

Stručno obrazovanje u BiH

Održavanje ALATA I OPREME

Priručnik za nastavnike

Sarajevo, 2021.

IMPRINT

Izdavač: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sjedište Bonn i Eschborn, Savezna Republika Njemačka
Projekat „Stručno obrazovanje u BiH“
Splitska 7, 71 000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina
T + 387 33 223 785
F + 387 33 200 494
www.giz.de

Naslov publikacije: Održavanje alata i opreme
priručnik za nastavnike

Autor sadržaja: Hans Stingl, GIZ

Priredivački tim: Anela Jamak, Alma Dervišević, Esed Ahmić,
Srđan Đukanović, Mile Vajkić

Koordinator tima: Damir Kadribašić

Dizajn: Emir Isović

Mjesto i godina
izdavanja: Sarajevo, januar 2021.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost GIZ-a.

Projekat je sufinansiran od strane Ministarstva za ekonomsku saradnju i razvoj
Savezne Republike Njemačke (BMZ) i Švicarske agencije za razvoj i saradnju (SDC).

Upotreba ženskog ili muškog roda: Terminološko korištenje ženskog ili muškog
roda u ovom dokumentu podrazumijeva uključivanje oba roda.

Nivo znanja II

UoC: MNFA2 100311



Trgovinska oblast: GMFA

Održavanje alata i opreme



POLJA UČENJA

1. Vršenje preventivnog održavanja
2. Inventura alata i opreme
3. Vršenje popravki radne opreme i alata

Sadržaj

1. Uvodne napomene.....	10
2. Elementi preventivnog održavanja	13
3. Inventura cjelokupne opreme, mašina i alata.....	14
4. Sistematska i periodična inspekcija cjelokupne opreme u skladu s planom preventivnog održavanja	16
5. Čišćenje alata i opreme.....	19
5.1. Korisna oprema za čišćenje	19
5.2. Uklanjanje hrđe	20
6. Podmazivanje.....	21
6.1. Uputstvo za podmazivanje	22
6.2. Simboli za dijagrame podmazivanja u skladu s ISO.....	23
6.3. Dijagram podmazivanja za stupnu bušilicu.....	24
6.4. Dijagram podmazivanja glodalice.....	25
6.5. Uputstvo za podmazivanje glodalice u skladu s ISO standardima.....	26
6.6. Masti.....	28
6.7. Čvrsta maziva	28
7. Okolišni i sigurnosni aspekti.....	29
7.1. Stanje ulja i njihova kontrola.....	29
7.2. Odlaganje otpadnog ulja.....	29
7.3. Sigurnosna pravila za rukovanje mazivima	30
8. Razlozi za habanje elemenata mašina	31
8.1. Faktori koji utječu na habanje.....	31
9. Popravka alata i opreme.....	32
10. Kuglični ležajevi.....	39
10.1. Tipičan izgled habanja kugličnih ležajeva.....	40
10.2. Montaža ležaja pomoću čahure	41
10.3. Demontaža ležaja sa osovine.....	42
10.4. Uklanjanje ležaja hidrauličkim pritiskom	43
11. Održavanje zupčanika	44
12. Električno održavanje i popravka.....	48
13. Primjer održavanja aparata za MIG zavarivanje – MIG 200i.....	51
14. Primjer održavanja industrijske dizalice	52
15. Primjer održavanja CNC mašine HASS UMC-500/750.....	53
16. Didaktičke napomene.....	55
17. Evidencijske kartice	56
18. Ekonomski aspekti	57
19. Kontrola	58
20. Radni zadatak (projektni rad).....	63
21. Pokretanje korektivnih mjera.....	65
22. Ocjena, testna pitanja.....	65
Prilog A: Podrška znanju i tehničke tabele.....	66
Prilog B: Geometrijski test za mašinske alate u skladu s DIN 8606 i ISO 1708-1975	69
Prilog C: Rješenja zadataka i pitanja.....	71
Popis slika	75
Spisak tehničkih tabela	77
Literatura.....	77

Uputstvo za korištenje, distribuiranje i reproduciranje sadržaja:

Ovaj priručnik se smije koristiti u nastavne svrhe, na način da podatke, informacije, fotografije i slikovne prikaze iz Priručnika mogu koristiti nastavnici ili mentorji u srednjim školama za stručno obrazovanje, za izradu vlastitog nastavnog materijala u okviru neposrednog poučavanja i predavanja na nastavi. Navedene sadržaje dozvoljeno je shodno broju učenika umnožavati u papirnom obliku. Nije dozvoljeno bilo kakvo daljnje reproduciranje, distribuiranje, prenošenje podataka, informacija, fotografija i slikovnih prikaza u digitalnom obliku ili objavljivanje Priručnika ili dijela Priručnika putem interneta ili intraneta.

Učenici mogu koristiti podatke, informacije, fotografije i slikovne prikaze u okviru školske nastave za izradu svojih radova, referata, PowerPoint prezentacija i slično. Umnožavanje navedenog sadržaja je dozvoljeno u broju primjerenom i neophodnom za nastavu, a daljnje reproduciranje, distribuiranje te prenošenje podataka, informacija, fotografija i slikovnih prikaza digitalnim putem ili objavljivanje na internetu ili intranetu nije dozvoljeno.

Upotreba Priručnika u gore navedenim slučajevima isključivo je dopuštena uz obavezu da se navedu izvor i ime autora.

Ovaj priručnik se dostavlja korisnicima uz upozorenje da bilo kakva upotreba u druge svrhe koja nije izričito dozvoljena podliježe obaveznom prethodnom pisanom odobrenju GIZ-a.

Primjena sadržaja:

Priručnik se može primjeniti u izvođenju nastave iz stručnih predmeta i praktične nastave u zanimanjima i zvanjima iz porodice mašinstvo i obrada metala a kako slijedi:

	Tehničar CNC tehnologije, Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje, Tehničar mehatronike, Bravar-zavarivač, Automehaničar, Alatničar, Obrađivač metala rezanjem, Varilac, Bravar i Instalater. U zanimanjima trećeg stepena Priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja praktične nastave u 1. razredu kao i u izvođenju nastave iz predmeta Tehnologija zanimanja. RS U zanimanjima četvrtog stepena priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja Praktične nastave u 1., 3. i 4. razredu, kao i za izvođenje nastave iz predmeta Tehnički materijali u modulu "Maziva i goriva". Sadržaj Priručnika je prilagođen za upotrebu i u ostalim zanimanjima: Limar, Monter, Mehaničar, Mehaničar mehatronike, hidraulike i pneumatike, Mehaničar grejne i rashladne tehnike, Operater savremenim tehnologijama, Operater za obradu brizganjem, Mašinski tehničar energetike (2. razred – Mjerjenje i kontrola) i Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje (Praktična nastava 1. i 3. razred).
--	--

FBiH	<p>Mašinski tehničar za CNC tehnologiju, Automehaničar, CNC operater, Vozač motornih vozila, Zavarivač, Obrađivač metala rezanjem i Prerađivač plastike.</p> <p>U zanimanju četvrtog stepena Priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja iz predmeta praktična nastava u poljima učenja "Mjerenje i kalibriranje", "Tehnička komunikacija" i "Održavanje alata i opreme" kao i u predmetima Tehničko crtanje i Mašinski elementi.</p> <p>U zanimanjima trećeg stepena Priručnik se može upotrijebiti za izvođenje sadržaja praktične nastave 1. razred kao i za predmete Tehnologija materijala i Tehnologija obrade, a za 2. razred u predmetu praktična nastava te Tehnologija obrade i Konstruisanje.</p>
------	---

Autor sadržaja i privređivački tim:

Hans Stingl, autor sadržaja – GIZ

Anela Jamak, prof. mašinske grupe predmeta – JU Srednja stručna škola "Džemal Bijedić", Goražde

Alma Dervišević, prof. mašinske grupe predmeta – JU Srednja tehnička škola "Hasib Hadžović", Goražde

Esed Ahmić, prof. mašinske grupe predmeta – JU Mješovita srednja škola, Tešanj

Srđan Đukanović, prof. mašinske grupe predmeta – JU Tehnička škola, Gradiška

Mile Vajkić, prof. mašinske grupe predmeta – JU Mašinska škola, Prijedor

Damir Kadribašić, prof. – koordinator tima

Ishodi učenja - minimum dobijenog znanja učenika:

- definisati mjeru prevenitivnog održavanja i inspekcije u održavanju
- definisati mjeru popravke u održavanju
- nabrojati i definisati elemente preventivnog održavanja
- definisati inventuru opreme, mašina i alata
- nabrojati informacije koje sadrži Priručnik o radnim uputstvima
- izraditi i prati raspored preventivnog održavanja
- popuniti karticu evidencije održavanja
- nabrojati opremu za čišćenje
- navesti i objasniti postupke za uklanjanje hrđe
- definisati efekte podmazivanja i primjeniti uputstva za podmazivanje
- objasniti simbole koji se odnose na podmazivanje (ISO)
- analizirati dijagram podmazivanja bušilice
- analizirati dijagram podmazivanja glodalice
- definisati osobine mazivnih ulja

- definisati i analizirati stanja ulja (stanje ulja – uzrok)
- definisati masti
- definisati čvrsta maziva
- objasniti postupak odlaganja otpadnog ulja
- nabrojati i koristiti sigurnosna pravila pri rukovanju mazivima
- definisati uzroke habanja elemenata mašina
- nabrojati faktore koji utječu na habanje
- provesti mjere održavanja u skladu sa planom održavanja
(npr. dlijeto, odvijač, turpija, burgija, klinasti remen, lančani pogon)
- definisati promjene u izgledu kugličnog ležaja
- nabrojati osnovna pravila u korištenju, montaži i održavanja kugličnog ležaja
- objasniti postupak montaže ležaja
- objasniti postupak demontaže ležaja
- objasniti postupak demontaže ležaja hidrauličkim pritiskom
- nabrojati elemente zupčastih prenosnika i objasniti njihovu ulogu
- objasniti postupak održavanja zupčastih prenosnika
- nabrojati uobičajene kvarove električnih instalacija
- popuniti list za evidenciju preventivnog održavanja
- nabrojati elemente koji utječu na pouzdanost mašine
- definisati koje nepravilnosti se mogu otkriti čulima vida, sluha, dodira i mirisa te definisati njihove uzroke
- definisati tri faze habanja elemenata mašine
- analizirati defekt (uzrok defekta)
- popuniti inspekcionu kontrolnu listu

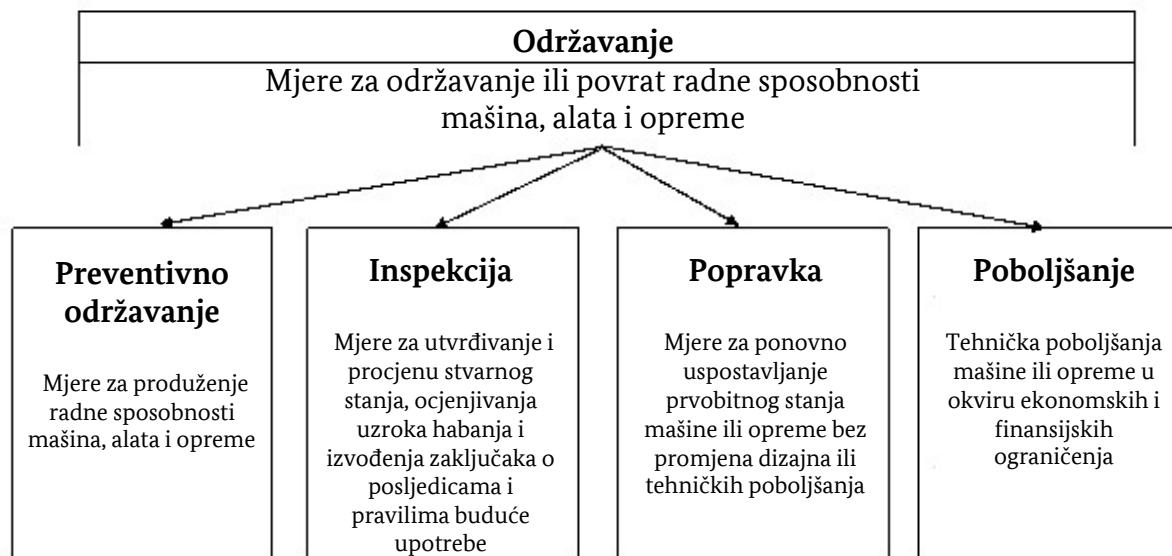
1. Uvodne napomene

Mehaničkim i radionicama za proizvodnju je potreban veliki broj alata, opreme i mašina. U slučaju kvara mašine, posljedice mogu biti ozbiljne: skupe popravke, kašnjenje isporuke, zastoj u proizvodnji, opasnosti po zdravlje, zahtjevi za naknadu štete, gubitak klijenata, manji promet i slično. Stoga je vrlo važno analizirati razloge kvara opreme te poduzimati korektivne i mjere predostrožnosti da bi se izbjegla šteta prije nego dođe do kvara. Sve aktivnosti koje omogućavaju nesmetanu upotrebu mašina ili opreme tokom određenog vremenskog perioda se definiraju kao **preventivno održavanje**.

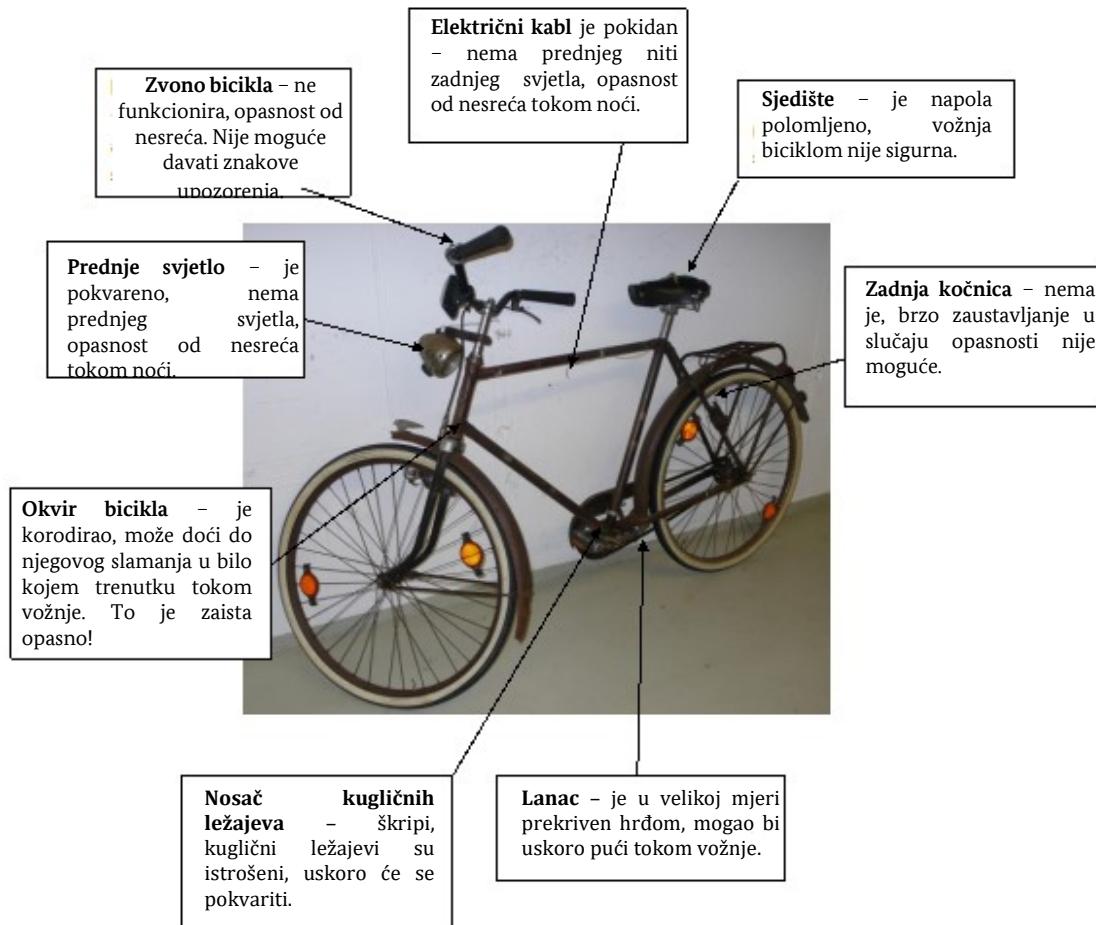
Primarni cilj održavanja je izbjegavanje ili ublažavanje posljedica kvara opreme. To se može postići sprečavanjem kvara. Preventivno održavanje i stanje opreme uslijed održavanja pomažu da se to postigne. Svrha je očuvati pouzdanost opreme zamjenom istrošenih dijelova prije nego se zapravo pokvare. Aktivnosti preventivnog održavanja uključuju djelimične ili potpune remonte sa određenom učestalošću, zamjene ulja, podmazivanje, itd. Pored toga, radnici mogu voditi evidenciju o pogoršavanju stanja opreme, kako bi znali kada zamijeniti ili popraviti istrošene dijelove prije nego dovedu do zakazivanja sistema.

Idealan program preventivnog održavanja bi spriječio sve kvarove opreme prije nego se dese. Stoga je od velikog značaja podizati svijest učenika o nužnosti i ciljevima preventivnog održavanja i obučavati ih kako bi se s pažnjom odnosili prema opremi koja im se dodjeljuje i samostalno je održavali.

Pregled održavanja:



Pogledajmo posljedice zanemarivanja i neodržavanja na osnovu jednostavnog primjera. *Bicikl koji se često koristi, ali se nikada ne održava će izgledati ovako:*



Slika 1

Zaključak: Ovo je tipičan slučaj predmeta iz svakodnevne upotrebe o kojem se ne vodi računa, koji se ne održava, ne čisti i ne podmazuje. Posljedično može doći do toga da će policija zaplijeniti bicikl jer nije u ispravnom stanju za saobraćaj i može prouzrokovati nesreću. Pored toga, vlasnik bicikla bi mogao dobiti kaznu. Obzirom da je bicikl u velikoj mjeri korodirao, popravka bi bila vrlo skupa i mora ga se baciti na smeće. Da se bicikl pravilno održava, mogao bi se koristiti godinama.

Kao što smo vidjeli na osnovu gore navedenog primjera, održavanje je apsolutno neophodno kako bi se održala funkcionalnost bicikla. Još važnije je planirano i sistematsko održavanje mašina, opreme i alata, jer su oni vrlo vrijedni. Sljedeći primjer daje predodžbu o elementima održavanja.

Primjer sistematskog održavanja bicikla:

Zadatak br. 1: Ispunite prazne okvire zadacima održavanja koje je neophodno obaviti!



Slika 2

Ukoliko se zadaci obavljaju periodično i na pravilan način, kao što je navedeno u primjeru iznad, možemo biti sigurni da će bicikl biti funkcionalan i da ćemo održati njegovu vrijednost.

Preventivno održavanje se ne može vršiti proizvoljno. Umjesto toga, mjere održavanja se moraju vršiti na planiran i sistematski način. Radni priručnici od dobavljača mašina i opreme služe kao osnova za planiranje i izradu plana preventivnog održavanja.

2. Elementi preventivnog održavanja

- 1.1 Inventura cjelokupne opreme, mašina i alata
- 1.2 Sistematska i periodična inspekcija cjelokupne opreme u skladu s planom preventivnog održavanja (pogledajte stranu 14)
- 1.3 Podmazivanje svih mašina i opreme kako je navedeno u priručnicima o radu, u skladu s planom preventivnog održavanja
- 1.4 Preventivna zamjena pohabanih dijelova/ zamjena pohabanih dijelova iz predostrožnosti, u skladu s planom preventivnog održavanja
- 1.5 Vođenje evidencije o preventivnom održavanju u dnevniku ili evidencijskim karticama preventivnog održavanja (pogledajte stranu 15)

Čišćenje

Uklanjanje strugotina, prljavštine, viška maziva i sredstva za hlađenje iz mašine. Koristite metalnu kuku i/ ili četku i krpe u ovu svrhu. Upotreba komprimiranog zraka se ne savjetuje, jer bi se moglo desiti da strugotine ili čestice prljavštine dospiju u brtve, ležajeve ili vodilice mašine.



Slika 3

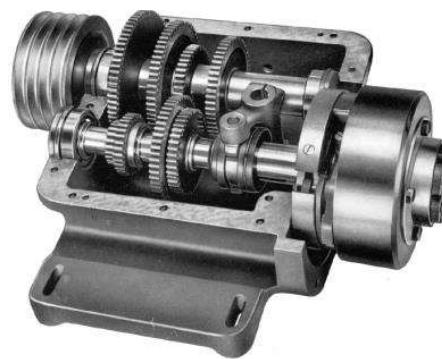
Podmazivanje

Podmazivanje uljem, mašću ili prskanje vodilica i nezaštićenih površina mašine koje sadrže željezo i njene opreme. U ovu svrhu se trebaju koristiti samo maziva koja preporuči proizvođač opreme.



Slika 4

Ponovno punjenje posuda sa uljem, centralnih sistema za podmazivanje ležajeva i vodilica se treba vršiti po potrebi.



Slika 5

Podešavanje

Podešavajte, kalibrirajte i mjerite alate. Provjerite napetost plosnatih i klinastih remenova i zategnjite ih ponovo, ukoliko je to potrebno.

Zamjena

Ukoliko su određeni dijelovi poput sigurnosne opreme, električnih žica, tekstilnih cijevi, filtera, zupčanika, itd. pokvareni ili istrošeni, moraju biti zamijenjeni novim, ispravnim elementima.



Slika 6

3. Inventura cjelokupne opreme, mašina i alata

Inventurna kontrola predstavlja nadzor nabavke, skladištenja i dostupnosti cjelokupne imovine poduzeća kako bi se osiguralo adekvatno snabdijevanje bez prekomjernih nabavki. Kada se radi o mašinama, alatima i opremi, inventurna kontrola pomaže pri klasifikaciji i registraciji svih predmeta, dodjeljivanju identifikacijskih brojeva i loga kompanije i unošenja njihove lokacije kako bi se izbjegli gubitak ili krađa, posebno tokom rada izvan prostora kompanije. Prvi korak u okviru inventurne kontrole mora biti dobar sistem skladištenja. Možda je neophodno osigurati prostorije za skladištenje, stalke, police i ormare. Dobar sistem inventurne kontrole poboljšava ekonomičnost jer je sve predmete moguće brzo identificirati, a zamjenske dijelove naručiti prije nego se postojeći istroše.

Slika br. 7: Alati se drže na neuredan način, nema inventurne kontrole niti identifikacijskog broja:



Slika 7

Zadatak br. 2: Pogledajte stanje u kojem se nalazi ručni alat iznad (pogledati sliku br. 7). Šta mislite o nedostacima tako neurednog sistema skladištenja? Molimo da navedete svoja mišljenja!

Uredan sistem skladištenja za alate



Slika 8 – Alati raspoređeni na sistematičan način



Slika 9 – Kutija za alate

Ukoliko se alati skladište na način prikazan na slici br. 8 – raspoređeni na sistematičan način na zidu, ili na slici br. 9 – u kutiji za alate koju je moguće u potpunosti otvoriti, to osigurava niz prednosti:

- Alati su uvijek lako dostupni
- Na prvi pogled možemo primijetiti ukoliko nedostaje određena alatka
- Alati obilježeni inventurnim brojem su prepoznatljivi kao imovina kompanije
- Alati, a posebno mjerni uređaji, se čuvaju na siguran način i ne dolazi do oštećenja
- U slučaju da se alati nose u odgovarajućim kutijama, mogu se lako koristiti na lokacijama klijenata.

4. Sistematska i periodična inspekcija cjelokupne opreme u skladu s planom preventivnog održavanja

Prilikom kupovine nove opreme, uvijek je uključen i priručnik o radnim uputstvima (pogledajte sliku br. 10) i dijelovima. Ovaj dokument je vrlo važan za pravilno sklapanje i rad opreme ili mašine. Stoga ga treba čuvati na dostupnom i sigurnom mjestu.

Priručnici o radnim uputstvima obično uključuju sljedeće informacije:

- Mjere predostrožnosti
- Uputstva i električna kola
- Tehničke podatke poput brzine vratila, snage na izlazu, veličine svrdla Ø (min/ max)
- Osnovne operacije
- Otklanjanje smetnji
- Lista dijelova
- Rezervni dijelovi
- Podmazivanje/ održavanje



Slika 10 - Busilica model JDP-17 MF – Priručnik o radnim uputstvima i dijelovima

Za izradu **rasporeda preventivnog održavanja** moramo osigurati neophodne informacije o učestalosti inspekcija i aktivnostima koje je neophodno provesti u skladu s priručnicima o radu. Također je važno evidentirati svaki kvar mašina i analizirati uzroke istog. Ovi nalazi se moraju uzeti u obzir u rasporedu održavanja, tako da se slične stvari ne ponavljaju. Primjer takvog rasporeda preventivnog održavanja je dat na idućoj strani.

Naziv kompanije: OBENGDAN Metal Works, Tema Ghana
Raspored preventivnog održavanja

Godina: januar – juni 2014. Učestalost:

■ sedmično ■ mjesечно ■ kvartalno ■ polugodišnje ■ godišnje

Br.	Naziv mašine	Inventurni broj	JANUAR				FEBRUAR				MART				APRIL				MAJ				JUNI			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Stolna bušilica	1.1.1																								
2	Stupna bušilica	1.1.2																								
3	Brusilica sa stalkom	2.1.1																								
4	Ugaona brusilica	2.2.1																								
5	Tokarilica	3.1																								
6	Ispравljač za zavarivanje	4.1.1																								
7	Set za varenje za istosmjernu/naizmjeničnu struju	4.2.1																								
8	Mašina za elektrolučno zavarivanje	4.3.1																								
9	Mašina za MIG/MAG zavarivanje	4.4.1																								
10	Set za zavarivanje gasom	4.6.1																								
11	Mašina za presavijanje	5.1.1																								
12	Glijotinski rezac	6.1.1																								
13	Mašina za oblikovanje	7.1.1																								
14	Udarna bušilica	1.4.1																								
15	Hidraulična povlačna naprava	8.1.1																								
16	Električna pila za metal	9.1.1																								
17	Mašina za tačkasto zavarivanje	4.5.1																								

Slika 11

Kao što možemo vidjeti na osnovu rasporeda održavanja, upućeni smo u datum kada je potrebno izvršiti inspekciju određene mašine. Kada se vrši inspekcija, neophodno je pogledati priručnik o radu mašine, obzirom da je vrsta održavanja navedena u istom. Nakon što se završi sa inspekcijom, održavanjem i popravkom, preporučljivo je evidentirati izvršeni rad u evidencijsku karticu održavanja ili dnevnik održavanja. Ovaj unos potpisuje ovlašteno lice, a također se navodi i datum (pogledajte sliku br. 12).

Evidencijska kartica održavanja				
Mašina/ oprema	Inventurni broj:	Proizvođač:	Datum kupovine:	
Stupna bušilica P40AA	1.2.1	M.S. Enterprises London	21.09.2012.	
Datum inspekcije	Vrsta inspekcije	Napomene	Potpis	
29.10.2012.	Kvartalno	Zamjena ulja za zupčanike/nadopunjavanje ulja za podmazivanje reznog alata		
12.01.2013.	Polugodišnje	Provjera zategnutosti klinastog remena/testiranje kružnog kretanja		
09.04.2013.	Kvartalno	Bez nepravilnosti		
20.07.2013.	Polugodišnje	Zamjena pokvarenog električnog utikača/nadopunjavanje ulja za podmazivanje reznog alata		
12.09.2013.	Kvartalno	Uklanjanje hrđe sa radnog stola i stupa		
21.12.2013.	Polugodišnje	Podmazivanje mehanizma za dizanje/testiranje kružnog kretanja		
14.03.2014.	Kvartalno	Zamjena puknutog klinastog remena		

Slika 12

Pitanja i zadaci za ponavljanje i produbljeno učenje:

- a) Kako možete osigurati da svi alati budu lako dostupni u radionici?
- b) Koje su prednosti držanja rasporeda preventivnog održavanja u radionici?
- c) Kako možete osigurati da se održavanje vrši u skladu s rasporedom?

5. Čišćenje alata i opreme

Prljave mašine i oprema ne samo da izgledaju loše, već i mogu dovesti do pojačanog habanja pokretnih dijelova, povećanja trenja i gubitka učinka. Zbog toga je neophodno uklanjati čestice prljavštine, metalne strugotine, hrđu, čestice nastale habanjem i kontaminirano mazivo i ulje, zavisno od stepena kontaminiranosti.

U radionici treba postojati pravilo da se mašina, nakon što se završi sa radom na istoj, propisno očisti, tako da osoba koja je sljedeća koristi može odmah početi raditi s čistom opremom. Ovlašteno lice, također, na kraju dana treba provjeriti da li je radno mjesto ostavljeno uredno i čisto.

Mašine ne treba čistiti pomoći pištolja sa komprimiranim zrakom, obzirom da postoji tendencija da metalne strugotine pri tome dospijevaju u zaptivku ili ispod vodilica, što može ozbiljno oštetiti funkcijanje opreme. Umjesto toga se može koristiti meka krpa, četke i sredstvo za uklanjanje prljavštine (sprej za čišćenje). Obavezno nosite gumene rukavice, obzirom da hemikalije i oštре čestice metala mogu povrijediti vašu kožu. U svrhu čišćenja veće opreme, korisna je upotreba uređaja za pranje pod pritiskom koji prska toplu vodu pomiješanu sa sredstvom za zaštitu od hrđanja za kontaminirana područja i uklanja čak i uporne fleke i prljavštinu (pogledajte sliku br. 18). Ukoliko se prljavština uporno zadržava na površinama, može ju se skinuti trljanjem bakarnom vunom. Ovaj materijal ne oštećuje čelične površine (pogledajte sliku br. 16).

5.1. Korisna oprema za čišćenje



Slika 13 - Gumene rukavice



Slika 14 - Mekana krpa



Slika 15 - Sprej za čišćenje



Slika 16 - Bakarna vuna



Slika 17 - Četka



Slika 18 - Uređaj za pranje pod pritiskom

5.2. Uklanjanje hrđe

Metalne površine na mašinama uvijek treba zaštititi od korozije. Stoga ih je neophodno redovno čistiti mekanom krpom i mazati uljem ili mazivom. Međutim, nakupljenu hrđu je neophodno odstraniti. Postoji nekoliko metoda za uklanjanje hrđe:

- Mehaničkim putem
- Hemijskim putem
- Uklanjanje hrđe pomoću elektrolita



Slika 19 - Alati za mehaničko uklanjanje hrđe



Slika 20 - Biorazgradivo sredstvo za uklanjanje hrđe

Uputstvo za uklanjanje hrđe

1. Najprije uklonite svu prisutnu hrđu trljanjem površine pomoću metalne četke, čelične vune ili metalnog jastučića za čišćenje. Time ćete uspješno ukloniti hrđu u slučaju većine malih i srednjih projekata uklanjanja hrđe. Također, u slučaju zahtjevnijih projekata, možete kupiti set alata za uklanjanje hrđe u lokalnoj željezariji.
2. Aplicirajte sredstvo za uklanjanje hrđe, po vlastitom izboru, na odgovarajuću površinu. Postoji nekoliko komercijalnih proizvoda koje možete koristiti, poput Rustaid ili NavalJelly. NavalJelly je guste konzistencije, poput gela, prijanja uz površinu i djeluje dosta brzo, za 10 minuta. Zatim površinu jednostavno izbrišite krpom. Važno se osigurati da radite vani ili u prostoriji sa dobrom ventilacijom dok koristite ove jake hemikalije. Rukavice i maska su vam također potrebne kao zaštita.
3. Postoje i kućna rješenja koja mogu biti jednako efektivna. Mješavina bijelog octa, sode bikarbonate i soka od limuna je odlična za male projekte u slučaju kojih predmete možete potopiti u mješavinu. Jednostavno ostavite predmet u ocatnoj mješavini na 10 minuta, a zatim ga izvadite i izbrišite krpom ili čeličnom vunom. U slučaju zaista tvrdokornih mrlja može biti potrebno ponovno potapanje, a u slučaju većih predmeta koje ne možete potopiti, izribajte ih ocatnom otopinom, pričekajte 10-20 minuta, a zatim ih istrljajte metalnom četkom.

- Nakon što je cijelokupna hrđa otopljena i uklonjena, osigurajte da predmet bude zaštićen, tako što ćete mu dati završno premazivanje voskom ili ga premazati zaštitom protiv korozije.

Ono što je važno imati na umu kod uklanjanja hrđe je da, iako postoji samo par jednostavnih koraka u slučaju ovog projekta, to je prljav posao koji zahtijeva strpljenje i napor kako bi bio uspješno obavljen. Hrđa će se uspješno ukloniti, u nekim slučajevima brže, a u nekim sporije, ali nemojte odustajati! Ako napravite internet pretragu na ovu temu, vidjet ćete da postoji nekoliko različitih proizvoda i pristupa za uklanjanje hrđe, ali gore pomenuti su najbolji.



Slika 20a - Prije i nakon uklanjanja hrđe

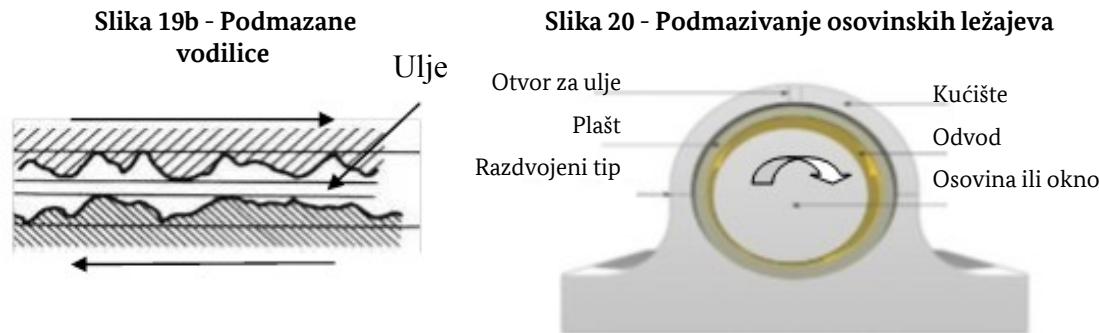
6. Podmazivanje

Podmazivanje dijelova mašina ima sljedeći učinak:

- Potrebno je manje energije, obzirom da se izbjegava povećano trenje
- Ne dolazi do habanja i abrazije jer se između dijelova u pokretu nalazi uljani film (pogledajte sliku br. 22)
- Površine su zaštićene od štetnih okolišnih utjecaja kao što su velika vlaga, slan zrak i kapljice vode.

Najvažnije je podmazivanje ležajeva i vodilica. Maziva sprečavaju direktni kontakt između površina u pokretu, bilo da se one kližu ili kotrljaju.

Podmazivanje smanjuje napon površina i produžava vijek trajanja elemenata mašina, kao što su kuglični ležajevi ili osovinski ležajevi.



Prikaz 2: Ravni ležajevi (osovinski ležajevi)
Uobičajene komponente osovinskog ležaja

- Kućište
- Plašt
- Segment (podijeljenog tipa)
- Otvor za ulje
- Odvod
- Osovina

6.1. Uputstvo za podmazivanje

Podmazivanje je neophodno vršiti u skladu sa specifikacijama dobavljača, a one su sadržane u priručniku o radu i održavanju. Uputstvo za podmazivanje mora sadržavati sljedeće smjernice:

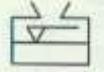
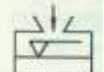
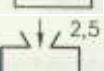
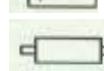
- Sažetak maziva koja su neophodna sa njihovim standardnim specifikacijama u skladu s ISO ili ASTM (američki standardi)
- Dijagram podmazivanja na kojem su prikazane sve tačke koje se podmazuju i navedeni vremenski intervali
- Metoda podmazivanja prema kojoj se vrši ubacivanje maziva

Priručnik o radu mašine nam daje detaljno uputstvo vezano za podmazivanje. Postoji standardiziran dijagram podmazivanja (pogledajte dijagrame podmazivanja za stupnu bušilicu i glodalicu u nastavku teksta) koji navodi:

- Gdje podmazivati – tačku nanošenja masti ili ulja sa tačnim redoslijedom
- Koju vrstu maziva koristiti
- Koliko maziva unijeti
- Koje alate za podmazivanje koristiti
- Koliko često podmazivati (učestalost)
- Kako podmazivati (tokom mirovanja ili rada mašine)

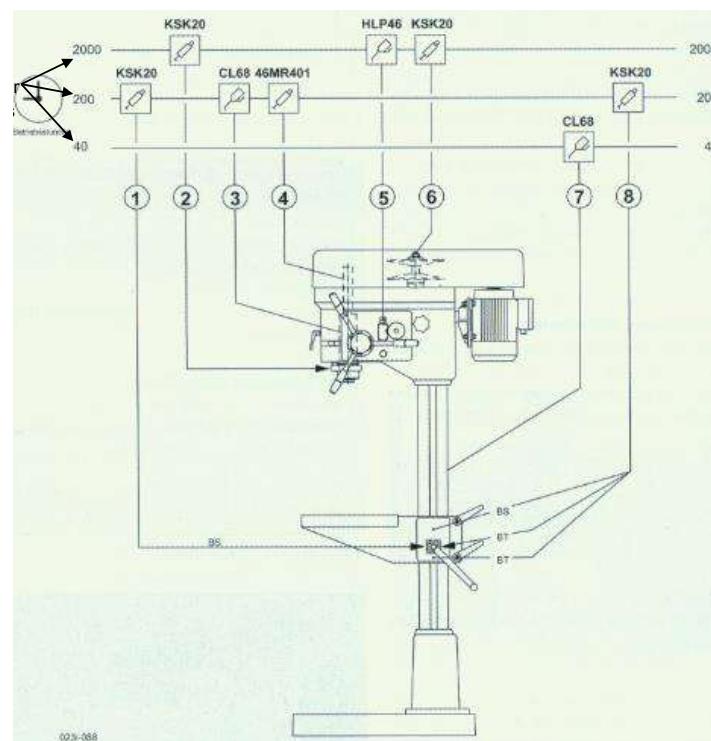
Za dijagrame podmazivanja se koriste simboli koji su standardizirani prema ISO, a u svrhu jasnog predstavljanja.

6.2. Simboli za dijagrame podmazivanja u skladu s ISO:

	Provjerite nivo ulja		Podmažite sa kanisterom za ulje		Podmažite nakon navedenog broja sati
	Povećajte nivo ulja ukoliko je to neophodno		Centralizirano podmazivanje		Ispraznite kontejner
	Zamijenite ulje		Podmažite mašcu		Pročitajte upute u priručniku
	Zamijenite jedinicu filtera				

Zadatak 3: Molimo da navedete sve zadatke podmazivanja koje je neophodno izvršiti u slučaju stupne bušilice (slika ispod) u skladu s dijagramom podmazivanja nakon **200 sati rada!**

6.3. Dijagram podmazivanja za stupnu bušilicu



Slika 21

Shema podmazivanja ukazuje na dijelove koje je potrebno podmazati, a brojevi označeni strelicama označavaju broj sati rada nakon kojeg se mora izvršiti podmazivanje (2000 sati, 200 sati, 40 sati).

Stavka br.	Opis	Broj maziva	Vrsta maziva
1	Stolna dizalica	KSK20	Mast
2	Ležište vratila	KSK20	Mast
3	Vratilo	CL68	Ulje
4	Vratilo sa žlijebovima	46 MR 401	Pasta za podmazivanje
5	Automatsko napajanje	HLP 46	Ulje za zupčanik
6	Redukcijski pogon	KSK20	Mast
7	Stup	CL 68	Ulje
8	Mehanizam za dizanje	KSK20	Mast

6.4. Dijagram podmazivanja glodalice

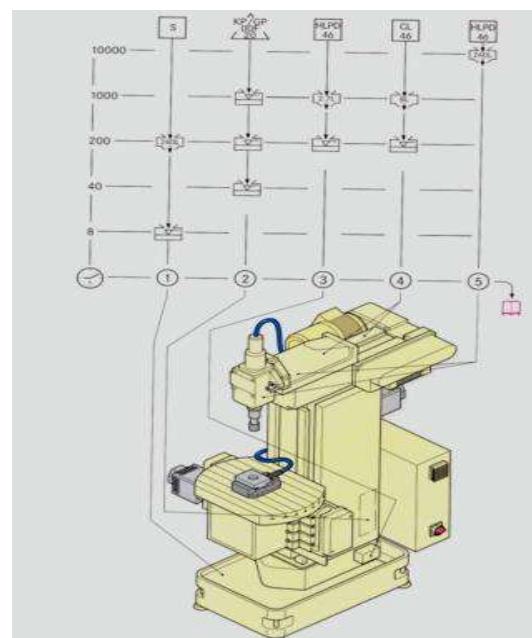
Često održavanje mašina i opreme se odvija nakon radnog vremena. Odgovarajuće preventivno održavanje zavisi od preciznih uputstava. Njih je moguće pronaći u priručniku o radu. Instruktori trebaju osigurati da praktikanti slijede ove upute i da sve zadatke održavanja vrše nezavisno.

Primjer plana održavanja i kontrole je dat ispod.

Kako biste osigurali savršeno podmazivanje, neophodno je slijediti informacije sadržane u dijagramu podmazivanja.

Dijagrami podmazivanja sadrže simbole koji prikazuju različite upute za podmazivanje.

Dijagram sadrži i informacije o tome nakon koliko sati rada je neophodno izvršiti podmazivanje. U datom primjeru glodalice, podmazivanje se vrši nakon: 8-40-200-1000 i 100 000 sati rada.



Slika 22

6.5. Uputstvo za podmazivanje glodalice u skladu s ISO standardima

Sati rada	Pozicija	Mjesto	Poduzeta mjera	Simbol
8	1	Posuda sa sredstvom za hlađenje	Provjera nivoa ulja	
40	2	Centralni uređaj za podmazivanje	Provjera nivoa ulja	
200	1	Posuda sa sredstvom za hlađenje	Uklanjanje tečnosti za hlađenje, čišćenje posude i ponovno punjenje (cca. 240 l)	
	2	Centralni uređaj za podmazivanje	Provjera nivoa ulja i dopuna	
	3	Hidraulički sistem	Provjera nivoa ulja	
	4	Vodilica vratila	Provjera nivoa ulja	
1000	2	Centralni uređaj za podmazivanje	Dopunjavanje ulja	
	3	Hidraulički sistem	Uklanjanje ulja, čišćenje i ponovno punjenje (cca. 2,7 l)	
	4	Prenosnik	Zamjena ulja (otprilike 8 l)	
	4	Vodilica vratila	Zamjena ulja (otprilike 8 l)	
10000	5	Glava glodalice i horizontalno ležište vratila	Zamjena ulja (otprilike 2,7 l)	

Odlike mazivnih ulja

Mazivna ulja mogu biti mineralna ili sintetička ulja. Koriste se za visoke brzine, visoke temperature i visok ili nizak pritisak. Kako bi se poboljšale odlike ulja, koriste se aditivi. Na mazivni film ulja najvećim dijelom utječe viskozitet. Ulja sa niskim viskozitetom su tanke tečnosti. Viskoza ulja je mjera za duktilnost sredstva za podmazivanje. Ulja sa visokim viskozitetom su viskozna.

U slučaju elemenata mašina koji se brzo kreću, koriste se maziva niskog viskoziteta. Viskoza maziva zavisi od njihove temperature. Što je niža temperatura, to je više viskozno mazivo. Iz ovog razloga se pri niskim temperaturama koriste ulja niskog viskoziteta. Temperatura pri kojoj maziva više nisu tečna se naziva tačka stvrdnjavanja.

Visoke temperature mogu dovesti do nastanka zapaljivih gasova koji se mogu zapaliti pri izloženosti iskrama ili plamenovima. Ova temperatura se naziva tačkom zapaljenja.

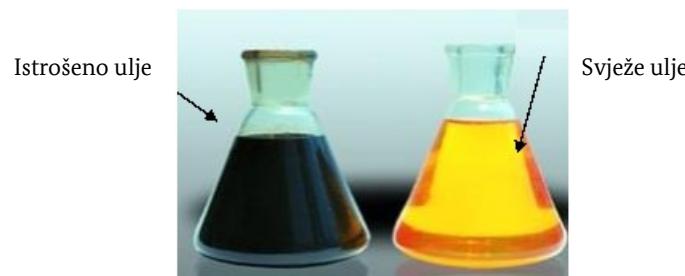
- a) **Viskozitet** određene tekućine je mjera njene otpornosti na postepenu deformaciju uslijed napona smicanja ili vlačnog napona. U slučaju tečnosti to odgovara neformalnom pojmu "gustine". Naprimjer, med ima veći viskozitet od vode. Povećanjem temperature, viskozitet ulja se obično smanjuje.
- b) **Tačka zapaljenja** je temperatura na kojoj maziva razvijaju plinove izgaranja.
- c) **Tačka tečenja** je temperatura do koje su maziva još uvijek tečna.
- d) **Tačka stvrdnjavanja** je temperatura na kojoj mazivo počinje postajati čvrsto i ne teče više.

(Tehničke tabele o uljima i mastima za podmazivanje se nalaze na stranama 56-58)

Stanje ulja

Maziva ne traju vječno – mogu postati istrošena i zaprljana ili ostariti te može doći do pada njihove kvalitete. Vizuelna provjera često otkriva stanje ulja za podmazivanje:

Stanje ulja	Uzrok
Zamućenje	Male čvrste čestice, oksidacija, mali balončići gasa
Tamnjenje boje	Starenje, metalna mikroabraziona prašina
Sedimentacija vode	Kondenzovana voda, ulazak vode izvana
Čvrsta tvar u uzorku ulja	Čestice od habanja elemenata mašine, zagađivači izvana



Slika 23 - Istrošeno i svježe ulje

Zastarjelo mazivo je izgubilo odlike podmazivanja i može dovesti do ranog kvarenja opreme. Česta kontrola i zamjena maziva nakon predviđenog broja sati rada je, stoga, obavezna.

6.6. Masti

Masti za podmazivanje se koriste za komponente koje se kreću niskom brzinom ili u svrhu zaštite podmazane površine od kontaminacije. Masti su u velikoj mjeri ljepljive. Masti predstavljaju sapunaste otopine (tj. kalcijev, natrijev i litijev sapun) u uljima. Drugim riječima, radi se o zgušnutim uljima. Masti su dostupne u različitim gustoćama. Idu od mekih do skoro čvrstih (pogledajte tehničke tabele na strani 57).

6.7. Čvrsta maziva

Čvrsta maziva se koriste za komponente koje se kreću polako, pri visokim pritiscima i pri ekstremno niskim ili visokim temperaturama. Prijanjaju uz površine elemenata mašina čak i u situacijama kada više nema filma ulja ili masti.

Čvrsta maziva imaju veću gustoću. Stvaraju plutajući sloj između komponenata koje klize. Dobre podmazujuće odlike za metalne komponente se postižu pomoću molibden sulfida. Uz pomoć ovog maziva se minimizira trenje i abrazija. Za ISO standarde primjenjive na maziva pogledajte tehničke tabele na stranama 57 i 58.

7. Okolišni i sigurnosni aspekti

7.1. Stanje ulja i njihova kontrola

Maziva se provjeravaju po pitanju čistoće, oksidacije, ostataka i starenja. Nivo ulja u mašinama i uređajima se provjerava u redovnim intervalima, u skladu s planom održavanja. To je moguće postići provjeravanjem pomoću mjerne šipke ili otvora za vizuelnu kontrolu ulja.

Kako bi se ocijenilo stanje ulja, neophodno je izvaditi mali uzorak. Pri tome se ocjenjuju sljedeće karakteristike: zamućenje, promjena boje, prisustvo vode i čvrstih čestica.

Stanje ulja

Stanje	Uzrok
Zamućenje	Vлага i/ ili lebdeće mikročestice, mali balončići gasa
Promjena boje	Metalna mikroabraziona prašina, strane tekućine, starenje ulja
Tamnjenje boje	Metalna abraziona prašina, čestice prašine, starenje zbog prekomjerne toplove
Sedimentacija vode	Kondenzovana voda, ulazak vode izvana
Čvrsta tvar u uzorku ulja	Abraziona prašina, ulazak prašine i čestica izvana

7.2. Odlaganje otpadnog ulja

Otpadno ulje se mora prikupiti i skladištiti u odobrenim posudama na siguran način. Odlaganje i recikliranje ulja vrše ovlašteni prikupljači i ono je predmet odgovarajućih zakona i državnih propisa.

7.3. Sigurnosna pravila za rukovanje mazivima

Maziva mogu dovesti do iritacije te izvući vodu i masnoću iz kože što može dovesti do obolijevanja kože. U svrhu zaštite kože, mora se nanijeti odgovarajući losion prije rukovanja mazivima ili se moraju nositi gumene rukavice.

Vrstu losiona za kožu i vrstu zaštitnih gumenih rukavica koristiti isključivo prema instrukcijama iz pravilnika o sigurnosti i zaštite na radu.

Pitanja i zadaci za ponavljanje i produbljeno učenje:

1. Zašto je jako važno održavati mašine i opremu urednim i čistim?
2. Šta su štetne posljedice korozije dijelova mašina?
3. Molimo da objasnite metode uklanjanja hrđe!
4. Šta je svrha kontrole u skladu s planom preventivnog održavanja?
5. Na koji način je moguće izbjegići ili minimizirati trenje između pokretnih dijelova mašina (vodilice, ležajevi, itd.)?
6. Molimo da objasnite termin "viskozitet"!
7. Na koji način možete utvrditi da li je ulje ostarilo i da li mora biti zamijenjeno?

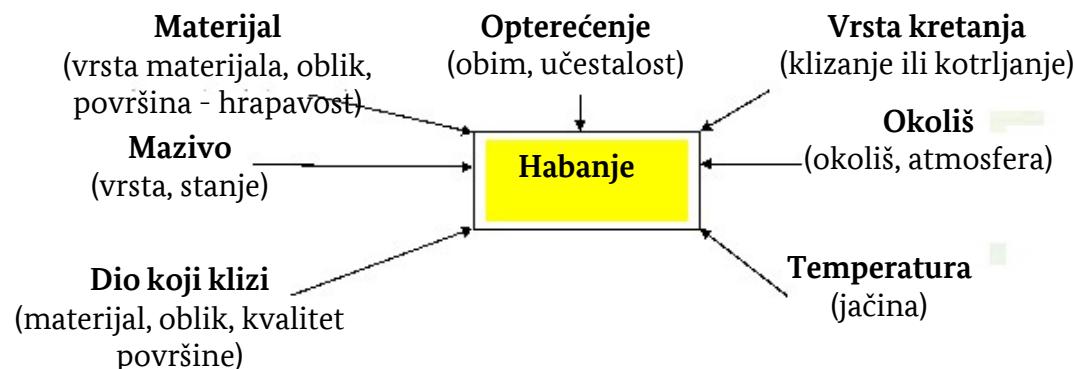
8. Razlozi za habanje elemenata mašina

Popravka mašina i opreme je najčešće vezana za habanje dijelova koji se kreću. Kada metalne površine klize jedna po drugoj, male čestice nastaju iz njihovih površina zbog hrapavosti. To se zove *abrazija* i dešava se kod ležajeva, kliznika i vodilica, zupčanika, itd. To je jedan od glavnih razloga za oštećenje dijelova mašine i s tim povezane kvarove opreme i vremena zastoja. Smanjenje habanja i abrazije je važan zadatak u cilju produženja vijeka trajanja opreme i uštede troškova i resursa.



Slika 24

8.1. Faktori koji utječu na habanje



7. Popravka alata i opreme

Predmeti koje je neophodno popraviti

Br. 1: Ručni alati - Dlijeto

Analiza problema

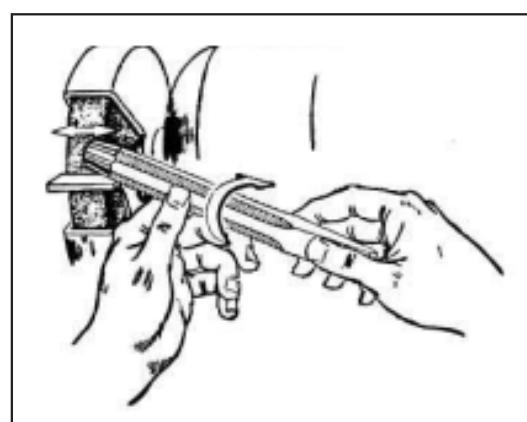
Glava dlijeta ima veliku izbočinu. Postoji opasnost od povreda ruke operatera ukoliko se dlijeto dalje koristi, obzirom da oštiri odlomci nekontrolisano otpadaju i lete okolo tokom upotrebe.



Slika 26

Predložene mjere popravke

Brušenje izbočine na stolnoj brusilici u skladu s potrebama.



Slika 27

Br.2: Vrh odvijača je otpao ili se odvijač iskrivio

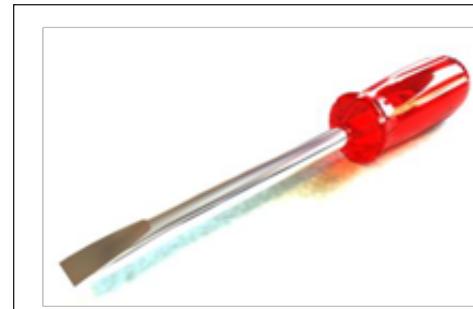
Analiza problema

Ukoliko se koristi i dalje, dolazi do oštećenja šarafa i nije ih moguće propisno zategnuti. Nije moguće izbrusiti vrh obzirom da bi se promijenio oblik vrha.



Slika 28

Predložene mjere popravke
Mora se kupiti novi odvijač.

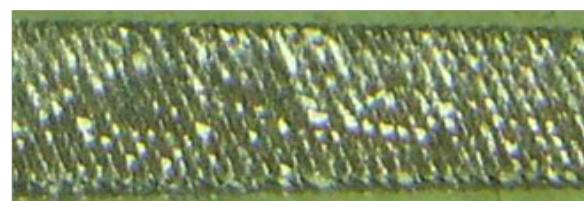


Slika 29

Br. 3: Turpije su začepljene metalnim strugotinama, a zupci su tupi

Analiza problema

Turpije ne sijeku pravilno ukoliko ima previše strugotina između zubaca. Ukoliko turpije leže jedne na drugima, brzo otupe, te može doći do lomljenja zubaca. Turpije sa tupim rubom nije moguće ponovo izbrusiti, njih je potrebno zamijeniti. Jako je važno pravilno spojiti dršku turpije sa krajem turpije. Ukoliko nije pravilno montirana, ručka može ispasti i povrijediti vašu ruku.

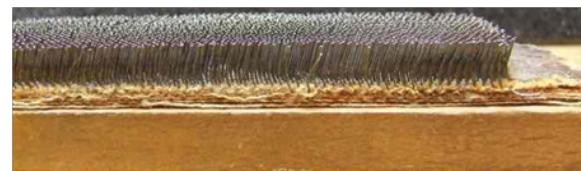


Slika 30



Slika 31

Predložene mjere popravke
Uklonite strugotine pomoću četke za turpijanje



Slika 32



Slika 33

Poredajte turpije uredno u ormaru, tako da ne dotiču jedna drugu.

Br. 4: Sječivo burgije je tupo i djelimično slomljeno



Slika 34

Analiza problema

Burgija sa tupim i djelimično slomljenim sječivim rubovima ne siječe pravilno. Površina rupe postaje gruba, prečnik rupe se povećava, kao i snaga sječenja. Vrh burgije se zagrijava i, ukoliko se uskoro ponovo ne naoštiri, doći će do pucanja.

Dijelovi burgije:



Slika 38

Predložene mjere popravke

Tupe burgije se moraju naoštiti rukom ili odgovarajućim pristrojem – neophodno je provjeriti geometriju alata pomoću pristroja, na brusilici sa postoljem ili stolnoj brusilici. Međutim, to zahtijeva jako puno iskustva. Bolji rezultati se postižu sa pristrojem za brušenje burgije.



Slika 40 - Ponovno oštrenje pomoću dodatka za brušenje svrdla



Slika 35



Slika 36 - Brušenje svrdla rukom

Br. 5: Puknuti klinasti remen

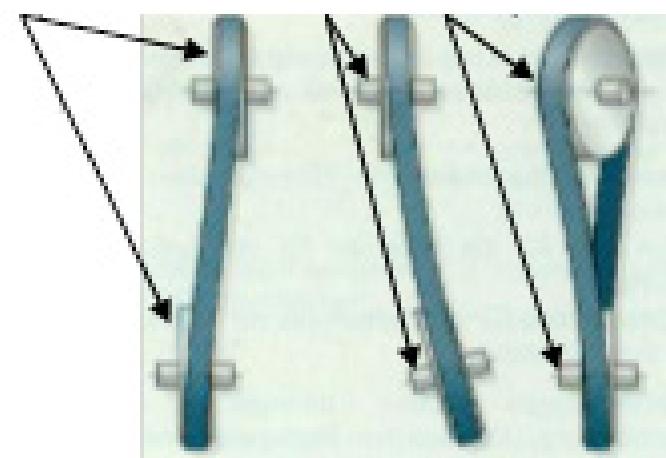


Slika 37

Analiza problema

Postoji nekoliko razloga zašto brzo dolazi do habanja remenova: iskrivljenost remenice, previše prljavštine između remena i remenice, prezategnuti ili labavi remenovi brže stradaju.

Položaj remenica:
Remenice zakrenute osovine nisu paralelne

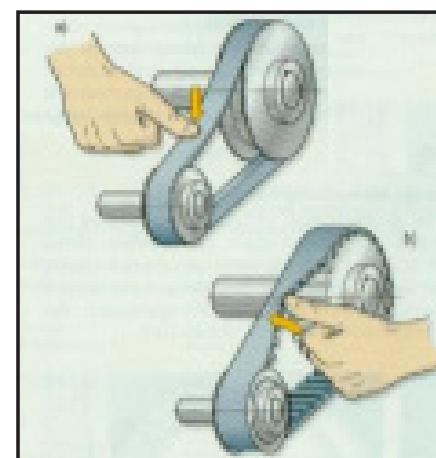


Slika 42

Predložene mjere popravke

- Provjerite i ispravite položaj remenica
- Provjerite i ispravite zategnutost pojasa
- Očistite pojasa, koture i kućište
- Zamijenite pohabane ili uništene remenove

Provjerite zategnutost remena prstom



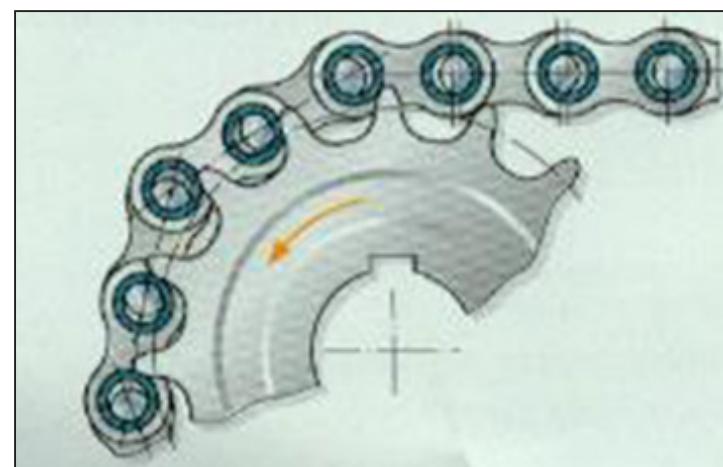
Slika 38

Br. 6: Lančani pogon je pukao ili izdužen



Slika 39

Habanje zglobova dovodi do produženja lanca. Kao rezultat toga, korak lanca ne odgovara nagibu lančanika. Lanac pod teretom može skliznuti sa lančanika. U takvim slučajevima je potreban novi lanac.



Slika 40 - Izduženi lanac

Analiza problema

Lanci se habaju ili čak pucaju brzo zbog sljedećih razloga:

- Nisu pravilno podmazani
- Korodirali su
- Previše vise
- Produžili su se
- Prljavština i prašina su se nakupile u zglobovima

Struktura valjkastog lanca

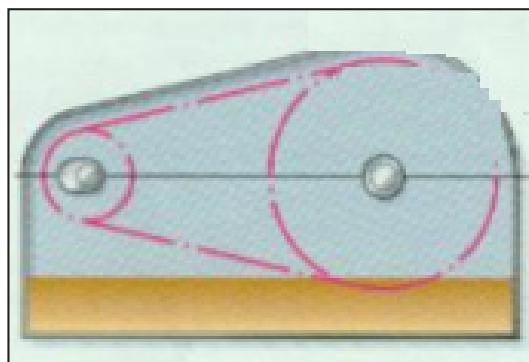
korak



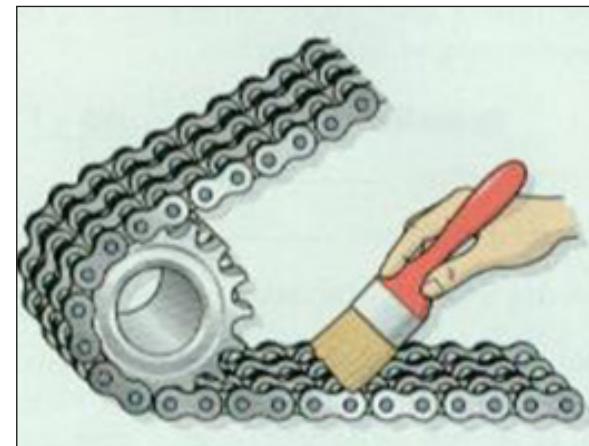
Slika 41

Predložene mjere popravke

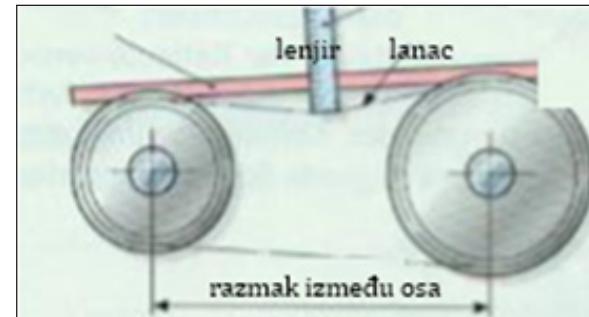
Podmazivanje lanaca:



Slika 43 - Podmazivanje uljnom kupkom
(zatvoreno kućište)



Slika 42 - Ručno podmazivanje



Slika 44 - Provjera visenja

U pravilu, lanac ne bi trebao visiti više od 2% od razmaka između osa. Kontrola se vrši kako je prikazano iznad.

10. Kuglični ležajevi

Kuglični ležajevi kod većine mašina spadaju u najvažnije elemente. Danas kuglični ležajevi posjeduju vrlo visoku kvalitetu tako da, u većini slučajeva, traju duže od vijeka mašina u koje su ugrađeni. Međutim, kada se desi da dođe do kvara ležajeva prije vremena, posljedice mogu biti katastrofalne. Ako pretpostavimo da do kvara ležaja dolazi u velikom proizvodnom postrojenju, šteta i finansijski gubitak uzrokovani proizvodnim zastojem mogu biti ogromni. Primjer kvara ležaja je iskakanje iz šina teretnog voza u SAD-u prije par godina. Šta je bio uzrok tome? Kuglični ležaj je bio pogrešno montiran i obzirom da je to uzrokovalo veliko trenje, zagrijavao se i pukao, što je dovelo do iskakanja voza iz tračnica. Česte kontrole ležajeva su stoga obavezne u slučaju ključne opreme i mašina.



Slika 45

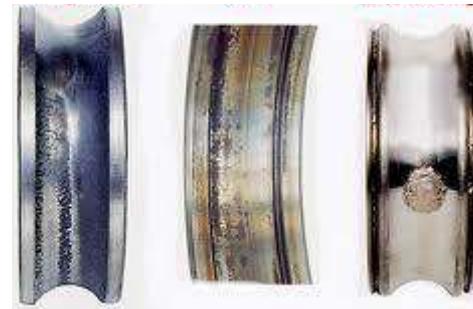
Prije nego ležaj u potpunosti strada, moguće je primjetiti tipične promjene u izgledu:

- Zamor materijala putanja unutrašnjeg i vanjskog prstena ležaja, što dovodi do pregrijavanja i deformacije
- Mikro pukotine u putanjama
- Abrazivno habanje zbog lošeg podmazivanja i prekomjerne topote
- Prodiranje vode, što dovodi do korozije
- Deformacija zbog pogrešne tehnike montaže ili pogrešnih tolerancija za okno i kućište

10.1. Tipičan izgled habanja kugličnih ležajeva



Slika 46 - Neusklađenost ležaja je dovela do prekomjernog habanja s jedne strane



Neusklađenost Hrđa Pogrešno rukovanje
Slika 48 - Šteta na ležaju



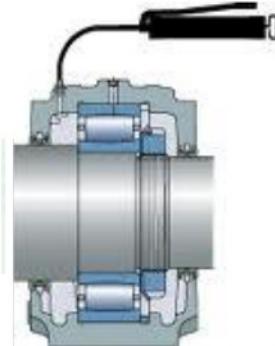
Slika 47 - U potpunosti oštećen ležaj

Zaključak:

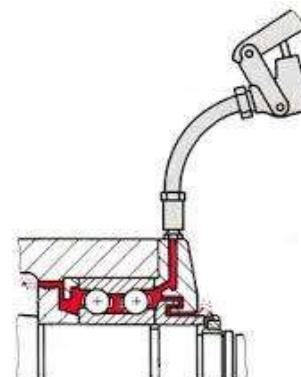
Ukoliko se poštuju **osnovna pravila** pri održavanju kugličnih ležajeva, oni funkcioniraju pravilno tokom dužeg vremenskog perioda:

- Ne odstupati od specifikacije ležaja po pitanju maksimalnog broja obrtaja u minuti i propisanog opterećenja
- Osigurajte da su tolerance prečnika osovine i prečnika kućišta tačne i da odgovaraju onima koje je proizvođač zupčanika propisao
- Koristite propisane alate za montažu i demontažu ležajeva
- Nikada ne kucajte čekićem na ležaj
- Osigurajte da su zaptivke na svom mjestu
- Osigurajte da je podmazivanje efikasno te da se vrši pravilan vid podmazivanja i u pravoj količini
- Montirati i demontirati ležajeve u skladu sa specifikacijama proizvođača

Podmazivanje ležajeva pomoću pištolja

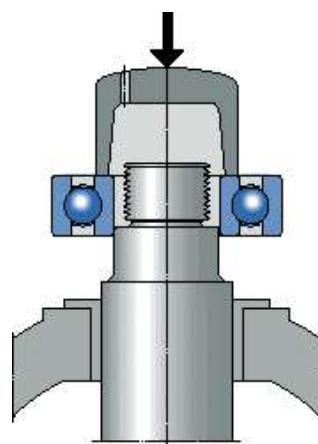


Slika 50



Slika 51

10.2. Montaža ležaja pomoću čahure



Slika 52

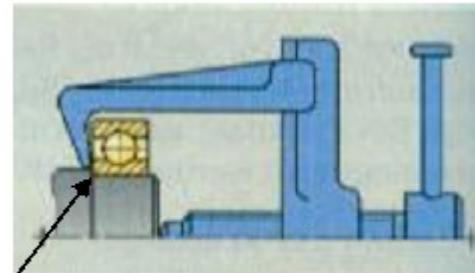
Prilikom montaže ležaja na osovinu, mora se osigurati da se pritisak primjenjuje samo na unutrašnji prsten. (Ukoliko bi se pritisak primjenjivao na vanjski prsten, djelujuće sile bi tekle kroz kuglice i time oštetile putanje). Prije pritiskanja ležaja na osovinu, kontaktne površine su blago podmazane, a pritisak se na jednak način primjenjuje. Postoji čvrsto nalijeganje između unutrašnjeg prstena i prečnika osovine.

10.3. Demontaža ležaja sa osovine



Slika 53

Za demontažu ležaja sa osovine, dostupni su posebni ekstraktori za ležajeve – svlakači. Sastoje se od vratila sa navojem umetnutog u most sa dva ili tri kraka. Kraci posjeduju kuke koje hvataju prsten koji je potrebno svući, a stezanjem vratila u odnosu na centar osovine je moguće svući ležaj sa iste.



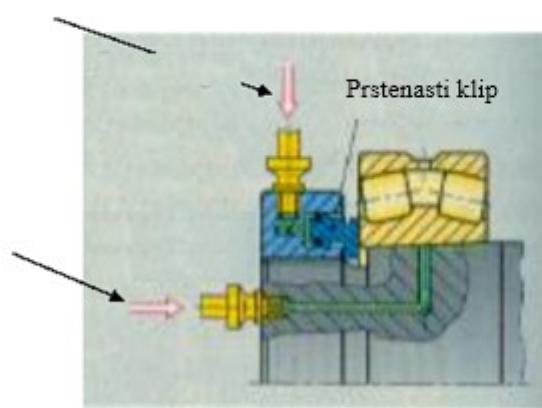
Vučna sila primijenjena na unutrašnji prsten.

Slika 48a

10.4 Uklanjanje ležaja hidrauličkim pritiskom

Pritisak
hidrauličkog ulja
za instaliranje
ležaja

Pritisak
hidrauličkog ulja
za demontiranje
ležaja



Slika 49

U slučajevima kada nije moguće koristiti mehanički ekstraktor ležajeva, moguće ih je montirati i demontirati pomoću pritiska ulja, kao što je prikazano iznad.

11. Održavanje zupčanika

Kako bi se prenijela ili promijenila brzina rotiranja vratila, neophodni su zupčanici. Zupčanike možemo pronaći u skoro svim mašinama, od vrlo malih (npr. mehanički satovi) do vrlo velikih (npr. vjetrenjače).



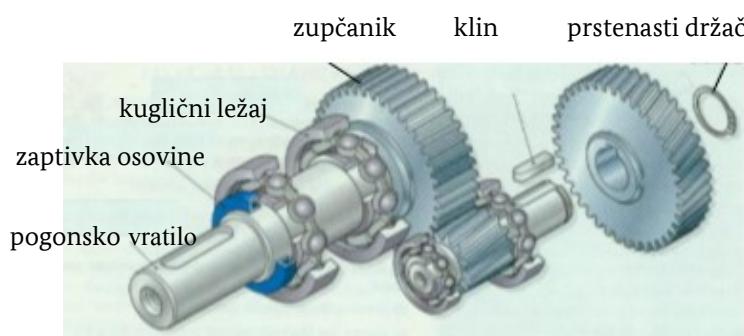
Slika 55 - Mali zupčanici u mehaničkom satu



Slika 50a - Veliki zupčanici u vjetrenjači

Kada zupčanici rotiraju, njihove strane su u mehaničkom kontaktu, tako da dolazi do stvaranja trenja koje je neophodno smanjiti podmazivanjem. Veoma često se zupčanici stavljaju u zatvoreno kućište da bi se spriječilo prodiranje prljavštine i prašine. Podmazivanje zupčanika se vrši uljnom kupkom. U slučaju zupčanika temperatura ne treba prelaziti 80°C jer u suprotnom ulje može brzo ostariti i može doći do oštećenja zaptivki.

Zupčasti prenosnici se sastoje od uobičajenih elemenata mašine, kao što je prikazano ispod.



Slika 51 – Elementi zupčastih prenosnika

Zupčasti prenosnici se sastoje od uobičajenih elemenata mašine

- Zupčanici prenose (ka gore i ka dolje) kružno kretanje i obrtni moment
- Vratilo prenosi obrtni moment i snagu
- Klinovi povezuju zupčanik sa vratilom
- Kuglični ležajevi vode i podržavaju vratila ili zupčanike
- Prstenasti držači zaustavljaju zupčanike u osovinskom pravcu
- Zaptivke vratila između vratila i kućišta sprečavaju ulazak prljavštine i prašine i predstavljaju barijeru za izlazak maziva



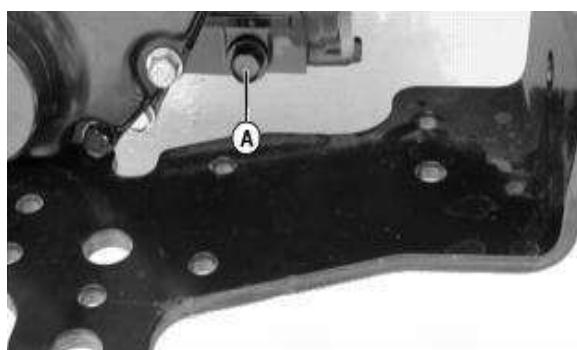
Slika 52 - Ručno podmazivanje kugličastog ležaja



Slika 53 - Pravilno podmazan valjkasti ležaj

Održavanje zupčastih prenosnika

- a) Najprije propisno očistite pogon – prljavština i prašina izvan kućišta sprečavaju razmjenu toplote sa atmosferom, tako da može doći do pregrijavanja zupčanika pa ga je potrebno propisno čistiti
- b) Osigurajte se da je zupčanik isključen i da ne može nehotice doći do njegovog ponovnog uključivanja
- c) Stavite kantu ili posudu za ispuštanje ispod otvora za ispuštenje prenosnika, otvorite odvod ili poklopac, izvadite čep (A) i ispuštite otpadno ulje da isteče



Slika 54



Slika 55

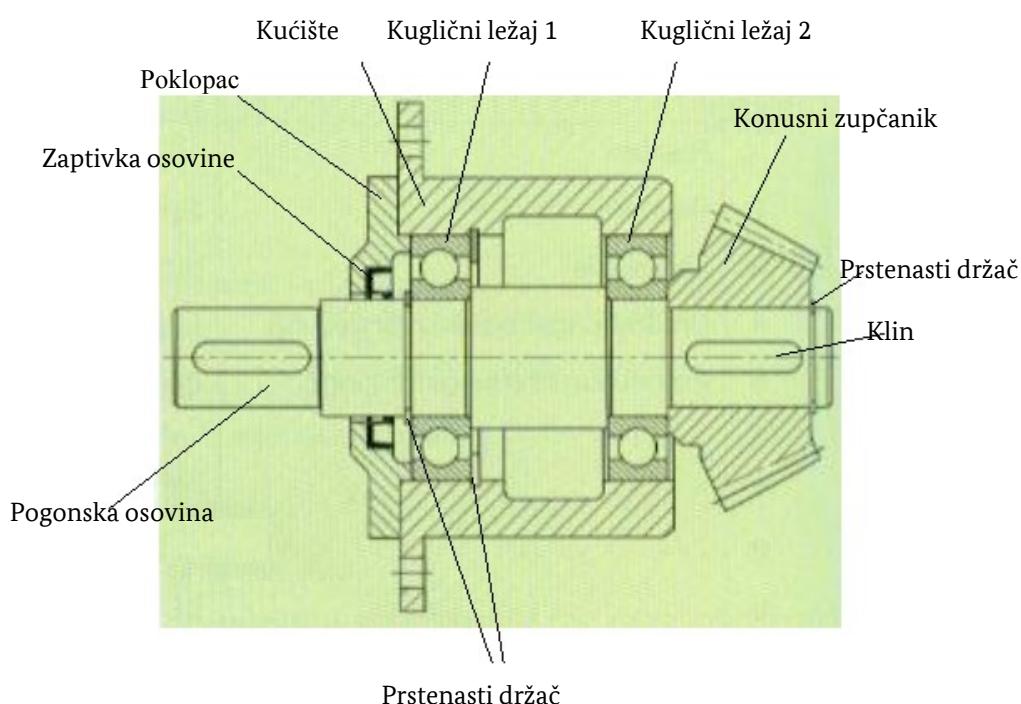
- d) Ukoliko je neophodno, isperite abrazione čestice, čvrste čestice i prljavštinu posebnim uljem ili rastvaračem
- e) Ubacite vijak za ispuštanje starog ulja – provjerite prsten zaptivke i zamijenite ga ukoliko je potrebno
- f) Stavite svježe ulje u skladu sa specifikacijom (vrsta i količina)
- g) Provjerite nivo ulja nakon što sačekate
- h) Zatvorite poklopac

Sigurnosno uputstvo za rukovanje uljem

- Držite sredstvo za vezivanje ulja pri ruci u slučaju da dođe do prosipanja
- Nosite sigurnosne rukavice kako biste zaštitili kožu
- Skladištite i odlažite otpadno ulje na siguran način, u skladu s okolišnim propisima

Pitanja i zadaci za ponavljanje

Zadatak br. 4: Proučite sklop konusnog zupčanika. Kod ovog sklopa, dva kuglična ležaja (1 i 2) su pohabana i neophodno ih je zamijeniti sa dva nova. Navedite listu koraka za rastavljanje sklopa, zamjenu kugličnih ležajeva i sklapanje svih dijelova nakon toga, tačnim redoslijedom. Navedite montažne alate koje biste koristili i kako biste izvršili podmazivanje prije remonta.



Slika 56

Pitanja:

1. Šta su glavni faktori koji dovode do habanja pokretnih dijelova mašine?
2. Zašto ručne turpije trebaju biti uredno složene u ormaru ili ladici za alate?
3. Koji su razlozi ranog habanja i oštećenja remena?
4. Na koji način prašina i prljavština utječu na lance?
5. Kako se demontira ležaj? (Čvrsti dosjed između pogonske osovine i unutrašnjeg prstena ležaja.)
6. Zašto ne treba montirati ležaj udarcima čekića?
7. Koji faktori doprinose preranom starenju ulja u prenosnicima?

12. Električno održavanje i popravka

Većina opreme koja se koristi u radionicama za zavarivanje i proizvodnju, odnosno električni alati, uređaji za zavarivanje i mašinski alati zavise od električne energije u svrhu nesmetanog rada. Cjelokupna električna oprema i električne instalacije, tj. žice i kablovi, osigurači, kućišta, kablovski vodovi, električni motori, utikači i utičnice također podliježu habanju i trošenju tokom vremena. U slučaju zakazivanja električnih komponenti može doći do ozbiljnih posljedica, pa čak i do opasnosti po zdravlje i život uslijed električnog udara ili opasnosti od požara zbog pregrijanih žica, kontakata, itd. Stoga je jasno da cjelokupne električne instalacije treba redovno provjeravati i da se svi kvarovi moraju otklanjati i popravljati.

Važno je napomenuti da sve električne popravke mora vršiti samo certificirani električar – radniku nije dozvoljeno da radi na električnim instalacijama i vrši popravke elektronike. To je osigurano propisima i pravilnicima o sigurnosti i zaštiti na radu.

Radnik treba obraćati pažnju na nepravilnosti električnih instalacija samo putem vizuelne inspekcije i prijavljivati sva oštećenja svom nadređenom.

Uobičajeni kvarovi električnih instalacija



Slika 57

Nedostajući poklopac za kutiju sa osiguračima

Poklopac za kutiju sa osiguračima nedostaje, a svi kontakti i žice su izloženi prašini i kiši. Korozija i kratki spojevi mogu biti posljedica. Pored toga, kontakti nisu izolirani, svaka osoba koja ih slučajno dotakne bi mogla doživjeti strujni udar. Obzirom da je kućište već u velikoj mjeri korodiralo, neophodna je nova kutija sa osiguračima i nova instalacija.



Slika 58

Pokvarena/ pokidana izolacija kabla

Tokom vremena, izolacija električnog kabla se oštetila i privremeno ju je popravio radnik. Ovaj zadatak nije izvršen na profesionalan način – električar bi trebao instalirati potpuno novi kabl i osigurati da postoji smanjenje napona u kablu.

Zadatak br. 5: Pogledajte sljedeće slučajeve kvarova električnih instalacija, identifikujte kvarove, analizirajte njihove uzroke i dajte prijedloge za popravku! (Imajte na umu da samo certificirani električar ima pravo vršiti popravke).

1.



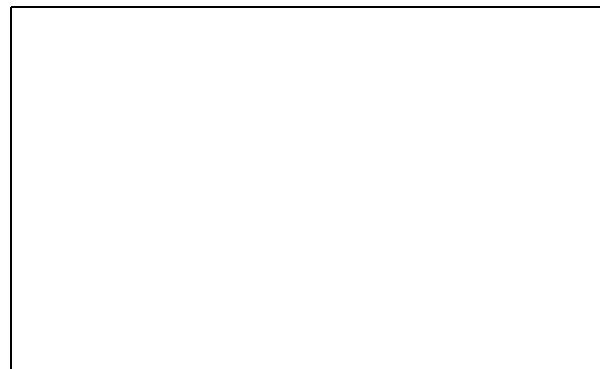
Slika 59



2.



Slika 60



3.



Slika 61



13. Primjer održavanja aparata za MIG zavarivanje – MIG 200i

Kod aparata za zavarivanje MIG 200i postupak održavanja se sastoji od sljedećih koraka:

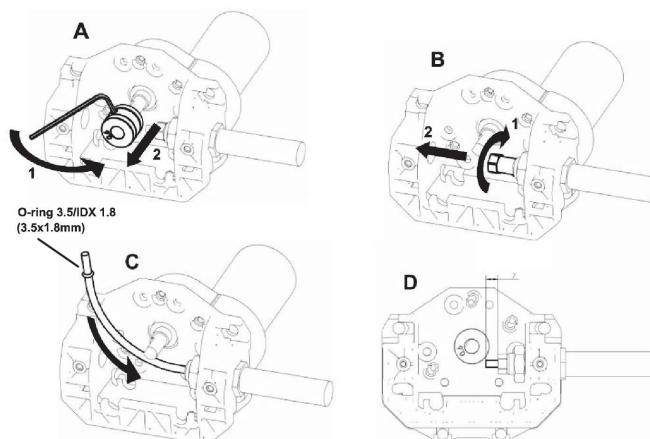
1. Pregled i čišćenje

Izvor napajanja

- Redovno provjeravajte da li je izvor napajanja očišćen od prljavštine.
- Učestalost i način čišćenja zavise od: postupka zavarivanja, vremena luka, raspolaganja i okoliša. Uglavnom je dovoljno izduvati izvor napajanja suhim komprimiranim zrakom (pod smanjenim pritiskom) jednom godišnje.
- Začepljeni ili blokirani ulazi i izlazi zraka mogu dovesti do pregrijavanja.

Plamenik za zavarivanje

- Čišćenje i zamjena potrošnih dijelova plamenika za zavarivanje mora se obavljati u pravilnim intervalima kako bi se osiguralo neometano dopremanje žice. Vodilicu za žicu redovno izduvajte te očistite kontaktni vrh.



Slika 73 – Zamjena vodilice za žicu

2. Postupak zamjene vodilice za žicu:

- Olabavite vijak za blokiranje i skinite valjak s osovine.
- Olabavite maticu prilagodnika, izravnajte kabel plamenika i izvadite vodilicu.
- Umetnjite zamjensku vodilicu u izravnati kabel i gurajte je dok ne dotakne vrh kontakta.
- Pričvrstite vodilicu maticom prilagodnika. Odrežite višak vodilice tako da viri 7 mm iz vrha prilagodnika.

14. Primjer održavanja industrijske dizalice

Održavanje je ključni faktor u radu sa dizalicama. Ukoliko se zanemari održavanje dizalice, može doći do većih oštećenja pojedinih komponenata koje će na kraju rezultirati finansijskim oštećenjem firme, a može dovesti i do ozljeda na radu.

Samo održavanje obuhvata uobičajene postupke, nadgledanje, kontrolu i provjeru koje vrši sam rukovatelj ili specijalizirano osoblje zaduženo za redovno održavanje. Redovne provjere se dijele na dnevne provjere koje vrši rukovatelj i godišnje provjere koje vrši specijalizirano osoblje.

Dnevne provjere koje vrši rukovatelj:

- opetovane vizualne provjere,
- provjere funkcionalnosti (provjera motora, graničnika, provjera kočnica na prazno, provjere tipke START/STOP i ostalih tipki na upravljačkom sklopu), i
- vizuelna provjera stanja užadi i kopči

Godišnje provjere koje vrši specijalizirano osoblje:

- provjera jesu li pokretni dijelovi dovoljno podmazani i provjera kablova,
- provjera funkcionalnosti i potpunosti vodova za napajanje i njihovih komponenata,
- provjera istrošenosti kolotura, i
- provjera da li su ispoštovana pravila koja su propisana zakonom, odnosno pravilnikom o tehničkim normativima za dizalice.

15. Primjer održavanja CNC mašine HASS UMC-500/750

Redovno održavanje je važno da bi bio osiguran dug i produktivan radni vijek mašine s minimalnim vremenom zastoja. Najčešći zadaci održavanja su jednostavni i mogu ih obaviti sami operateri. Također, za složene zadatke održavanja potrebno je pitati proizvođača mašine.

Stavka održavanja	Interval
Automatski izmjenjivač alata - SMT	
Očistite strugotine s izmjenjivača alata.	Sedmično
Pregledajte klip kraka i sklop alata za namještanje.	Šest mjeseci
Podmažite bregaste osovine izmjenjivača alata.	Godišnje
Pomoćni filter	
Zamijenite vrećicu filtera.	Provjerite mjerac
Provjerite ima li pukotina na crijevima.	Šest mjeseci
Podmazivanje osi	
Pregledajte nivo maziva u spremniku.	Mjesečno
Provjerite ima li pukotina na crijevima.	Šest mjeseci
Električni ormarić	
Očistite ventilacijske otvore / filter vektorskog pogona.	Mjesečno
Ograda	
Pregledajte ima li oštećenja na prozorima.	Dnevno
Pregledajte rad spoja vrata.	Dnevno
Pregledajte poklopce kanala i podmažite.	Mjesečno
Minimalna količina podmazivanja	
Očistite filter unutar spremnika ulja.	Godišnje
Odvajanje ulja	
Pregledajte cijev za obiranje ulja.	Šest mjeseci
Pneumatika	
Pregledajte pritisak regulatora zraka za vreteno.	Sedmično
Provjerite ima li pukotina na crijevima.	Šest mjeseci
Očistite elektromagnetski ventil pročišćavanja zraka.	Godišnje
Sistem sonde	
Provjerite baterije sonde.	Šest mjeseci
Provjerite kalibraciju sonde.	Šest mjeseci
Rotacijske osovine	
Pregledajte ulje.	Godišnje
Zamijenite ulje.	Dvije godine
Zamijenite cilindar protuteže osi A.	Dvije godine
Standardni sistem rashladnog sredstva za polijevanje	
Očistite zaslon filtera.	Prema potrebi
Pregledajte nivo rashladnog sredstva.	Sedmično
Pregledajte koncentraciju rashladnog sredstva.	Sedmično

Očistite spremnik rashladnog sredstva i zamijenite rashladno sredstvo.	Sest mjeseci
Očistite filter standardnog rashladnog sredstva.	Šest mjeseci
Provjerite radi li ispravno punjenje rashladnog sredstva.	Sest mjeseci

Stavka održavanja	Interval
Vreteno	
Očistite i podmažite suženje vretena.	Prema potrebi
Provjerite silu šipke za vuču vretena.	Godišnje
HSK glavno vreteno	
Obratiti se proizvođaču da biste dobili nainoviie informacije o održavanju HSK glavnog vretena.	
Podmazivanje vretena	
Pregledajte nivo spremnika maziva.	Mjesečno
Alat	
Podmažite vučne zavrtnje.	Prema potrebi
Rashladno sredstvo kroz vreteno (TSC)	
Očistite TSC filter.	Šest mjeseci
Provjerite ima li pukotina na crijevima.	Šest mjeseci
Provjerite radi li ispravno indikator automatskog čišćenja.	Sest mjeseci

16. Didaktičke napomene

Strug, kao vjerovatno najčešće korištena i najpopularnija alatna mašina u radionici, može biti idealan predmet za vježbanje preventivnog održavanja. Pored toga, to je prva stvarna mašina sa kojom će se upoznati učenici.

Instruktori mogu podsjetiti učenike na staru izreku **“Bolje spriječiti nego liječiti”** i istaći činjenicu da je oprema u tehničkim stručnim školama dragocjena i od velike vrijednosti. Čak je dobra praksa pomenuti vrijednost pojedinačnih mašina i opreme, npr. strugovi 5000 EUR, glodalice 10 000 EUR, pomična mjerila 50 EUR, glodala 80 EUR, itd. Na taj način se podiže svijest učenika o važnosti brige za opremu s kojom rade te da se prema njoj uvijek odnose sa pažnjom.

Priručnik o radu uz strug će služiti kao osnova za plan održavanja i izradu različitih kontrolnih lista u okviru škole. Instruktor može odlučiti da učenicima dopusti da pod njegovim nadzorom vrše zadatke preventivnog održavanja pojedinačno ili ih može dodijeliti kao grupni zadatak.

Podrazumijeva se – čak i rad na održavanju mora se ocijeniti. Kontrolne liste ili liste za procjenu se mogu koristiti u tu svrhu (pogledajte stranu 52 koja sadrži obrazac).

Učenik dokumentira dnevne/ sedmične/ mjesečne zadatke održavanja u svoj dnevnik.

17. Evidencijske kartice

List za evidenciju preventivnog održavanja

Škola:

Smjer:

Radno mjesto:

Učenik:

Datum:

Br.	Opis:	Nivo prihvatljivosti: Odlično/ dobro/ zadovoljavajuće/ loše/ neprihvatljivo	Broj poena	Napomene:
1	Čistoća struga, ormara sa alatima, polica i pomoćnih alata			
2	Postojeći plan održavanja (npr. u ladici ili prikačen za ormar sa alatima)			
3	Dnevni/ sedmični/ mjesečni zadaci održavanja koji se vrše i potpisuju u plan održavanja			
4	Potpuni i funkcionirajući pomoćni alati, alati, itd. na njihovom predviđenom mjestu			
5	Štitnici, sigurnosni uređaji, npr. sigurnosne naočare na njihovom mjestu			
6	Napunjena oprema za podmazivanje (kanister za ulje, pištolj za mast) u dobrom stanju. Dostupan materijal za čišćenje, krpe, četke, itd. na svom mjestu			

Provjerio i potpisao:

Datum:

18. Ekonomski aspekti

Sposobnost rada mašina i opreme, npr. struga, u velikoj mjeri zavisi od pouzdanosti njihovih dijelova i kvalitete elemenata mašina. Pouzdanost opisuje vjerovatnoću da oprema radi kontinuirano bez ikakvog kvara tokom definiranog vremenskog perioda. Velika pouzdanost implicira manje kvarova, manje zastoje i manje proizvodne gubitke.

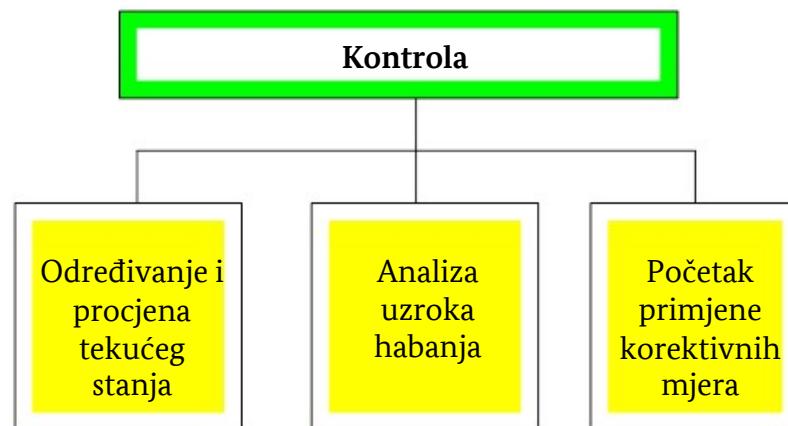
Na pouzdanost mašina i opreme utječu:

- dizajn
- odlike materijala
- proizvodnja i okolišni uslovi
- održavanje

Poznavanje pouzdanosti mašine je važno za održavanje, obzirom da se mogu dati izjave o vjerovatnom vremenskom trenutku kvara. Međutim, oprema poput npr. tokarilice je pouzdana koliko i najslabiji element mašine. Stoga je nužna redovna inspekcija elemenata mašina, njihovih dijelova i dijelova opreme. U slučaju tokarilice, priručnik o radu navodi koji dijelovi mašinskog alata se moraju kontrolirati. Električni prekidači, plosnati i klinasti remenovi, poluge i ručne komande, prenosnici, vratila za buku i vibracije su samo neki od njih.

19. Kontrola

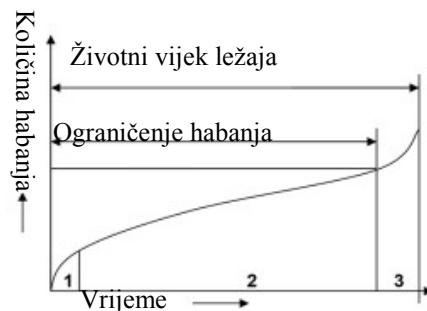
Cilj kontrole je rana identifikacija znakova habanja u cilju poduzimanja odgovarajućih mjer na vrijeme.



Kontrola počinje vizuelnom provjerom mašine i opreme. Izmjene prvobitnog stanja se otkrivaju i lokaliziraju vizuelnim putem, mogu biti čujne, može ih se osjetiti i pomirisati.

Čulo	Promjene/ nepravilnosti	Uzroci
Vida	Pukotine, promjena oblika, istjecanje tečnosti, nepravilne kretnje, blokade	Defektni materijali, curenja, zaprljanosti, pogrešno podešavanje ili kalibracija
Sluha	Kliktavi zvuk, škripanje, šumeći zvuk	Zapršljost, prazan hod i abrazija
Dodira	Temperatura, vibriranje, vlažnost	Habanje, nedovoljna podmazanost, preopterećenost, neadekvatno ispuštanje tečnosti
Mirisa	Izlazak gasova	Zagrijavanje/ gorenje električnih kablova

Krivulja habanja za klizni ležaj



Dijagram prikazuje krivulju habanja kliznog ležaja. Habanje elementa mašine se odvija u tri faze:

Faza 1: Tokom inicijalnog rada, habanje ležaja je sve brže. Razlog tome je činjenica da se ležaj uhodava.

Faza 2: U ovoj fazi, habanje sjedišta ležaja je sve sporije te nije vjerovatno da će doći do kvara kliznog ležaja. Obzirom na stalno rastuće habanje, razmak u podmazivanju sjedišta ležaja se polako povećava.

Faza 3: Prilikom postizanja ograničenja habanja, ono mijenja geometriju kliznog ležaja na neprihvatljiv način. Tačnost usmjerenja i koncentričnost vratila više nisu zagarantovani. Nagli kvar postaje moguć.

Sjedište ležaja je predviđeno za određenu količinu habanja koja se doseže sa ograničenjem habanja. U cilju određivanja pouzdanosti, sve kvarove mašine je neophodno evidentirati i analizirati sa statističkog aspekta.

Pored habanja uslijed rada, moguće je identificirati brojne druge uzroke defekata:

Analiza defekata



Gornji dijagram prikazuje brojne moguće vrste defekata i njihovih uzroka. Ukoliko se defekti ne identificiraju ili se zanemaruju tokom dužeg vremenskog perioda, šteta na mašini i sigurnosne opasnosti se mogu progresivno povećavati. Inspepciona kontrolna lista izrađena za određeni mašinski alat se može pronaći u priručniku o radu ili je mogu izraditi instruktor i učenici u okviru grupnog zadatka.

Kontrolna lista za strug

Ova inspepciona kontrolna lista pomaže da se pronađu defekti u ranoj fazi, prije nego dođe do velikih kvarova. Kontrolna lista sadrži sve važne elemente koje je potrebno pregledati, a u mnogim slučajevima priručnik o radu sadrži sve neophodne informacije za izradu kontrolne liste. Učestalost kontrole zavisi od iskustva operatera maštine.

Određene kontrole zahtijevaju puno vremena, odnosno potrebno je puno vremena za utvrđivanje tačnosti maštine. Stoga su neophodni tačni mjerni instrumenti, odnosno baždareni mjerači i testovi geometrijskog oblika kao što je ispravnost vodilica, cilindričnost glavnog vratila, okomitost poprečnog graničnika, usklađenost centra glavnog vratila u odnosu na centar konjića – to su samo neki od njih. Rezultati testova se bilježe u protokolima i porede sa mašinskim protokolima datima u vrijeme dostave mašinskog alata.

Također je dobra praksa izraditi testni komad u skladu s inženjerskim crtežom. Taj testni komad treba imati dizajn neophodan za proizvodnju, različite brzine vratila, napajanje te bliske tolerancije. Rezultati kontrole testnog komada odražavaju kvalitet mašinskog alata:

- velika hrapavost površine može biti rezultat vibracija zbog pretjerane istrošenosti u vodilicama ili ležajevima
- greške kod pužnih vijaka će uzrokovati dimenzione greške
- neusklađenost centra vratila i centra konjića će dovesti do neželjenog suženja na dugačkim cilindričnim radnim komadima, itd.

*Primjer kontrolne liste:***Kontrolna lista**

Mašina/ oprema Br. Godina proizvodnje: Ime učenika:

	Opis - mjesto kontrole	Interval kontrole	Rezultat/datum/potpis (skraćeno)
Funkcija	Kretanje svih kliznika	Sedmično	
	Stanje ručki, poluga, dugmadi	Sedmično	
	Prenosnici	Mjesečno	
	Pomoći alati	Sedmično	
	Vratila (rezonatori)	Sedmično	
	Tačnost maštine	Polugodišnje	
Učinak	Tačnost obavljanja zadatka	Polugodišnje	
	Stezaljka za alat, konjič, matica i vijaka	Sedmično	
	Jedinica za hlađenje	Sedmično	
	Podesiva radna lampa maštine	Sedmično	
	Korozija nezaštićenih metalnih površina	Dnevno	
	Instalacija maštine	Godišnje	
Sigurnost	Postojeći zaštitnici i uredaji	Dnevno	
	Električna signalna svjetla	Sedmično	
	Električne žice	Polugodišnje	
	Električna kontrolna kutija	Polugodišnje	
	Curenje ulja	Dnevno	
	Stanje sredstva za hlađenje	Sedmično	
Okočiš	Isparavanja	Dnevno	
	Čistoća	Dnevno	

20. Radni zadatak (projektni rad)

Vaš trening centar želi povećati prihvat učenika i stoga su mu potrebna još 4 struga. Obzirom da nema novca za kupovinu novih strugova, vaš direktor odlučuje nabaviti korištene mašine sa tržišta mašinskih alata. Saznali ste da je susjedna fabrika trenutno u procesu zamjene uobičajenih mašinskih alata modernim CNC strugovima. Oni nude svoje korištene strugove centru za obuku po razumnoj cijeni. Vaš direktor sada zahtijeva da odjel za obuku posjeti kompaniju, pogleda strugove, procijeni njihovo stanje i dokumentira rezultate inspekcije. Vaš instruktor bira 4 grupe učenika kako bi pregledali strugove i proveli radni zadatak u skladu sa sljedećim uputama:

Pripremne aktivnosti:

- izrada liste ručnih alata i dopunskog materijala neophodnog za kontrolu
- izrada liste alata za kontrolu/ mjerjenja potrebnih za inspekciju
- izrada kontrolne liste za različite zadatke
- priprema kontrolnog protokola za geometrijsku tačnost struga u skladu s ISO (ispravnost vodilica, okomitost poprečnog graničnika, usklađenost centra glavnog vratila u odnosu na centar konjića, formular daje instruktor)

Kontrola:

Zabilježite tehničke specifikacije struga:

- udaljenost od centra do centra
- visina centra
- maksimalni radni prečnik nad ležištem
- prečnik osovinskog svrdla
- unutrašnji presjek osovine
- brzine vratila
- pomaci (uzdužni i poprečni)
- pomaci za metarske i inčne dimenzije za urezivanje navoja
- unutrašnji presjek konjića
- maksimalni hod konjića
- snaga na izlazu električnog pogonskog motora
- voltaža
- težina struga
- vanjske dimenzije (dužina, širina, visina)

Dajte opšte informacije:

- proizvođač struga
- godina proizvodnje
- serijski broj struga

- priručnik o radu je dostupan: da/ ne
- kontrolni protokol proizvođača (uvjerenje o testiranju) dostupan: da/ ne
- lista dostupnih pomoćnih alata i njihovo opće stanje
- informacije o općem izgledu struga i fotografiranje

Provredite kontrolu u skladu s kontrolnom listom (pogledajte stranicu 52).

Provredite geometrijski test struga u skladu s ISO standardom (pogledajte prilog dokumenta (B) (stranice 59-60).

Izradite testni komad (inžinjerski crtež koji na raspolaganje stavlja instruktor), izvršite provjeru testnog komada, procijenite tačnost i sačinite kontrolni protokol.

Načinite rezime sa svim rezultatima kontrole i sačinite sažetak kvalitete struga.

Preporučite/ odobrite kupovinu struga ili dajte preporuku da se kupovina ne izvrši, zavisno od rezultata kontrole i navedite razloge.



Slika 74

Geometrijski test: Provjera koncentričnosti glave vratila pomoću baždarenog mjerača i magnetnog stalka.



Slika 75

Geometrijski test: Provjera paralelnosti ose radnog vratila sa kretanjem nosača pomoću baždarenog mjerača i magnetnog stalka.

21. Pokretanje korektivnih mjera

Zavisno od rezultata kontrole i otkrivanja defekata, neophodno je pokrenuti korektivne mjere:

- usklađivanje planova održavanja i kontrolnih lista (u skladu s priručnikom o radu vašeg konkretnog struga)
- otpočinjanje remonta i radova popravke
- predlaganje tehničkih poboljšanja

Svrha ovih mjera je povećati otpornost na habanje i produžiti životni vijek elemenata mašina.

22. Ocjena, testna pitanja

- Šta je najvažniji aspekt preventivnog održavanja?
- Koju opremu koristite za podmazivanje struga?
- Šta podrazumijevate pod tačkom stvrdnjavanja, a šta pod tačkom zapaljenja ulja?
- Zašto ulje u prenosnicima ili centralnom sistemu za podmazivanje treba zamijeniti nakon određenog vremenskog perioda?
- Šta podrazumijevate pod obimom habanja?
- Koji su glavni elementi geometrijskog testa struga?

Prilog A: Podrška znanju i tehničke tabele

Tabela br. 1

Ulja za podmazivanje			
Označavanje ulja za podmazivanje	cf. DIN 51502 (1990-08)		
Označavanje upotrebom kodnih slova	Označavanje upotrebom simbola		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ulje za podmazivanje DIN 51517 – CL 100: Cirkulirajuće ulje za podmazivanje na bazi mineralnog ulja (C), povećana otpornost na koroziju i starenje (L), ISO stepen viskoziteta VG 100 (100) ➤ Ulje za podmazivanje DIN 51517 – PGLP 220: Poliglikolno ulje (PG), povećana otpornost na koroziju i starenje (L), povećana zaštita od habanja (P), ISO stepen viskoziteta VG 220 (220) 			
Vrste ulja za podmazivanje			
Kodna slova	Vrsta maziva i odlike	Standard	Primjena
Mineralna ulja			
AN	Normalna ulja za podmazivanje bez aditiva	DIN 51501	Jednokratno i cirkulirajuće podmazivanje sa temperaturama ulja do 50°C
B	Ulja za podmazivanje koja sadrže bitumen i posjeduju visoko prijanjanje	DIN 51513	Ručni, kontinuirani tok i podmazivanje u uljnoj kupki, većinom za otvorene tačke podmazivanja
C	Cirkulirajuća ulja za podmazivanje bez aditiva	DIN 51517	Ravni ležajevi, ležajevi protiv trenja, zupčanici
CG	Ulja za klizne elemente sa aktivnim supstancama za smanjenje habanja	DIN 8659T2	U slučaju operacija miješanog trenja za kanale i vodilice i pohabane zupčanike
Sintetičke tečnosti			
E	Esterna ulja sa posebno niskom promjenom viskoziteta	-	Ležajevi sa temperaturama koje variraju u velikoj mjeri
PG	Poliglikolna ulja sa visokom otpornošću na starenje	-	Ležajevi sa često miješanim uslovima trenja
SI	Silikonska ulja sa visokom otpornošću na starenje	-	Ležajevi sa vrlo visokim i niskim temperaturama koji u velikoj mjeri odbijaju vodu
Dodatna kodna slova		cf. DIN 51502 (1990-08)	
Dodatna kodna slova	Primjena i objašnjenje		
E	Za maziva koja su pomiješana sa vodom, npr. mazivo za hlađenje SE		
F	Za maziva sa aditivom za čvrsta maziva, npr. grafit, molibden sulfid		
L	Za maziva sa aktivnim sastojcima za poboljšanje zaštite od korozije i/ ili otpornosti na starenje		
P	Za maziva sa aktivnim sastojcima za smanjenje trenja i habanja u miješanim oblastima trenja i/ ili povećanje kapaciteta opterećenja		

Nivo viskoziteta za tečna industrijska maziva prema ISO cf. DIN 51519 (1998-08)											
Stepen viskoziteta	Kinetički viskozitet u mm ² /s pri			Stepen viskoziteta	Kinetički viskozitet u mm ² /s pri			Stepen viskoziteta	Kinetički viskozitet u mm ² /s pri		
	20°C	40°C	50°C		20°C	40°C	50°C		20°C	40°C	50°C
ISO VG 2	3.3	2.2	1.3	ISO VG 22	-	22	15	ISO VG 220	-	220	130
ISO VG 3	5	3.2	2.7	ISO VG 32	-	32	20	ISO VG 320	-	320	180
ISO VG 5	8	4.6	3.7	ISO VG 46	-	46	30	ISO VG 460	-	460	250
ISO VG 7	13	6.8	5.2	ISO VG 68	-	68	40	ISO VG 680	-	680	360
ISO VG 10	21	10	7	ISO VG 100	-	100	60	ISO VG 1000	-	1000	510
ISO VG 15	34	15	11	ISO VG 150	-	150	90	ISO VG 1500	-	1500	740

Tabela br. 2

Masti za podmazivanje, čvrsta maziva cf. DIN 61502 (1990-08)																
Označavanje masti za podmazivanje																
Označavanje upotrebom kodnih slova					Označavanje upotrebom simbola											
																
➤ Mast za podmazivanje DIN 51517 – K3N – 20: Mast za podmazivanje za ležajeve protiv trenja i ravne ležajeve (K) na bazi mineralnog ulja (NLGI stepen 3) (3), maksimalna radna temperatura +140°C (N), minimalna radna temperatura -20°C (-20)																
➤ Mast za podmazivanje DIN 51517 – KS13R – 10: Mast za podmazivanje na bazi silikona za ležajeve protiv trenja i ravne ležajeve (K) (SII), NLGI stepen 3 (3), maksimalna radna temperatura +180°C (R), minimalna radna temperatura -10°C (-10)																

Masti za podmazivanje			
Kodna slova	Primjena/ aditivi	Kodna slova	Primjena
K	Općenita: ležajevi protiv trenja, ravni ležajevi, klizeće površine	G	Zatvoreni zupčanici
KP	Poput K, ali sa aditivima za smanjenje trenja	OG	Otvoreni zupčanici (adhezivno mazivo bez bitumena)
KF	Poput K, ali sa aditivima čvrstih maziva	M	Za ravne zupčanike i brtve (niski uslovi)

Klasifikacija konzistencije¹⁾ masti za podmazivanje

Stepen NLGI ³⁾	Radno prodiranje ²⁾	Stepen NLGI ³⁾	Radno prodiranje ²⁾	Stepen NLGI ³⁾	Radno prodiranje ²⁾
000	445-475 (vrlo mekano)	1	310-340	4	175-205
00	400-430	2	265-295	5	130-160
0	355-385	3	220-250	6	85-115 (vrlo čvrsto)

1) Kod za viskoznost i elastičnost

2) Mjera dubine prodiranja standardizirane testne lopte u gnječenu (obrađenu) masti

3) Nacionalni institut za podmazivanje mašču (NLGI)

Dodatna slova za masti za podmazivanje

Dodatno slovo ¹⁾	Maksimalna radna temperatura °C	Stepen ²⁾	Dodatno slovo ¹⁾	Maksimalna radna temperatura °C	Stepen ²⁾	Dodatno slovo ¹⁾	Maksimalna radna temperatura °C	Stepen ²⁾
C	+60	0 ili 1	G	+100	0 ili 1	N	+140	Po Dogovoru
D	+60	2 ili 3	H	+100	2 ili 3	P	+160	
E	+80	0 ili 1	K	+120	0 ili 1	R	+180	
F	+80	2 ili 3	M	+120	2 ili 3	S	+200	
						T	+220	
						U	+220	

1) Brojčana vrijednost za minimalnu radnu temperaturu se može dodati dodatnim kodnim slovima; npr. -20 za -20°C

2) Stepeni za ponašanje u slučaju izloženosti vodi, cf. DIN 51807-1: 0 – nema promjene, 1 – mala promjena, 2 – umjerena promjena, 3 – velika promjena

Čvrsta maziva

Mazivo	Kod	Radna temperatura	Primjena
Grafit	C	-18 do +450°C	Kao puder ili pasta i kao aditiv uljima za podmazivanje i mastima za podmazivanje, ne u kisiku, nitrogenu i vakuumima.
Molibden	MoS2	-180 do +400°C	Kao pasta bez mineralnih ulja, klizeći lak ili aditiv uljima za podmazivanje, sulfidnim mastima i mastima za podmazivanje, pogodno za vrlo visoke površinske pritiske.
Politetra-fluoretlen	PTFE	-250 do +260°C	Kao puder u klizećem laku i sintetičkim mastima za podmazivanje, te kao noseći materijali, vrlo nizak koeficijent trenja pri klizanju $\mu = 0,04$ do $0,09$

Prilog B: Geometrijski test za mašinske alate u skladu s DIN 8606 i ISO 1708-1975

Mašinski alati: Strugovi sa normalnom tačnošću, zamah do 800 mm; uslovi prihvata; sve dimenzije u mm

Vrsta tokarilice:	Mašina br.	Klijent:	Narudžba br.
-------------------	------------	----------	--------------

Dan inspekcije: Inspektor:

1. Svrha i primjena

Ovaj standard uključuje uslove prihvata za strugove sa normalnom tačnošću i zamahom od 800 mm. Uključuje pripremne mjere, geometrijski test struga i proizvodnju dijelova (tačnost izrade). Uslovi testiranja su u skladu s DIN 8606 i ISO 1708-1975.

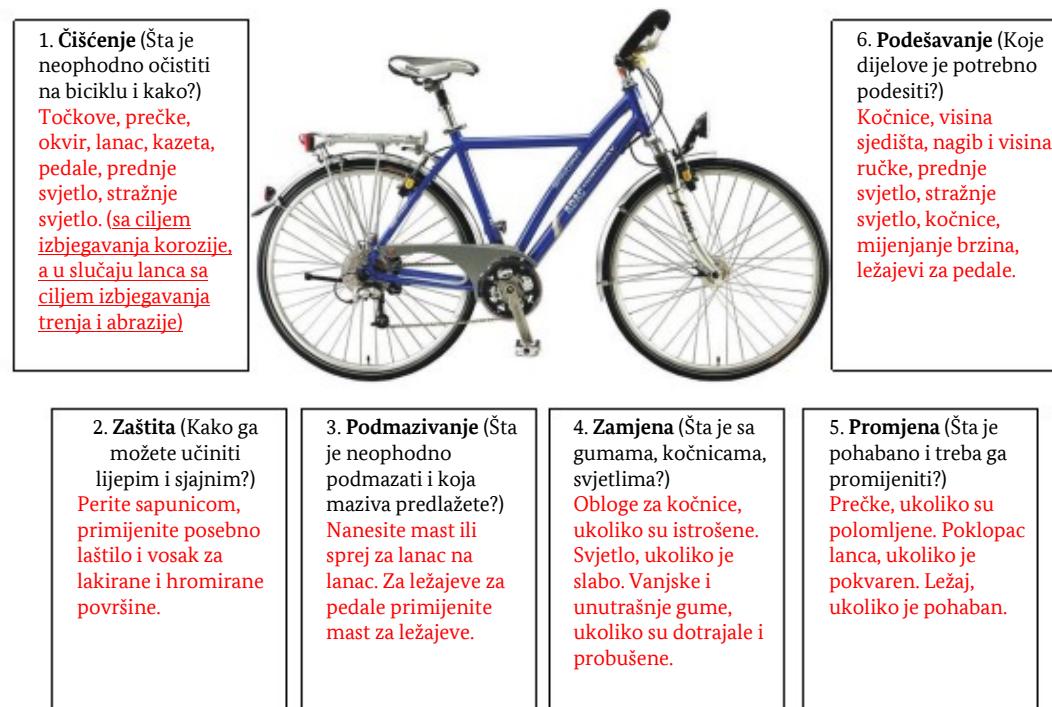
Predmet testa	Ilustracija	Mjerni instrument	Opis testa	Prihvatljiva odstupanja	Izmjerena odstupanja
Pravocrtnost kretanja sjedišta na horizontalnom planu, testni uložak između centara		Baždareni mjerač, najmanji broj 0,001 mm, testni uložak L=500 mm	Testni uložak fiksiran u internom konusu radnog vratila. Pomjeranje igle baždarenog mjerača horizontalno duž testne dužine.	0,015 mm na dužini L do 500 mm	
Paralelnost ose radnog vratila u odnosu na kretanje sjedišta		Baždareni mjerač, najmanji broj 0,001 mm, testni uložak L=300 mm	Testni uložak fiksiran u internom konusu radnog vratila. Pomjeranje igle baždarenog mjerača horizontalno duž testne dužine.	0,015 mm na testnoj dužini od 300 mm	
Okomitost radnog vratila u odnosu na kretanje poprečnog kliznika		Baždareni mjerač, najmanji broj 0,001 mm, testni disk ili ravnalo	Baždareni mjerač fiksiran na poprečni kliznik, testni disk ili ravnalo fiksirano za radno vratilo. Kretanje poprečnog kliznika do 300 mm.	0,02 mm na udaljenosti od 300 mm	
Paralelnost valjka konjića u odnosu na kretanje sjedišta		Baždareni mjerač, najmanji broj 0,001 mm	Baždareni mjerač treba biti postavljen na valjak konjića u povućenoj poziciji i mjeriti. Nakon toga treba pomaći rukavac konjića za 100 mm, pričvrstiti valjak i mjeriti.	0,015 mm	

	<p>a) aksijalni razmak aksijalnih ležišta b) tačnost kružnog kretanja radnog vratila</p>	<p>Baždareni mjerač, najmanji broj 0,001 mm</p>	<p>a) baždareni mjerač u centru b) baždareni mjerač na radnom vratilu. Polako rotirajte radno vratilo. Primijenite kontinuiranu snagu F kako je prikazano. Vrijednost snage F kao što je navedeno u priručniku o radu.</p> <p>a) 0,01 mm b) 0,02 mm</p>	
Pravilan rad internog konusa radnog vratila	<p>Pravilan rad internog konusa radnog vratila</p>	<p>Baždareni mjerač, najmanji broj 0,001 mm</p>	<p>Prilagodite iglu baždarenog mjerača okomito na površinu živog centra. Primijenite kontinuiranu snagu F kako je prikazano. Vrijednost snage F kao što je navedeno u priručniku o radu.</p>	<p>0,01 mm</p>

Prilog C: Rješenja zadataka i pitanja:

Primjer sistematskog održavanja bicikla:

Rješenje zadatka br. 1 (strana 5): Ispunite prazne okvire zadacima održavanja koje je neophodno obaviti!



Pitanja i zadaci za ponavljanje i produbljeno učenje (strana 12):

- a) Kako možete osigurati da svi alati budu lako dostupni u radionici?
Redovno provodite inventurnu kontrolu i provjeravajte dostupnost i lokaciju svih predmeta na osnovu inventorne evidencijske kartice.
- b) Koje su prednosti držanja rasporeda preventivnog održavanja u radionici?
Oprema se može održavati u radnom stanju dugo vremena jer se inspekcijski planovi provode kako su planirani, rano se uočava habanje i izbjegava se kvarenje opreme.
- c) Kako možete osigurati da se održavanje vrši u skladu s rasporedom?
Vođenjem evidencije pomoću evidencijske kartice održavanja.

Pitanja i zadaci za ponavljanje i produbljeno učenje (strana 22):

1. Zašto je jako važno održavati mašine i opremu urednim i čistim?
Prljavština, prašina, strugotine i abrazivna materija mogu oštetiti vodilice i ležajeve te olakšavaju stvaranje korozije.
2. Šta su štetne posljedice korozije dijelova mašina?
Gubitak kvaliteta površine, povećanje ispuštanja ležajeva i vodilica, gubitak tačnosti mašinskih alata.
3. Molimo da objasnite metode uklanjanja hrđe!
 - a) Mehanički pomoću metalnih četki, b) hemijski pomoću tečnog sredstva za uklanjanje hrđe, c) pomoću elektrolitičkog sredstva za uklanjanje hrđe.
4. Šta je svrha kontrole u skladu s planom preventivnog održavanja?
Održavanje opreme i alata u radnom stanju tokom dugog vremenskog perioda i nezaboravljanje ciljnog datuma za kontrolu i podmazivanje.
5. Na koji način je moguće izbjegići ili minimizirati trenje između pokretnih dijelova mašina (vodilice, ležajevi, itd.)?
Vršenjem podmazivanja kako je propisano u priručniku o radu.
6. Molimo da objasnite termin "viskozitet"!
Viskozitet se definiše kao mjera otpornosti na postepenu deformaciju uslijed napona smicanja ili vlačnog napona. U slučaju tečnosti to odgovara neformalnom terminu "gustine". Naprimjer, med ima veći viskozitet od vode. Povećanjem temperature, viskozitet ulja se obično smanjuje.
7. Na koji način možete utvrditi da li je ulje ostarilo i mora li biti zamijenjeno?
Vizuelno, na osnovu izgleda, npr. promjena boje, zamućenost, sedimenti, čvrste čestice.

Rješenje zadatka br. 4 (strana 38): Proučite sklop konusnog zupčanika. Kod ovog sklopa, dva kuglična ležaja (1 i 2) su pohabana i neophodno ih je zamijeniti sa dva nova. Navedite listu koraka za rastavljanje sklopa, zamjenu kugličnih ležajeva i sklapanje svih dijelova nakon toga, tačnim redoslijedom. Navedite montažne alate koje biste koristili i kako biste izvršili podmazivanje prije remonta.

1. Uklonite prstenasti držać (uskočnik) na desnoj strani spoja (pored konusnog zupčanika) pomoću kliješta sa obrubom bez prstena.
2. Uklonite konusni zupčanik ručno u desnu stranu
3. Uklonite ručno klin iz poluosovine.
4. Uklonite poklopac na lijevoj strani sa kućišta odvijanjem vijaka pomoću ključa. Zaptivka osovine će također biti uklonjena, obzirom da se nalazi na poklopcu.
5. Provjerite da li je zaptivka osovine oštećena i zamijenite je novom ukoliko je neophodno.

6. Uklonite prstenasti držač na lijevoj strani sa poluosovine, pomoću kliješta s obrubom bez prstena.
7. Izvucite poluosovinu sa oba ležaja ka lijevo koliko god je moguće. (Oba ležaja plutaju u bušotini kućišta, obzirom da imaju labavi dosjed u bušotini kućišta i čvrsti dosjed u poluosovini). Samo blago udaranje gumenim čekićem će vjerovatno biti potrebno za pokretanje osovine u kućištu.
8. Sada je lijevi ležaj (1) izvan kućišta i moguće ga je ukloniti iz osovine sa odgovarajućim ekstraktorom.
9. Sada povucite osovinu ručno, zajedno sa ležajem (2), ka desno izvan kućišta. (Jedan prstenasti držač je još uvijek u kućištu i ne treba ga uklanjati).
10. Odaberite pravilnu veličinu ekstraktora ležajeva i uklonite ležaj (2) iz osovine.
11. Pažljivo očistite sve predmete tečnim rastvaračem za čišćenje i, ukoliko je potrebno, sredstvom za uklanjanje hrđe. Podmažite sve predmete uljem prije zamjene novih ležajeva.
12. Ponovo sklopite konusni zupčanik obrnutim redoslijedom.

Pitanja (strana 38):

1. Šta su glavni faktori koji dovode do habanja pokretnih dijelova mašine?
Odsustvo maziva, prazan hod, prljavština, čestice između pokretnih dijelova.
2. Zašto ručne turpije trebaju biti uredno složene u ormaru ili ladici za alate?
Ukoliko se turpije nalaze jedna na drugoj i dolaze u kontakt sa svojim zupcima, postaju tuge.
3. Koji su razlozi ranog habanja i oštećenja remenova?
Neusklađenost remenica, prašina ili prljavština između remena i remenice, remen previše labav ili previše stegnut.
4. Na koji način prašina i prljavština utječu na lance?
Povećavaju trenje, što u konačnici dovodi do pucanja.
5. Kako se demontira ležaj iz osovine? (Čvrsto nalijeganje između osovine i unutrašnjeg prstena ležaja).
Koristite ekstraktor za ležajeve sa dva ili tri kraka. Uhvatite unutrašnji prsten ležaja sa kontaktnim površinama kraka, a zatim uklonite ležaj sa osovine okretanjem vratila sa navojima ekstraktora ležajeva.
6. Zašto ne treba montirati ležaj na osovinu udarcima čekića?
Snaga čekića oštećuje staze kugličnog ležaja i skraćuje životni vijek trajanja ležaja.
7. Koji faktori doprinose preranom starenju ulja u prenosnicima?
Pregrijavanje maziva, čvrste čestice u ulju, kondenzat u ulju, zamjena ulja nije izvršena u skladu s rasporedom preventivnog održavanja.

Rješenje zadatka br. 5 (strana 40-41): Pogledajte sljedeće slučajeve kvarova električnih instalacija, identificirajte kvarove, analizirajte njihove uzroke i dajte prijedloge za ispravku! (Imajte na umu da samo električar ima pravo vršiti popravke.)



Utikač je slomljen zbog nemarnog postupanja. Radnik to mora prijaviti nadređenom kako bi pozvao električara koji će zamijeniti i ponovo povezati utikač.



Plastična navlaka glavne utičnice je djelimično slomljena zbog nemarnog postupanja. Radnik to mora prijaviti nadređenom kako bi pozvao električara koji će zamijeniti i ponovo povezati utičnicu.



Izolacija električnih žica je pokvarena, a poklopac kontrolnog panela nedostaje. Radnik to mora prijaviti nadređenom kako bi pozvao električara koji će ponovo povezati i izolirati električne žice i zamijeniti plastični poklopac.

Popis slika

Br.	Izvor
Slika 1	Fotografiju napravio autor
Slika 2	Fotografiju napravio autor
Slika 3	https://www.instandhaltung.de/praxisanwendung/
Slika 4	https://schmiertechnik-wagner.de/Pressen-Oeler-Pumpen/Pressen-fuer-Oele-und-Fette/Handhebelpressen-fuer-Fett-und-Oel :
Slika 5	https://www.vdi-wissensforum.de/
Slika 6	https://www.google.com/search?q=schäden+an+Zahnradgetriebe&tbo
Slika 7	www.deamstime.com/Jumble of rusty old handtools
Slika 8	https://www.westfalia.de/static/informationen/ratgeber/werkzeug/handwerkzeuge_und_hilfsmittel/hand-werkzeuge_stets_griffbereit.html
Slika 9	https://www.bueromarkt-ag.de/werkzeugkoffer_gedore-red_steckschluesel
Slika 10	www.wmhoolgroup.com
Slika 11	Preventive maintenance schedule fotografiju napravio autor
Slika 12	Maintenance Record Card – fotografiju napravio autor
Slika 13	https://arisindustrial.com/
Slika 14	https://www.amazon.com/slp/soft-cloth/tsveydgnpy6m5cy
Slika 15	https://www.amazon.com/SuperClean-Multi-Surface-Degreaser-Biodegradable-Concentrate
Slika 16	http://metalscouringball.sell.everychina.com/p-109209739-99-99-pure-copper-wool-pad-household-h65-copper-scrubber-pads.html
Slika 17	https://www.ikea.com/us/en/p/fixa-paint-brush-set-70290082/
Slika 18	https://h2opowerinc.com/
Slika 19	https://shop.goldpeaktools.com.ph/products/tatara-circular-wire-brush-crimped
Slika 20	https://www.google.com/search?q=evapo+rust+rust+remover&tbo
Slika 21	https://www.apartmenttherapy.com/how-to-clean-rust-off-old-loaf-141206
Slika 22	Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; str. 365
Slika 23	https://www.google.com/search?q=journal+bearings&tbo
Slika 24	https://www.google.com/search?q=Schmierplan+für+ständerbohrmaschine&tbo
Slika 25	Dr. Dzieia , Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 51
Slika 26	Oil contamination fotografiju napravio autor
Slika 27	https://deinhammer.de/Gleitführungen
Slika 28	Fotografiju napravio autor
Slika 29	Fotografiju napravio autor
Slika 30	Fotografiju napravio autor
Slika 31	Fotografiju napravio autor
Slika 32	Fotografiju napravio autor
Slika 33	Fotografiju napravio autor
Slika 34	Fotografiju napravio autor
Slika 35	Fotografiju napravio autor
Slika 36	https://www.google.com/search?q=Designations+on++the+twist+drill&tbo
Slika 37	www.schraubmax.de
Slika 38	https://www.toolstoday.co.uk/sealey-drill-bit-sharpener-grinding-attachment
Slika 39	www.alfa168.com
Slika 40	Dr. Dzieia , Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 32

- Slika 41** Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 33
- Slika 42** <https://www.google.com/search?q=gerissene+Fahrradkette&tbo>
- Slika 43** Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 36
- Slika 44** Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 36
- Slika 45** Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 37
- Slika 46** Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen; str. 37
- Slika 47** <https://www.google.com/search?q=wälzlager+für+zahnradgetriebe&tbo>
- Slika 48** https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d1968064c148-Bearing-failures---14219_2-EN_tcm_12-297619.pdf
- Slika 49** https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d1968064c148-Bearing-failures---14219_2-EN_tcm_12-297619.pdf
- Slika 50** <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/>
- Slika 51** Haffer, Aigner, Becker-Kavan, Hahn, Lindner, Timm, Wiemann; Verlag Handwerk und Technik, (2007); Fachkenntnisse 1, Industriemechaniker; str.221
- Slika 52** Haffer, Aigner, Becker-Kavan, Hahn, Lindner, Timm, Wiemann; Verlag Handwerk und Technik, (2007); Fachkenntnisse 1, Industriemechaniker; str.221
- Slika 53** Haffer, Aigner, Becker-Kavan, Hahn, Lindner, Timm, Wiemann; Verlag Handwerk und Technik, (2007); Fachkenntnisse 1, Industriemechaniker; str.223
- Slika 54** www.skf.com
- Slika 55** Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; str. 372
- Slika 56** Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; str. 372
- Slika 57** www.uswatchshop.com
- Slika 58** <https://www.google.com/search?q=gears+of+wind+turbine&tbo>
- Slika 59** Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seeferlder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Montieren und demontieren technischer Systeme; Fachstufe; str. 40
- Slika 60** Haffer, Aigner, Becker-Kavan, Hahn, Lindner, Timm, Wiemann; Verlag Handwerk und Technik, (2007); Fachkenntnisse 1, Industriemechaniker; str.358
- Slika 61** Haffer, Aigner, Becker-Kavan, Hahn, Lindner, Timm, Wiemann; Verlag Handwerk und Technik, (2007); Fachkenntnisse 1, Industriemechaniker; str.358
- Slika 62** <https://www.google.com/search?q=change+of+oil&tbo>
- Slika 63** <https://www.google.com/search?q=change+of+oil&tbo>
- Slika 64** Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel; str. 417
- Slika 65** <https://www.google.com/search?q=beschädigter+sicherungskasten&tbo>
- Slika 66** [https://dein-elektriker-info.de/stromkabel-reparieren/](http://dein-elektriker-info.de/stromkabel-reparieren/)
- Slika 67** <http://morganselectrical.co.uk/category/morgans-blog/>
- Slika 68** <http://morganselectrical.co.uk/category/morgans-blog/>
- Slika 69** <http://morganselectrical.co.uk/category/morgans-blog/>
- Slika 70** Fotografiju napravio autor
- Slika 71** Fotografiju napravio autor
- Slika 72** Fotografiju napravio autor
- Slika 73** Preuzeto iz korisničkog priručnika MIG 200i
- Slika 74** Fotografiju napravio autor
- Slika 75** Fotografiju napravio autor

Spisak tehničkih tabela

Tabela	Opis	Source
T1	Lubricating Oils	U.Fischer, M.Heinzler, F.Näher, H, Paetzold, R.Gomeringer, R.Kilgus, S.Oesterle, A. Stephan; (2012) Mechanical and Metal Trades Handbook; Verlag Europa Lehrmittel; str. 367
T2	Lubricating greases and solid lubricants	U.Fischer, M.Heinzler, F.Näher, H, Paetzold, R.Gomeringer, R.Kilgus, S.Oesterle, A. Stephan; (2012) Mechanical and Metal Trades Handbook; Verlag Europa Lehrmittel; str. 368

Literatura

Br.	Opis
1	Dobler H.D., Doll W., Fischer U., Günter W., Heinzler M., Ignatiwitz Dr. E., Vetter R.; Europa Fachkunde Metall, (2003); Verlag Europa Lehrmittel;
2	Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seefelder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Instandhalten Technischer Systeme; Fachwissen;
3	Haffer, Aigner, Becker-Kavan, Hahn, Lindner, Timm, Wiemann; Verlag Handwerk und Technik, (2007); Fachkenntnisse 1, Industriemechaniker;
4	Dr. Dzieia., Jagla D., Kaese J., Dr. Kirschberg U., Schmid K-G., Seeferlder W.; Westermann Schulbuchverlag (2005); Montieren und demontieren technischer Systeme; Fachstufe;
5	Haffer, Becker-Kavan, Einloff, Schulz, Weihrauch; Handwerk und Technik Verlag; Fachkenntnisse Zerspanungsmechaniker; Lernfelder 5-13; 2007;
6	U.Fischer, M.Heinzler, F.Näher, H, Paetzold, R.Gomeringer, R.Kilgus, S.Oesterle, A. Stephan; 2012. Mechanical and Metal Trades Handbook; Verlag Europa Lehrmittel;