolje preprečiti kot zdraviti".

Preventivno vzdrževanje temelji na zahtevi, da je treba na vsakem stroju oz. sredstvu opredeliti vsa tista mesta oz. vse tiste dele, ki jih moramo redno nadzirati in vzdrževati, in sicer v točno določenih časovnih intervalih (npr. dnevno, tedensko, mesečno, četrletno, polletno, letno itd). Vnaprej moramo seveda določiti, kaj vse je potrebno pregledati in kako naj to opravimo. Vse navedeno (npr. pregledi, čiščenje, mazanje, pritrditve, rutinske zamenjave delov in ipd) mora biti zapisano in dokumentirano. Prav tako morajo biti navedena tudi vsa tista mesta na stroju in opremi, na katerih prihaja do okvar. Vzdrževalci ta mesta občasno posebej pazljivo pregledajo in ustrezno ukrepajo, tako da preprečijo nastanek večjih okvar.

Da bi lažje nadzorovali in spremljali preventivno vzdrževanje, izdelamo dokumentacijo preventivnih pregledov in dokumentacijo za mazanje, v kateri določimo vse podrobnosti obhodov vzdrževalcev pri preventivnem vzdrževanju ter postopkov pri pregledih strojev in opreme ter njihovem mazanju.

## 2.4 Produktivno vzdrževanje in terotehnologija

Kmalu so proizvodna podjetja spoznala, da tudi preventivno vzdrževanje samo zase še ni dovolj. Iz tega se je v Ameriki že v začetku sedemdesetih let začelo razvijati t.i. produktivno vzdrževanje, v Evropi, zlasti v Veliki Britaniji, pa se je izoblikoval nov pristop pri prizadevanjih za povečanje učinkovitosti opreme, ki ga imenujemo terotehnologija (Vila, 1994).

Raziskave so pokazale, da stroji in oprema niso zasnovani tako, da bi jih bilo mogoče optimalno vzdrževati. Zato je treba že pri projektiranju in konstruiranju strojev in opreme poskrbeti, da bodo zasnovani in oblikovani za vzdrževanje prijazno (ustrezno).

Poleg tega se je pokazala tudi potreba (ki je dandanes tako rekoč samoumevna) po celovitem obravnavanju učinkovitosti strojev in opreme v njihovem celotnem življenjskem ciklu. Takšno obravnavanje pa zahteva, da je učinkovitost neposredno vgrajena vanje, kar pomeni, da je treba vzdrževanje reducirati na minimum.

Produktivno vzdrževanje ohranja značilnosti korektivnega in preventivnega vzdrževanja, dodatno pa uvaja naslednje nove principe:

- da je stroj primeren za (preprosto) vzdrževanje, se vidi po tem, ali ima lahko dostopna mesta, ki so pomembna za vzdrževanje. Taki stroji se odlikujejo tudi po gladkih in preprostih oblikah opreme, ki omogočajo enostavno čiščenje, po možnosti za hitro zamenjavo delov s kratko življenjsko dobo, pregled in kontrolo stroja kar med obratovanjem ipd;
- zanesljivost je po definiciji enaka verjetnosti, da obravnavani sestavni del (lahko tudi celoten stroj) uspešno opravlja svojo funkcijo, in sicer določen čas in v določenih okoliščinah. Zanesljivost je torej podatek, ki pove, da lahko z veliko verjetnostjo pričakujemo, da bo stroj oz. element v času pravilno deloval. Zanesljivost delovanja različnih sredstev je lahko zelo različna. Očitno pa je, da mora biti npr. zanesljivost delovanja elektronske opreme v letalu ekstremno visoka (tako rekoč absolutna).

## 2.5 Sistem 20 ključev

Sistem 20 ključev je razvil japonski profesor Iwao Kobayashi. V sistemu je združil svoje znanje in dolgoletne izkušnje pri organizaciji proizvodnje v japonski avtomobilski industriji. Sistem zajema 20 področij, na katerih se podjetje mora razvijati, če želi biti uspešno. V nadaljevanju je na kratko predstavljen ključ 9, ki zajema vzdrževanje strojev in opreme (Kobayashi I., 2003).

### **Prvi nivo : Stroje uporabljamo, dokler se ne pokvarijo**

Prvi nivo pravi, da na določenih delovnih mestih stroji še vedno delujejo brez vzdrževanja. Uporabljajo jih, dokler se ne pokvarijo. Velikokrat je vzdrževalcem onemogočen pregled strojev, da ne bi ustavljali proizvodnje. Zaradi tega je motivacija vzdrževalnega osebja, ki je zadolženo za izvajanje celovitega vzdrževanja strojev in opreme, nizka. Vzdrževalci namreč nimajo priložnosti, da bi stroj redno in pravočasno pregledovali.

**Drugi nivo: Vsi zaposleni se zavedajo, da je vzdrževanje strojev nujno. Na najpomembnejših strojih izvajamo ukrepe sistema celovitega vzdrževanja strojev in opreme (TPM).**

Če želimo doseči drugi nivo, moramo izpolniti šest pogojev:

- operaterji strojev se morajo zavedati, da je preventivno vzdrževanje strojev nujno. Imajo ustrezno znanje s področja vzdrževanja strojev in opreme;
- v podjetju je vzpostavljen sistem vzdrževanja - po principu celovitega sistema vzdrževanja strojev in opreme (TPM);
- za vsak stroj je določena odgovorna oseba. Njeno ime je napisano na stroju.
- vsak stroj ima dnevnik, ki ga redno dopolnjujemo;
- pomembnejši stroji so označeni z napisom "stroj TPM" in nepredvidenih izpadov skoraj ni več;
- stroje TPM njihovi operaterji s pomočjo kontrolnih listkov dnevno preverjajo, vzdrževalci pa jih redno pregledujejo in vzdržujejo.



**Tretji nivo: Operaterji se zavedajo, da so sami krivi za izpad stroja (uspešno smo odpravili tri vrste zla).**

Tretji nivo dosežemo, kadar so izpolnjeni naslednji pogoji:

- pri operaterjih se je dobro ukoreninila zavest, da morajo sami negovati in vzdrževati stroje;
- pripravljeni smo na nepredvidene izpade, saj imamo ves čas na razpolago nadomestne dele in orodje za popravilo. Urejenost skladišč redno preverjamo;
- čiščenje in pregledovanje strojev nam je prešlo v navado. V trenutkih, ko ni dela, zaposleni sami barvajo ali temeljito čistijo stroje;
- vedno imamo pripravljena ustrezna maziva. Stroje vestno mažemo in na predvidene dneve zamenjujemo določene dele;
- operaterji natančno poznajo delovanje strojev, tako ne prihaja več do nepravilne uporabe;
- odpravili smo okvare, ki jih je povzročala katera od treh vrst zla;
- preprečevanje treh vrst zla je postalo temelj aktivnosti delovnih skupin.

**Četrti nivo: Stalno razmišljamo o izboljšavah, inovativno vzdrževanje preprečuje nepredvidene izpade.**

Če želimo doseči četrti nivo, morajo biti izpolnjeni spodnji pogoji:

- osvojili smo tehnike inovativnega vzdrževanja;
- zaradi preprečevanja proizvodnje nekakovostnih izdelkov redno vzdržujemo natančnost strojev;
- s pomočjo dnevnika stroja lahko takoj ugotovimo, kdaj se je stanje stroja poslabšalo, zato se lotimo protiukrepov;
- ustvarili smo okolje, v katerem deluje sistem celovitega vzdrževanja strojev in opreme;
- čas delovanja strojev se je podaljšal - zastoje strojev smo skrajšali na četrtno;
- pri vseh ostalih ključih smo dosegli vsaj tretji nivo;
- kratkotrajne motnje niso več razlog za zastoj strojev.

**Peti nivo: V celotnem podjetju izvajamo izboljšave inovativnega vzdrževanja.**

**Dejanski čas delovanja vseh strojev presega 95 odstotkov.**

Na peti stopnji so izpolnjeni naslednji pogoji:

- večina zaposlenih pozna trike in tehnike, ki jih uporabljamo pri inovativnem vzdrževanju;
- obvladamo in uresničujemo izboljšave, ki povečujejo učinkovitost strojev in preprečujejo proizvodnjo nekakovostnih izdelkov;
- pri vseh strojih so možne hitre nastavitve, in sicer tako, da je že prvi kos brezhiben;
- pri vseh strojih smo prevzeli sistem stalnih izboljšav in inovativno vzdrževanje;
- vsi stroji so dobro negovani;
- sistem celovitega vzdrževanja strojev in opreme dobro deluje;
- dejanski čas delovanja strojev presega 95 odstotkov.

## 2.6 TPM – celovito produktivno vzdrževanje

Razmere na svetovnem tržišču zahtevajo od podjetji veliko dinamike in pragmatičnosti, če želimo slediti najnaprednejšim v industrijski kulturi in napredku (Total production maintenance, 2006). Podjetja iščejo nove načine in poti v lovu za dobičkom. Skupni imenovalec tehnološko najnaprednejših podjetij je uspešno vzpostavljen in razvit proizvodni sistem. Za pionirja pri uvajanju in razvijanju uspešnih proizvodnih sistemov velja Toyota, ki je prav zaradi svojega proizvodnega sistema (TPS - Toyota Production System) danes cenjena in znana po odlični kakovosti in zanesljivosti vozil. Temu vzoru je najprej sledila ostala japonska industrija (NISSAN - Nissan Production Way itd.), ki je kmalu dobila posnemovalce po vsem svetu. Danes si težko zamislimo uspešno podjetje, ki ne bi razvijalo ustreznega proizvodnega sistema. Značilnost takšnih sistemov je, da vsebujejo različna orodja, metode, strategije, pa tudi načine obvladovanja učinkovitosti. Metode 20 ključev, TPM (Total Productive Maintenance), Kaizen, JIT (Just In Time), SMED (Single Minute Exchange of Dies) in 5S so postale sinonim najnaprednejših proizvodnih sistemov. Namen in cilj proizvodnih sistemov je zagotoviti stoddstotno kakovost, ki jo zahtevajo notranji in zunanji kupci, zmanjšati globalne stroške, izdelovati zahtevane proizvode v dogovorjenem času, zaupati odgovornost in spoštovati ljudi.

Celovito vzdrževanje proizvodnje (TPM) je program za neprestano izboljševanje delovanja strojne opreme preko vzdrževanja, ki ga izvajajo uporabniki opreme in vzdrževalci. Te izboljšave vzdrževanja se razvijajo in uporabljajo s pomočjo aktivnosti manjših skupin.

Cilji TPM so:

- izboljšana učinkovitost z zmanjševanjem števila napak za obstoječo in novo strojno opremo skozi njihovo celotno življenjsko dobo;
- napake zajemajo napake izdelkov in procesne napake, ki jih povzroči strojna oprema, poleg tega pa še ciklične napake, ki jih povzroči izpad proizvodnje;

- znatna udeležba upravljalcev pri vzdrževanju njihove strojne opreme (samodejno vzdrževanje);
- učinkovito preventivno vzdrževanje (PM);
- uporaba aktivnosti manjših skupin za vzdrževanje in izboljšanje trenutne stopnje učinkovitosti strojne opreme;
- izboljšana varnost.

TPM lahko olajša izgube zaradi:

- okvar (izguba kapacitete),
- nastavitvene in prilagoditvene ustavitve,
- nedelovanja in manjše ustavitve,
- zmanjšane hitrosti obratovanja zaradi izrabe,
- zagonskih in proizvodnih ustavitev (izrabljena ali poškodovana orodja),
- napak in predelav.

TPM je celovit sistem, ki vsebuje naslednje elemente:

#### 1. Izvrševanje avtonomnega vzdrževanja

- avtonomno vzdrževanje predvideva dnevno podmazovanje, čiščenje in prilagajanje strojne opreme s strani uporabnikov te opreme.
- priporočljiva je prisotnost operaterjev pri delu usposobljenih vzdrževalcev na njihovih strojih.

#### 2. Izvrševanje izboljševalnega vzdrževanja

- izboljševalno vzdrževanje združuje majhne, med seboj funkcijsko povezane skupine (vključno z operaterji) pri aktivnem ocenjevanju strojne opreme in predlaganju idej za izboljšave, ki bi preprečevale okvare strojne opreme, in okolice, ki jih povzročajo.
- cilj je izdelava izboljšav, ki bi preprečevale okvare, pospešile pregledovanje opreme, popravila in uporabo ter izboljšale varnost. Ključno za uspeh v tem

koraku je dnevno poročanje rezultatov dnevnih pregledov in detajlov vseh okvar.

- redno vzdrževanje ali čiščenje je pogosto logični začetek iskanja težav in potrjevanja skupine.

### 3. Izvrševanje preventivnega vzdrževanja

- preventivno vzdrževanje vsebuje intervalni servisni plan z intervali, ki so osnovani na podatkih. V okolju TPM veliko vzdrževanja izvajajo operaterji (avtonomno vzdrževanje).
- vmesni čas je določen med dvema splošnirna meritvama med okvarami (MTBF). Čas za popravilo (MTTR), TPM ali samo PM sami po sebi ne bodo delovali učinkovito, če v MTFB obstaja velika časovna variacija.

### 4. Izvrševanje preprečevanja vzdrževanja

- izsledki in znanje, pridobljeno med delom skupin, ki so analizirale obstoječo strojno opremo, se lahko prenese na katero koli novo opremo pod pogojem, da je ta zanesljiva, varna, preprosta za uporabo in omogoča vzdrževanje.

### 5. Izboljšanje vzdrževanja pri okvari

- uporabljajte TPM/PM aktivnosti na strojni opremi, kjer pričakujete nenadne okvare za izboljšanje odzivnega časa.

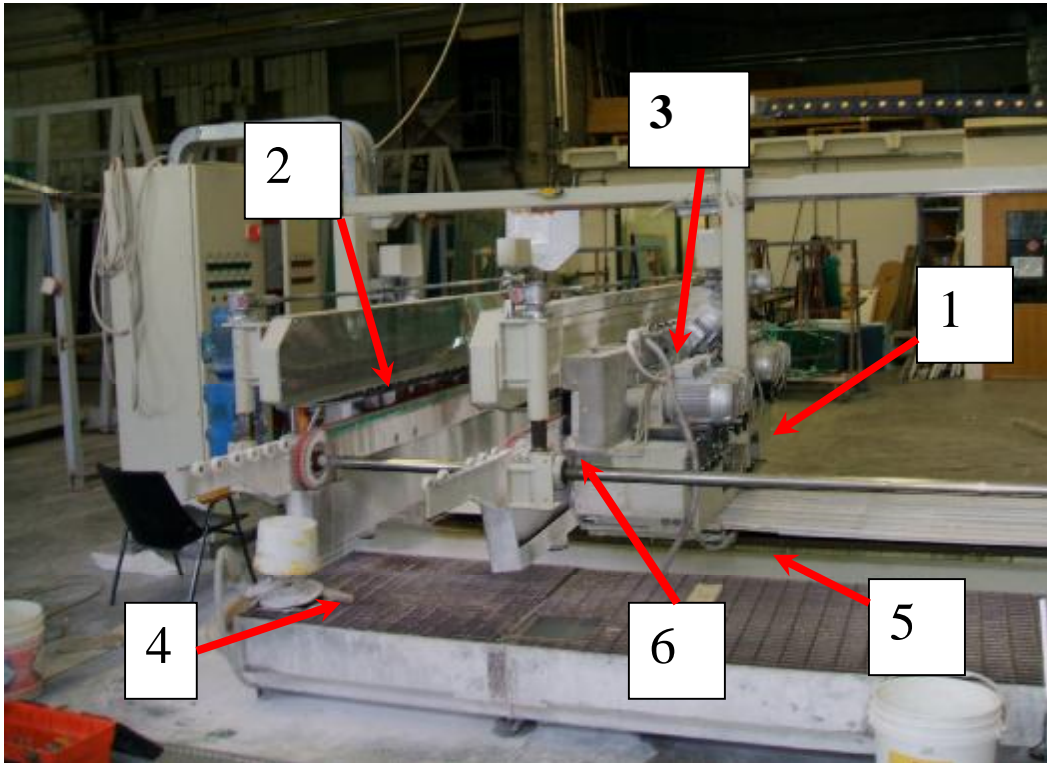
Pri uvajanju TPM je zelo pomembna vizualizacija. Na sliki 1je prikazana informativna tabela za podporo TPM aktivnosti v podjetju Aichi Kikai iz Nagoye. Na tabli so aktivnosti, načrti, rezultati in druge pomembne informacije (Total production maintenance, 2006).



Slika 1: Prikaz informativne table, ki jo za podporo aktivnostim TPM uporabljajo v tovarni Aichi Kikai iz Nagoye.

Pri vsakem stroju, na katerem uvajamo TPM, moramo označiti kontrolne točke. Na sliki 2 je prikazan stroj z označenimi kontrolnimi točkami katere spremljamo skozi celoten proces uvajanja metode TPM. Številke ponazarjajo kontrolne točke, ki so:

1. kontrola nivoja olja,
2. kontrola brusnih kamnov in polirk,
3. kontrola stanja cevi za vodo,
4. kontrola količine usedlin (v zbiralnem bazenu),
5. kontrola podmazanosti drsnih vodil,
6. kontrola vodila tekočega traku.



Slika 2: Prikaz stroja TITAN 220 BOTTERO z označenimi kontrolnimi točkami

## 2.7 TPM 2

TPM 2 je sistem za vodenje proizvodnje, ki so ga izoblikovali leta 1970 na Japonskem (Total production maintenance 2, 2006). Zelo hitro je postal del združene kulture v avtomobilski, elektronski in drugi industriji, vendar je ostal ena najbolj varovanih skrivnosti sodobne japonske dobe razcveta. V zadnjih letih se je razširil v Združene države, Evropo, Azijo in Južno Ameriko. TPM 2 je produktivno vzdrževanje (vzdrževanje proizvodnega sistema, ne le strojev), ki ga izvajajo vsi zaposleni s pomočjo skupinskih aktivnosti. Tako kot TQM (celovito vodenje kakovosti) je tudi TPM 2 vodenje in upravljanje opreme na ravni celotnega podjetja.

TPM 2 vsebuje osem glavnih stebrov :

- vodenje/upravljanje opreme z operaterjem (avtonomno vzdrževanje),
- izboljševanje opreme in procesa (izboljševanje opreme),
- načrtovano vzdrževanje,
- izobraževanje in usposabljanje,
- vodenje procesne kakovosti (vzdrževanje kakovosti),
- vodenje nove opreme (TPM v projektu, preprečevanje vzdrževanja),
- izboljšanje administrativnega sistema (TPM v pisarnah),
- ravnanje z okoljem in vzdrževanje varnosti.

Določeni stebri niso dobesedno prevedeni iz japonščine, da bi nam bili pomensko razumljivejši.

Bistvo aktivnosti TPM 2 je odprava vseh vrst izgub. Za TPM 2 je značilno:

- vključuje vse zaposlene in se opira na skupinsko delo za uresničevanje idej za doseg izboljšanja;
- krepi delavčev občutek za lastništvo njihove opreme in delovnega prostora;
- vzpostavlja sisteme za vzdrževanje opreme in proizvodne sisteme za vzdrževanje življenjske dobe opreme ali procesa;
- omogoča vsem zaposlenim, da pridobijo dodatne sposobnosti in znanje.



### 3 MERJENJE UČINKOVITOSTI VZDRŽEVANJA

Strojno opremo podjetja uporabljajo za proizvodnjo izdelkov, od katerih podjetja živijo. Taka oprema zahteva velika investicijska vlaganja. Če oprema ne deluje tako, kot bi morala, to za podjetje pomeni izpad proizvodnje in s tem prihodka na eni strani ter povečane stroške zaradi odpravljanja okvar in popravil strojev na drugi strani. Torej je interes vsakega podjetja, da stroji čim bolje delajo. Če hočemo vedeti, kako dobro nek stroj deluje, moramo to na nek način meriti. V nadaljevanju je opisanih več načinov merjenja učinkovitosti opreme.

#### 3.1 Razpoložljivost

Z razpoložljivostjo (Vila, 1994) opredelimo delež časa, v katerem stroj oziroma element pravilno deluje in je na razpolago za proizvodnjo (oz. za splošno izrabo). To je tudi verjetnost za to, da se kak sestavni del ali celoten stroj v določenem času ne bo pokvaril in da bomo okvaro mogli odpraviti v določenem času.

$$R = \frac{STMO}{STMO + STP}$$

kjer pomenijo:

R = razpoložljivost

STMO = povprečno trajanje med dvema okvarama

STP = povprečno trajanje popravila

#### 3.2 Skupna učinkovitost opreme (OEE – Overall Equipment Effectiveness)

Skupna učinkovitost opreme (OEE - Overall Equipment Effectiveness) je enotno sprejeto merilo za učinkovitost strojev, ki ga uporablja večina proizvodnih podjetij (Vila 1994). Skupna učinkovitost opreme (OEE) je sestavljena iz treh faktorjev: razpoložljivosti, stopnje zmogljivosti in stopnje kakovosti.

$$\text{OEE} = \text{razpoložljivost} \times \text{stopnja zmogljivosti} \times \text{stopnja kakovosti}$$

1. Razpoložljivost strojev (Machine Availability)

$$\text{Razpoložljivost} = \frac{\text{Zmogljivost} - \text{zastoji}}{\text{Zmogljivost}} \times 100\%$$

- Zmogljivost je čas, v katerem je stroj v obratovanju brez zastojev. Enota za zmogljivost je minuta (min).
- Zastoji vsebujejo vse zastoje strojev zaradi odpraveokvar in zastoje zaradi menjave orodij. Enota je minuta (min).

2. Stopnja zmogljivosti (Performance Rate)

$$\text{Stopnja zmogljivosti} = \frac{\text{Norma} \times \text{izdelana količina}}{\text{Izvajalni čas}} \times 100\%$$

- Norma nam pove, koliko časa potrebujemo za izdelavo enega artikla. Enota za normo je minuta/kos (min/kos)
- Izdelana količina nam pove, koliko kosov določenega artikla smo v izvajalnem času izdelali. Enota za izdelano količino je (kos).
- Izvajalni čas nam pove, koliko časa stroj učinkovito deluje. To je čas, ki se mu odštejejo zastoji. Enota za izvajalni čas je minuta (min).

Izvajalni čas = zmogljivost – okvare – zastoji zaradi menjav

### 3. Stopnja kakovosti (Quality Rate)

$$\text{Stopnja kakovosti} = \frac{\text{Izdelana količina - izmet}}{\text{Izdelana količina}} \times 100\%$$

- Izdelana količina je količina dnevno izdelanih artiklov. Enota za izdelano količino je (kos).
- Izmet nam pove, koliko artiklov je bilo slabo izdelanih, torej izdelkov, ki niso več uporabni. Enota za izmet je (kos).

#### 3.2.1 Primer izračuna skupne učinkovitosti opreme (OEE)

V nadaljevanju je prikazan izračun skupne učinkovitosti opreme (OEE) za namišljen stroj. Izračun je prikazan tudi na sliki 3.

##### Izračun razpoložljivosti

Vzemimo, da stroj obratuje 7,5 ure dnevno (torej 450 minut). Ta čas imenujemo časovna zmogljivost stroja.

Denimo, da potrebujemo za pripravo in urejanje stroja oz. orodja 40 minut dnevno, za odpravo okvar pa 20 minut dnevno. Skupaj imamo torej 60 minut zastojev dnevno.

Čistega – (izvajalnega) časa je torej 390 minut dnevno (450 min – 60 min) oz. je razpoložljivost stroja 0,866 (86,6 % od fonda delovnega časa).

##### Izračun stopnje zmogljivosti

Denimo, da potrebujemo 0,6 minute za izdelavo enega izdelka, izdelana količina je 400 kosov, izvajalni čas je 390 min.

Stopnja zmogljivosti je torej  $0.615 (0.6 * 400 / 390) = 0,615$  oz. 61,5 %

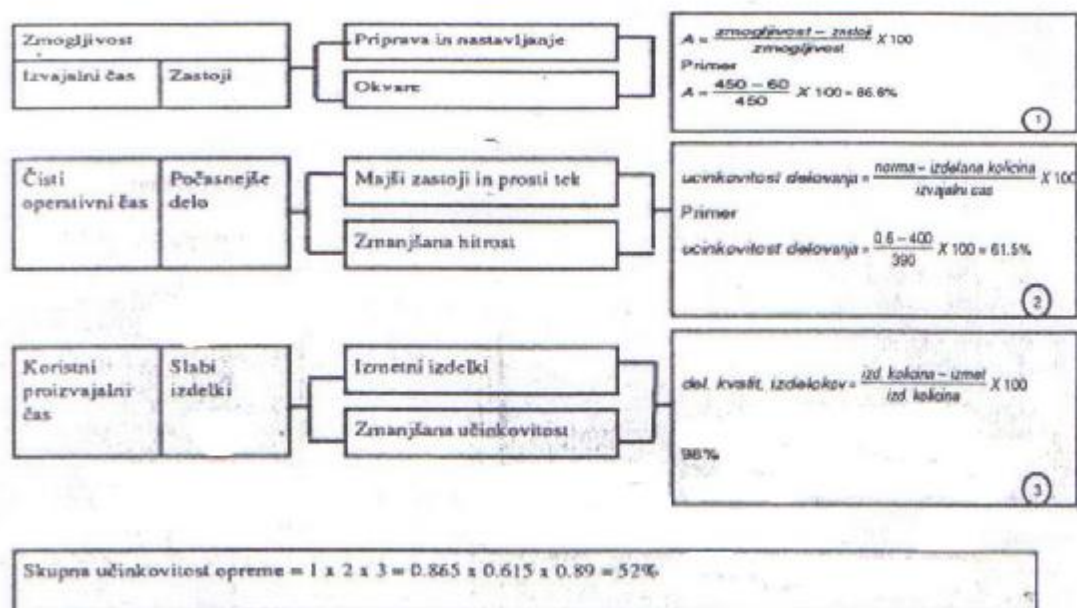
## Izračun stopnje kakovosti

Denimo, da je izdelanih 400 kosov, od tega 10 slabih. Stopnja kakovosti je  $(400 \text{ kos} - 10 \text{ kos} / 400 \text{ kos}) = 0.975$  oz. 97,5 %

## Izračun skupne učinkovitosti opreme (OEE)

Skupna učinkovitost opreme je zmnožek razpoložljivosti, stopnje zmogljivosti in stopnje kakovosti.

$$\text{OEE} = 0,865 * 0,615 * 0,89 = 0,52 \text{ oz. } 52 \%$$



Slika 3: Primer izračuna skupne učinkovitosti stroja (Vila, 1994).

### 3.3 Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja

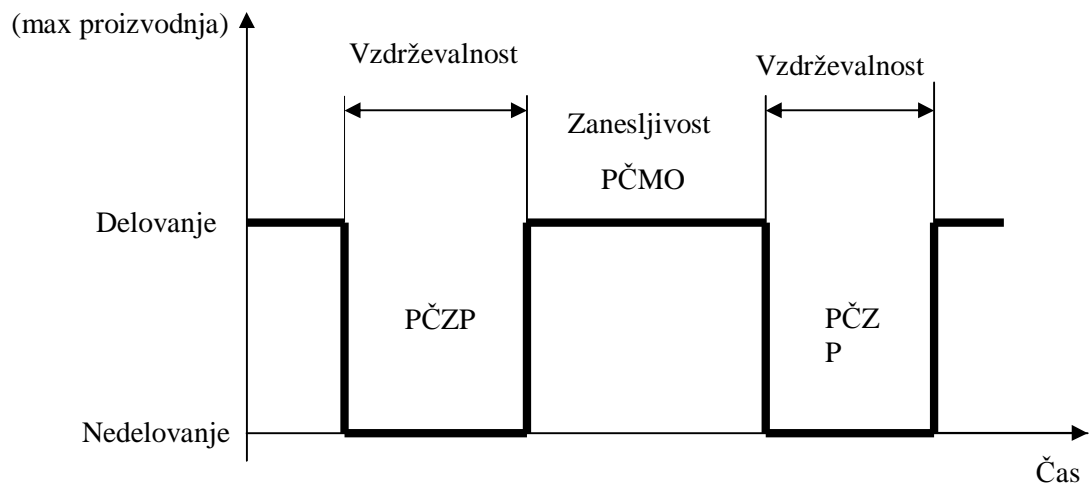
Povprečni čas med dvema okvarama (PČMO) nam prikaže časovni razmak med dvema okvarama.

Povprečni čas za popravilo (PČZP) pa nam prikaže povprečni čas, ki ga potrebujemo za popravilo okvare. Na sliki 4 so prikazani indikatorji zanesljivosti in vzdrževalnosti (Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja, 2006).

<b>Indikator zanesljivosti</b> MTBF-Mean time between failures PČMO-Povprečni čas med odpovedma	$\text{PČMO} = \frac{\text{Čas delovanja (ČD)}}{\text{Število okvar (ŠO)}}$	<b>Enota:</b> <b>min</b>
<b>Indikator vzdrževalnosti</b> MTTR-Mean time to repair PČZP-Povprečni čas za popravilo	$\text{PČZP} = \frac{\text{Čas okvare (ČO)}}{\text{Število okvar (ŠO)}}$	<b>Enota:</b> <b>min</b>

Slika 4: Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja

Zanesljivost in vzdrževalnost lahko prikažemo tudi grafično, kot je prikazano na sliki 5, ki nam prikazuje maksimalno proizvodnjo v odvisnosti od časa (Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja, 2006).



PČZP = povprečni čas za popravilo

PČMO = povprečni čas med odpovedma

Slika 5: Grafični prikaz zanesljivosti in vzdrževalnosti strojev

## 4 ZAČETNO STANJE

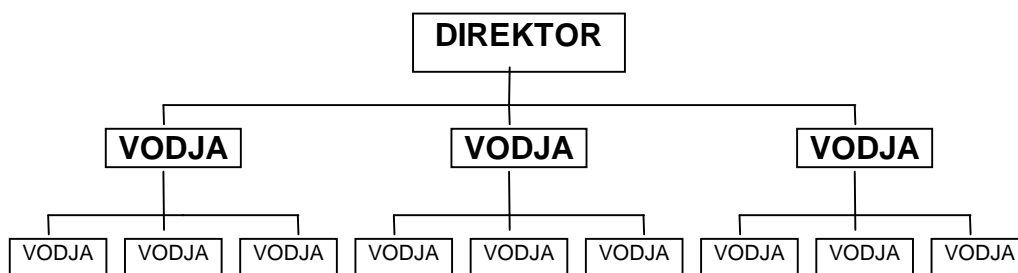
V tem poglavju je opisano, s kakšno dejavnostjo se obravnava podjetje ukvarja ter kakšno stanje je bilo pred začetkom uvajanja metode TPM.

### 4.1 Opis proizvodnega podjetja

Podjetje, ki ga obravnavamo, se ukvarja z inženiringom in gradbeništvom. V podjetju je zaposlenih nekaj čez 100 ljudi. Podjetje je sestavljeno iz več enot. Enote podjetja so:

- vodoinštalaterska,
- krovska,
- elektroinštalaterska,
- pleskarska,
- steklarska,
- gradbena.

Na sliki 6 je prikazana poenostavljena organizacijska struktura podjetja. Kot vidimo, je na vrhu direktor. Direktorju podjetja sledijo vodje posameznih enot, tem pa sledijo področni vodje (vodje projektov, vodje proizvodnje itd.).



Slika 6 : Poenostavljena linijska organizacijska struktura

V diplomski nalogi sem se osredotočil na steklarsko enoto, v kateri sem zaposlen. V steklarski enoti izdelujemo steklene izdelke za različna podjetja v Sloveniji. Izdelki so lahko pravih in nepravilnih oblik. To nam omogočajo zelo zmogljivi CNC stroji (računalniško vodeni obdelovalni stroji). Naši izdelki so predvsem sestavni deli za

pohištvo: vrata, mize, police, steklene omarice itd. Poleg tega v steklarskem obratu izdelujemo tudi termopanska stekla, to so izolacijska stekla za okna in vrata. Stekla so lahko polnjena s plinom (za boljšo izolacijo), lahko pa so tudi brez njega. Poleg navadnega (prozornega) stekla uporabljamo tudi stekla različnih barv in z različnimi vzorci.

## **4.2 Opis strojev**

V okviru diplomske naloge smo uvedli principe TPM na dvostranskem horizontalnem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO. Ta stroj smo izbral zato, ker predstavlja ozko grlo v proizvodnji in ker na njem največkrat prihaja do zastojev. Izbran je bil tudi zato, ker smo relativno enostavno lahko dobili podatke, ki so potrebni za izračun OEE za zadnje mesece. S temi rezultati bomo lahko primerjali rezultate na stroju po uvedbi TPM. Poleg tega smo prikazal še trenutno stanje in izboljšave, ki smo jih naredili v okviru diplomske naloge na CNC stroju za obdelavo nepravilnih oblik Z.BAVELLONI ALPA.

### **4.2.1 Dvostranski horizontalni brusilni stroj TITAN 220 BOTTERO**

Dvostranski horizontalni brusilni stroj je prikazan na sliki 7. Na tem stroju lahko brusimo vse vrste stekla pravilnih oblik z ravnimi stranicami. Brusimo lahko kvadratne, pravokotne, tudi večkotne, ampak morajo imeti vzporedne in ravne stranice.

Osnovni podatki stroja:

- max. širina brušenja: 230 mm,
- max. debelina stekla: 20 mm.





Slika 7: Dvostranski horizontalni brusilni stroj TITAN 220 BOTTERO

Stroj je sestavljen iz naslednjih sklopov:

- krmilni del, na katerem nastavimo vse potrebne parametre obdelovanca, (slika 8). Ti parametri so: debelina, širina, hitrost, pa tudi vklopjanje poravnalnega mehanizma. Posamezne elektromotorje vklopjamo tako, da se prepričamo o njihovem delovanju. Vključujemo lahko tudi vodne črpalke, ki črpajo vodo v sistem preko gumijastih cevi na brusne kamne tako, da se lahko prepričamo, da ima vsak brusni kamen in vsak polirni kamen dovolj močan dotok vode;
- poravnalni mehanizem poravnava izdelek pred brušenjem tako, da so po brušenju brušene površine vzporedne in pravokotne druga na drugo,
- elektromotorji, ki služijo za pogon brusnih kamnov in transport obdelovanca skozi brusne kamne;
- sistem za vodno hlajenje, ki služi za hlajenje obdelovanca med brušenjem.



Slika 8: Krmilni del dvostranskega horizontalnega brusilnega stroja TITAN 220 BOTTERO

#### **4.2.2 CNC stroj za obdelavo nepravilnih oblik Z. Bavelloni ALPA**

CNC stroj nam omogoča obdelavo izdelkov nepravilnih oblik in je prikazan na sliki 9. Ob nakupu CNC stroja smo dobili program, s pomočjo katerega narišemo obdelovanec in mu določimo vrsto obdelave. Določimo tudi orodje, ki ga bo stroj potreboval za izvedbo obdelave, in postavitev vakuuma, na katerega se pritrdi obdelovanec. Ko določimo vse parametre, prenesemo program iz računalnika, kjer je program napisan, v računalnik CNC stroja.



Slika 9: CNC stroj za izdelavo nepravilnih oblik Z. Bavelloni ALPA

Sestavni deli stroja:

- krmilni del je sestavljen iz računalnika, ki krmili CNC stroj;
- obdelovalni del je sestavljen iz obdelovalne mize, premičnega mostu z vpenjalno glavo, nastavki z orodji, pnevmatsko inštalacijo, vodno inštalacijo. obrabljenost ter višino orodja. Nato se obdelava začne. Na koncu obdelave dobimo končni izdelek, ki ga je potrebno samo še oprati in dostaviti.

Na sliki 12 je prikazan krmilni del stroja, sestavljen iz računalnika, ki ima program z vsemi funkcijami za vsako posamezno operacijo.

### 4.3 Opis stanja na področju vzdrževanja pred uvedbo TPM-a

S področjem vzdrževanja se sprva nismo veliko ukvarjali. Ko se je stroj pokvaril, smo ga popravili. Pri tem smo izgubili veliko časa in proizvodnja je stala tudi več dni. Ko je bil stroj popravljen, smo z njim morali delati tudi dve izmeni, zaradi česar je bil stroj ponovno preobremenjen in okvare so si samo sledile.

Kratek opis stroja:

- okolica stroja je bila zelo zanemarjena;
- edino preventivnega vzdrževanje je bilo menjava polirk, ko so bili obdelovanci že poškodovani;
- usedlin v zbiralnem bazenu nismo spremljali. Ker usedlin nismo čistili tudi po več mesecev, sta bila potrebna za čiščenje tudi do dva dneva. Prihajalo je do okvar ležajev vodnih črpalk, ki jih nismo zamenjali, zato so postajale vedno bolj glasne;
- velik problem so bile vodne cevi, ki so se ves čas mašile, zato je bilo potrebno vse očistiti, da smo lahko ugotovili, katera je zamašena. Za to je bilo potrebno veliko časa;
- računalnik stroja je velikokrat zatajil in smo ga nestrokovno popravljali z različnim poskušanjem in menjavo delov;
- nastavitev v računalniku nismo kontrolirali, zato je bilo potrebno vse dimenzije ročno korigirati (dodajati nadmero ob majhnem obdelovancu in odvzeti mero pri daljših obdelovancih);
- mazanja vodil nismo spremljali. Vodila so bila namazana samo takrat, ko so ga montirali monterji iz Italije.

#### 4.4 Rezultati merjenja skupne učinkovitosti opreme (OEE) pred uvedbo TPM-a

V tabeli 1 so prikazani rezultati merjenja skupne učinkovitosti opreme (OEE) na stroju TITAN 220 BOTTERO pred uvedbo TPM-a.

Tabela 1: Rezultati merjenja OEE pred uvedbo TPM-a (za leto 2006)

	november	december	januar	februar	marec
OEE	0,27	0,22	0,25	0,18	0,26

## **5 UVEDBA TPM**

Pri izdelavi diplomske naloge sem sledil petim korakom, ki so predvideni za uvedbo TPM (The Lean Pocket Guide, 2003) in so podrobneje opisani v poglavju 2.6.

### **5.1 Izvrševanje avtonomnega vzdrževanja**

Pri avtonomnem vzdrževanju smo upoštevali prvo pravilo, ki pravi, da je potrebno podmazovanje, čiščenje in prilagajanje strojne opreme s strani uporabnikov. Vsa ta opravila in njihova kontrola je vidna na kontrolnih listih za operaterje, kontrolnih listih za vzdrževalce ter v dnevniku stroja, ki se nahajajo v prilogah št. 4, št. 5 in št. 6.

### **5.2 Izboljšave na strojih za boljše delovanje in lažje vzdrževanje**

Osredotočil smo se na dvostranski horizontalni brusilni stroj TITAN 220 BOTTERO. Na tem stroju smo opazili veliko pomankljivosti, ki smo jih skušali med izdelavo diplomske naloge popraviti ali izboljšati.

#### **a. Izboljšave za preprečevanje praskanja stekla**

Ko smo na stroju brusili steklo, smo po pranju teh izdelkov opazili praske v smeri potovanja stekla. Najprej smo pregledali in skrbno očistili gumijasta vodila, po katerih potuje steklo. Po ogledu in skrbnem opazovanju smo spoznali, da so praske posledica drsnih koleščkov. Ko je umazana voda tekla po drsnih koleščkih, ki so bila samo privijačena, se je mešanica vode in usedlin nabirala med vijakom in koleščkom, ki je prikazan na sliki 10. Ko je ta usedlina čez noč mirovala, se je posušila in kolesca, ki so narejena iz trdega PVC, niso več tekla, zato je prihajalo do praskanja stekla.



Slika 10: Koleček pred izboljšavo

Problem smo rešili tako, da smo kolesca iz PVC prevrtali, vanje vstavili vskočnike in ležaj. Med ležaj in vodilo, kjer so kolesca pritrjena, pa smo namestili distančnike. Te izboljšave so prikazane na sliki 11.



Slika 11: Sestavni deli kolesca po izboljšavah

Na ta način smo uspeli odpraviti praskanje stekla, ki nam je povzročalo veliko težav. Sestavljen in pritrjen koleček z izboljšavo z distančnikom je prikazan na sliki 12.



Slika 12: Kolesa, pritrjena na vodilo z vmesnim distančnikom

b. Izboljšave za preprečitev zamašitve vodnega sistema

Pri vseh strojih za obdelavo stekla je najpomembnejša voda. Vsa voda, ki kroži skozi celoten sistem v stroju, se zbira v zbiralnem bazenu. Poleg vode pa se v tem bazenu zbira tudi fin prah, ki nastaja pri brušenju. Usedlina, ki se dalj časa useda na dno zbiralnika, postaja zelo trda. Vrhnja plast usedline se ne zlepi takoj z ostalimi plastmi usedline. Ko zaženemo stroj, črpalka za črpanje vode premeša to površinsko usedlino in jo požene v sistem. Usedlina potuje po gumijastih ceveh in se v njih nabira. Po določenem času se zato cevi zamašijo in voda ne doteka več na brusne kamne. Zaradi tega se steklo med brušenjem preveč segreva, kar povzroča pokanje in lomljenje stekla.

Prvi korak je bil, da očistimo zbiralni bazen. Na sliki 13 vidimo razbite usedline v zbiralnem bazenu.





Slika 13: Plasti usedlin na dnu zbiralnega bazena

Po končanem čiščenju napolnimo vodo v zbiralni bazen do vrha zbiralnega bazena, kot je prikazano na sliki.

Na sliki 14 lahko vidimo, kakšna je bila črpalka, preden smo uvedli izboljšave. Vodna črpalka je bila samo postavljena v zbiralni bazen. Ko smo zagnali stroj, je črpalka ustvarjala kroženje vode in s tem kroženje usedlin.

Razmišljali smo o namestitvi filtra, s katerim bi omejili črpanje usedlin. Idejo smo dobili pri CNC stroju za izdelavo nepravilnih oblik, na katerem je okoli črpalke za vodo nameščena zaščitna mrežica. Iz fine aluminijaste mreže smo izdelali kocko z odprtim vrhom, da lahko črpalko tudi snamemo iz zbiralnega bazena. Kocko smo izrezali po dimenzijah odprtin v zbiralnem bazenu, tako da lahko ob čiščenju zbiralnega bazena kocko vzamemo ven in tudi to očistimo. Na sliki 15 vidimo vodno črpalko, vstavljeno v mrežasto kocko.



Slika 14: Črpalka v zbiralnem bazenu pred izboljšavo

Po končani izdelavi smo vodno črpalko z mrežastim filtrom vstavili v zbiralni bazen, kot je prikazano na sliki 15.



Slika 15: Končni izgled črpalke v zaščitni mreži

### **5.3 Izvrševanje preventivnega vzdrževanja**

Preventivno vzdrževanje vsebuje intervalni servisni načrt z intervali, ki so osnovani na podatkih. V okolju TPM veliko vzdrževanja izvajajo operaterji sami, pri tem sodelujejo vzdrževalci pri rednih servisnih opravilih. Vsi podatki glede preventivnega vzdrževanja so zajeti v kontrolnih listih za operaterje in v kontrolnih listih za vzdrževalce. Kontrolni listi so prikazani v prilogah št. 3 in št. 4.

### **5.4 Izvrševanje preprečevanja vzdrževanja**

Vse podatke, ki smo jih pridobili z uvedbo TPM-a na prejšnji opremi, lahko uporabimo na kateri koli opremi ob upoštevanju naslednjih pogojev:

- zanesljivost,
- varnost,
- preprosta uporaba,
- omogočanje vzdrževanja.

Zato smo prejšnje rezultate uvedli tudi na CNC stroju Z. Bavelloni ALPA in so prikazani samo v izboljšavah na CNC stroju.

Zelo velika težava CNC stroja je bila popuščanje vakuumskih prijemal. To je povzročalo velike težave, kajti prihajalo je do zastojev ter poškodovanih in razbitih izdelkov, zato smo se odločili za nakup orodja, ki odstrani vodni kamen in ponovno poravna obdelovalno mizo.

Na obdelovalno mizo stroja se useda vodni kamen, kot je videti na sliki 16. To povzroča neravnosti na obdelovalni mizi, kjer so pritrjeni vakuumi. Ko se na obdelovalni mizi nabere preveč vodnega kamna, vakuumi držijo, dokler se ne začne obdelava. Med obdelavo ob pritiskanju orodja na obdelovanec vakuumi popustijo in obdelovanec se poškoduje. Pri tem se lahko poškoduje tudi obdelovalno orodje.



Slika 16: Vodni kamen na obdelovalni mizi CNC stroja Z. Bavelloni ALPA

Zaradi teh težav smo se odločili, da obdelovalno mizo porezkamo in tako odstranimo nabrani vodni kamen. V ta namen smo nabavili posebno orodje, ki je sestavljeno iz dveh nožev, ki sta pritrjena na nosilec, kar lahko vidimo na sliki 17. To orodje se vpne v glavo stroja. Nato v računalnik vnesemo program in obdelava se začne.



Slika 17: Orodje za rezkanje obdelovalne mize

Postopek rezkanja obdelovalne mize traja zelo dolgo. Trajanje je odvisno od hitrosti orodja. Pri poskusih je rezkanje obdelovalne mize CNC stroja trajalo od 4 do 5 ur. Vzrok je v tem, do smo rezkali z manjšo hitrostjo, tako da smo na koncu postopka dobili zelo gladko površino obdelovalne mize. Na sliki 18 vidimo porezkano obdelovalno mizo.



Slika 18: Porezkana obdelovalna miza

Da bi površino obdelovalne mize obdržali v dobrem stanju čim dalj časa, smo se odločili, da uvedemo redno čiščenje obdelovalne mize. Pri tem po končanem delu z mize snamemo vsa vakuumska prijemala in obdelovalno mizo počistimo.

Na sliki 19 vidimo vodni filter, ki skrbi, da v sistem, kjer kroži voda, ne prihajajo usedline, ki bi lahko zamašile cevi za dotok vode. Izboljšave tu skoraj ni bilo, saj je bil ta del zelo zanemarjen, ker nihče ni poskrbel, da bi se vodni filter redno čistil, zato smo se odločili za nakup novega, nato pa poskrbeli, da se filter redno čisti.



Slika 19: Vodni filter za filtriranje vode v sistem CNC stroja Z. Bavelloni ALPA

## 5.5 Izboljšanje vzdrževanja pri okvari

TPM aktivnosti moramo uporabljati na tistih mestih, kjer pričakujemo nenadne okvare. Zato moramo imeti na zalogi tiste vitalne rezervne dele, pri katerih vemo, da lahko pride do nenadne okvare. Pri dvostranskem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO so take kritične točke, kjer bi se lahko zgodile nenadne okvare, naslednje:

- nenadno zajedanje ravnih ali poševnih polirk: to se zgodi, ko imajo polirke preveč pritiska. To pomeni, da preveč pritiskajo in so preveč pomaknjene v obdelovanec. Ko obdelovanec pride do polirke, ne zadene ob njeno lice, ampak vanjo, kar povzroči takojšnjo obrabo polirke in nepopravljivo poškodbo obdelovanca,
- podobno se lahko zgodi pri brusnih kamnih; lahko pride do zloma zob na kamnu - to se lahko zgodi pri turbo kamnu, ki ima zobe. Lahko pride tudi do poškodb ravnih kamnov, in sicer se odlomi brusni del kamna, ki je pritrjen na aluminijasti del brusnega koluta. To se lahko zgodi zlasti pri debelejšem steklu.

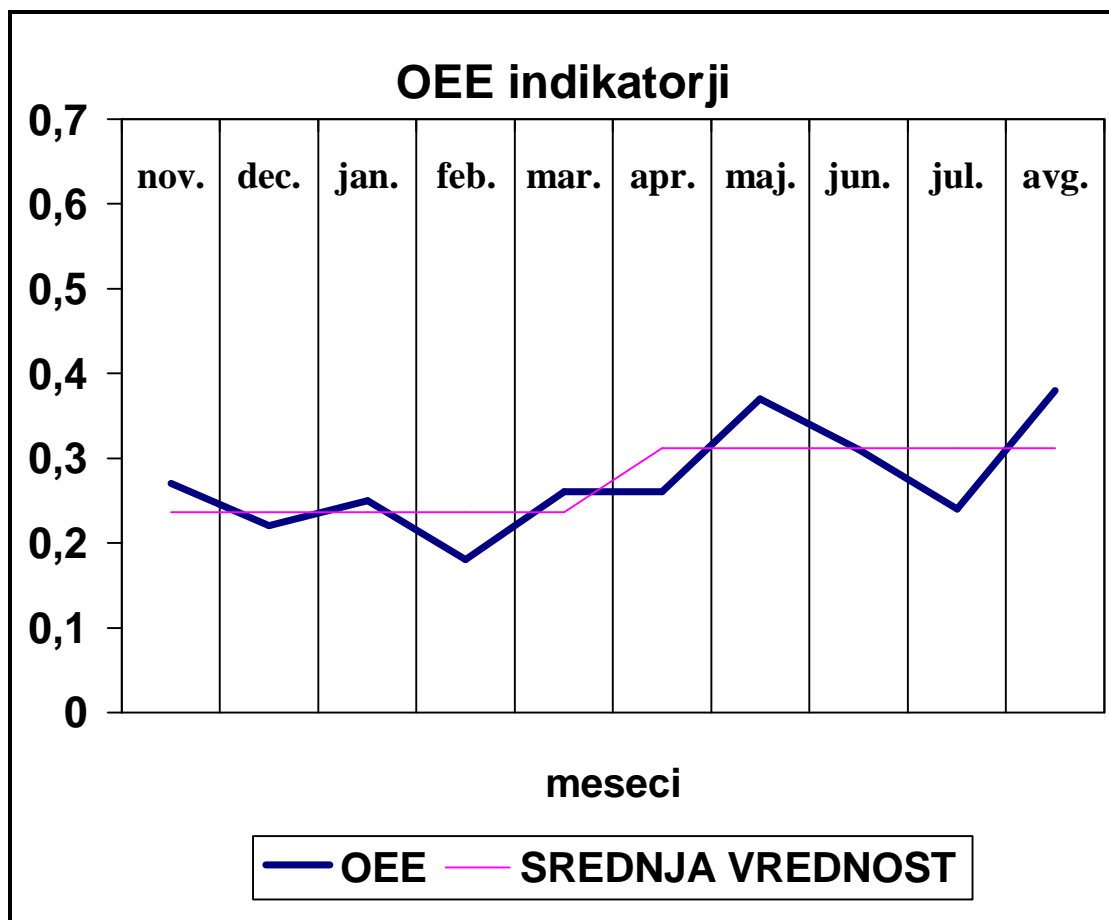
## 6 REZULTATI

### 6.1 Izboljšanje skupne učinkovitosti opreme (OEE) po uvedbi TPM-a

Ugotovimo lahko, da z uvedbo TPM-a (totalno produktivno vzdrževanje) dosegli zadane cilje, saj so se vrednosti izmerjene skupne učinkovitosti opreme (OEE) povečale. Rezultati so prikazani v tabeli 2. na sliki 20 je prikazan graf skupne učinkovitosti opreme prej in potem.

Tabela 2: Rezultati indikatorjev OEE po uvedbi TPM-a (za leto 2006)

	november	december	januar	februar	marec	srednja vrednost
OEE prej	0.27	0.22	0.25	0.18	0.26	<b>0,236</b>
	april	maj	junij	julij	avgust	
OEE potem	0.26	0.37	0.31	0.24	0.38	<b>0,312</b>



Slika 20: Indikatorji OEE pred in po uvedbi TPM-a

## 6.2 Ocena finančnih učinkov

Na področju finančnih učinkov se je uvedba TPM-a zelo izplačala. V proizvodnji, natančneje pri dvostranskem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO, prihaja do zelo majhnih zastojev zaradi menjave obdelovancev ali zaradi osnovnega vzdrževanja. Tako dobimo zelo majhno število slabih obdelovancev, kar je pomembno pri izpolnjevanju naročil in dostavnih rokov. Pri tem dosegamo večje hitrosti izdelave in boljšo kakovost.

Za primer bom vzel zastoje, ki so bili pred uvedbo TPM-a najbolj pogosti. Zastoj, ko so se dovodne cevi z vodo zamašile in ni bilo dovolj vode, je povzročil poškodbo brusnih kamnov ter polirk in seveda tudi obdelovancev. Potrebno je bilo zamenjati polirke, brusne kamne, če so bili preveč poškodovani, na novo je bilo potrebno izrezati obdelovance.

**1. Prej:** Zaradi zamašenih dovodov vode je prišlo do poškodb brusnih kamnov, polirk in obdelovancev. Do takšnih zastojev je v povprečju prišlo dvakrat na mesec. Vzemimo, da stanejo nove polirke 5.000 SIT krat 4 (ker so štiri polirke), razrez novih obdelovancev je vreden 1.000 SIT (odvisno od vrste stekla), prišteti moramo še delo treh delavcev. Za to je potrebno do 3 ure dela, ura je vredna 1200 SIT bruto (600 SIT neto) na vsakega delavca. Torej je ocenjeni mesečni strošek zaradi takšnih zastojev znašal 49.200 SIT, kar pomeni, da letno porabimo 590.400 SIT. Mesečni strošek dobimo tako, da seštejemo porabljeni material in vrednost obdelovancev, delo delavcev in to pomnožimo z 2, ker sta dva zastoja na mesec.

**2. Sedaj:** Sedaj do takšnih zastojev pride veliko bolj poredko. Ocenjujemo, da takšnih zastojev, kot so bili prej, ni več, ampak prihaja do zastojev, kjer se zamenja samo polirka, ki se izrabi. Če je stroj v pogosti uporabi, se zamenja tudi vse, ampak postopoma skozi ves mesec. Ocenjeni strošek ne mesec je 12.000 SIT, ker se največkrat zamenja polirke za ravno poliranje, ki so bolj obremenjene. Pomeni, da letno porabimo 144.000 SIT.



**3. Razlika:** Med letnimi stroški prej in letnimi stroški zaradi zastojev sedaj je prihranek na letnem nivoju. Prihranek na letnem nivoju znaša torej  $590.400 - 144.000 = 446.400$  SIT.

## 7 ZAKLJUČEK

Na začetku izdelave diplomske naloge smo si zadali cilj, da z boljšo organizacijo vzdrževanja zmanjšamo zastoje na dvostranskem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO. Najprej je bilo potrebno ugotoviti, katere so šibke točke stroja. Ko so bile šibke točke stroja določene, smo lahko začeli stroj preučevati in na njem začeli uvajati izboljšave. Največje težave so nam povzročale usedline, ki so krožile po vodnem sistemu cevi in se v njih nabirale ter tako povzročale zamašitve cevi. Voda zato ni mogla pritekati na brusne kamne in posledica je bila pokanje obdelovancev. Okrog vodnih črpalk, ki se nahajajo v zbiralnem bazenu, smo zato namestili filtre iz zelo tanke aluminijaste mreže. To je preprečevalo, da bi vodne črpalke črpale usedline. Poleg tega so bile uvedene še druge izboljšave, ki so pripomogle k zmanjšanju zastojev. Nato smo uvedli metodo TPM.

Skupek teh izboljšav ter uvedba TPM-a je pripomogla, da smo povišali skupno učinkovitost opreme, predvsem pa smo zmanjšali zastoje na stroju, kar je bil začetni cilj. Poleg tega smo dosegli večjo kakovost izdelkov, večjo natančnost in hitrost obdelave ter tako povečali zmogljivost stroja .

Veliko ljudi ne ve, kaj pomeni vzdrževanje. Dokler stvari delujejo, je vse v redu, ko pa se pokvarijo, nastopijo težave. Nihče ne pomisli, da bi stroji bolje delovali in imeli daljšo življenjsko dobo, če bi jih očistili, namazali in skrbeli zanje.

Ob izdelavi diplomske naloge smo se naučili, kako zelo pomembno je vzdrževanje in kaj lahko z boljšim vzdrževanjem dosežemo.

## 8 LITERATURA

**Bizjak, F., Petrin, T.** (1996). Uspešno vodenje podjetja 1. Natis. Ljubljana: Gospodarski vestnik.

**George, M.L., Rowlands, D., Price, M., Maxey, I.** (2003). The Lean Six Sigma Pocket Toolbook. New York: Mc Graw-Hill.

**Kobayashi, I.** (2003). 20 ključev. Ljubljana: Lisac&Lisac

**Kazalniki učinkovitosti vzdrževanja**, pridobljeno 20.5.2006 s svetovnega spleta:  
[http://: www.agencija-poti.si/si/clanki/24036/default.html](http://www.agencija-poti.si/si/clanki/24036/default.html)

**Nakajima, S.** (1989). La Maintenance Productive Totale (TPM) Mise en oeuvre. AFNOR, Paris La Defense (1989). Paris La Defense: AFNOR.

**Nakajima, S.** (1989). Introduction to Total productive Maintenance, Productivity Press.

**Navodila za uporabo obdelovalnih CNC strojev Baveloni.**

**Navodila za uporabo obdelovalnih strojev Titan 220 Botero.**

**Overall Equipment Effectiveness**, pridobljeno 15.6.2006 s svetovnega spleta :  
[http://: www.DowntimeCentral.com/OEE\\_TEEP.html](http://www.DowntimeCentral.com/OEE_TEEP.html)

**Thompson, G.** (1999). Improving Maintainability and Reliability through Design, Professional Engineering Publishing.

**The Lean Pocket Guide** (2003). Chelsea: MCS Media.

**Total production maintenance**, pridobljeno 12.5.2006 s svetovnega spleta :  
[http://: www.stalne-izboljsave.com](http://www.stalne-izboljsave.com)

**Total production maintenance 2**, pridobljeno 18.6.2006 s svetovnega spleta:

<http://www.agencija-poti.si/si/clanki/7285/default.html>

**Vila, A.** (1994). Totalno produktivno vzdrževanje. Gradivo iz seminarja Vir je bilo podjetje





**PRILOGA 1: Vodenje evidence kazalcev OEE za dvostranski horizontalni brusilni stroj TITAN 220 BOTTERO**

Tabela 1-1 : Podatki, pridobljeni v mesecu aprilu

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
15	/	/	/	/	/	/
16	/	/	/	/	/	/
17	/	/	/	/	/	/
18	390	15	0.5	375	500	10
19	330	15	0.5	315	350	2
20	360	20	0.7	340	150	0
21	180	10	0.7	170	14	0
22	/	/	/	/	/	/
23	/	/	/	/	/	/
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
27	/	/	/	/	/	/
28	/	/	/	/	/	/
29	/	/	/	/	/	/

Tabela 1-2 : Podatki, pridobljeni v mesecu maju

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
30	/	/	/	/	/	/
1	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	/	/	/	/	/	/
12	0	0	0	0	0	0
13	/	/	/	/	/	/

Tabela 1-3 : Podatki, pridobljeni v mesecu maju

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
14	/	/	/	/	/	/
15	300	5	0.5	295	350	0
16	240	5	0.5	235	360	0
16	180	7	0.6	173	69	1
17	300	40	0.4	260	120	3
18	240	15	0.4	225	120	0
19	0	0	0	0	0	0
20	/	/	/	/	/	/
21	/	/	/	/	/	/
22	240	20	0.4	220	90	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0

Tabela 1-4 : Podatki, pridobljeni v mesecu maju/juniju

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
26	0	0	0	0	0	0
27	/	/	/	/	/	/
28	/	/	/	/	/	/
29	0	0	0	0	0	0
30	420	30	0.7	390	270	3
31	360	20	0.5	340	220	0
1	90	5	0.8	85	3	0
2	0	0	0	0	0	0
3	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/
5	360	15	1,4	345	196	0
6	240	20	0.8	220	65	1
7	120	10	0.6	110	50	0
8	180	15	0.6	165	150	0



Tabela 1-5 : Podatki, pridobljeni v mesecu juniju

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
9	0	0	0	0	0	0
10	/	/	/	/	/	/
11	/	/	/	/	/	/
12	0	0	0	0	0	0
13	240	20	0.6	220	50	0
14	480	10	0.7	470	400	0
15	360	30	0.8	330	230	4
16	0	0	0	0	0	0
17	/	/	/	/	/	/
18	/	/	/	/	/	/
19	360	20	2	340	36	0
20	360	15	2	340	36	0
21	300	15	1,4	285	36	0
22	420	20	0.8	400	300	0
23	480	15	0.6	465	200	

Tabela 1-6 : Podatki, pridobljeni v mesecu juniju/juliju

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
24	/	/	/	/	/	/
25	/	/	/	/	/	/
26	360	20	0.5	340	150	0
27	480	15	0.6	465	200	0
28	480	15	0.6	465	200	0
29	480	15	0.6	465	200	2
30	480	15	0.6	465	200	1
1	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/
3	480	15	0.6	465	200	0
4	480	15	0.6	465	200	0
5	0	0	0	0	0	0
6	320	15	0.6	305	300	0
7	0	0	0	0	0	0
8	/	/	/	/	/	/

Tabela 1-7 : Podatki, pridobljeni v mesecu juliju

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
9	/	/	/	/	/	/
10	480	15	0.7	465	300	0
11	480	10	0.7	470	300	0
12	360	20	0.6	340	140	0
13	0	0	0	0	0	0
14	480	20	0.5	460	115	0
15	/	/	/	/	/	/
16	/	/	/	/	/	/
17	120	10	1,5	110	10	0
18	60	10	1,3	50	3	0
19	0	0	0	0	0	0
20	450	15	0.5	435	130	0
21	460	10	0.5	450	130	2
22	/	/	/	/	/	/
23	/	/	/	/	/	/

Tabela 1-8 : Podatki, pridobljeni v mesecu juliju/avgustu

dnevi	zmogljivost	zastoji	norma	izvajalni čas	izdelana količina	izmet
24	240	40	0.7	200	40	0
25	0	0	0	0	0	0
26	480	20	0.6	460	300	0
27	240	10	0.6	230	100	0
28	340	20	0.5	320	130	0
29	/	/	/	/	/	/
30	/	/	/	/	/	/
31	480	15	0.5	465	130	0
1	480	15	0.5	465	320	0
2	480	15	0.5	465	340	0
3	480	15	0.5	465	450	0
4	240	15	0.5	225	180	0
5	/	/	/	/	/	/
6	/	/	/	/	/	/
7	/	/	/	/	/	/

**Legenda :**

zmogljivost	enota = min
zastoji	enota = min
norma	enota = min/kos
izvajalni čas	enota = min
izdelana količina	enota = kos
izmet	enota = kos

## PRILOGA 2 : OEE za zadnjih 6 mesecev na dvostranskem horizontalnem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO

Tabela 2-1 : Izračunani OEE rezultati za mesec april

	APRIL				
dnevi		18	19	20	21
razpoložljivost		0.961	0.954	0.944	0.944
zmogljivost		0.666	0.555	0.222	0.05
kakovost		0.98	0.99	1	1
OEE		0.627	0.524	0.209	0.05

Tabela 2-2 : Izračunani OEE rezultati za mesec maj

	MAJ							
dnevi		15	16	17	18	22	30	31
razpoložljivost		0.98	0.97	0.866	0.937	0.916	0.928	0.944
zmogljivost		0.593	0.765	0.184	0.213	0.163	0.484	0.323
kakovost		1	1	0.975	1	1	0.988	1
OEE		0.581	0.742	0.155	0.199	0.149	0.44	0.304

Tabela 2-3 : Izračunani OEE rezultati za mesec junij

	JUNIJ							
dnevi		1	5	6	7	8		13
razpoložljivost		0.944	0.958	0.916	0.916	0.916		0.916
zmogljivost		0.028	0.795	0.236	0.272	0.545		0.136
kakovost		1	1	0.98	1	1		1
OEE		0.026	0.761	0.211	0.249	0.499		0.124
		14	15	19	20	21		22
razpoložljivost		0.979	0.916	0.94	0.958	0.95		0.952
zmogljivost		0.595	0.557	0.211	0.211	0.189		0.6
kakovost		1	0.98	1	1	1		1
OEE		0.582	0.5	0.198	0.202	0.179		0.571
		23	26	27	28	29		30
razpoložljivost		0.968	0.944	0.968	0.968	0.968		0.968
zmogljivost		0.258	0.22	0.258	0.258	0.258		0.258
kakovost		1	1	1	1	0.99		0.995
OEE		0.249	0.207	0.249	0.249	0.247		0.248

Tabela 2-4 : Izračunani OEE rezultati za mesec julij

	JULIJ								
dnevi		3	4	6	10	11	12	14	17
razpoložljivost		0.968	0.968	0.95	0.968	0.979	0.944	0.958	0.916
zmogljivost		0.258	0.258	0.59	0.45	0.44	0.247	0.125	0.136
kakovost		1	1	1	1	1	1	1	1
OEE		0.249	0.249	0.56	0.435	0.43	0.233	0.119	0.124
dnevi		18	20	21	24	26	27	28	31
razpoložljivost		0.833	0.966	0.978	0.833	0.958	0.958	0.941	0.968
zmogljivost		0.078	0.149	0.144	0.14	0.391	0.260	0.203	0.139
kakovost		1	1	0.984	1	1	1	1	1
OEE		0.064	0.143	0.138	0.11	0.374	0.249	0.19	0.134

Tabela 2-5 : Izračunani OEE rezultati za mesec avgust

	avgust				
dnevi		1	2	3	4
razpoložljivost		0.968	0.968	0.968	0.937
zmogljivost		0.344	0.365	0.483	0.4
kakovost		1	1	1	1
OEE		0.33	0.353	0.467	0.37

Tabela 2-6 : Primerjava rezultatov OEE pred in po uvedbi metode TPM-a

	november	december	januar	februar	marec
OEE	0.27	0.22	0.25	0.18	0.26
	april	maj	junij	julij	avgust
OEE	0.26	0.37	0.31	0.24	0.38

### PRILOGA 3: Kontrolni list za vzdrževalce

Vzdrževalci izvajajo preventivni pregled vsakih 6 mesecev

Tabela 3-1 : Kontrolni list za vzdrževalce

KONTROLNI LIST ZA VZDRŽEVALCA			
Ogrodje	L	kontrola in čiščenje meril in indikatorjev	
	L	tesnenje pnevmatske instalacije	
	L	kontrola pogonov za premik mostu	
	L	kontrola pogonske gredi	
Pogon	L	kontrola elektromotorjev	
vodne črpalke	L	kontrola vležajenja elek. Motorjev	
	L	kontrola obrabe ležajev	
	L	kontrola sesalnih kanalov	
	L	kontrola dovodnih cevi	
kontrola	L	kontrola fiksnega dela	
gredi elek. Mot.mostu	L	kontrola na premičnem mostu	
ležaji črpalk	L	kontrola ležajev	
vodno tesnenje črpalk	L	kontrola tesnil črpalk	
			Pregledal:
<b>Legenda za vpis stanja pregleda</b>			
<b>V polja vpiši glede na stanje naslenji znak</b>			
			Matična št.:
V	- stanje je dobro		
©	- slabo stanje odpravljeno		Podpis:
*	- slabo stanje NI odpr.,izpiši DNP		

**PRILOGA 4: Kontrolni list za operaterje na dvostranskem horizontalnem brusilnem stroju TITAN 220 BOTTERO**

Tabela 4-1 : Kontrolni list za operaterje na dvostranskem horizontalnem stroju

KONTROLNI LIST ZA OPERATERJE						
Mesec: APRIL 2006						
Kontrola	tedensko	tedensko	dnevno	tedensko	dnevno	dnevno
	1 stanje olja	2 brusni kamni	3 cevi za vodo	4 količina vsedlin	5 drsna	6 vodilo
		in polirke			vodila	tekočega
dan					traku	podpis
1						
2						
3			ö		ö	ö
4			ö		ö	ö
5			ö		ö	ö
6			ö		ö	ö
7	da	da	ö	pregledano	ö	ö
8						
9						
10			ö		ö	ö
11			ö		ö	ö
12			ö		ö	ö
13			ö		ö	ö
14	da	da	ö	pregledano	ö	ö
15						
16						
17						
18			ö		ö	ö
19			ö		ö	ö
20			ö		ö	ö
21	da	da	ö	pregledano	ö	na
22						
23						
24			ö		ö	ö
25			ö		ö	ö
26	da	za (polirke)	oč	oč	ö	ö
27						
28						
29						
30						
Legenda:						
<b>Stanje olja:</b>	če je olje na določenem nivoju označimo z DA					
<b>Brusni kamni:</b>	če so brusni kamni v redu označimo z DA če jih zamenjamo pa z ZA					
<b>Cevi za dovod vode:</b>	če so čiste označimo z kljukico, če jih očistimo pa z OČ					
<b>Količina vsedlin:</b>	če se nabere preveč vsedlin očistimo zbiralno posodo in označimo z OČ					
<b>Drsna vodila:</b>	če so namazana dovolj damo kljukico, če jih namažemo označimo z NA					
<b>Vodilo tekočega traku :</b>	velja enako kot za drsna vodila					
<b>OČ-</b>	pomeni očiščeno					
<b>ZA-</b>	pomeni zamenjano					
<b>NA-</b>	namazano					

## PRILOGA 5: Dnevnik stroja TITAN 220 BOTTERO

Tabela 5-1 : Dnevnik posegov na stroju

EVIDENCA VSEH POSEGOV NA DVOSTRANSKEM BRUSILNEM STROJU TITAN						
DATUM	EVIDENCA VZDRŽEVALNIH POSEGOV					
21.4.2006	mazanje drsnega vodila ter vodila tekočega traku					
24.4.2006	čiščenje zbiralnega bazena					
25.4.2006	menjava ravnih in poševnih polirk					
26.4.2006	čiščenje vseh cevi ter dovodov vode					
3.5.2006	demontaža računalnika					
8.5.2006	montaža obnovljenega rač. Priskelega iz Italije					
10.5.2006	poskus nalaganja novega programa v računalnik					
12.5.2006	montaža novega računalnika iz Italije					
19.5.2006	povrnitev vseh nastavitvev ter preizkušanje natančnosti					
23.5.2006	demontaža stroja					
24.5.2006	prenos stroja na drugo pozicijo					
25.5.2006	prenos stroja na drugo pozicijo					
26.5.2006	ponovna montaža stroja					
29.5.2006	montaža pralnega stroja					
2.6.2006	priklapljanje pralnega stroja					
9.6.2006	izdelovanje povezovalnih cevi ter odtočnih cevi					
12.6.2006	čiščenje zbiralnega bazena					
16.6.2006	izdelovanje mrežastih rešet ( filtrov) za vodne črpalke ter njihova namestitvev v zbiralni bazen					
5.7.2006	čiščenje dovodnih vodnih kanalov zaradi nabiranja delcev plastičnih ščetk					
7.7.2006	demontaža poravnalnega mehanizma ter njegovo popravilo ter ponovna nastavitvev					
13.7.2006	menjava ravnih polirk zaradi obrabe					
19.7.2006	menjava poševnih polirk					
7.8.2006	čiščenje zbiralnega bazena					

## **PRILOGA 6: Navodila za pravilno vzdrževanje stroja TITAN 220 BOTTERO**

Vsebujejo postopek, kako pravilno vzdrževati stroj, in opisane kritične dele, na katere moramo biti posebej pozorni.

Določene kontrole opravljamo dnevno, druge pa tedensko. Operaterjem je bilo razloženo, kako naj ta navodila upoštevajo. Operaterjev na tem stroju je več, da lahko delo normalno poteka, če določenega operaterja (delavca) ni.

### **1. VKLOP STROJA**

Stroj vključimo tako, da obrnemo glavno stikalo v položaj 1. Nato v računalnik vnesemo potrebne dimenzije in pritisnemo gumb za start.

### **2. IZKLOP STROJA**

Preden stroj izklopimo po končanem delu, moramo upoštevati naslednje:

- očistimo vodila, tako da ni več usedlin in drobcev stekla;
- počistimo morebitne ostanke počenih stekel;
- z vodo operemo brusne in polirne kamne;
- na tleh speremo usedlino, ki se tam nabira ob izhodu stekla iz stroja;
- predvsem pa iz zbiralnega bazena vzamemo črpalke in jih postavimo v vedro s čisto vodo. Nato vklopimo črpalke tako, da skozi sistem, torej po vseh ceveh, določen čas teče samo čista voda. Na ta način dosežemo, da v ceveh ni umazane vode in tako preprečimo nabiranje usedlin v ceveh.

Na sliki 6-1 vidimo odloženo črpalke v vedru s čisto vodo. Vodo pustimo, da se pretaka toliko časa, da iz stroja v zbiralni bazen priteče čista voda. Nato izključimo črpalke in stroj zapremo.



To so navodila za vzdrževanje dvostranskega brusilnega stroja. Prikazujejo najpomembnejše korake, ki jih morajo operaterji upoštevati, da stroj nemoteno deluje.



Slika 6-1: Odložena črpalka v vedro z vodo

### 3. NIVO OLJA

Nivo olja je zelo pomemben, kajti olje maže drsna vodila, po katerih drsi premični most z elektromotorji. Na sliki 6-2 je prikazan minimalni nivo, ki ga označuje oznaka (min). Ko je stanje olja v bližini ali med minimalnim nivojem, je treba olje doliti. Če olja zmanjka, prihaja do velikega trenja med vodili. Posledica tega je obraba vodil in zračnost v vodilih. Nivo olja spremljamo tedensko.



Slika 6-2: Nivo z oljem

#### 4. KONTROLA BRUSNIH KAMNOV

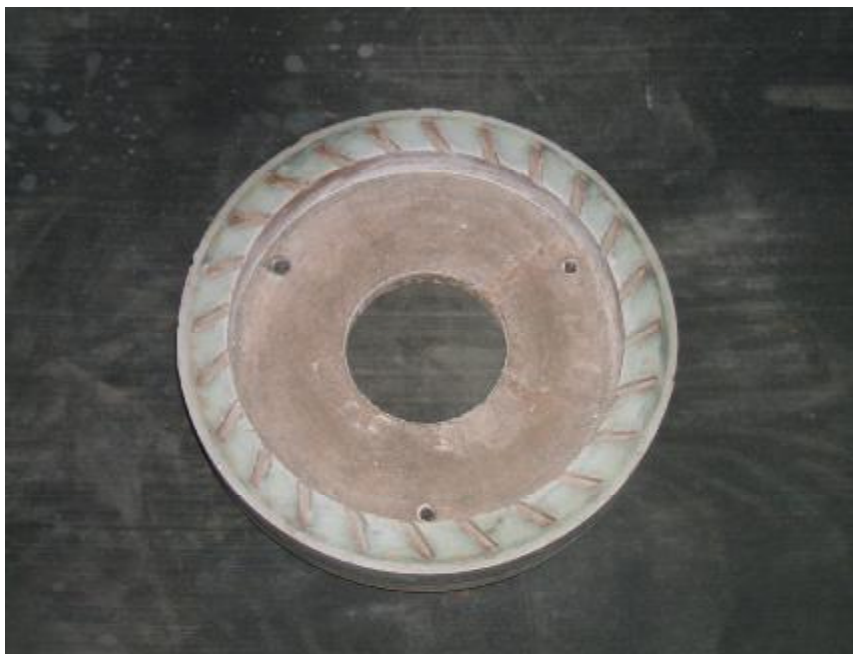
Brusni kamni in polirke so zelo pomembni deli stroja. Če so preveč obrabljeni, nastane hrapava površina stekla. Brusni kamni so prikazani na sliki 6-3.

Če ima izdelek hrapavo površino, ga je potrebno na drugem stroju popraviti. Zaradi teh popravil lahko izdelek pade izven tolerančnega področja. Odstopanja v dimenzijah so lahko tudi prevelika, kar pomeni, da takšen izdelek ni več uporaben in je potrebno izdelati novega.



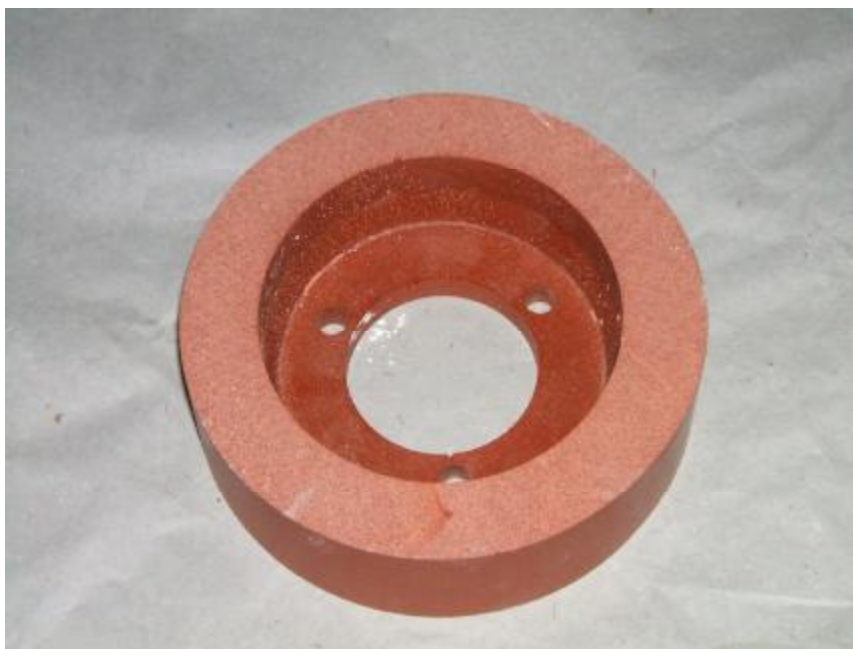
Slika 6-3: Brusni kamni

Na sliki 6-4 je prikazan že izrabljen brusni kamen, ki ga je potrebno zamenjati.



Slika 6-4: Obrabljen brusni kamen

Na slikah 6-5 in 6-6 sta prikazani dobra polirka in že obrabljena polirka



Slika 6-5: Nova polirka



Slika 6-6: Izrabljena polirka

Brusni kamni so zelo vzdržljivi, kajti v njih so v posebni masi vstavljeni diamantni brusni drobci. Brusne kamne opazujemo, in ko so zobje brusnega kamna izrabljeni, je brusni kamen potrebno zamenja.

Polirke prav tako vizuelno spremljamo. Ko se polirka izrabi, pride do pritrdilnih vijakov. Nato polirka ne polira več, ker ima omejitveni vijak, ki onemogoči, da bi vijaki prišli v stik s steklom pri obdelavi. Polirka ne polira več in nato sledi zamenjava.

## 5. KONTROLA CEVI ZA DOTOK VODE DO BRUSNIH KAMNOV

PVC cevi, ki so prikazane na sliki 6-7 in služijo za dotok vode, so zelo pomembne za delovanje stroja. V njih se pretaka voda, ki služi za hlajenje brusnih in polirnih kamnov.

Če se cevi zamašijo, voda ne priteka več na brusne kamne, zato prihaja do segrevanja stekla, kar lahko povzroči pokanje ali trajno poškodbo stekla.

Na sliki 6-7 vidimo nad elektromotorji dovodne cevi za vodo. Ko se v cevi nabere preveč usedlin, se cev lahko zamaši. Zaradi tega prihaja do poškodb stekla in zastojev. V zbiralnem bazenu so zadrževalne rešetke, ki v veliki meri zaustavljajo usedline. Po končanem delu je treba črpalke vzeti iz zbiralnega bazena (slika 6-8) in jih postaviti v vedro s čisto vodo. Tako skozi celoten sistem spustimo čisto vodo in s tem preprečimo sprijemanje usedlin v cevi.



Slika 6-7: Cevi za dotok vode do brusnih kamnov in polirk



Slika 6-8: Črpalka v vedru z vodo za spiranje

Na slikah 6-9 in 6-10 sta prikazani dve cevi iz PVC, razlikujeta se v tem, da je na sliki 6-9 polna usedlin - tako cev je potrebno očistiti ali pa jo zamenjati. Druga cev na sliki 6-10 pa je nova cev, s katero smo zamenjali staro.



Slika 6-9: Cevka z usedlinami



Slika 6-10: Nova cevka za dovod vode

## 6. ČIŠČENJE ZBIRALNEGA BAZENA

Na sliki 6-11 vidimo zbiralni bazen, napolnjen s čisto vodo. Na sliki 6-12 pa so lepo razvidne usedline na dnu bazena.



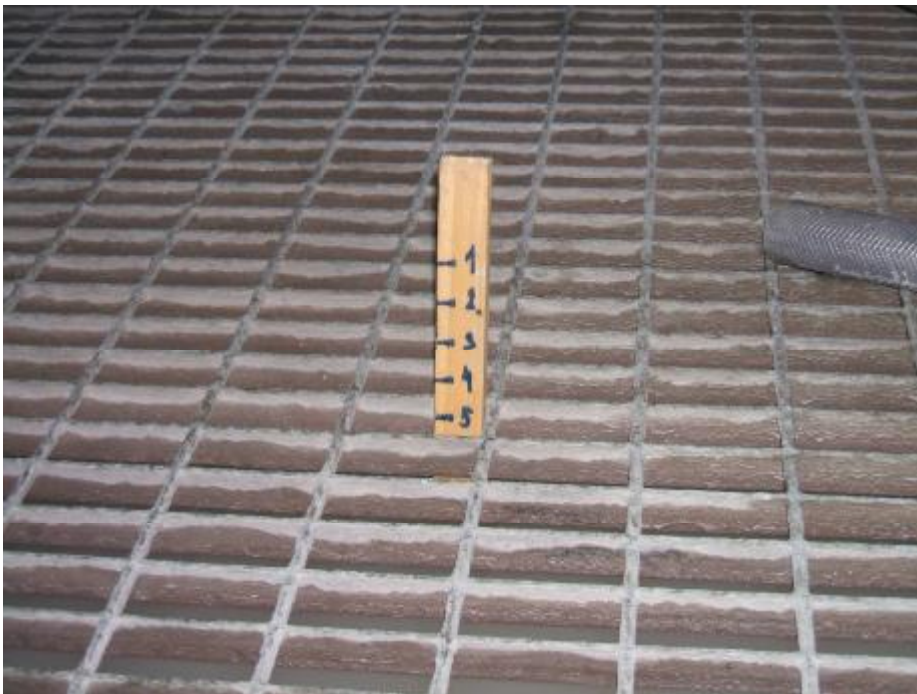
Slika 6-11: Zbiralni bazen s čisto vodo





Slika 6-12: Usedline na dnu zbiralnega bazena

Za merjenje količine usedlin na dnu bazena uporabljamo številčnico, s katero spremljamo nalaganje usedlin. Na sliki 6-13 je prikazana številčnica v očiščenem zbiralnem bazenu.



Slika 6-13: Številčnica, položena v očiščenem zbiralnem bazenu

Na sliki 6-14 je na leseni palici številčnica, ki označuje, da je zbiralni bazen poln usedlin in ga je potrebno očistiti.



Slika 6-14: Številčnica, položena v zbiralni bazen, poln usedlin

V zbiralnem bazenu se nabirajo usedline, nastale pri brušenju. Te usedline pregledamo tedensko, najbolje ob petkih zjutraj, in sicer tako, da izpraznimo zbiralni bazen in vidimo, koliko usedlin se je nabralo.

Če je v bazenu preveč usedlin, bazen očistimo in napolnimo s čisto vodo. Ob velikih količinah obdelovancev se usedline hitreje nabirajo, zato je potrebno bolj pogosto spremljanje usedlin.

## **7. KONTROLA DRSNIH VODIL PREMIČNEGA MOSTU**

Drsna vodila premičnega mostu služijo za pomik mostu levo, desno. Če pride do nepravilnega mazanja teh vodil, se vodila obrabijo, zato pride do zračnosti na vodilih. Posledica tega je netočnost pomika levo in desno. Pri obdelavi je zato potrebno korigirati dimenzije v + ali -, ker stranice izdelka niso obrušene.

Na slikah 6-15 in 6-16 vidimo drsna vodila ter stanje olja, kajti ta dva dela sta v tesni medsebojni povezavi.



Slika 6-15: Namazana drsna vodila



Slika 6-16: Nivo olja, ki služi za mazanje vodil

Drsna vodila so v tesni povezavi s stanjem olja, kajti olje služi za mazanje drsnih vodil. Če je dovolj olja, se mažejo tudi drsna vodila, zato je pomembno spremljanje nivoja olja.

## 8. KONTROLA VODILA TEKOČEGA TRAKU

Na sliki 6-17 je vidno, kako sta oba tekoča trakova povezana med seboj z vodilom (gredjo). Tudi pri tem vodilu moramo paziti na pravilno mazanje, da vodilo ne ostane suho. To bo povzročilo obrabo in odvečno segrevanje vodila.

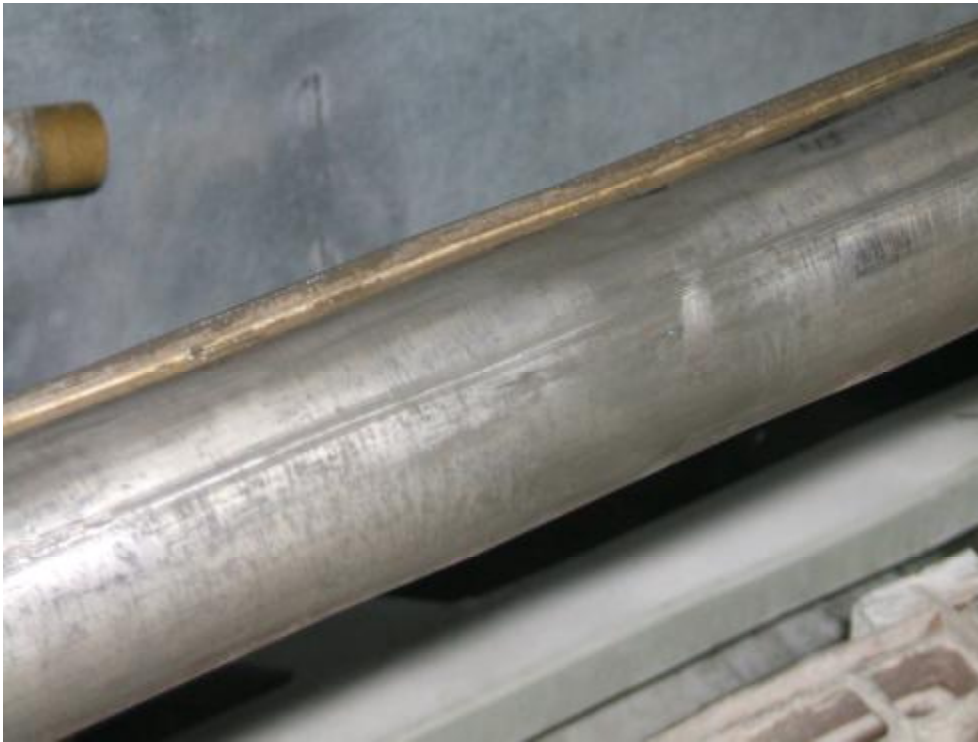


Slika 6-17: Dršno vodilo, ki povezuje tekoča trakova, po katerih potuje steklo

Na sliki 18 vidimo namazano vodilo (gred), po kateri se pomika prečni del, na sliki 6-19 pa slabo namazano gred, ki jo je potrebno namazati.



Slika 6-18: Dobro namazano vodilo (gred)



Slika 6-19: Slabo namazano vodilo (gred)

