Menadžment alatima u modernoj proizvodnji

Turkalj, Danijel

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:681952

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

DANIJEL TURKALJ

MENADŽMENT ALATIMA U MODERNOJ PROIZVODNJI

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2018.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ STROJARSTVA

DANIJEL TURKALJ

MENADŽMENT ALATIMA U MODERNOJ PROIZVODNJI

ZAVRŠNI RAD

Mentor:
Dr.sc. Srđan Medić dipl.ing., viš.pred.

Karlovac, 2018.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579

HRN EN ISO 9001:2009

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / **specijalistički studij: Strojarstva**
(označiti)

Usmjerenje: **Proizvodno strojarstvo** Karlovac, 09.06.2018

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: **Danijel Turkalj** Matični broj: 0111408023

Naslov: **MENADŽMENT ALATIMA U MODERNOJ PROIZVODNJI**

Opis zadatka:
Zadatak ovog završnog rada je implementacija automatskog prijenosa podataka o alatu na moderne obradne centre. Pri tome će se odabrati jedan reprezentativan tip softvera za menadžment alatima u modernoj proizvodnji TDM te opisati različite metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre.

U uvodnom dijelu opisati: višeoperacijski numerički upravljane alatne strojeve, obradne centre.

U općem dijelu opisati: fizičko spremanje alata u alatnici (kardex moduli), TDM programski paket (softver za menadžment alatima)
U razradi zadatka opisati:

- prednamještanje i stezanje alata
- smještaj i automatsku izmjenu alata kod obradnih centara
- različite metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre (RFID sustav, bar-kod sustav)
- implementaciju jednog od rješenja (bar-kod sustav)

U analizi rezultata usporediti prednosti implementacije bar-kod sustava u odnosu na RFID sustav za prijenos podataka o alatu na obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT.
Na kraju rada donijeti zaključak i literaturu.
Zadatak izraditi i opremiti sukladno Pravilniku o Završnom ispitu VUK-a.

Zadatak zadan:	Rok predaje rada:	Predviđeni datum obrane:
09.06.2018.	02.11.2018.	06.12.2018.

Mentor: Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Srđan Medić, dipl.ing., v. pred.

IZJAVA

Ovaj završni rad izradio sam samostalno pod mentorstvom dr.sc. Srđana Medića dipl.ing.,viš.pred. te uz korisne savjete viš.pred. Marijana Brozovića dipl.ing. Ovim putem im se zahvaljujem na svoj pomoći te savjetima i strpljenju tijekom izrade završnog rada.

Ovom prilikom također se zahvaljujem kolegama iz tvrtke u kojoj sam zaposlen za dobivanje korisnih savjeta i literature te svim prijateljima.

I na kraju veliko hvala mojoj obitelji na razumijevanju i moralnoj i financijskoj potpori tijekom mog studija, te posebno hvala mom preminulom ocu koji mi je zajedno s obitelji omogućio sve u životu.

U Karlovcu, 06.09.2018. Danijel Turkalj

SAŽETAK

Zadatak ovog završnog rada je implementacija automatskog prijenosa podataka o alatu na moderne obradne centre. Pri tom će se odabrati jedan reprezentativan tip softvera TDM za menadžment alatima u modernoj proizvodnji te opisati različite metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre.
U uvodnom dijelu dane su teoretske postavke koje uključuju:

- Višeoperacijski numerički upravljane alatne strojeve
- Obradne centre.

U općem dijelu opisana je podjela skladišta prema vrsti sredstva za skladištenje, automatski skladišni sustavi, fizičko spremanje alata u alatnici (kardex moduli), te *TDM* programski paket (softver za menadžment alatima).

U dijelu razrade zadatka opisano je:

- Prednamještanje i stezanje alata
- Smještaj i automatska izmjena alata kod obradnih centara
- Različite metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre (RFID sustav, bar-kod sustav)
- Implementacija jednog od rješenja (bar-kod sustav).

U analizi rezultata uspoređene su prednosti implementacije bar-kod sustava u odnosu na RFID sustav za prijenos podataka o alatu na obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT.

Na kraju rada izneseni su zaključci i literatura.

SUMMARY

The task of this final paper is to implement automatic tool data transfer on modern machining centers.This will select one representative type of software TDM for managing tools in modern production and describe different methods of transferring tool data to the machining centers.
The introductory part provides theoretical settings that include:

- Multi operational numerically controlled machine tools
- Machining centers.

The general part describes the storage division according to the storage media type, automatic storage systems, physical storage of tools in the tool room (kardex modules) and TDM software package (tool data management software).

In the part of the task development is described:

- Tool presetting and tool clamping
- Placement and automatic tool change at machining centers
- Different methods of transferring tool data to machining centers (RFID system, barcode system)
- Implementation of one of the solutions (barcode system).

The results of the analysis compared the advantages of barcode system implementation compared to the RFID system for transferring tool data to the machining center Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT.

At the end of the paper, conclusions and literature were presented.

SADRŽAJ

IZJAVA I

SAŽETAK II

SUMMARY III

SADRŽAJ IV

POPIS SLIKA VI

1.0 UVOD 1

2.0 OPĆI DIO 5

2.1 Skladištenje 5

2.1.1 Podna skladišta 5

2.1.2 Regalna skladišta 6

2.2 Automatizirani sustavi skladištenja 9

2.2.1 Horizontalni karuseli 9

2.2.2 Vertikalni karuseli 10

2.2.3 Kranovi u prolazu 11

2.2.4 Vertikalni podizni moduli 12

2.2.4.1 Kardex shuttle vertikalni podizni moduli 14

2.3 TDM softver – softver za menadžment alatima 16

2.3.1 Komponente (engl. „Items“) 17

2.3.1.1 Kreiranje komponente pomoću 3D generatora 19

2.3.2 Sklopovi alata (engl. „Tool assemblies“) 24

2.3.2.1 Kreiranje sklopa alata 24

2.3.3 Liste alata (engl. „Tool lists“) 32

2.3.3.1 Kreiranje liste alata 32

3.0 POSTAVKA ZADATKA 36

4.0 RAZRADA ZADATKA 37

4.1 Prednamještanje i stezanje alata kod obradnih centara 37

4.2 Smještaj i automatska izmjena alata kod obradnih centara 44

4.3 Metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre 48
4.3.1 Sustav radio frekvencijske identifikacije (RFID sustav) 48
4.3.2 Sustav bar-kod očitanja 50
5.0 ANALIZA REZULTATA **63**
6.0 ZAKLJUČAK **65**
7.0 LITERATURA **66**

POPIS SLIKA

Slika 1.1 Obradni centar Waldrich Coburg Multi Turn 5500 AM 4
Slika 1.2 Obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT 4
Slika 2.1 Skladištenje u blokove 6
Slika 2.2 Horizontalni karusel 10
Slika 2.3 Vertikalni karusel 11
Slika 2.4 Klasično automatizirani visokoregalni „unit-load AS/RS“ sustav 12
Slika 2.5 Vertikalni podizni modul 13
Slika 2.6 Kardex stanica s dva neovisna vertikalna podizna modula 14
Slika 2.7 Kardex radno sučelje na terminalu s otvorom za izuzimanje 15
Slika 2.8 TDM sučelje za komponente s modulom „Item“ 20
Slika 2.9 Izgled menija „Graphic/TDM Data and Graphic Generator“ 20
Slika 2.10 Grafički odabir tipa, klase i grupe komponente 21
Slika 2.11 Generirani 2D i 3D prikaz tražene komponente 22
Slika 2.12 Izgled „Data Transfer“ prozora 23
Slika 2.13 TDM sučelje za sklopove alata s modulom „Tool assemblies“ 25
Slika 2.14 Prikaz oznake sklopa „Tool assembly ID“ s ikonom „Create“ 25
Slika 2.15 Kartica „Bill of materials“ s praznim prostorom 26
Slika 2.16 Kartica „Bill of materials“ s „Interface“ poljima 27
Slika 2.17 Svrdlo s izmjenjivom bušnom glavom kao vodeća komponenta sklopa 28
Slika 2.18 Cilindrični nastavak alata kao komponenta koja se veže na vodeću komponentu sklopa 29
Slika 2.19 Kompletan sklop alata s odabirom rezne pločice 30
Slika 2.20 Završno kreirani sklop alata s „Data transfer“ prozorom 31
Slika 2.21 TDM sučelje za listu alata s modulom „Tool lists“ i karticom „Master data 1“ 32
Slika 2.22 Kreirana lista alata s ispunjenim potrebnim poljima 33
Slika 2.23 Lista alata s umetnutim sklopovima alata 34
Slika 2.24 Unos sklopova alata u listu alata 35

Slika 4.1 SK sustav stezanja alata 38
Slika 4.2 HSK sustav stezanja alata 39
Slika 4.3 2D prikaz udaljenosti od vrha alata do nul točke držača alata 40
Slika 4.4 Zoller venturion 800/12 uređaj za prednamještanje alata 42
Slika 4.5 Strukturalni i operacijski koncept prikaza mjerenja alata 43
Slika 4.6 Diskovno spremište alata 45
Slika 4.7 Lančano spremište alata 45
Slika 4.8 Regalno spremište alata s manipulatorom 46
Slika 4.9 Zoller uređaj za prednamještanje s RFID jedinicom za čitanje/pisanje 49
Slika 4.10 RFID čitač na stanici za punjenje alata 50
Slika 4.11 Očitavanje podataka u listi alata pomoću bar-kod čitača 52
Slika 4.12 Mjerenje alata na uređaju za prednamještanje alata 53
Slika 4.13 Mjerenje dužine i promjera alata na početku spirale svrdla 54
Slika 4.14 Mjerenje dužine alata na vrhu svrdla 54
Slika 4.15 Etikete s izmjerama dužine i promjera alata 55
Slika 4.16 Podatci o alatu dobiveni iz TDM-a te uređaja za prednamještanje 56
Slika 4.17 Pohranjivanje podataka o alatu kao datoteka na lokalnoj mreži 57
Slika 4.18 Etiketirani alat s izmjerama te jedinstvenim brojevnim nazivom i bar-kodom 58
Slika 4.19 Očitavanje jedinstvenog brojevnog naziva pomoću bar-kod čitača 59
Slika 4.20 Računalni softver za spremište alata s podacima o alatu 60
Slika 4.21 Postavljanje alata u odgovarajuće mjesto na stanici za punjenje alata 60
Slika 4.22 Konzola s alatom na stanici za punjenje alata 61
Slika 4.23 Robotska ruka s dvostrukim hvatačem alata 62

1.0 UVOD

Višeoperacijski alatni strojevi su visokoautomatizirani numerički upravljani strojevi na kojima se u automatskom ciklusu rada, koji obuhvaća izbor i izmjenu alata u zoni glavno vreteno – spremnik alata, automatsko pozicioniranje obratka i alata, te stalna kontrola frekvencija vrtnje, posmaka i pomoćnih funkcija, obrađuje obradak u jednom stezanju bez prekida automatskog rada nizom različitih metoda obrade.

Višeoperacijski numerički upravljani alatni strojevi su najpogodniji za obradu složenih rotacijskih i prizmatičnih izradaka u malim i srednjim serijama, prvenstveno u operacijama: tokarenja, bušenja, upuštanja, razvrtavanja, urezivanja navoja, glodanja i brušenja. Zbog takvog širokog polja primjene i visokog stupnja automatizacije pogodni su za realizaciju fleksibilnih obradnih stanica i sustava.

Osnovne prednosti višeoperacijskih numerički upravljanih obradnih strojeva su povišena gospodarstvenost i fleksibilnost što se odražava kroz: znatno smanjenje ciklusa proizvodnje, znatno smanjenje pomoćnog vremena, smanjenje glavnog vremena obrade, osobito primjenom visokobrzinskih obrada, znatne uštede (nisu potrebne šablone i profilni alati za obradu složenih kontura), znatno smanjenje troškova (zbog smanjenja otpada), znatno smanjenje radne površine i broja operatora, znatno povećana tehnološka, kapacitivna i prostorna prilagodljivost.

Osnovni nedostaci višeoperacijskih numerički upravljanih alatnih strojeva su: visoka početna ulaganja (visoka nabavna cijena), potreba pogonske reorganizacije u smislu opsežne i kvalitetne priprema rada, potreba obuke kadra na svim razinama, povišena osjetljivost na kvar i visoki troškovi kod “ispada“ stroja iz pogona.

Višeoperacijski numerički upravljani alatni strojevi mogu se podijeliti prema obliku obratka, koji se na njima mogu obrađivati na:

- Tokarske centre - za obradu osnosimetričnih obradaka: tokarenjem, bušenjem, glodanjem i brušenjem.
- Obradne centre - za obradu prizmatičnih obradaka:glodanjem,bušenjem, tokarenjem i brušenjem.

- Brusne centre - za brušenje složenih brusnih površina.

Prema položaju glavnog vretena višeoperacijski numeričko upravljani alatni strojevi dijele se na: horizontalne, vertikalne.
Prema vrsti glavnog gibanja: s okretnim glavnim gibanjem, s pravocrtnim glavnim gibanjem.
S obzirom na broj radnih vretena: jednovreteni, dvovreteni, viševreteni.
Prema načinu smještaja alata: s revolverskom glavom (radijalnom ili aksijalnom), sa spremištem alata oblika: diska, valjka, lanca, polukugle, regalno, jednostrano ili dvostrano, kazetno. Spremišta alata mogu biti smještena: nad strojem, sa strane stroja, pored stroja.
S obzirom na broj numerički upravljanih osi: broj pozicijskih osi, broj istodobno upravljanih osi.
S obzirom na izbor alata: redoslijedno - kada su alati predbrojeni, nasumce - kada su držači alata kodirani.
Po veličini mogu biti: mali, srednji, veliki.
Obradni centar,ili osnovna fleksibilna obradna jedinica,odnosno obradni modul je numerički upravljani alatni stroj kojemu je dodana automatska izmjena alata, odnosno pribora, automatska izmjena obradaka, odnosno paleta, te koji u automatskom ciklusu i jednom stezanju obrađuje sve slobodne površine obradaka.
Obradni centar je osnovni modul fleksibilne obradne ćelije ili sustava, koji može raditi samostalno ili u sustavu.
Ovisno o opremljenosti, obradni centar može raditi djelomično bez nazočnosti operatera, osobito ako mu je pridodano spremište paleta.

Osnovne karakteristike obradnog centra su:

- Koncentracija operacija u jednom centriranju i stezanju obratka omogućuje četiri, odnosno pet stranica obratka prizmatičnog oblika. Šesta stranica je

baza i služi za oslanjanje. Obradom u jednom stezanju znatno se povećava međudimenzionalna točnost.

- Koncentraciju operacija omogućuje automatska izmjena i spremište alata i pribora. Izmjena alata ne ovisi o volji poslužitelja i traje od dvije do petnaest sekundi. Spremište alata može biti nad strojem, sa strane jednostrano ili obostrano, te pored stroja.
- Spremište pribora, kao što su kutne glave i ostalo omogućuje automatsku izmjenu pribora u vremenu od 20 do 60 sekundi.
- Paletnim stolom, ukoliko je prisutan na obradnom centru omogućena je automatska izmjena paleta u roku od 15 do 45 sekuni. Ovime obradni centar postaje autonoman, i u zamjeni palete neovisan o transportnom sustavu.
- Višeosnim simultanim upravljanjem s tri pravocrtne osi: X, Y i Z, te jednom kružnom osi B i njihajućom osi C, moguće je obrađivati veoma složene obratke. Osi B i C mogu biti ostvarene na stolu stroja ili na glavnom vretenu, što je za neke slučajeve povoljnije, posebno kod bušenja kosih rupa.
- Brzina gibanja numerički upravljanih osi iznosi do 100 m/min, čime se znatno skraćuju pomoćna vremena.
- Smanjenje broja alata postiže se kombiniranim alatima [1].



Slika 1.1 Obradni centar Waldrich Coburg Multi Turn 5500 AM



Slika 1.2 Obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT

2.0 OPĆI DIO

2.1 Skladištenje

Općenito skladišta se dijele prema vrsti sredstva za skladištenje na:

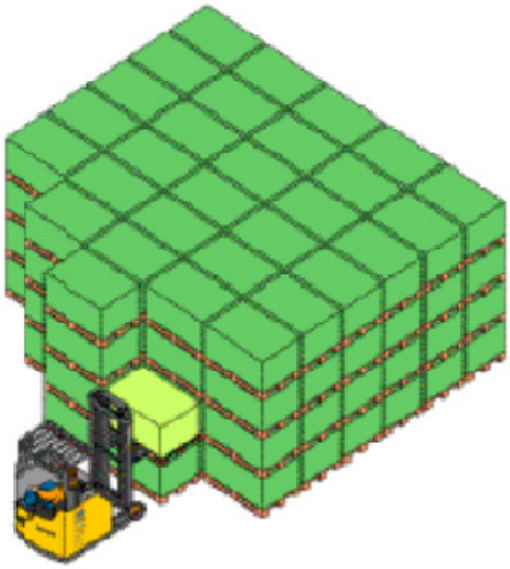
- Podna skladišta
- Regalna skladišta.

2.1.1 Podna skladišta

Glavna značajka sustava s podnim skladištenjem je da nemaju regale za smještaj materijala te se materijal odlaže:

- Sipki:
  - slobodnim nasipavanjem ili gomilanjem
- Komadni:
  - slobodnim odlaganjem bez određenog rasporeda, te slaganjem jedinica u blokove i redove.

Radi povećanja iskoristivosti prostora podnih skladišta primjenjuje se naslagivanje. Skladišne jedinice su često podložene paletama te se mogu naslagati do visine od 5 metara. Skladištenje u blokove koristi se u slučaju manjeg asortimana te veće količine istovrsnog materijala. Prednosti podnih skladišta u odnosu na regalna skladišta su u manjim investicijskim troškovima, a nedostatci su u lošoj iskoristivosti prostora po visini.



Slika 2.1 Skladištenje u blokove

2.1.2 Regalna skladišta

Regalna skladišta su i najčešće izvedena vrsta skladištenja, te postoje mnogobrojne izvedbe ovih skladišta:

- Klasični paletni regali:
  - Kod klasičnih paletnih regala materijal se odlaže uz pomoć paleta i obavezno uz pomoć viličara. Paletni regali najčešće su postavljeni u redove s odlaganjem jedne palete po dubini. Time je osiguran izravan pristup svakoj jedinici skladištenja. Kod paletnih regala uobičajene su dvije varijante odlaganja paleta: poprečno i podužno odlaganje.

- Paletni regali dvostruke dubine:
  - Glavne prednosti paletnih regala dvostruke dubine su: povećana gustoća skladišta te visoko prostorno učinkovit sistem skladištenja. Nedostaci ovakvog tipa regalnog skladišta su:potreba za specijalnim

viličarima, ograničena brzina pristupa paletnim pozicijama te nepreglednost za vozače kamiona prilikom pristupa stražnjim lokacijama.

- Polični regali:
  - Polični regali namijenjeni su za skladištenje materijala u kutijama ili paketima s nosivošću od dvjesto pedeset kilograma po etaži i predviđeni su za ručnu manipulaciju, a mogu se izvoditi u jednom ili više nivoa do visine osam metara.

- Ladičari:
  - Kod ovakve izvedbe ormari i ladice mogu biti samostojeći ili intergrirani u odlagajuće modulem, te su dostupni u raznim veličinama,kao i materijalima,kompaktni su te pridonose optimiziranju prostora i jednostavnom pristupu materijalima u čistom,urednom i sigurnom prostoru.

- Prolazni regali:
  - Prolazni regali koriste se kod veće količine istovrsnih materijala pomoću paleta i sanduka. Jednostavne su konstrukcije te se sastoje od međusobno povezanih vertikalnih stupova na kojima se nalaze nosači paleta.Duljine regala su za osam do deset jedinica skladištenja po dubini.

- Protočni regali:
  - Kod protočnih regala ostvaruje se dinamičko skladištenje komadnog materijala, kao jediničnog tereta na paletama, u sanducima, kutijama. Rukovanje materijalom izvodi se po principu FIFO (engl. first in first out). Najčešće izvedbe su duljine oko dvadeset metara, a visine do dvanaest metara.

- Konzolni regali:
  - Njihova primjena je u industrijskim poduzećima za odlaganje komadnog materijala s jednom ili dvije karakteristične izmjere kao što su: šipke, cijevi, profili, paketi limova i slično. Regali su visine do 8 metara nosivosti do oko dvjesto kN(kilonjutna).Najčešća sredstva za rukovanje komadnim materijalom su podni viličari i granici - viličari.

- Prijevozni regali:
  - Prijevozni regali koriste se za skladištenje komadnog materijala, naročito ako je manja učestalost ulaz - izlaz, zbog toga što je potrebno više vremena za izravan pristup materijalu. Izvedba ovih regala je slična paletnim,poličnim i konzolnim regalim, samo što su prijevozni regali postavljeni na postolja koja čine pravocrtno gibanje.

- Optočni regali:
  - Sastavljeni su od polica kao elemenata za odlaganje materijala koje se kreću kružno. Primjenjuju se najčešće za skladištenje materijala manjih dimenzija i težina. Njihova glavna karatkeristika je u potrebi minimalnih podnih površina, osim toga zatvorena konstrukcija kod takvog tipa uređaja omogućava veliku sigurnost i zaštitu uskladištenog materijala.

2.2 Automatizirani sustavi skladištenja

Automatizirani skladišni sustavi projektiraju se namjenski za skladištenje različitih vrsta artikala. Ovi sustavi rade prema principu „roba k čovjeku“. Skladišne jedinice se lociraju na policama automatski. Transport se odvija pomoću automatskih dizalica i transportnih sustava. Kao skladišno transportne jedinice moguće je u ovakvim sustavima koristiti euro palete, plastične kutije i slično.Regalne dizalice kod ovakvih sustava projektiraju se i izvode sukladno željenim brzinama i visinama rada te nazivnom opterećenju. Ovakvi sustavi primjenjuju se najviše u proizvodnim pogonima u svim granama industrije i distribucije gdje se nailazi na svakodnevnu potrebu za uštedom vremena, prostora,povećanjem produktivnosti, sigurnosti.
Automatizirani skladišni sustavi koji su u današnje vrijeme u upotrebi su:

- Horizontalni karuseli
- Vertikalni karuseli
- Kranovi u prolazima AS/RS:
    - automatizirano visokoregalno skladište (engl. „unit-load AS/RS“)
    - automatizirano skladište za male dijelove (engl. „mini-load AS/RS“, „micro-load AS/RS“)
    - poluautomatizirani skladišni sustavi (engl. „person-on-board AS/RS“)
- Vertikalni podizni moduli

2.2.1 Horizontalni karuseli

Horizontalni karuseli ili okretni regali su uređaji koji su sastavljeni od polica kao elemenata za odlaganje materijala koje se kreću kružno. Kružno kretanje u ovom slučaju odvija se u horizontalnoj ravnini, a koriste se kod raspolaganja sa relativno niskim, uskim i dugačkim skladišnim prostorom. Sastoje se od fiksnog broja skladišnih odjeljaka koji su međusobno povezani s pogonskim mehanizmom u zatvorenoj petlji. Svaka kolona je dodatno podijeljena na fiksni broj skladišnih polica.

Odlaganje i izuzimanje materijala je ručno ili automatsko. Okretanje karusela u većini slučajeva je automatsko.

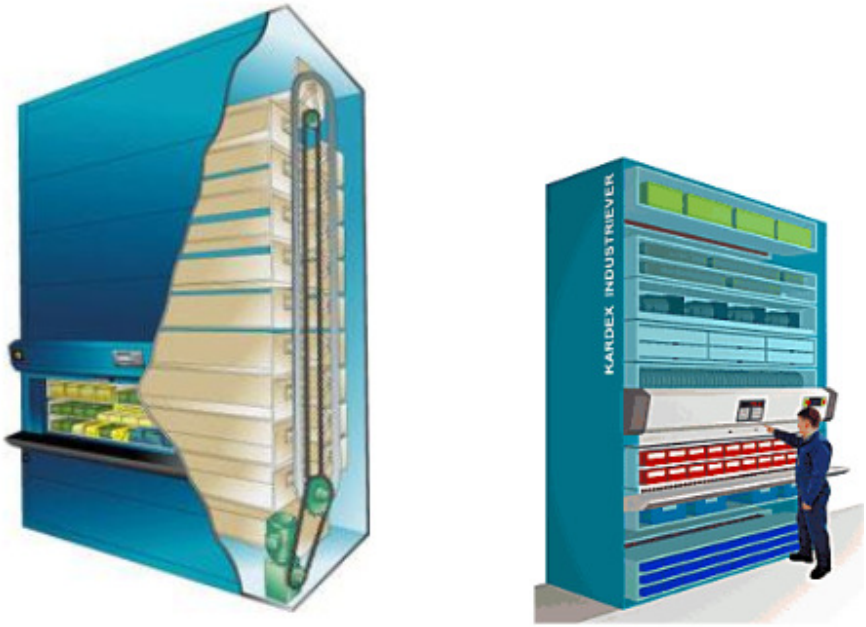


Slika 2.2 Horizontalni karusel

2.2.2 Vertikalni karuseli

Vertikalni karuseli ili okretni regali su uređaji koji su sastavljeni od fiksnog broja polica kao elemenata za odlaganje materijala koje u zatvorenoj petlji rotiraju u vertikalnoj ravnini. Kao i kod horizontalnih karusela moguće je također automatsko odlaganje i izuzimanje materijala ali nije tako učestalo. Skladištenje materijala u ovakvim sustavima je vertikalno te je dosta popularno kod skladištenja materijala gdje je

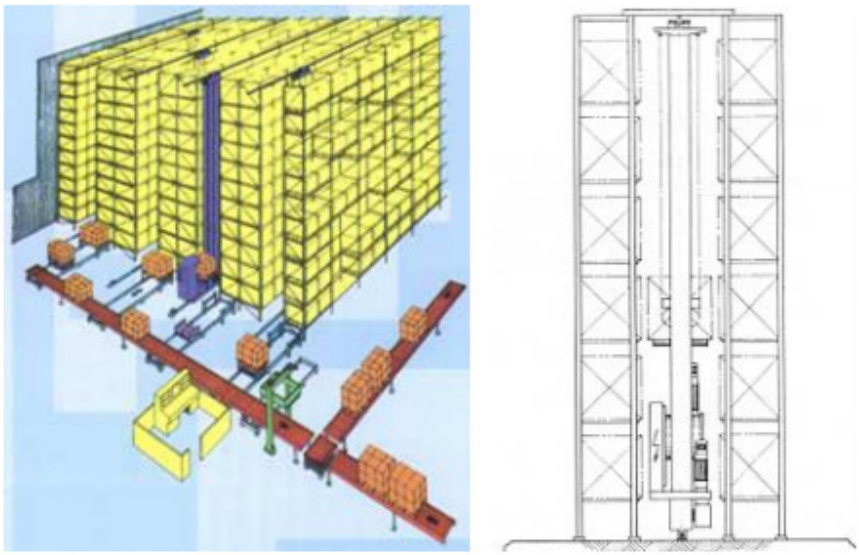
ograničen podni prostor. Sigurnost se može povećati mehaničkim i elektroničkim metodama u slučaju da se želi ograničiti pristup određenim spremnicima karusela.



Slika 2.3 Vertikalni karusel

2.2.3 Kranovi u prolazu

Automatizirani skladišni sustavi s kranom u prolazu su konstruirani tako da je moguća varijanta jednog ili više dugih i uskih prolaza koji s obje strane imaju regale za skladištenje ili izuzimanje materijala. Kran se pomoću podnih tračnica giba vertikalno i horizontalno između regala dok ne stigne na zadanu poziciju. Sva gibanja kod ovakvih sustava su nezavisna i upravljana računalom. Za skladištenje kod ovakvih sustava koriste se standardne regalne konstrukcije koje se prema potrebi prilagođavaju i ojačavaju ovisno o vrsti materijala koji se skladišti.

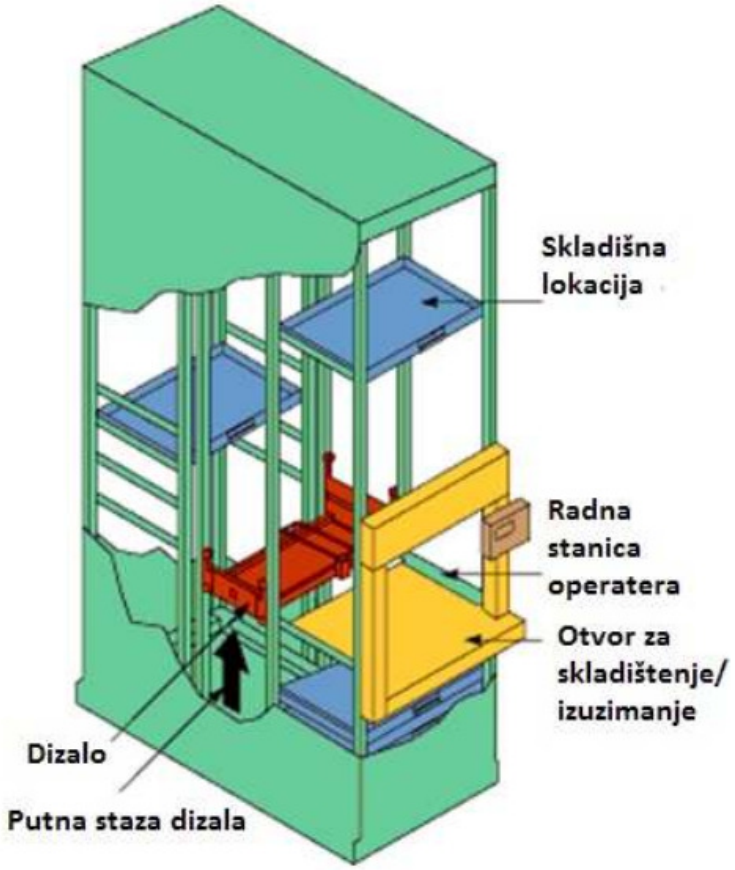


Slika 2.4 Klasično automatizirani visokoregalni „unit-load AS/RS“ sustav

2.2.4 Vertikalni podizni moduli

Vertikalni podizni moduli su automatizirani skladišni sustavi, u praksi često zvani „shuttleovi“ koji se sastoje od dvije paralelne vertikalne kolone koje su podijeljene na fiksne police u kojima su uskladišteni spremnici (kutije ili ladice) na kojima se skladišti određeni materijal, te od središnjeg prolaza za dizalo koje vrši odlaganje, izuzimanje i transport spremnika. Sustavi su vrlo prilagodljivi te rade prema principu „roba čovjeku“. Ranije izvedbe ovakvih sustava su bile poprilično spore sa dosta niskim

kapacitetom čime je bila ograničena njihova primjena. Današnji sustavi su računalom upravljani vertikalni podizni moduli



Slika 2.5 Vertikalni podizni modul

kojima operater, tj. alatničar preko računalnog sučelja na terminalu zadaje zahtjev za skladištenjem ili izuzimanjem određenog materijala, u ovom slučaju reznog alata i njegovih komponenti.

2.2.4.1 Kardex shuttle vertikalni podizni moduli

U proizvodnom pogonu jedne tvrtke instaliran je Kardex shuttle uređaj koji je proizvod njemačkog proizvođača Kardex, a kojega je instalirala tvrtka Primat Logistika. To je računalom upravljani vertikalni podizni modul koji radi na principu korištenja tri osnovna paralelna stupca. Prednji i stražnji stupac se koriste za skladištenje te su opremljeni držačima koji funkcioniraju kao police za skladištene artikle, u ovom slučaju rezni alat i njegove komponente. Središnji stupac je najčešće otvoren, te se koristi kao radna staza za dizalo za skladištenje i izuzimanje koje se kreće vertikalno između prednjeg i stražnjeg stupca. Kada operater tj. alatničar preko računalnog sučelja na terminalu preda zahtjev za izuzimanjem reznog alata s određene skladištene lokacije, rezni alat mu se dostavlja na otvor za izuzimanje ili skladištenje na radnoj stanici. Nakon što se preda zahtjev i nakon što se rezni alat dostavi na terminal, alatničar sortira zalihe i tako sortirana skladišna jedinica se dizalom vraća na svoju skladišnu lokaciju.



Slika 2.6 Kardex stanica s dva neovisna vertikalna podizna modula



Slika 2.7 Kardex radno sučelje na terminalu s otvorom za izuzimanje

2.3 TDM softver – softver za menadžment alatima

Softver TDM (engl. „Tool Data Management“) ili softver za menadžment alatima je u principu baza podataka o alatu, te je integrirano rješenje za prikupljanje podataka i menadžment često zbunjujućim nizom alata, komponentama i sklopovima alata koji se suočavaju s današnjim proizvođačima. S TDM softverom uklanjaju se nedostajući ili nepouzdani podaci o alatu. Dajući korisnicima jedan lako dostupan izvor za sve informacije povezane s alatom, TDM softver znatno smanjuje vrijeme za pravilan odabir alata i lokaciju pojedinog alata, ispravnu montažu sklopova alata, te se na taj način znatno smanjuje vrijeme pripreme pojedinog alata za obradu.
Budući da je softver povezan sa svim većim CAD/CAM programima, točni podaci o alatima, 2D grafike i 3D modeli brzo su dostupni za realistične simulacije, bez potrebe za dugim i pogrešnim unosom podataka o alatu.

U TDM-u postoji osnovni modul kao temelj za menadžment alatima koji se dijeli na:

- Komponente (engl. „Items“) - predstavljaju nerastavljivi dio alata (glodaća glava, pločica, držač, vijak).
- Sklopove alata (engl. „Tool assemblies“) - predstavljaju skup od nekoliko komponenti koje čine kompletan alat.
- Liste alata (engl. „Tool lists“) - predstavljaju skup sklopova alata.

2.3.1 Komponente (engl. „Items“)

Komponente su pojedinačni elementi koji se mogu kombinirati u sklop alata. Kupuju se kao jedinice i pohranjuju u alatnici. Rezni dijelovi (npr. pločice) se istroše tijekom uporabe i stoga se moraju kupovati i mijenjati periodički. Ne rezne komponente (npr. čahure za stezanje) su gotovo neograničene i često su dobivene zajedno s novim strojem. Podatci zaglavlja su jednoliko strukturirani i sadrže podatke poput imena, koda proizvoda dobavljača i jedinstvenog broja komponente. Svaka komponenta ima određenu vrstu alata, koja određuje broj i opis potrebnih podatkovnih polja. Jednako tako svaka komponenta također je povezana s kategorijom alata koja pripada korisničkoj strukturi stabla koja služi za pronalaženje alata prema njihovim tehničkim kriterijima, bez navođenja broja.

Obvezna polja kod unosa komponente su:

- „Item ID“ - jedinstvena identifikacijska oznaka komponente
- „Description 1“ - naziv komponente
- „Tool class“ - klasa alata
- „Tool group“ - grupa alata.

Obvezna polja je potrebno popuniti kako bi se podatci spremili u TDM bazi. Ukoliko podaci nisu unešeni u obvezna polja, softver odbija spremanje podataka u bazi.

Neka od dodatnih polja kod unosa komponente su:

- „Description 2“ - kataloška oznaka prema podatcima proizvođača.
- „Tool holder“ - držač alata,definira sučelje od komponente prema CNC stroju. Komponenta bez direktne veze sa strojem ne sadrži držač alata,mora odgovarati ponuđenom držaču alata.
- „Cutting grade“ - kvaliteta rezne pločice komponente.
- „Number of teeth“ - broj “zuba“ kod glodaćih alata.

- „Number of steps“ - broj mjerenja komponente.
- „ISO class“ - ISO klasa komponente.
- „Weight“- težina komponente, koristi se za izračunavanje ukupne težine.
- „CAD number“ - CAD broj koji je uvijek isti kao i jedinstvena identifikacijska oznaka komponente tj. „Item ID“.
- „2D graphic“ kartica - 2D grafički prikaz komponente.
- „Interface“ („Master data 2“ kartica) - definira sučelje s kojim je komponenta povezana s drugim komponentama, sučelje prema pločicama definira se u polju „Insert geometry“.
- „3D graphic“ kartica - predstavlja 3D prikaz alata.

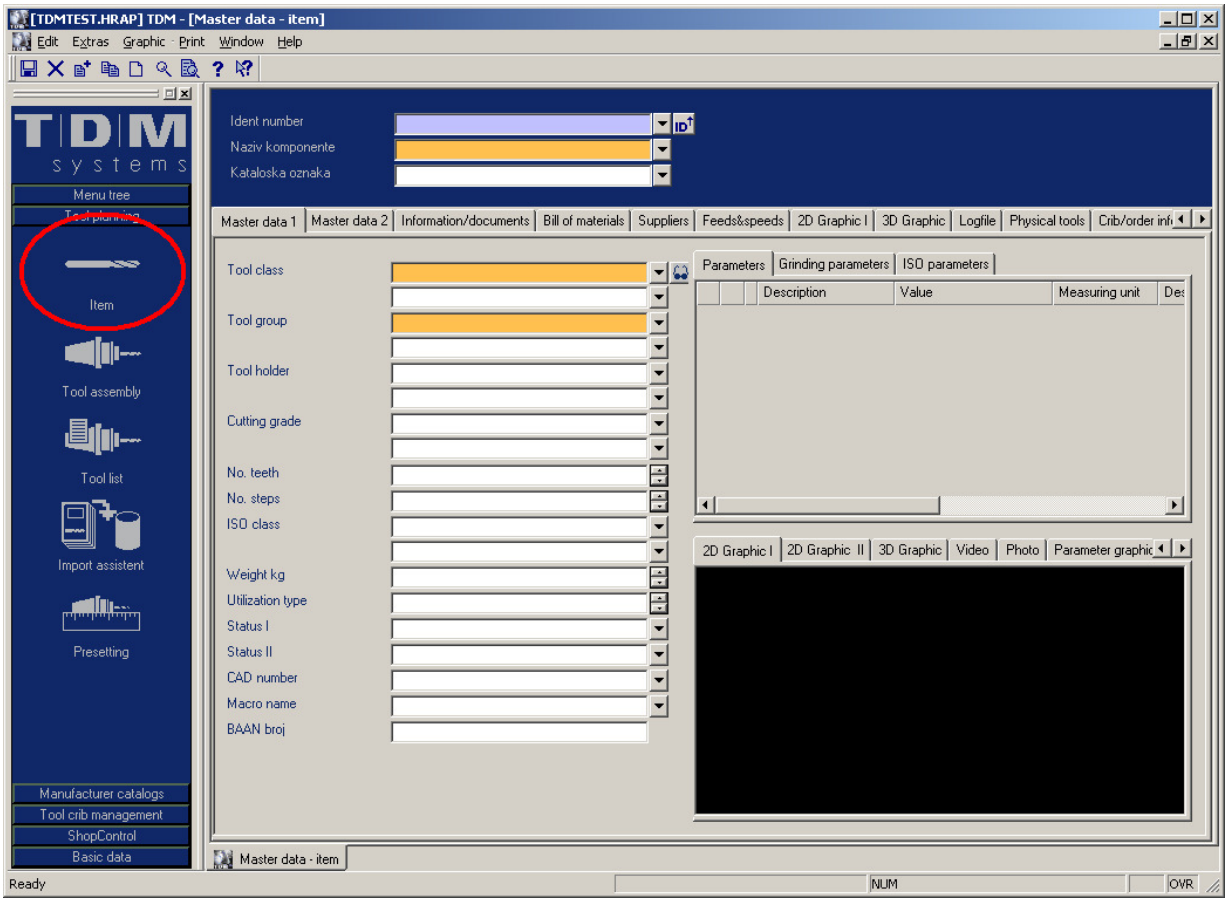
Komponente se u TDM bazi mogu kreirati na tri načina:

- Pomoću 3D generatora - to je ujedno i najbolji način jer se dobivaju najpotpuniji rezultati te 2D i 3D grafika. Grafika se generira parametarski pa je moguće kreirati i alate koji su slični već upisanim u 3D generator. Bazu 3D generatora popunjava „TDM systems“ prema katalozima proizvođača.
- Pomoću kataloga proizvođača - to je nešto nepovoljniji način unosa jer kataloge popunjava sam proizvođač, često su nepotpuni i nemaju 2D i 3D grafiku.
- „Ručno“ - korisnik sam popunjava sva polja i u „AutoCAD-u“ konstruira 2D prikaz komponente.

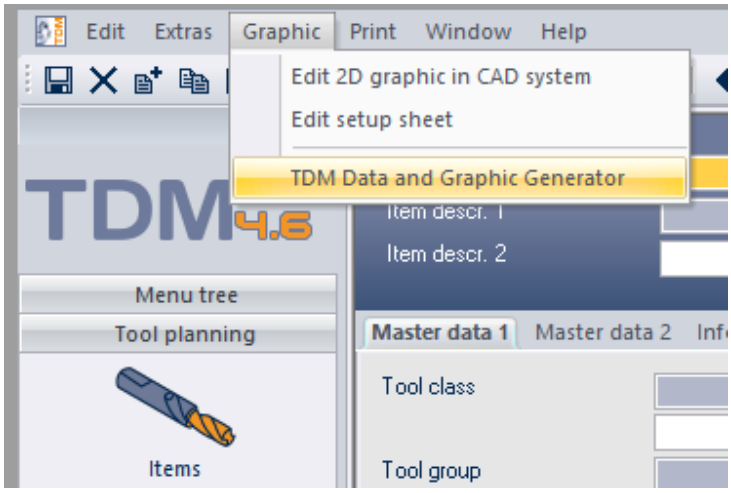
2.3.1.1 Kreiranje komponente pomoću 3D generatora

Pomoću 3D generatora komponenta se kreira na način da:

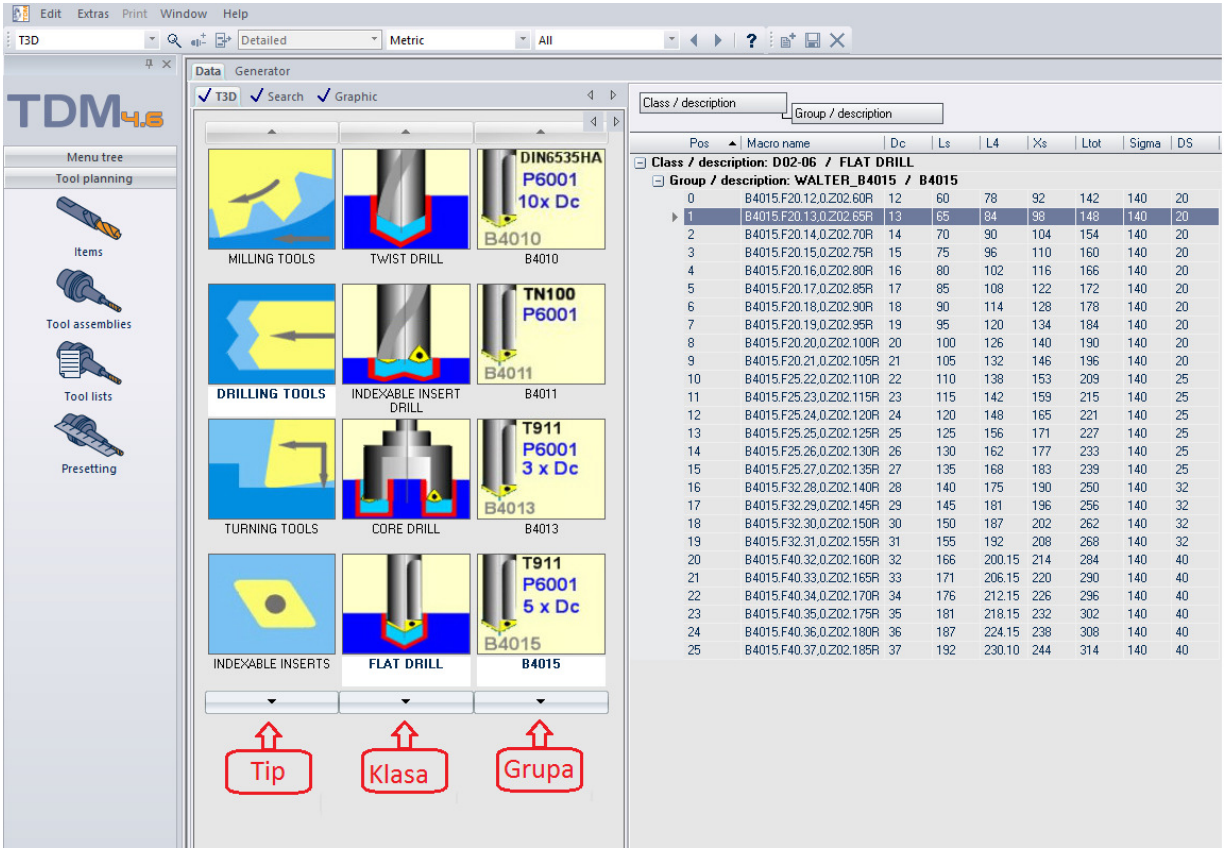
- Otvori se sučelje za komponente, klikom na modul „Item“ (slika 2.8).
- Odabire se meni „Graphic/TDM data and graphic generator“ (slika 2.9).
- Grafički se odabire vrsta,klasa i grupa tražene komponente,te odgovarajuća kataloška oznaka komponente (slika 2.10).
- Generator generira 2D prikaz tražene komponente, te za 3D prikaz komponente potrebno je kliknuti na ikonu „Generate“ (slika 2.11).
- Potrebni generirani podatci (parametri) pod karticom „Geometry“ se kontroliraju i korigiraju prema potrebi (npr. Dc-promjer komponente, Ltot-ukupna dužina komponente) (slika 2.11).
- Klikne se na „Data transfer“ – otvara se „Data transfer“ prozor (slika 2.11).
- Kada se otvorio „Data transfer“ prozor u njemu se upisuju podatci u obvezna polja („Item ID“, „Item Description 1“, „CAD number“ , „Tool Class“, „Tool Group“) na lijevoj strani prozora, te se trebaju prilagoditi „Interface to machine/workpiece“, na desnoj strani prozora, zatim klikom na „OK“ komponenta je definirana (slika 2.12).



Slika 2.8 TDM sučelje za komponente s modulom „Item“



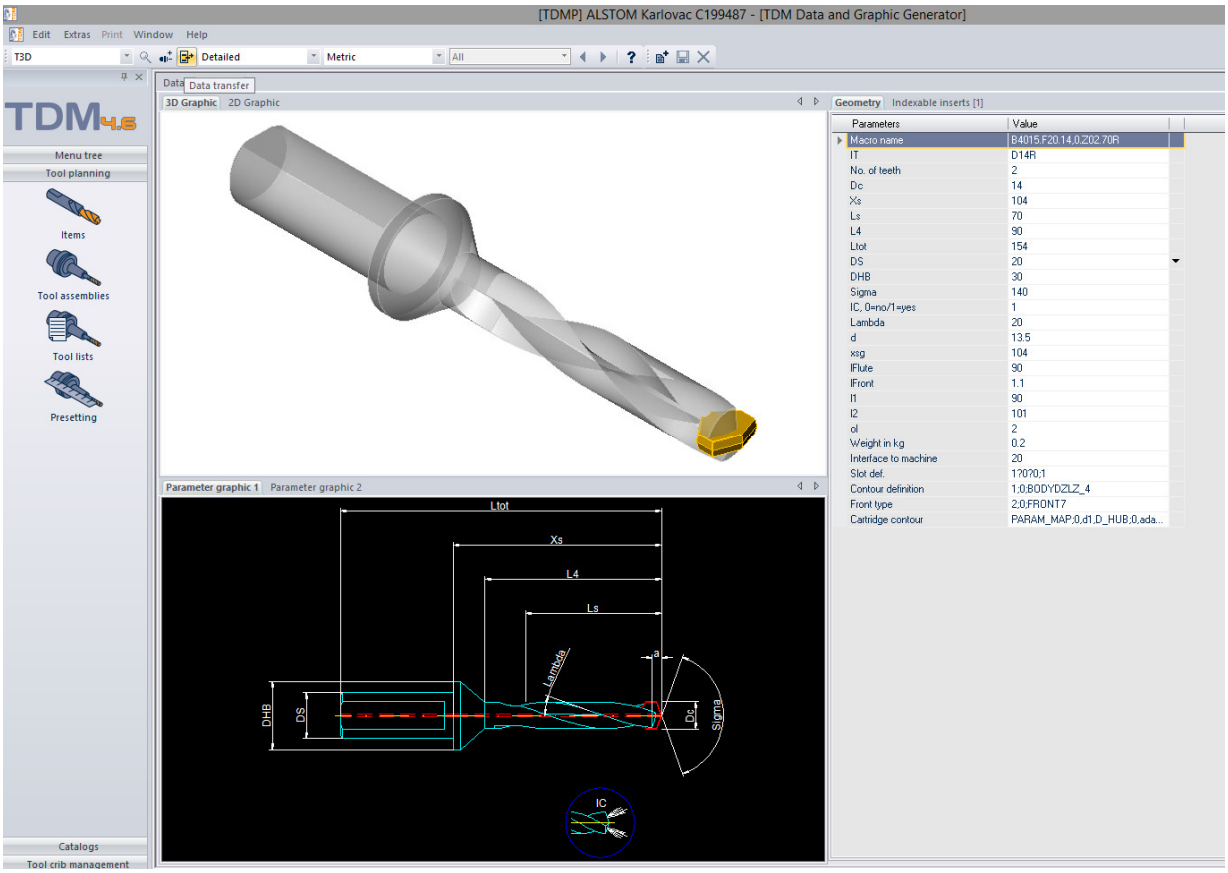
Slika 2.9 Izgled menija „Graphic/TDM Data and Graphic Generator“



Slika 2.10 Grafički odabir tipa, klase i grupe komponente

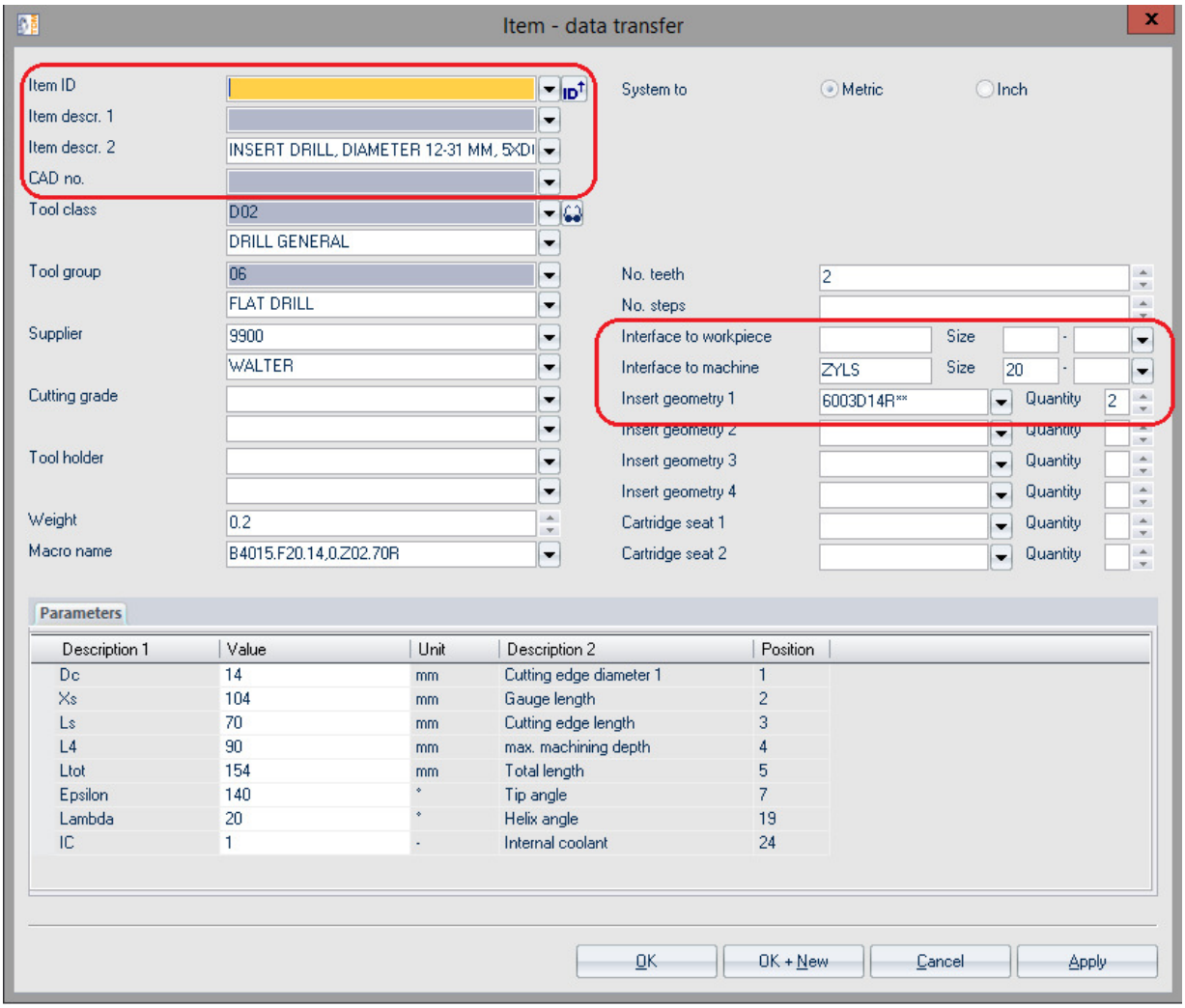
Pod menijem „Graphic/TDM data and graphic generator“ grafički se odabire tip, klasa i grupa komponente kojoj alat pripada, te se na desnoj strani odabire odgovarajuća kataloška oznaka komponente. Nakon odabira komponente, dvostrukim klikom na željenu komponentu generira se grafika komponente u 2D prikazu, te za 3D prikaz potrebo je kliknuti na ikonu „Generate“.

Sve komponente su isključivo iz „Walter“ *(*proizvođač alata) kataloga, te su analogno tome i „Walter“ kataloške oznake.



Slika 2.11 Generirani 2D i 3D prikaz tražene komponente

Odabiranjem „Data Transfer“ otvara se prozor u kojemu se trebaju upisati odgovarajući „Item ID“, „Item Description 1“, „CAD number“, „Tool Class“, „Tool Group“. Na desnoj strani prozora nužno je prilagoditi „Interface to machine/workpiece“ te klikom na „OK“ kreira se nova komponenta.



Slika 2.12 Izgled „Data Transfer“ prozora

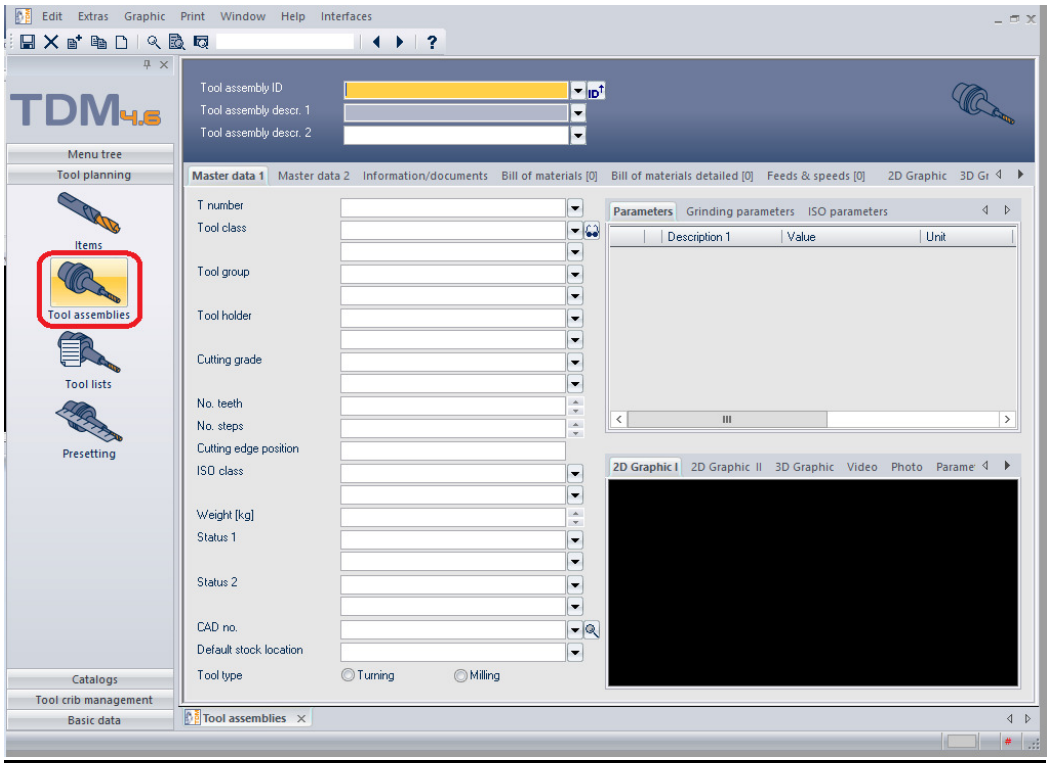
2.3.2 Sklopovi alata (engl. „Tool assemblies“)

Sklop alata izrađen je pomoću nekoliko komponenti. Kao prva komponenta sklopa uvijek se upisuje alat(tijelo) koji nosi reznu izmjenjivu pločicu i to je vodeća komponenta sklopa. Komponenta na stražnjem kraju sklopa alata uvijek mora biti prihvat alata, kako bi se moglo izvršiti spajanje sa CNC(engl. „computer numerical control“) strojem. Različite komponente koriste se međusobno (npr. produžetci alata, čahure za stezanje) kako bi se postigla željena geometrija alata. Sklopna dokumentacija opisuje kako se sastavni dijelovi montiraju, kako bi se osiguralo da primijenjena geometrija u CAM(engl. „computer aided manufacturing“) sustavu odgovara stvarnim alatima CNC(engl. „computer numerical control“) stroja. Podatci zaglavlja sadrže podatke poput identifikacijske oznake sklopa, određenog broja, tj. naziva alata, te dodijeljene klase alata. Geometrijska polja izračunavaju se izravno kroz podatke primijenjenih komponenti. Podesivi alati (npr. podesive glave za fino rastokarivanje) pohranjeni su kao dodatak podatcima o sklopu alata.

2.3.2.1 Kreiranje sklopa alata

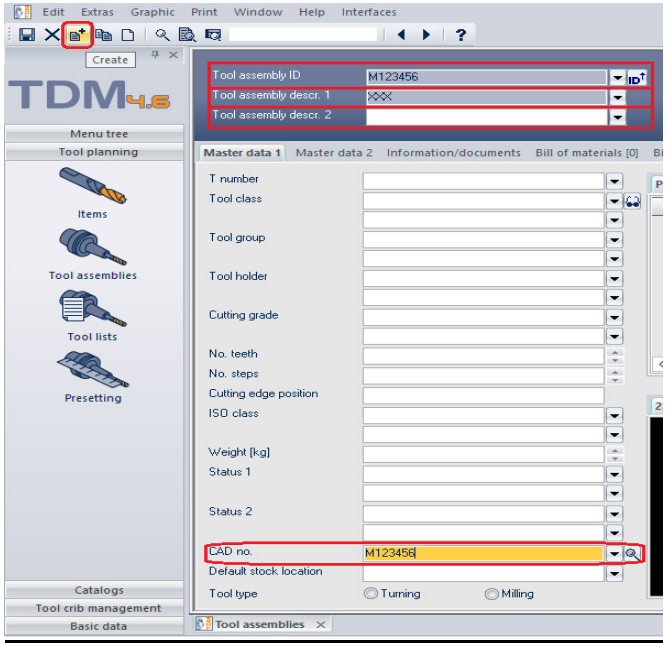
Sklop alata kreira se tako da:

- Otvori se sučelje za sklopove klikom na modul „Tool assemblies“ (slika 2.13).
- U polje „Tool assembly ID“ upisuje se identifikacijska oznaka sklopa prema dogovoru, koja se zatim treba kopirati u rubriku „CAD number“, u rubriku „Tool assembly Description 1“ upisuje se naziv vodećeg sklopa, pod poljem „Tool assembly Description 2“ ne ispunjavaju se podatci, već se nakon kreiranja sklopa automatski popune podatci o katalošoj oznaci vodeće komponente sklopa.



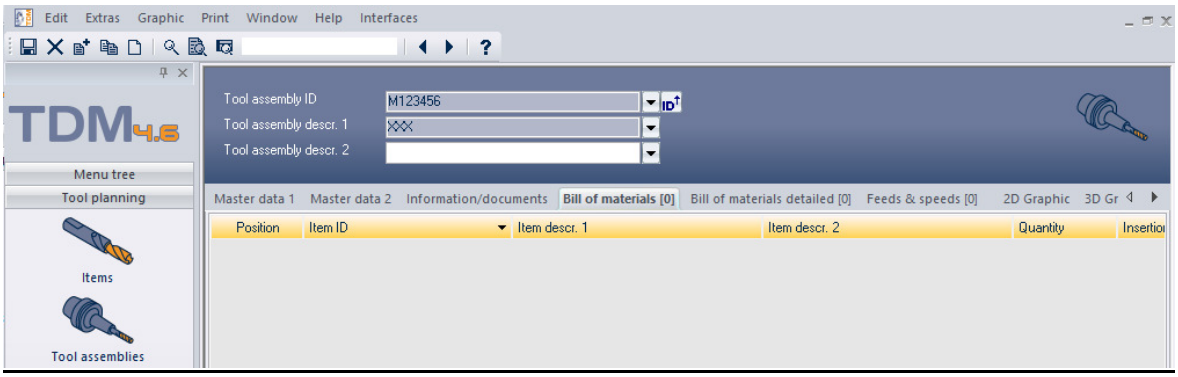
Slika 2.13 TDM sučelje za sklopove alata s modulom „Tool assemblies“

- Klikom na ikonu „Create“ stvara se novi sklop alata (slika 2.14)



Slika 2.14 Prikaz oznake sklopa „Tool assembly ID“ s ikonom „Create“

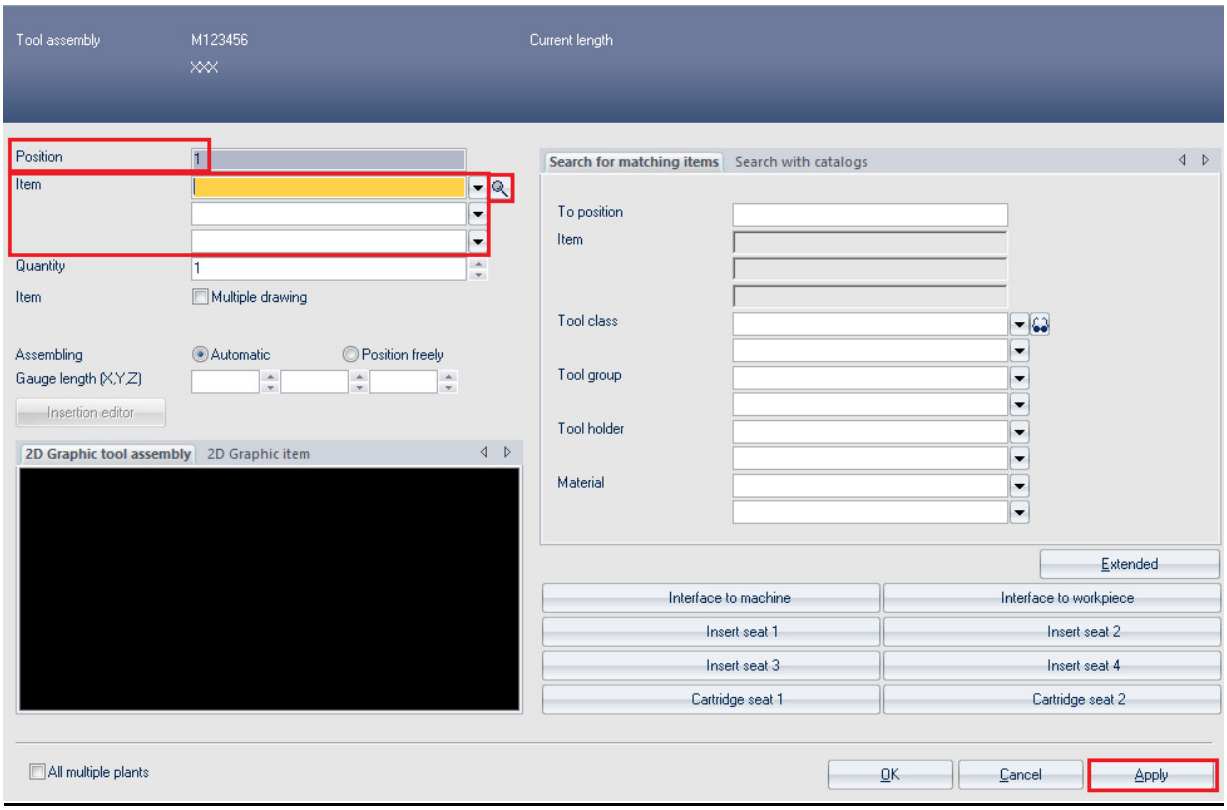
- Odabire se kartica „Bill of materials(0)“ te se dvostruko klikne na prazan prostor (bilo gdje ispod označene žute linije) (slika 2.15).



Slika 2.15 Kartica „Bill of materials“ s praznim prostorom

Komponenta se može umetnuti na više načina:

- Upisom identifikacijskog broja („Item ID“) komponente u rubriku „Item“,
- Upisom naziva komponente - red označava naziv komponente ili
- „Description 1“,
- Upisom kataloške oznake - red označava kataloška oznaka ili „Description 2“,
- Klikom na „Search“ ikonu pronalazi se željena komponenta, te postoji mogućnost pretraživanja pomoću „Graphical search“ funkcije (slika 2.16).

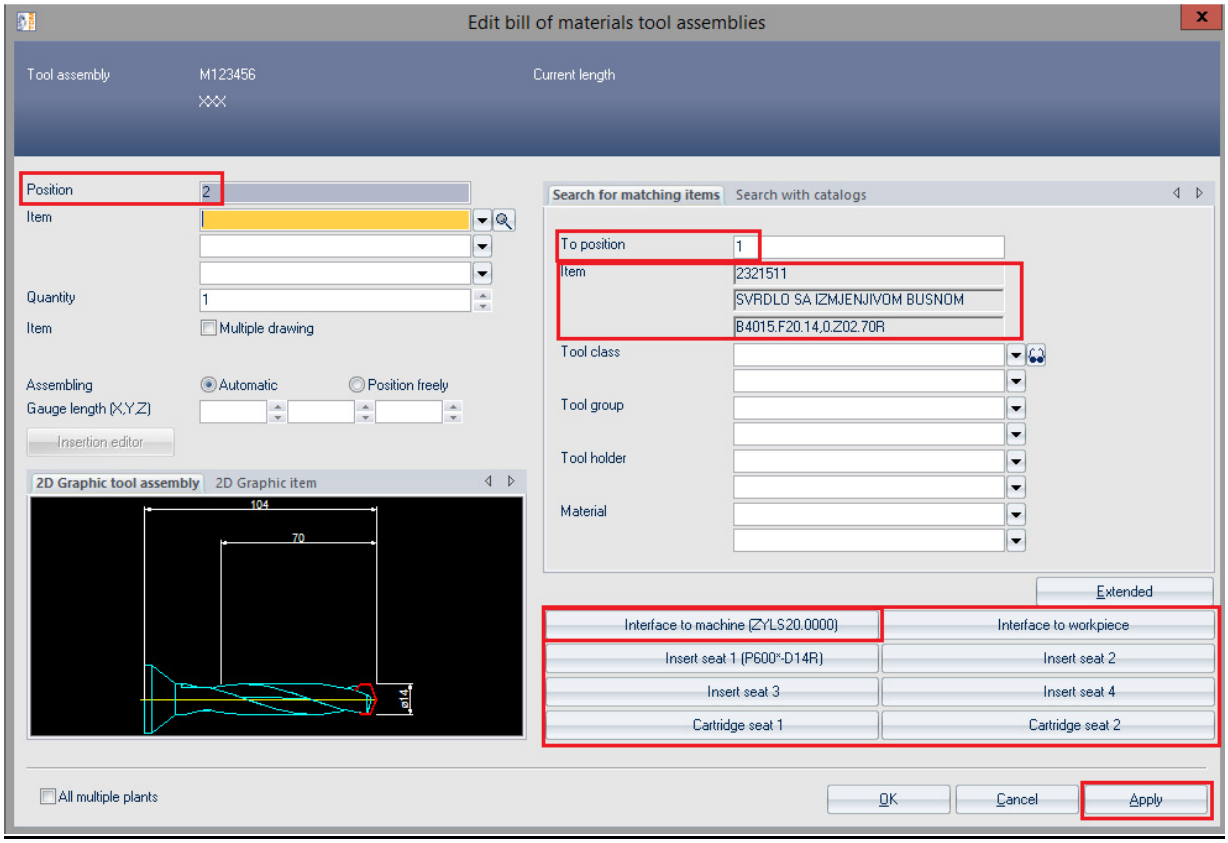


Slika 2.16 Kartica „Bill of materials“ s „Interface“ poljima

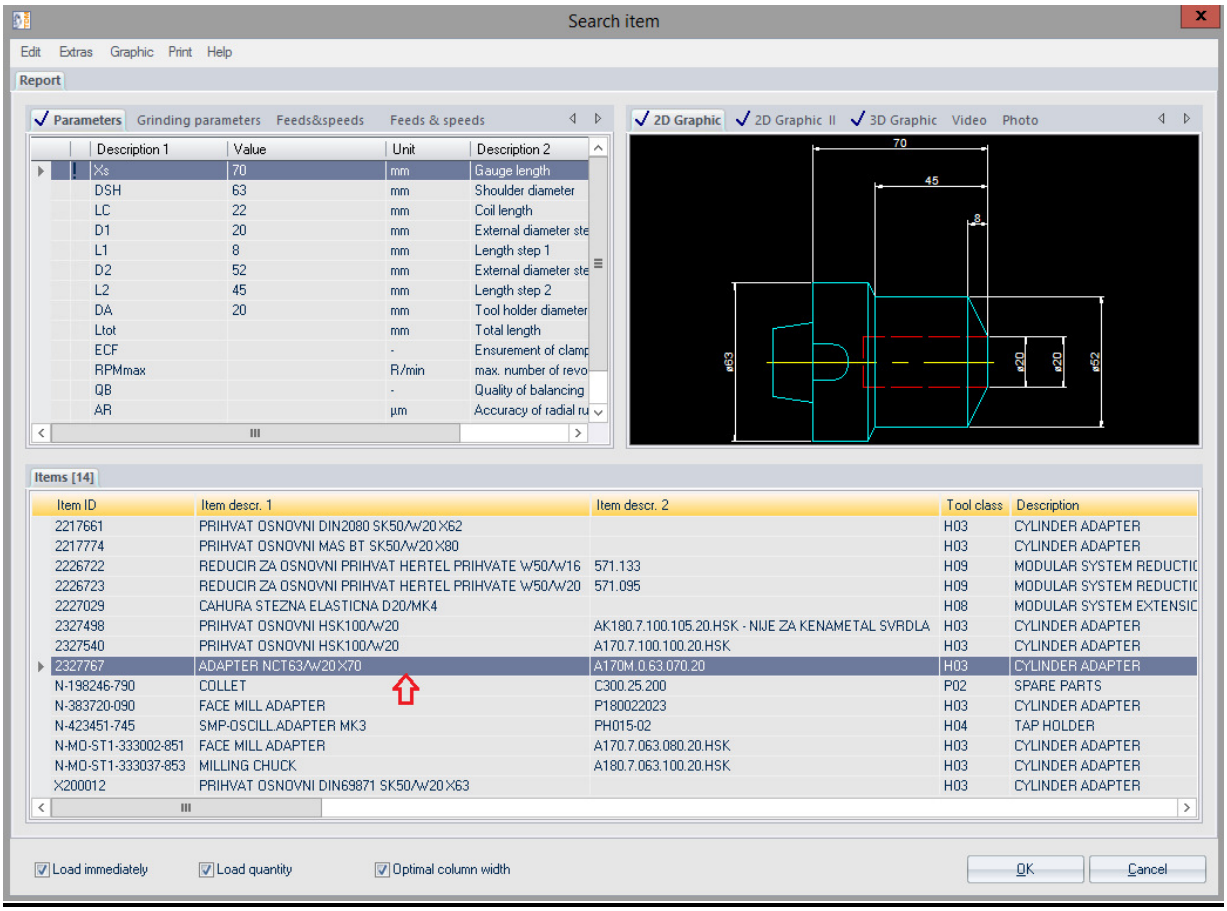
Kao prva komponenta sklopa uvijek se upisuje alat(tijelo) koji nosi izmjenjivu pločicu te je to ujedno i vodeća komponenta sklopa kojoj se pridružuje broj iz rubrike „Position“. To je redni broj komponente u sklopu. Za vodeću komponentu je redni broj 1 (slika 2.16).

Odabirom vodeće komponente sklopa, potrebno je kliknuti na „Apply“, te se komponenta prebacuje u desni dio prozora. U tom dijelu prozora se vidi odabrana komponenta rubrike „Item“. Rubrika „To position“ označava na koju će se komponentu vezati slijedeće odabrana komponenta, te će tada ta novo odabrana komponenta imati novi redni broj koji je vidljiv u rubrici „Position“ na lijevom dijelu prozora (slika 2.17). Naj jednostavniji odabir komponente je pomoću „Interface“ polja koje se nalazi na desnoj donjoj strani prozora.

Klikom na „Interface to machine“ otvara se prozor u kojemu se izlistavaju sve komponente koje se mogu spojiti na odabranu komponentu u smjeru stroja (slika 2.18). Nakon odabira željene komponente klikom na „OK“, te ponovnim klikom na „Apply“, komponenta se sklapa na prethodno odabranu komponentu. Analogno tome, klikom na „Interface to component“, odabire se odgovarajuća komponenta u smjeru reznog alata.

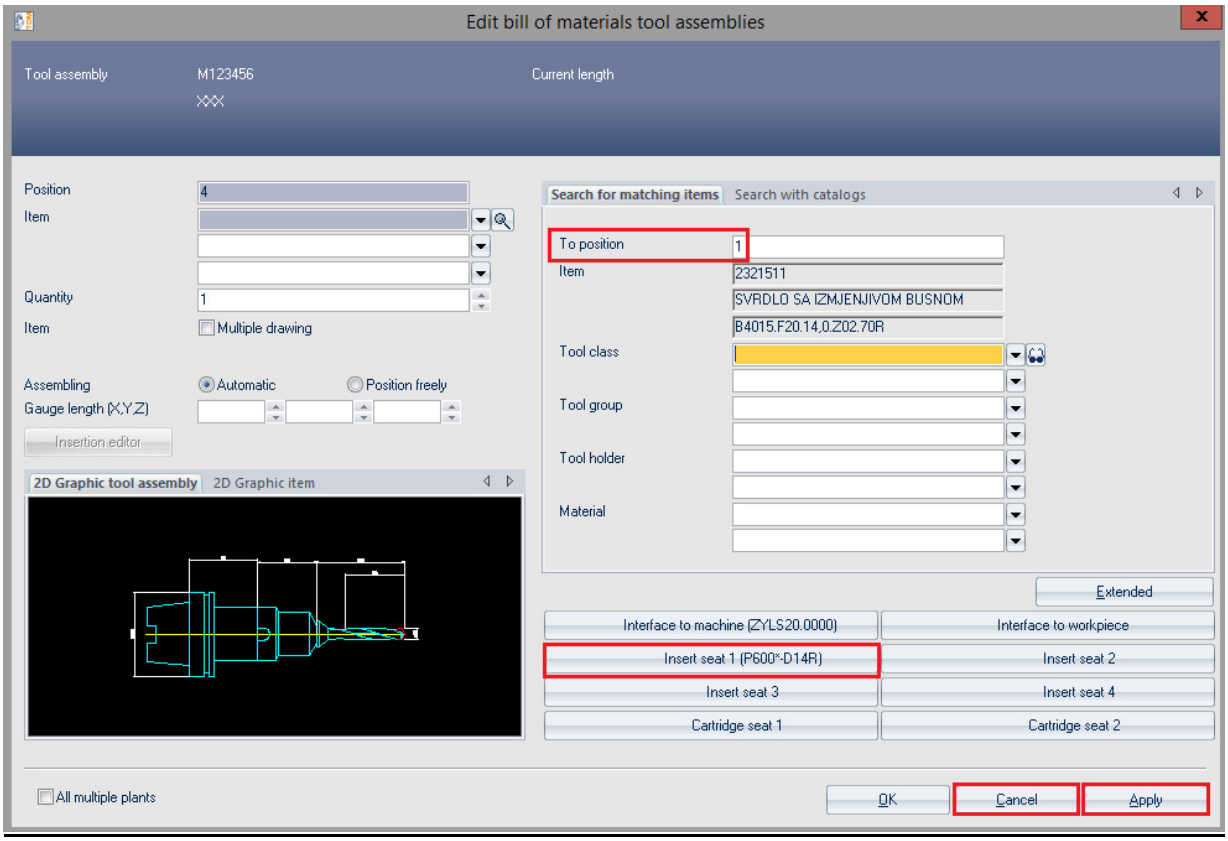


Slika 2.17 Svrdlo s izmjenjivom bušnom glavom kao vodeća komponenta sklopa



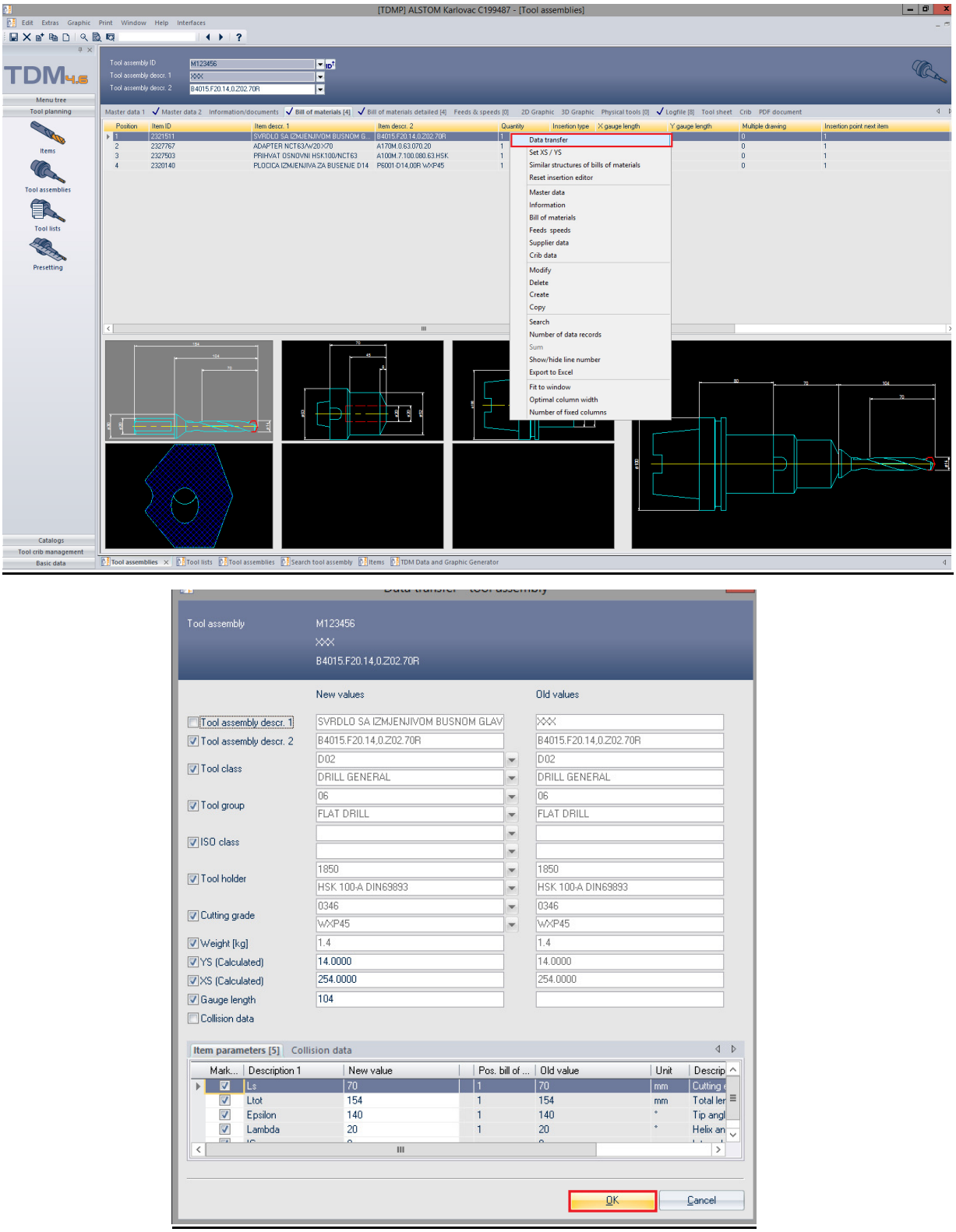
Slika 2.18 Cilindrični nastavak alata kao komponenta koja se veže na vodeću komponentu sklopa

Kada se sklapa rezna pločica na komponentu, u rubrici „To position“ obavezno se mora upisati redni broj vodeće komponente, a to je „1“. Pritiskom „Enter“ tipke pojavi se vodeća komponenta na koju će se sklopiti pločica. Odabirom „Insert seat“ izlistavaju se sve odgovarajuće izmjenjive rezne pločice koje se mogu spojiti na vodeću komponentu sklopa. Nakon odabira pločice klikne se na „OK“, te zatim na „Apply“ kako bi se pločica umetnula u sklop. Kada su se umetnule sve željene komponente za sklop, odabire se „Cancel“ kako bi se vratili u listu komponenti (slika 2.19).



Slika 2.19 Kompletan sklop alata s odabirom rezne pločice

Klikom desne tipke miša na vodeću komponentu sklopa, te klikom na „Data transfer“, kako bi se podaci vodeće komponente prebacili u „Description 1“ i „Description 2“ sklopa, ali i zbrojile radne dužine „Xs“ komponenata što je najbitnije, odabire se „OK“ te je tako kreiran sklop alata (slika 2.20).



Slika 2.20 Završno kreirani sklop alata s „Data transfer“ prozorom

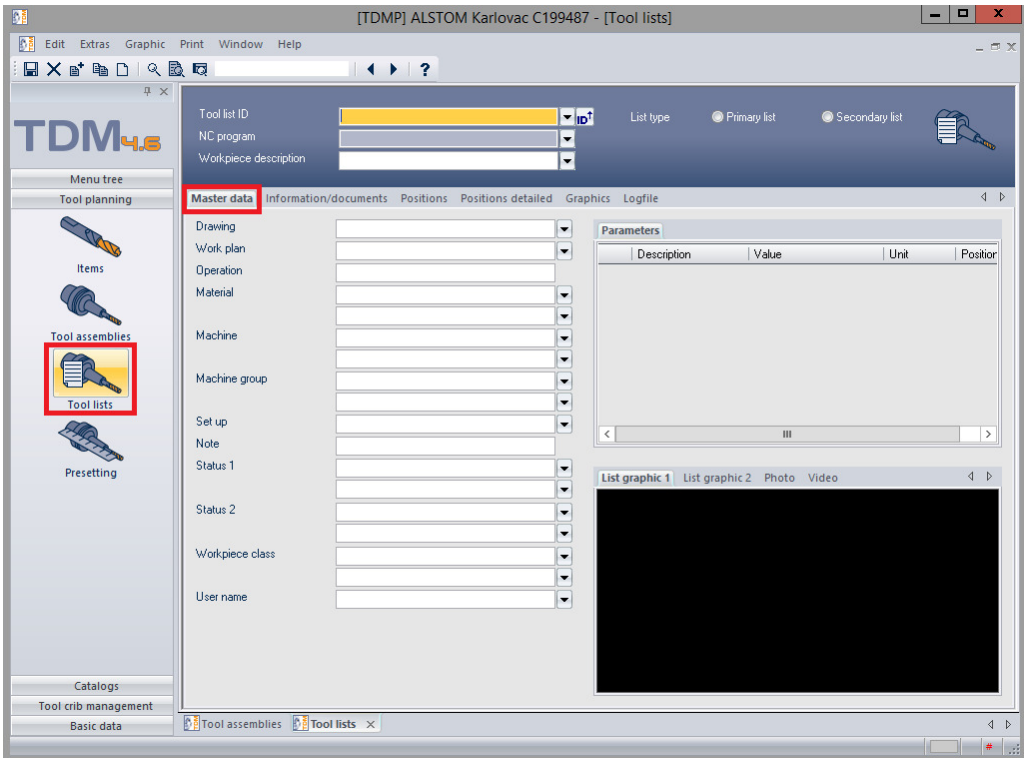
2.3.3 Liste alata (engl. „Tool lists“)

Skup svih sklopova alata potrebnih za obradu čine listu alata. Ispisuje se kao popis svih sklopova koje alatničari koriste kod montiranja sklopova alata, te prednamještanja sklopova alata. Često se upute i informacije ne odnose izravno na alate (npr. stezanje, naziv NC programa) kako bi se osiguralo da se svi dokumenti za operaciju mogu zajedno pregledati. Podaci zaglavlja obuhvaćaju informacije kao što su identifikacijski broj liste alata, broj NC programa, te naziv pozicije na koju se odnosi lista alata. Sklopovi alata navedeni su u redoslijedu u kojem su korišteni u NC programu.

2.3.3.1 Kreiranje liste alata

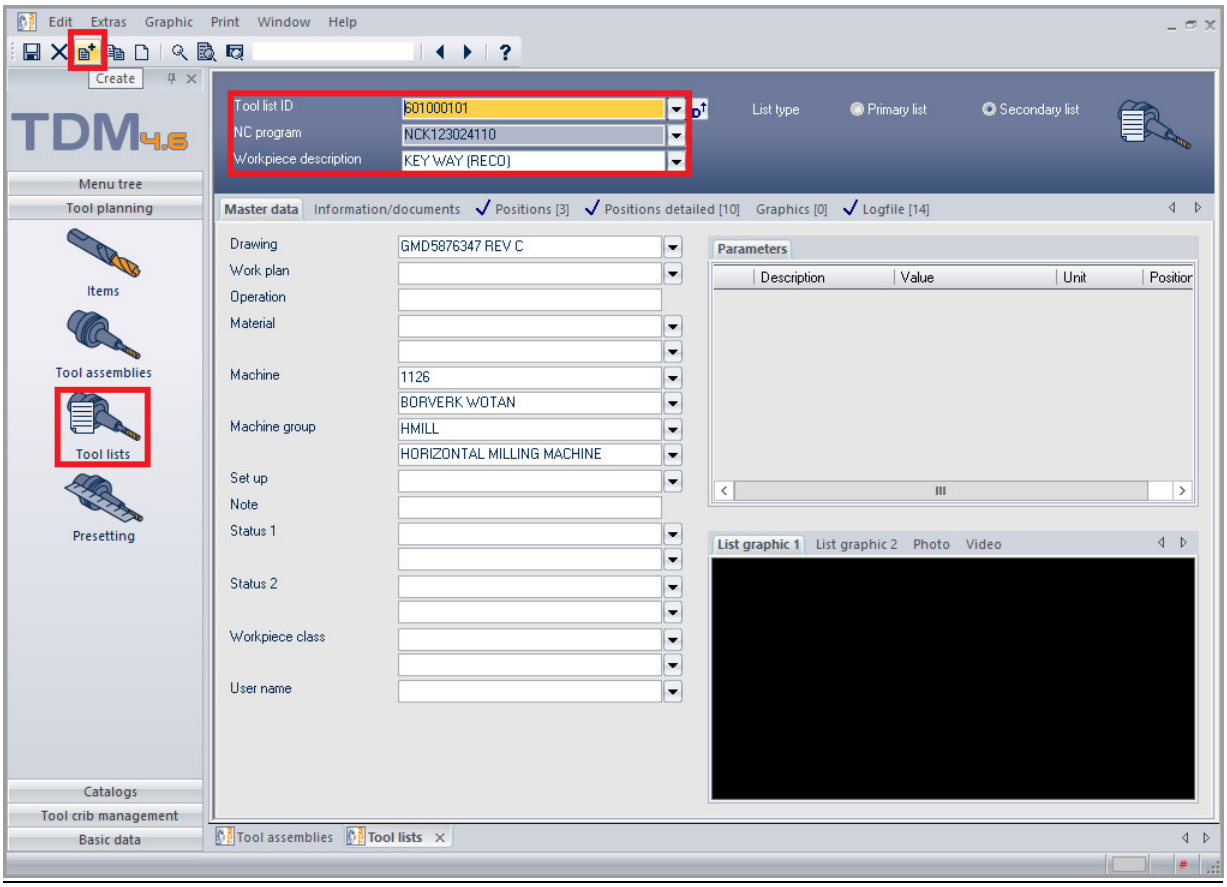
Lista alata kreira se tako da:

- Otvori se sučelje za listu alata klikom na modul „Tool lists “(slika 2.21).



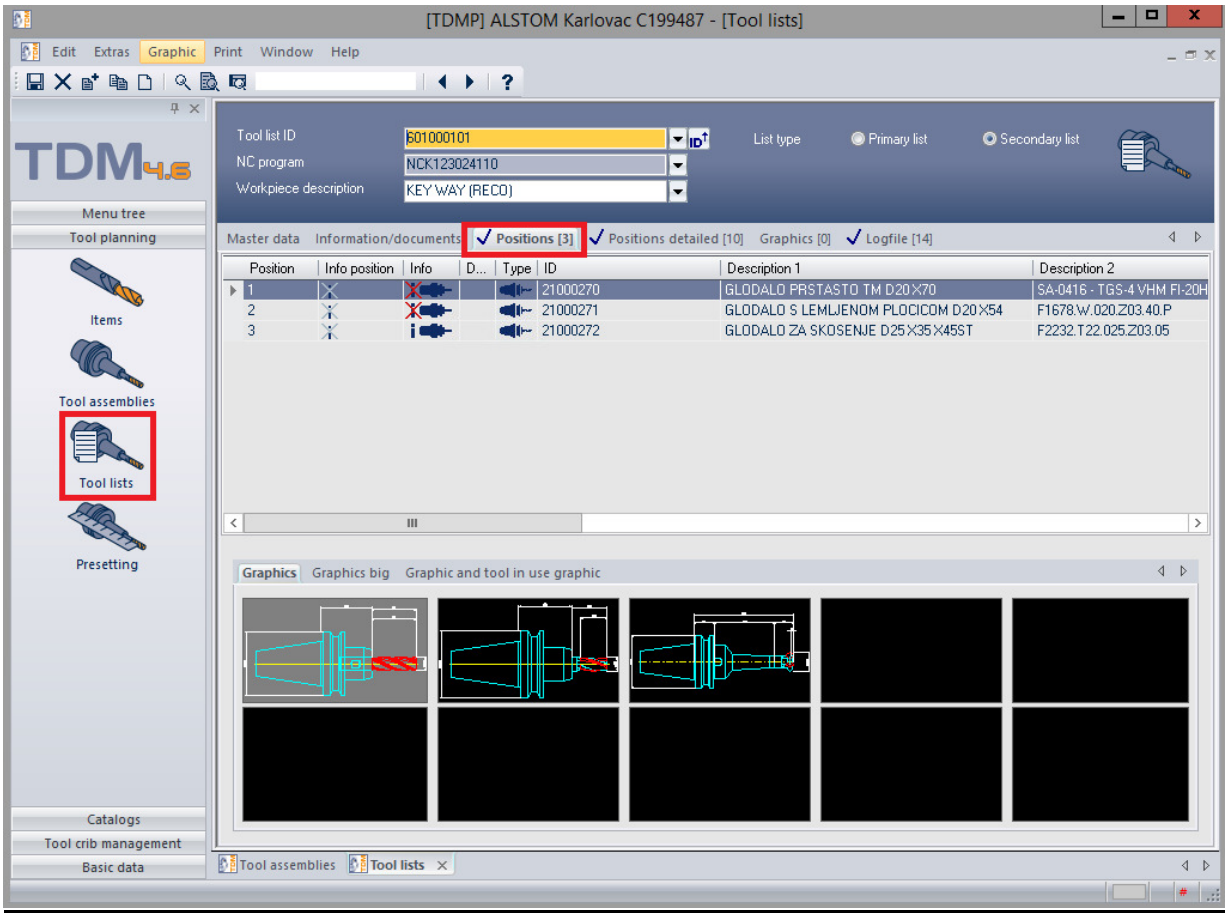
Slika 2.21 TDM sučelje za listu alata s modulom „Tool lists“ i karticom „Master data 1“

- U rubriku „Tool list ID“ upisuje se oznaka liste alata prema dogovoru, a u rubriku „NC program“ broj NC programa, te pod rubriku „Workpiece description“ naziv pozicije(obratka) koja se treba obraditi (sl. 2.21).
- Pod „Master data 1“ karticom upisuju se svi dodatni podatci o listi alata prema dogovoru (broj nacrta pozicije koja se treba obraditi, na kojem stroju se pozicija (obradak) treba obraditi (sl. 2.21).
- Klikom na ikonu „Create“ kreira se nova lista alata (sl.2.22).



Slika 2.22 Kreirana lista alata s ispunjenim potrebnim poljima

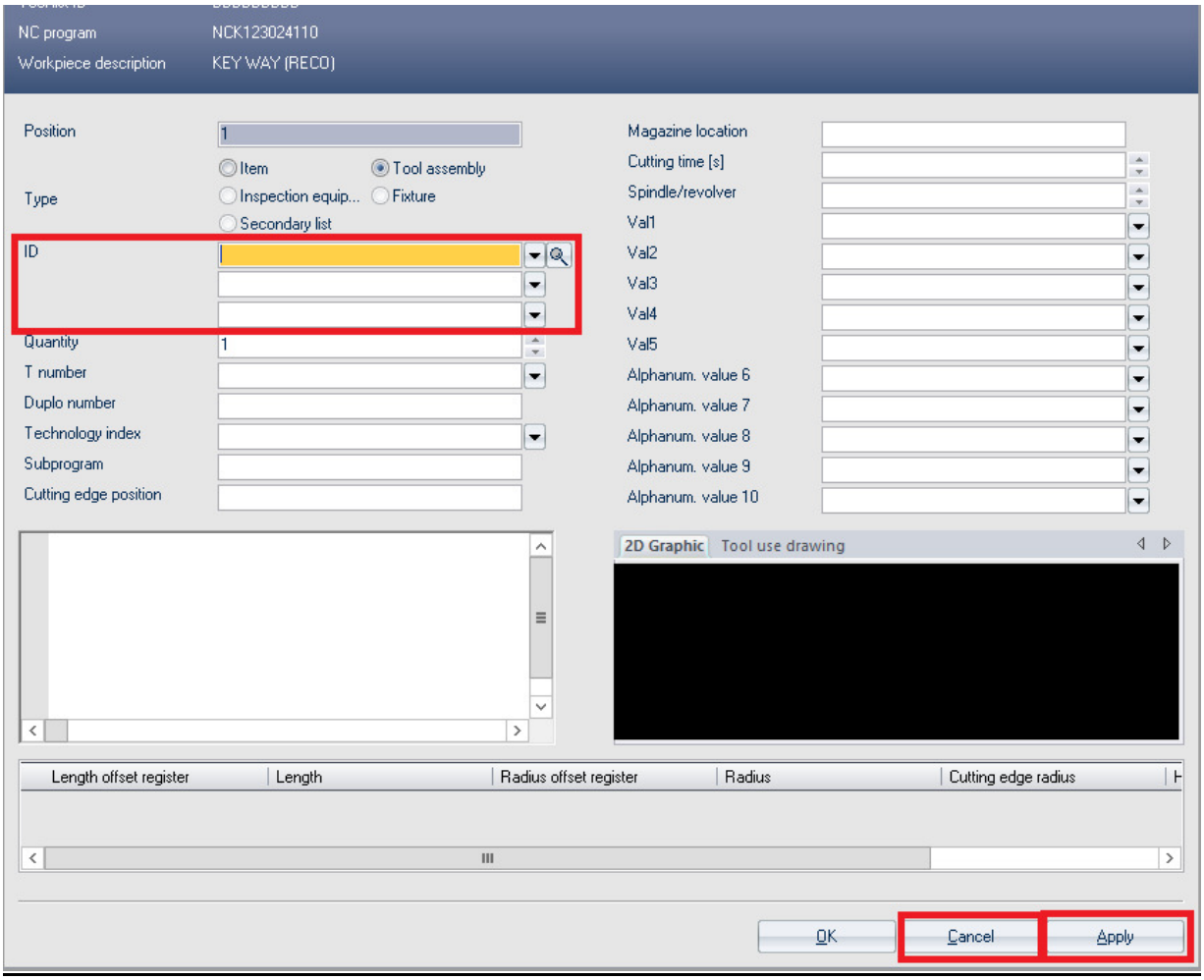
- Nakon kreiranja liste alata odabire se kartica „Positions“ gdje se vrši umetanje sklopova alata koji se koriste u listi alata za predviđenu operaciju obrade. Dvostrukim klikom na prazan prostor vrši se funkcija umetanja sklopova alata (sl. 2.23).



Slika 2.23 Lista alata s umetnutim sklopovima alata

- Umetanje sklopova alata u listu alata obavlja se na sličan način kao i umetanje komponente u sklop:
  - Unošenjem identifikacijskog broja sklopa u rubriku „ID“.
  - Unošenjem naziva sklopa, tj. vodeće komponente sklopa u rubriku „Description 1“ (drugo polje ispod ID polja).
  - Unošenjem kataloške oznake vodeće komponente sklopa u rubriku „Description 2“, “ (treće polje ispod ID polja).
  - Klikom na „Search“ ikonu otvara se tražilica te se može pronaći željena komponenta. Isto tako moguće je grafički pretražiti željenu komponentu.

- Odabir sklopa vrši se tipkom „Enter“, a klikom na „Apply“ sklop se ubacuje u listu alata, te nakon što se završe svi željeni sklopovi za unos u listu alata potrebno je odabrati „Cancel“ i kompletirana je lista alata (sl.2.24).



Slika 2.24 Unos sklopova alata u listu alata

3.0 POSTAVKA ZADATKA

Zadatak ovog završnog rada je implementacija automatskog prijenosa podataka o alatu na moderne obradne centre. Pri tome će se odabrati jedan reprezentativan tip softvera za menadžment alatima u modernoj proizvodnji TDM, te opisati različite metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre (RFID sustav, bar-kod sustav).
Za potrebe proizvodnog pogona jedne tvrtke potrebno je ukloniti manualni prijenos podataka o alatu implementacijom automatskog prijenosa podataka o alatu od uređaja za prednamještanje alata do spremišta alata obradnog centra Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT, kako bi se izbjegla mogućnost ljudske greške manualnim unošenjem podataka o alatu.
U analizi rezultata potrebno je usporediti prednosti implementacije bar-kod sustava u odnosu na RFID sustav za prijenos podataka o alatu na obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT.
Na kraju rada donijeti zaključke.

4.0 RAZRADA ZADATKA

4.1 Prednamještanje i stezanje alata kod obradnih centara

Kod pojma prednamještanje reznog alata znači unaprijed, prije obrade i izvan stroja, namjestiti rezni alat na potrebne razmjere, kako bi alat korišten tijekom obrade na stroju osigurao uspješan rad i točne mjere obrađenih površina. Kod obradnih centara prednamještanje alata je osnovni uvjet za automatsku izmjenu alata. Da bi se prednamještanje alata, kao i automatska izmjena alata mogli ostvariti, potrebno je da svaki alat ima svoj držač.

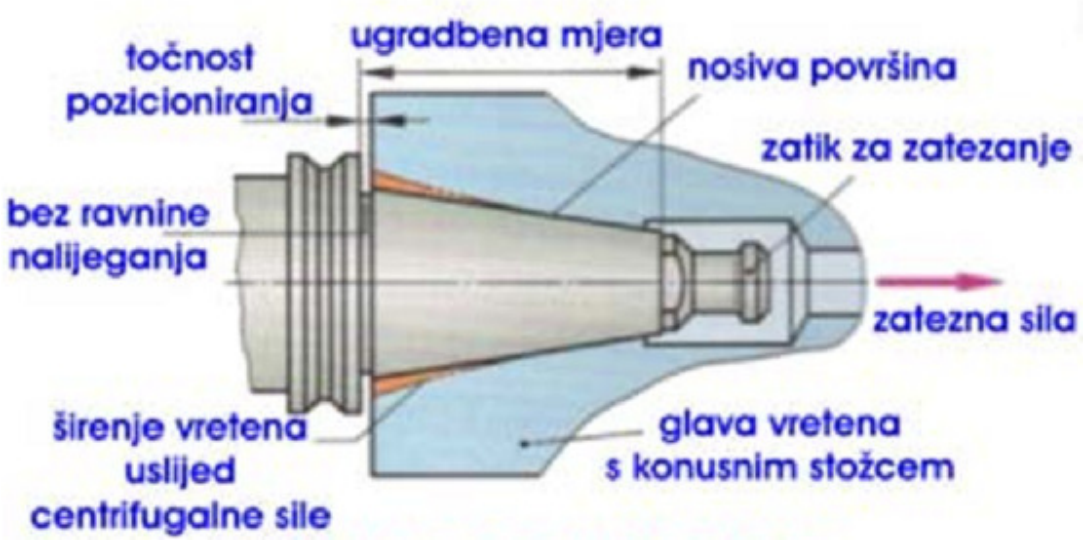
Držač alata sastoji se od:

- Dijela za ulaganje,namještanje i stezanje rezne pločice
- Dijela za kodiranje, koji nosi informacije o alatu, ili IC čipa u koji se unose podaci o alatu i parametrima prednamještanja
- Prihvatnog dijela za ulaganje u glavno vreteno uređaja za prednamještanje ili spremišta alata
- Dijela za stezanje i prijenos okretnog momenta
- Otvora za dovod SHIP-a (sredstvo hladjenja, ispiranja i podmazivanja) na rezno mjesto.

Kao najslabija karika unutar obradnog sustava je veza vreteno-držač-alat, tako da pravilnim izborom sustava stezanja može se znatno utjecati na poboljšanje kvalitete obrade i njenu učinkovitost.

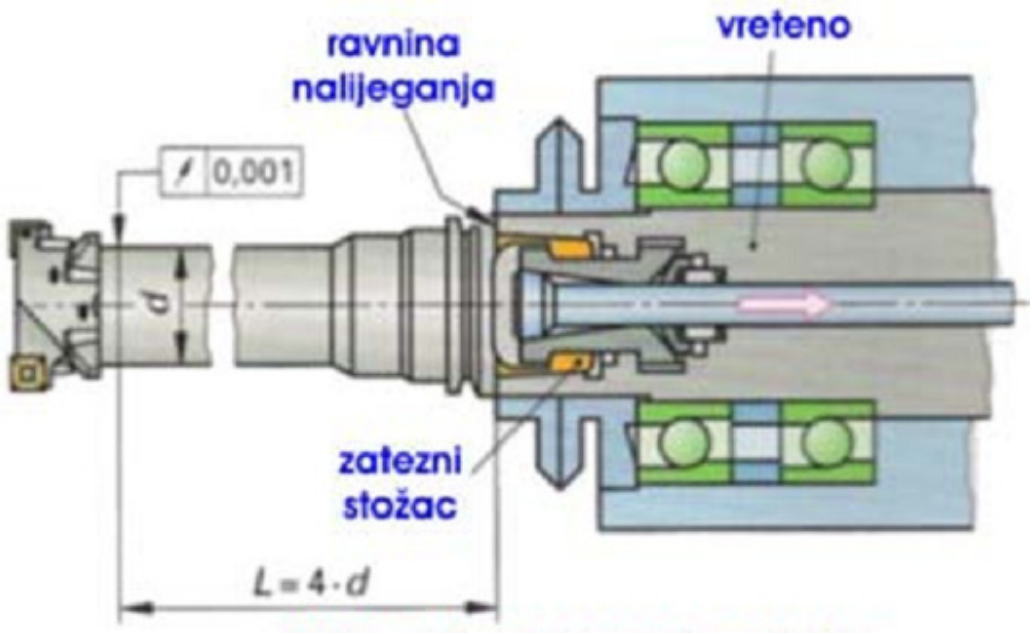
Najrazvijenija rješenja koja se najčešće koriste su :

- SK sustav stezanja alata (slika 4.1)
- HSK sustav stezanja alata (slika 4.2).



Slika 4.1 SK sustav stezanja alata

Glavne prednosti SK (ili ISO) sustava (slika 4.1) su u tome što je samocentrirajući, te što stožni spoj, između držača, alata i vretena omogućuje brzo i jednostavno stezanje i otpuštanje alata. Sam oblik stožca mora biti iznimno točnih izmjera. Krutost SK sustava je osjetljiva na točnost kuta stožne površine držača alata i one u vretenu, te prema aksijalnoj sili koja napinje alat. Pod djelovanjem centrifugalnih sila, te sila upijanja držač alata aksijalno se pomiče dublje u vreteno. Kao posljedica tih pojava dolazi do smanjenja krutosti i promjene aksijalne pozicije alata. Jednako tako dolazi do smanjenja dodirne površine stožaste veze, čime se smanjuje prenosivost okretnog momenta, te se radi toga ovaj tip prihvata alata malo koristi u visokobrzinskoj obradi.



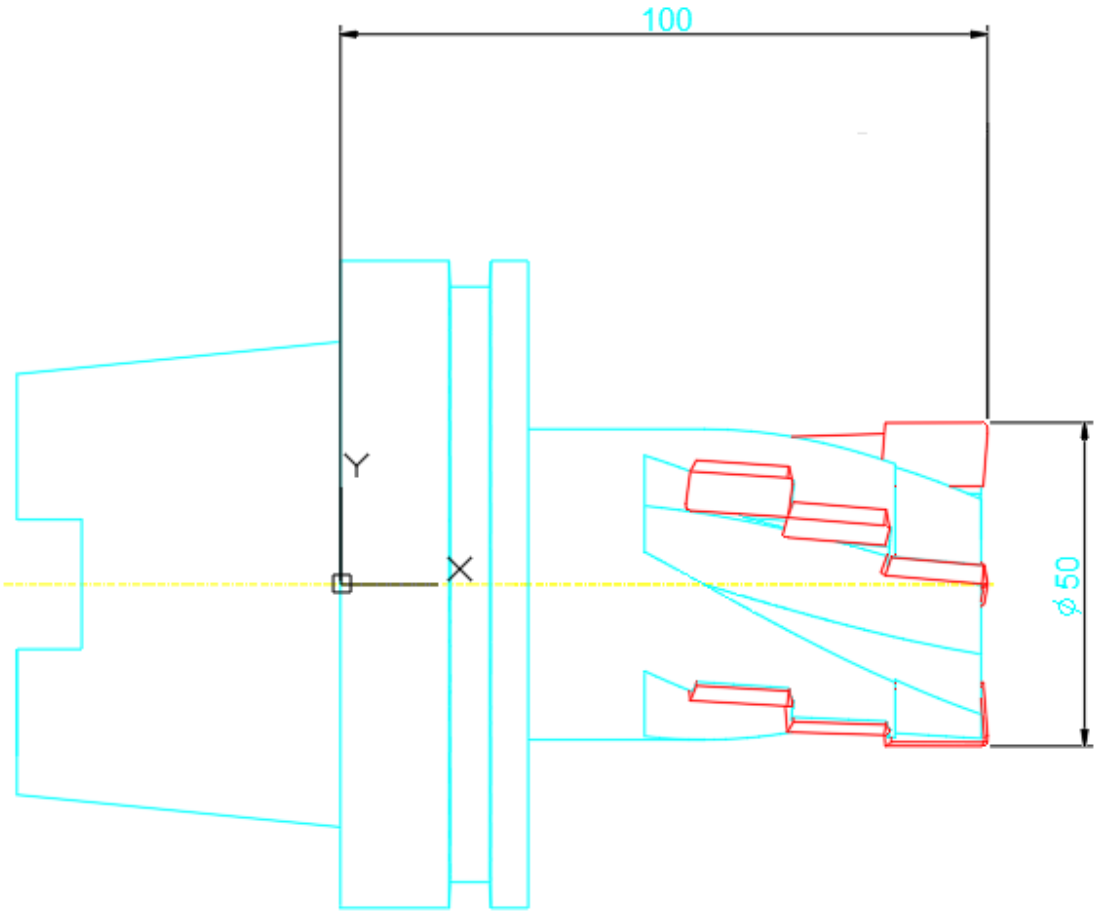
Slika 4.2 HSK sustav stezanja alata

HSK sustav stezanja alata (slika 4.2) je najsuvremeniji sustav stezanja alata koji se danas koristi, pogotovo kod visokobrzinske obrade. Kod ovog sustava veza između vretena i alata ostvaruje se preko konusa sa kutom nagiba 1:10, što je kraće u odnosu na SK sustav, te čeonim nasjedanjem držača alata na vreteno. Osnovne karakteristike ovog sustava su: brza i jednostavna izmjena alata, točnost aksijalnog pozicioniranja, velika krutost, velike sile stezanja, mala masa, uravnoteženost sustava.

Zbog stezanja alata iznutra centrifugalna sila povoljno djeluje na elemente stezanja zbog povećanja stezne sile, čime se ostvaruje bolja veza, što predstavlja ključnu prednost u visoko brzinskoj obradi u odnosu na SK sustav. Osim prednosti HSK sustav ima i dosta nedostataka kao što su: nekompatibilnost s postojećim vretenima i držačima alata, zahtjevana točnost i kompliciranost oblika, koji sustav čine dosta skupljim od SK sustava.

Da bi se ostvarilo sigurno i točno prednamještanje alata, potrebno je osigurati točan i jednak prihvat držača alata na stroju i uređaju za prednamještanje, kao i poklapanje nulte točke držača s nultom točkom stroja.

Svaki sklop alata sastoji se od dvije ili više komponenata. Najčešće to su držač alata i glodalo tj. glodaća glava. Dužina sklopa alata je udaljenost od vrha alata do nul točke držača alata (slika 4.3).



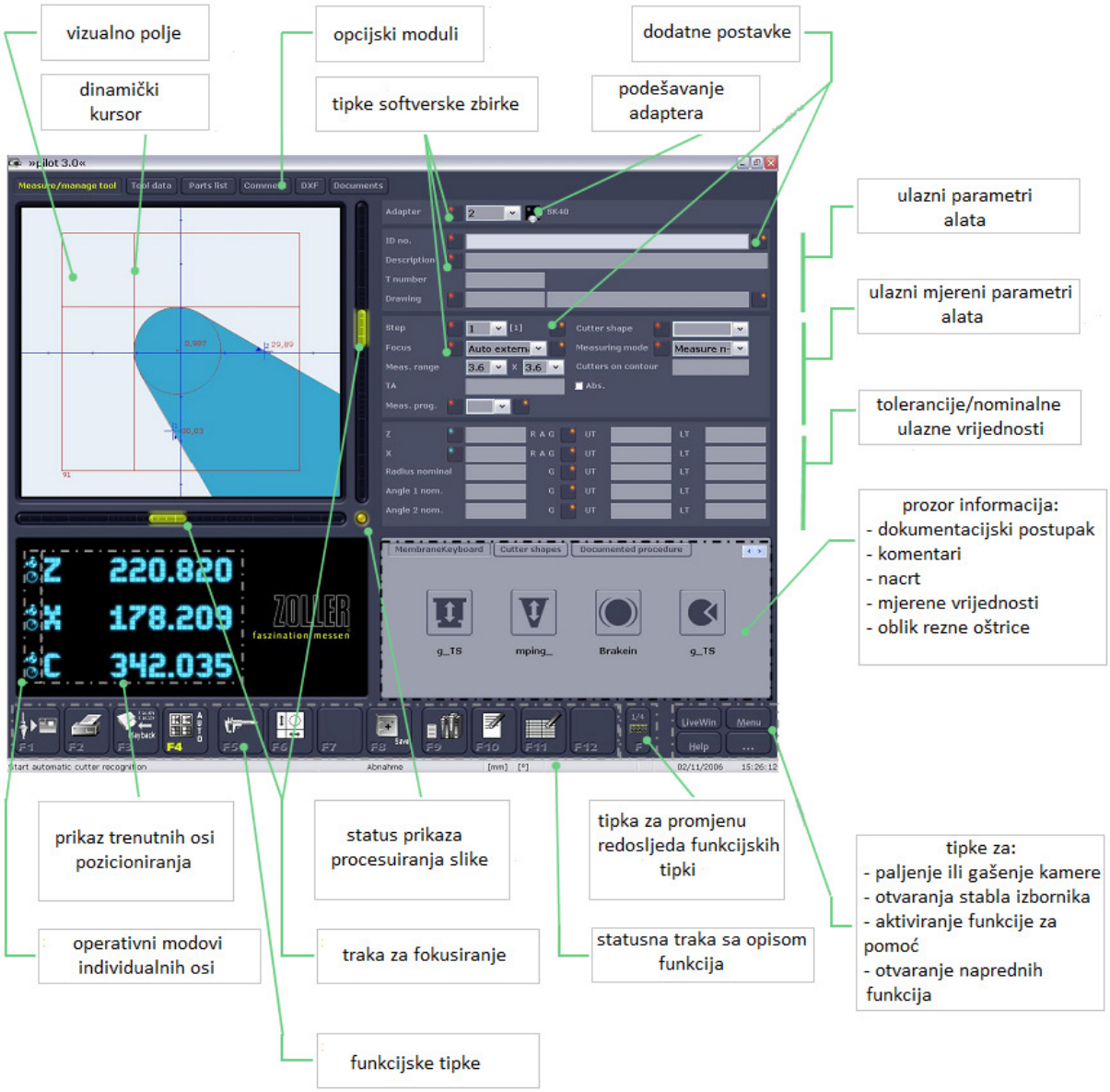
Slika 4.3 2D prikaz udaljenosti od vrha alata do nul točke držača alata

Uređaji za prednamještanje alata znatno su jeftiniji od stroja za koji je namijenjeno prednamještanje alata te imaju veću točnost s obzirom na alatni stroj, tako da je i prednamještanje alata isplativije izvoditi na takvom uređaju nego na samom alatnom stroju. Kod uređaja za prednamještanje alata mogu se očitati, te ispisati izmjerene vrijednosti prednamještanja, te je omogućena direktna veza s upravljačkom jedinicom alatnog stroja ili sustava za prijenos podataka o alatu i prednamještenim veličinama. Uređaj za prednamještanje može biti „*on-line*“, povezan s upravljačkom jedinicom obradnog centra, te se tako može utrvrditi koliko je istrošena rezna oštrica alata, čime se automatski donosi odluka da li se nastavlja rad s tim alatom ili je potrebna zamjena alata zbog istrošenosti. Obično su uređaji za prednamještanje alata optički s ručnim ili automatskim upravljanjem. Kod automatskog upravljanja u zaslonu su koordinatno ugrađeni vodiči koji reagiraju na sjenu konture oštrice alata. Smještaj uređaja je uobičajeno u alatnici ili pokraj alatnog stroja.

U proizvodnom pogonu jedne tvrtke u alatnici instaliran je Zoller venturion 800/12 uređaj za prednamještanje alata s automatskim upravljanjem (slika 4.4).



Slika 4.4 Zoller venturion 800/12 uređaj za prednamještanje alata



Slika 4.5 Strukturalni i operacijski koncept prikaza mjerenja alata

4.2 Smještaj i automatska izmjena alata kod obradnih centara

Spremišta alata mogu biti smještena:

- Nad stupom
- S strane stupa
- S obje strane stupa
- Pored stupa s jedne ili obje strane.

Obradni centri imaju potrebu za velikim brojem alata. Od dominantnijih spremišta alata prema obliku, iz kojih nastaju razne izvedbe su:

- Diskovno
- Lančano
- Regalno

Alati u spremištu mogu biti postavljeni:

- Redosljedno - alati su smješteni u spremište po redoslijedu korištenja.
- Nasumično - kodiranjem držača alata.

Kod diskovnog spremišta alata (slika 4.6) disk se rotira kako bi doveo alat na željenu poziciju za njegovu izmjenu. Ovakva vrsta spremišta alata može pohranjivati od 12 do 50 alata. Veći promjer diska znači da spremište omogućuje pohranjivanje većeg broja alata. Po obodu diska nalaze se džepovi u koje se smještaju alati. U slučaju manjeg broja alata disk se postavlja u blizini glavnog vretena kako bi se smanjio put alata između vretena i diska.



Slika 4.6 Diskovno spremište alata

Lančana spremišta alata (slika 4.7) koriste se uglavnom kod zahtjevnijih obrada, gdje je potreban veći broj alata. Mogu sadržavati od 50 na više džepova, u kojima se smještaju alati. Spremište alata može biti postavljeno kao viseće ili kao zasebni stupac. Kod ovog spremišta alati se identificiraju bilo svojim položajem u držaču alata ili pomoću kodiranja na držaču alata. Postoje i dupli cirane izvedbe lančanog spremišta alata, gdje je jedno spremište aktivno za automatsku izmjenu alata između glavnog vretena i spremišta, dok drugo spremište se koristi kada je potreban dupli alat za izmjenu postojećeg, zbog istrošenja alata.



Slika 4.7 Lančano spremište alata

Regalna spremišta alata kao i kod lančanih koriste se kod zahtjevnijih obrada gdje je potreban veći broj alata. U ovisnosti o izvedbi mogu primiti od 80 do 200 alata. U srednjeserijskoj i maloserijskoj proizvodnji obrađuje se puno zahtjevnih i različitih površina, te zbog toga sustav spremišta alata mora imati što veći broj različitih alata za različite tipove obrade. U ovakovom regalnom spremištu (slika 4.8) nalazi se manipulator koji uzima alat koji slijedi za obradu, iz džepova gdje su smješteni alati, te ga odnosi do mjesta za izmjenu alata. Ruka koja služi za izmjenu alata zamijeni postojeći alat sa novim alatom te zatim manipulator vraća stari alat na određeno mjesto u spremištu alata. U ovom slučaju manipulator je u funkciji robota.



Slika 4.8 Regalno spremište alata s manipulatorom

Automatskom izmjenom alata postiže se:

- Koncentracija operacija koje se mogu obaviti u jednom stezanju obradka
- Skraćivanje pomoćnog vremena obrade
- Automatizirani rad alatnog stroja
- Fleksibilnost alatnog stroja.

Pojam automatske izmjene alata kod modernih obradnih centara sa spremištem alata odnosi se na izmjenu pojedinačnih alata između spremišta alata i glavnog vretena na stroju. Osnovni uvjeti za realizaciju automatske izmjene su:

- Adekvatni držači alata
- Kodiranje alata
- Prednamještanje alata
- Adekvatni prihvati(držači) alata
- Adekvatno stezanje držača alata u glavno vreteno
- Manipulator za izmjenu alata
- Spremište alata
- Automatsko stezanje držača alata u glavnom vretenu
- Detekcija loma i istrošenosti rezne oštrice alata
- Numeričko upravljanje alatnim strojem.

Sustavi za manipuliranje alatima na obradnim centrima osmišljeni su tako da se otklone greške operatera na stroju te za povećanje produktivnosti kroz:

- Korištenje brzoizmjenjivih držača alata
- Automatsku selekciju alata
- Automatski izmjenjivač alata
- Prednamještanje alata.

4.3 Metode prijenosa podataka o alatu na obradne centre

Dvije dominantne tehnologije različitih metoda prijenosa podataka o alatu na obradne centre koje su trenutno zastupljene na tržištu su:

- Sustav radio frekvencijske identifikacije (RFID)
- Sustav bar-kod očitanja

4.3.1 Sustav radio frekvencijske identifikacije (RFID sustav)

Radio frekvencijska identifikacija (RFID*)* je metoda automatske identifikacije, koja je u zadnje vrijeme pronašla široki spektar primjene na raznim područjima. Radi se o beskontaktnoj komunikacijskoj tehnici koja prenosi informacije za identifikaciju. Jedan RFID sustav sastoji se s jedne strane od nosača podataka tj. čipa (zvan transponder*)* i s druge strane od jednog pisača/čitača s antenom. RFID radi sa slabim elektromagnetskim valovima koji se očitavaju pomoću pisača/čitača. Ukoliko se nosač podataka tj. čip (transponder) donese u područje dohvata antene onda se mogu očitati ili pohraniti podatci s čipa bez ikakvog dodira.
Postoje dvije vrste čipova (transpondera*):*

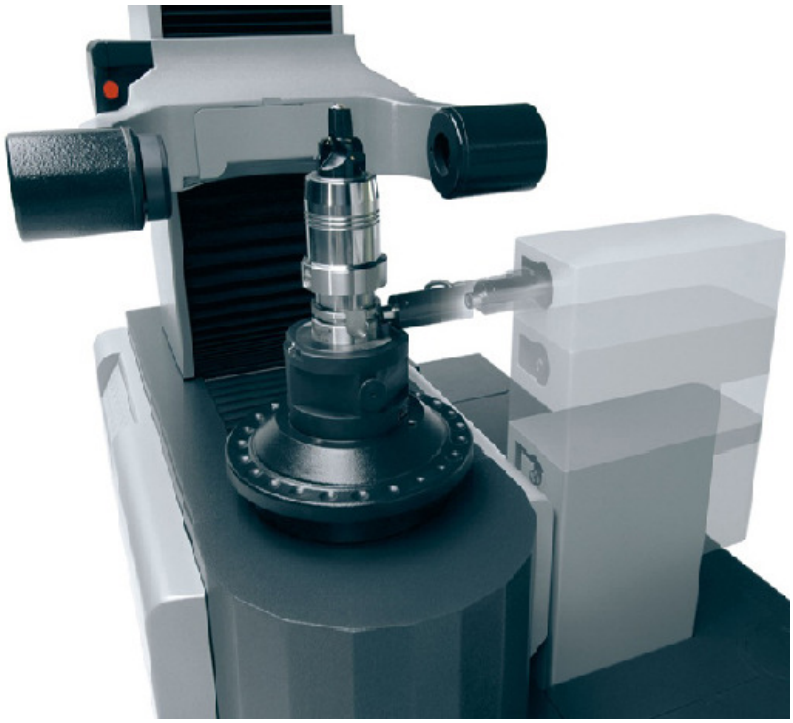
- Pasivni
- Aktivni

Pasivni čipovi nemaju vlastito napajanje nego svoju energiju crpe izravno iz energetskog polja čitača, te se tako potpuno besplatno održavaju. Veličina dosega područja za čitanje je maksimalno deset metara, te uvelike ovisi o frekvenciji čipa, njegovoj veličini te o anteni.
Aktivni čipovi su puno složeniji u odnosu na pasivne te imaju svoje vlastito napajanje (uobičajeno bateriju) koja omogućuje puno veći doseg područja za čitanje. Čipovi

napajani baterijom imaju ograničen vijek trajanja te su proizvodni troškovi puno skuplji, stoga se uobičajeno koriste pasivni čipovi.

Od vodećih po proizvodnji RFID sustava za identifikaciju alata ističe se njemačka tvrtka “Balluff“.

Princip automatskog menadžmenta alatima zasniva se na tome da prilagođeni držač alata posjeduje ugrađeni čip (transponder) za pohranu podataka o alatu. Izmjereni podaci o alatu (geometrija, tip alata, vijek trajanja alata) uključujući lokaciju u spremištu alata na uređaju za prednamještanje alata koji sadržava RFID jedinicu za čitanje/pisanje zapisuju se na čip. (slika 4.9). Podaci ostaju zapisani na čipu dok se ne izbrišu ili ponovno prepišu na čip. Nakon što su podaci zapisani na čip, alat se dostavlja do stanice za punjenje alata gdje se podaci o alatu očitavaju pomoću čitača (slika 4.10) koji očitava zapisane podatke o alatu s čipa, zatim se alat smješta u odgovarujući džep u spremištu alata obradnog centra.



Slika 4.9 Zoller uređaj za prednamještanje s RFID jedinicom za čitanje/pisanje



Slika 4.10 RFID čitač na stanici za punjenje alata

4.3.2 Sustav bar-kod očitanja

Zapisivanje bar-koda može biti na više načina, te se ti zapisi sastoje od niza paralelnih linija različitih širina tamne i svjetle boje. Kombiniranjem šrine linija i prostora zapisuju se traženi podaci. Uređaji za čitanje takovih kombinacija linija i prostora koje snimaju i proslijeđuju dalje su bar-kod čitači.

Otisak bar-koda može se proizvesti na više različitih načina, a pri tome je najvažnija preciznost i kvaliteta otisnutog koda. Bar-kod sustav je toliko uspješan koliko je kvalitetan otisnuti kod koji se tiska na specijaliziranim bar-kod printerima.

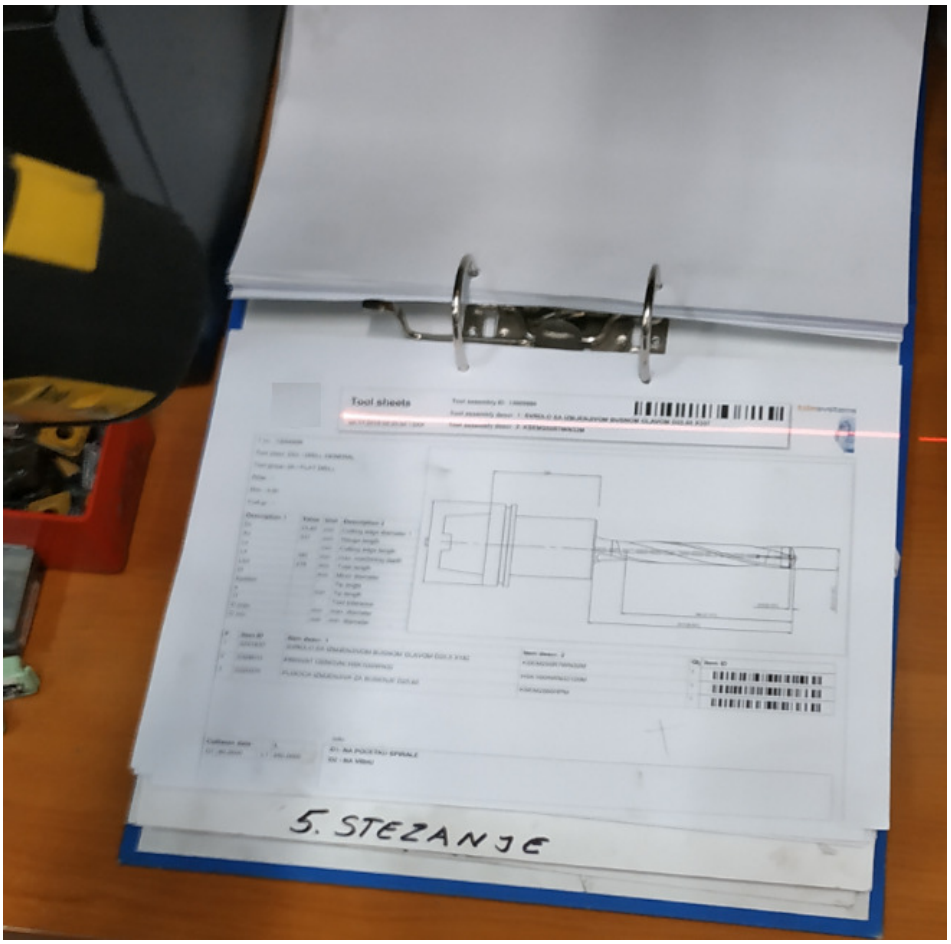
Čitači bar-koda su elektro-optički uređaji koji određenom metodom osvjetljavaju bar-kod simbol i mjere reflektirano svjetlo. Podatak se konvertira iz analognog u digitalni koji dekoder može procesirati te se šalje računalu ili sustavu.

Osim linearnih poznatiji i kao crtični (jednodimenzijski) bar-kodovi postoje dvodimenzijski ili 2D kodovi. Kod 2D kodova simbol se ne mora sastojati od crtica i

praznina, te postoji dva tipa: u obliku stoga, te u obliku matrice.2D kodovi se koriste kada je potrebno grafičkim simbolom snimiti veliku količinu podataka ili se želi postići visoka gustoća zapisa.

U implementaciji automatskog prijenosa podataka o alatu na obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT koristiti će se linearni ili jednodimenzijski bar-kod.
Kako bi se izbjegla mogućnost ljudske greške ručnim unošenjem podataka o alatu kroz eliminaciju štete na obratcima te oštećenja samog stroja, skraćivanja vremena potrebnog za unos podataka o alatu, što automatski smanjuje proizvodne troškove, implementirat će se automatski prijenos podataka o alatu od uređaja za prednamještanje alata do spremišta alata obradnog centra.

Proces implementacije automatskog prijenosa podataka o alatu počinje tako da CNC programer u ovom slučaju, ili osoba zadužena za unošenje podataka o alatu u TDM bazu, definira potrebne podatke o alatu u TDM-u. Nakon što su svi potrebni podaci o alatu definirani, kreira se lista alata sa svim potrebnim sklopovima alata predviđenima za potrebnu operaciju obrade na obradnom centru (slika 2.23). Nakon kreiranja liste alata, lista alata sa kreiranim bar-kod brojevima dostavlja se alatničaru u alatnicu, te alati potrebni za operaciju obrade očitavaju se pomoću bar-kod čitača (slika 4.11) kako bi se podatci o alatu učitali na uređaju za prednamještanje alata.



Slika 4.11 Očitavanje podataka u listi alata pomoću bar-kod čitača

Kada su podatci o alatu očitani, slijedi mjerenje na uređaju za prednamještanje alata (slika 4.12).



Slika 4.12 Mjerenje alata na uređaju za prednamještanje alata

Kao primjer alata za mjerenje korišteno je svrdlo s izmjenjivom bušnom glavom proizvođača “Kennametal“, te su zahtjevana mjerenja dužine i promjera alata na početku spirale svrdla (slika 4.13), te na vrhu svrdla (slika 4.14).



Slika 4.13 Mjerenje dužine i promjera alata na početku spirale svrdla



Slika 4.14 Mjerenje dužine alata na vrhu svrdla

Nakon što je mjerenje dužine i promjera alata na početku spirale završeno, tiska se etiketa s izmjerama. Isti postupak se ponavlja s tiskanjem etikete nakon drugog mjerenja, kada je mjerenje dužine alata na vrhu (slika 4.15).



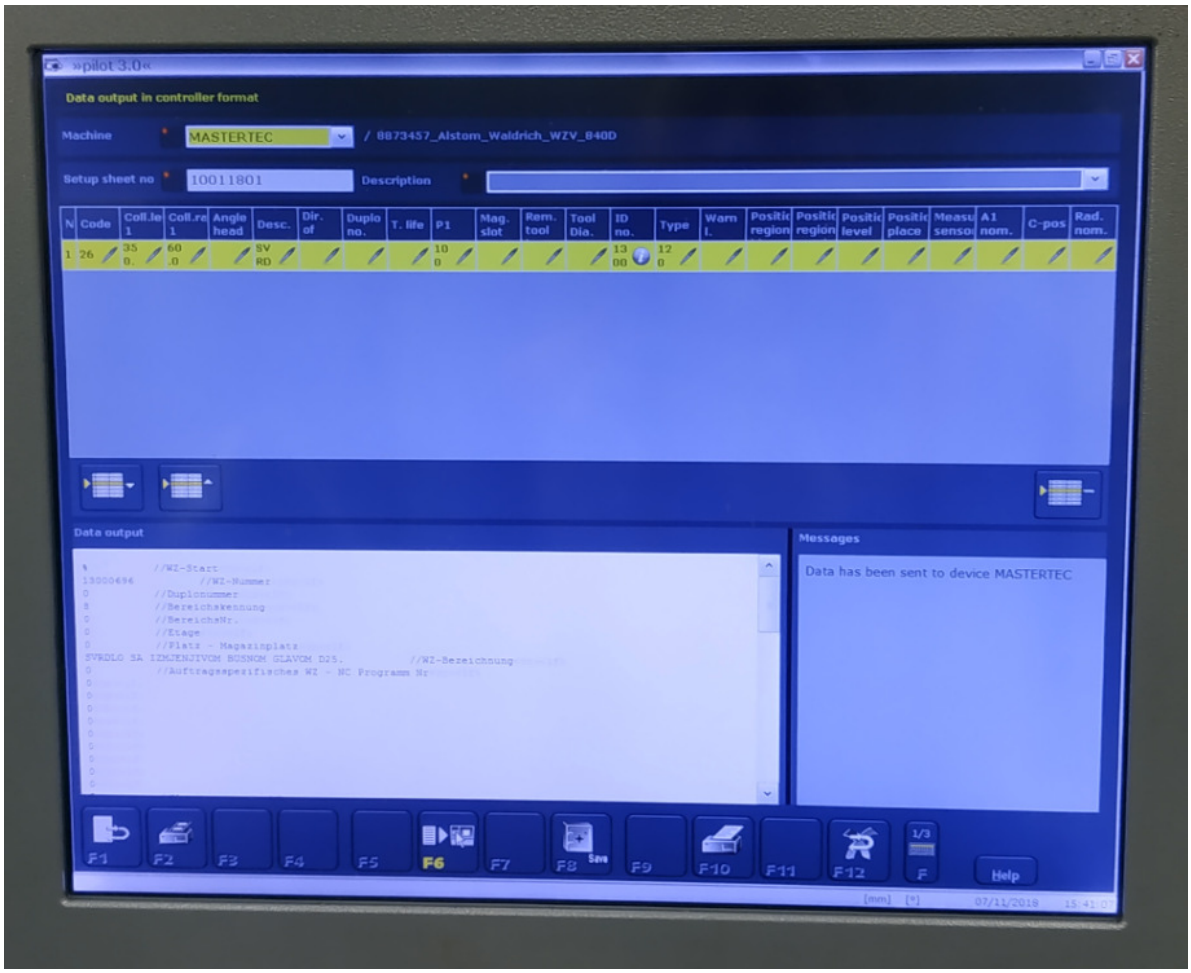
Slika 4.15 Etikete s izmjerama dužine i promjera alata

Podatci o alatu unešeni u TDM-u,te izmjerene vrijednosti i podaci dobiveni na uređaju za prednamještanje alata se provjeravaju, kako ne bi došlo do većih pogrešaka (CNC operater provjerava izmjerene vrijednosti prije unosa alata u spremište alata) (slika 4.16).



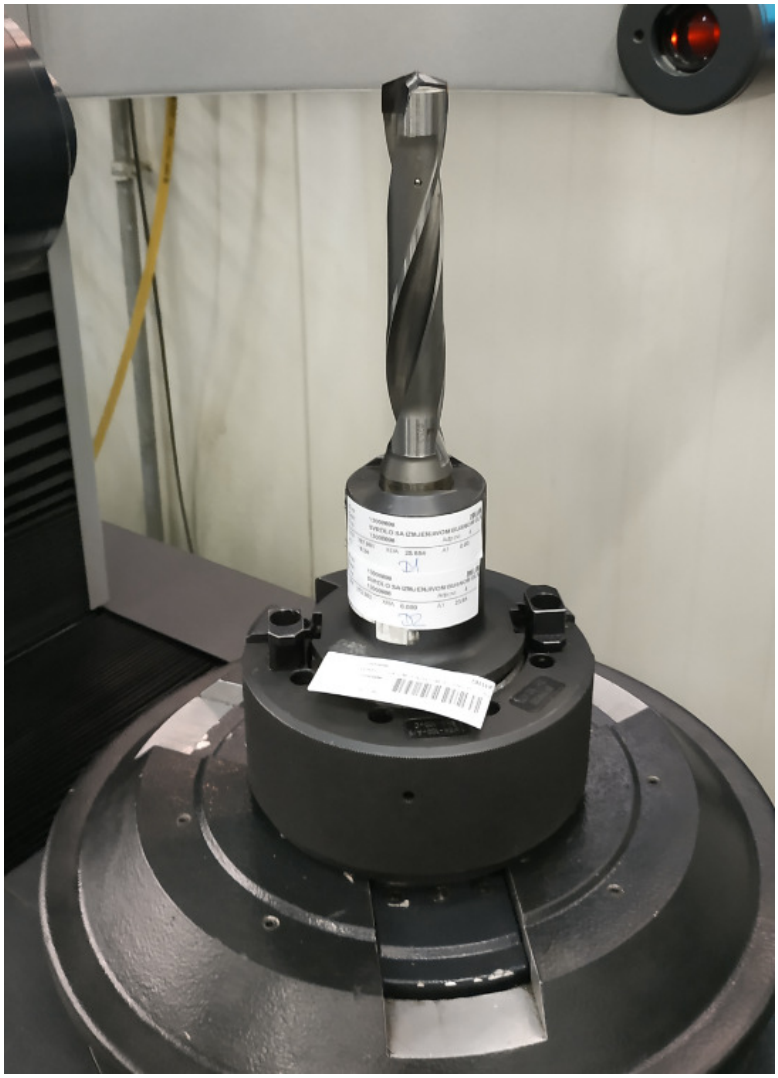
Slika 4.16 Podatci o alatu dobiveni iz TDM-a te uređaja za prednamještanje

Nakon što su dobiveni podatci o alatu unešeni u TDM-u, te izmjerene vrijednosti i podaci dobiveni na uređaju za prednamještanje alata provjereni, ti podatci se pohranjuju kao jedna datoteka sa svojim jedinstvenim brojevnim nazivom na lokalnu mrežu (slika 4.17).



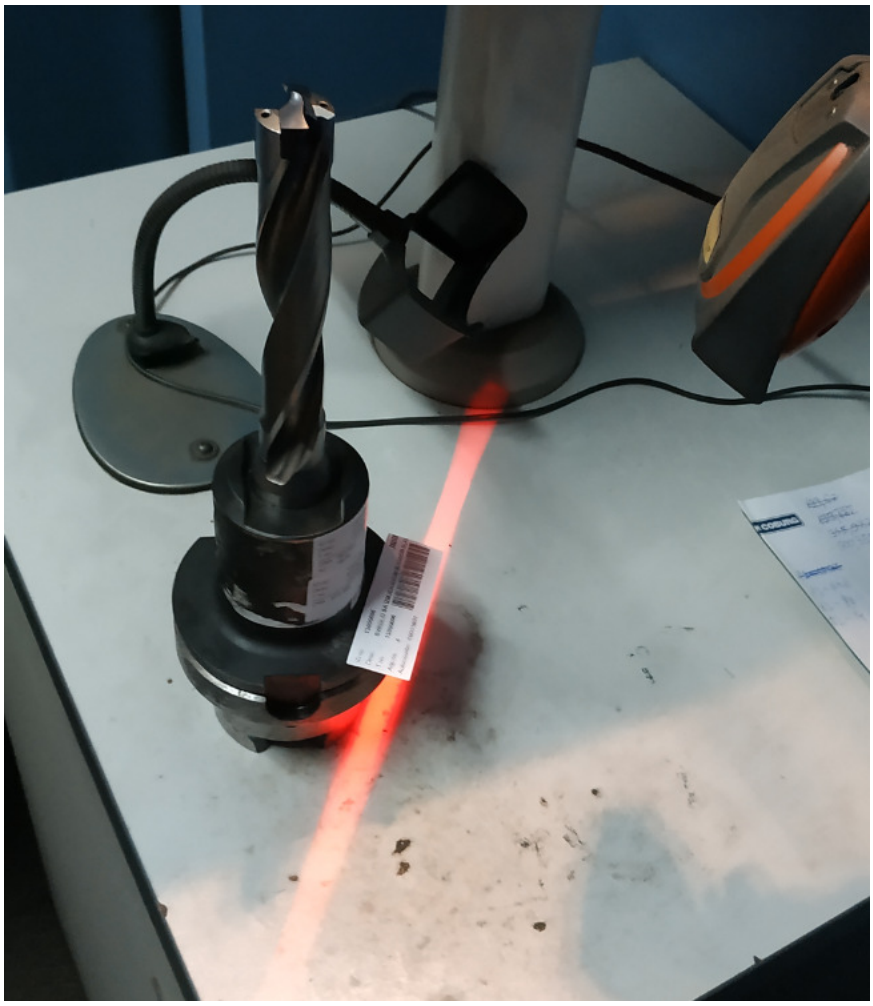
Slika 4.17 Pohranjivanje podataka o alatu kao datoteka na lokalnoj mreži

Kada su svi podaci provjereni i pohranjeni na lokalnu mrežu kao datoteka, tiska se etiketa sa svojim jedinstvenim brojevnim nazivom i bar-kodom te se lijepi na alat, zajedno s etiketama na kojima su izmjere dužine i promjera alata na početku spirale i na vrhu svrdla s izmjenjivom bušnom glavom (slika 4.18).



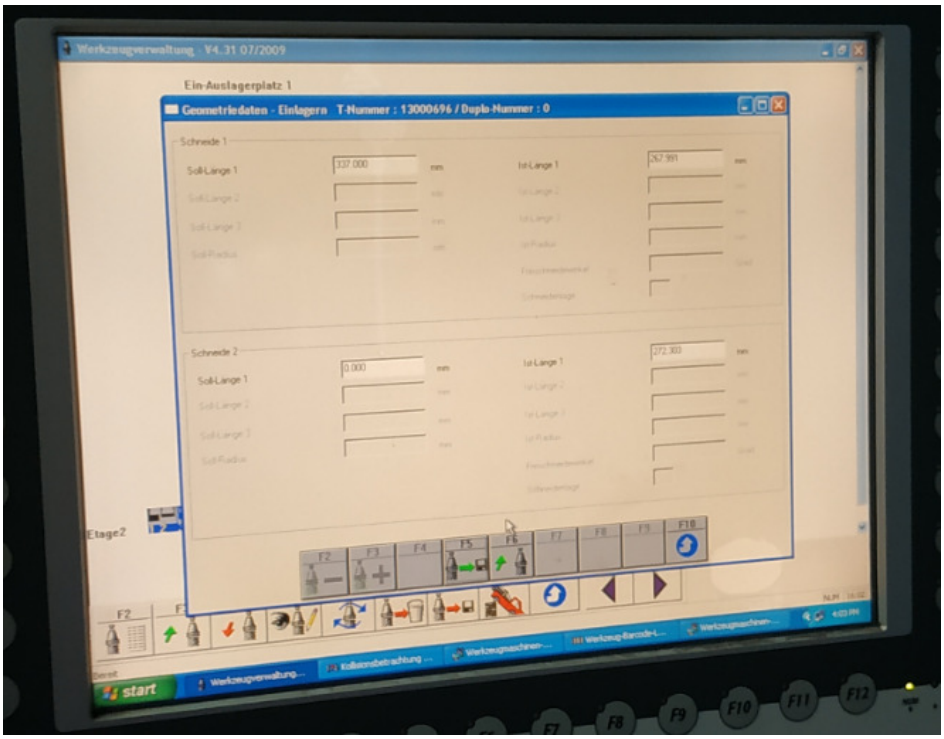
Slika 4.18 Etiketirani alat s izmjerama te jedinstvenim brojevnim nazivom i bar-kodom

Nakon što je alat etiketiran, dostavlja se do stanice za punjenje alata, te CNC operater očitava jedinstveni brojevni naziv pomoću bar-kod čitača (slika 4.19).



Slika 4.19 Očitavanje jedinstvenog brojevnog naziva pomoću bar-kod čitača

Putem računalnog softvera za spremište alata vrši se prijenos podataka o alatu pohranjenih kao jedinstveni brojevni naziv na lokalnoj mreži, te CNC operater provjerava te podatke (slika. 4.20). Nakon što je utvrđeno da su svi podaci o mjerenju točno uneseni, šalje se zahtjev putem softvera za spremište alata za unos alata u spremište alata. Kada je računalni softver obradio zahtjev, određuje gdje je potrebno postaviti alat, te se alat postavlja u odgovarajuće mjesto (džep) na stanici za punjenje alata (slika 4.21).



Slika 4.20 Računalni softver za spremište alata s podacima o alatu



Slika 4.21 Postavljanje alata u odgovarajuće mjesto na stanici za punjenje alata

Prema vrsti prihvata alata i gabaritnim vrijednostima alata (maksimalni radijus, te maksimalna visina) softver za spremište alata odlučuje u koji džep će smjestiti alat u spremištu alata, te CNC operater obavlja zakretanje konzole na stanici za punjenje alata (slika 4.22). Nakon što je obavljeno zakretanje konzole, robot ruka s duplim hvatačem uzima alat, te ga automatski sprema u odabrani džep u spremištu alata (slika 4.23).



Slika 4.22 Konzola s alatom na stanici za punjenje alata



Slika 4.23 Robotska ruka s dvostrukim hvatačem alata

5.0 ANALIZA REZULTATA

Kako je u ovom diplomskom radu za potrebe proizvodnog pogona jedne tvrtke nužno implementirati automatski prijenos podataka o alatu od uređaja za prednamještanje alata do spremišta alata obradnog centra Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT, u obzir su uzete dvije tržišno dominante tehnologije različitih metoda prijenosa podataka o alatu: sustav bar-kod očitanja te sustav radio frekvencijske identifikacije (RFID sustav).
Vodeći se kriterijima za implementaciju sustava bar-kod očitanja u odnosu na RFID sustav, za realizaciju rješenja razmatrano je nekoliko faktora:

- Investicijski troškovi instalacije sustava
- Jednostavnost primjene sustava
- Preciznost sustava.

Pri usporedbi prednosti i nedostataka sustava bar-kod očitanja te RFID sustava, za implementaciju rješenja s bar-kod sustavom očitanja faktor investicijskih troškova instalacije sustava za potrebe ovakovog tipa malo serijske proizvodnje u praksi se pokazao presudnim.
Za instalaciju RFID sustava potrebno je bilo osigurati nekoliko važnih investicija:

- Investiranje u nabavu novog uređaja za prednamještanje alata koji u sebi sadrži RFID jedinicu za čitanje/pisanje (ili nadograditi postojeći uređaj RFID jedinicom za čitanje/pisanje)
- Investiranje u preinake postojećih držača alata (držačima alata moraju se osigurati specijalno bušeni provrti prema dimenzijama RFID čipa kako bi se čip smjestio u te provrte, osigurao od ispadanja, te se tako omogućilo čitanje/pisanje sa postojećeg čipa), te troškovi nabave RFID čipova za svaki zasebni držač alata
- Investiranje u nabavu RFID čitača s antenom (uobičajeno troškovi sežu do nekoliko tisuća eura)

- Investiranje u softver za upravljanje RFID sustavom, te licenciranje softvera

Za instalaciju bar-kod rješenja potrebne investicije zahtijevale su:

- Investiranje u nabavu specijaliziranog bar-kod printera (uobičajeno troškovi sežu do nekoliko stotina eura)
- Investiranje u nabavu bar-kod čitača za alatnicu, te za stanicu za punjenje alata (uobičajeno troškovi sežu do nekoliko stotina eura)

Upravo zbog navedenih investicijskih ulaganja, te instalacije samog sustava, RFID sustav u praksi se pokazao kao dosta kompleksniji sustav za primjenu u odnosu na bar-kod sustav.

Kada se govori o preciznošću očitanja pojedinog sustava može se reći da oba sustava funkcioniraju s podjednakom preciznošću očitanja podataka, u pojedinim slučajevima bar-kod sustav se pokazao kao precizniji.

6.0 ZAKLJUČAK

U zaključku ovoga rada provedena je analiza primjene TDM-a kao softvera za menadžment alatima, te implementacije automatskog prijenosa podataka o alatu na obradni centar Waldrich Coburg Master Tec 4500 AT.

Bez podrške TDM softverskog paketa za menadžment alatima bilo bi nemoguće upravljati alatima i vršiti obradu na modernom obradnom centru s automatskom izmjenom alata i spremištem alata.

Automatskom izmjenom alata na obradnom centru skraćuje se proces izrade željenog obratka, te kao takav sustav ima bitnu ulogu u obradi odvajanjem čestica, ali bi bilo nemoguće funkcioniranje takvoga sustava bez kvalitetne logistike.

Implementacijom rješenja bar-kod sustava očitanja za automatski prijenos podataka o alatu od uređaja za prednamještanje alata do spremišta alata obradnog centra smanjeno je pripremno vrijeme za alate, eliminirane su mogućnosti ljudske greške "ručnim" unošenjem podataka o alatu, te su na taj način znatno smanjene mogućnosti oštećenja alata, obradaka, te samoga obradnog centra čime su automatski smanjeni proizvodni troškovi.

7.0 LITERATURA

[1] Prof.dr.sc Roko Cebalo: OBRADNI SUSTAVI, FLEKSIBILNI OBRADNI SUSTAVI, Zagreb, 2000.

[2]https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013__18997_Skladistenje_TL-5_2.pdf

[3]https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/07_06_2013__19011_Skladistenje_TL-5_8.pdf

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Tool_management

[5] https://www.tdmsystems.com/en/

[6] Doc.dr.sc Zlatan Car,Asist.mr.sc. Zoran Jurković: PROIZVODNA OPREMA,Zavod za industrijsko inženjerstvo i management

[7] Operativne upute uređaja za prednamještanje alata proizvođača Zoller za softver "pilot 3.0"

[8] https://www.scribd.com/doc/51698181/Automatic-Tool-Changer

[9] https://nptel.ac.in/courses/112103174/module4/lec6/2.html

[10] http://www.chensound.com/chain-tool-magazine/40-2.html

[11] http://ktc-gmbh.de/en/products-sectors/products/rack-systems

[12] http://www.tagnology.com/hr/rfid/sto-je-rfid.html

[13] https://www.atlasrfidstore.com/rfid-beginners-guide

[14] https://www.rfidjournal.com/articles/view?7394/

[15] https://advancedmanufacturing.org/smarter-presetting-using-post-processor-rfid-technology/

[16] http://www.marco.hr/tehnologije/tehnologije-barkod.htm