

# Održavanje i kontrola noževa CutMaster - V500 primjenom NDT metoda

---

**Puklavec, Jurica**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:067331>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

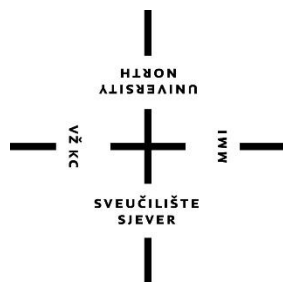
*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 259/PS/2018**

**Održavanje i kontrola noževa CutMaster – V500  
primjenom NDT metoda**

**Jurica Puklavec, 5219/601**

Varaždin, srpanj 2018.godine





**SVEUČILIŠTE SJEVER**

**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**

**Studij Proizvodno strojarstvo**

*Završni rad br.259/PS/2018*

**Održavanje i kontrola noževa CutMaster – V500  
primjenom NDT metoda**

**Student**

Jurica Puklavec

5219/601

**Mentor**

Živko Kondić, prof.dr.sc.

Varaždin, srpanj 2018. Godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za strojarstvo		
PRISTUPNIK	JURICA PUKLAVEC	MATIČNI BROJ	5219/601
DATUM	20.SVIBNJA 2018	KOLEGIJ	ODRAŽAVANJE INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA
NASLOV RADA	Održavanje i kontrola noževa CutMaster – V500 primjenom NDT metoda		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Maintenance and testing of the CutMaster – V500 knives applying NDT methods		
MENTOR	ŽIVKO KONDIĆ	ZVANJE	PROF.DR.SC.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Veljko Kondić, mag.ing.mech.,predavač		
	2. Marko Horvat, dipl.ing., predavač		
	3. Prof.dr.sc. Živko Kondić, mentor		
	4. Dr.sc.Zlatko Botak, viši predavač, zamjenski član		
	5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	259/PS/2018
OPIS	U zadatku je potrebno: -U uvodnom dijelu završnog rada potrebno je opisati NDT- metodu ispitivanja bez razaranja (općenito, podjela NDT metoda) te se detaljnije usmjeriti na opis vizualnih i radiografskih ispitivanja te ispitivanja magnetskim česticama, ultrazvukom i penetrantima. -U drugom dijelu rada potrebno je detaljnije opisati postupke održavanja i kontrole noževa CutMaster - V500 - U trećem dijelu rada potrebno je prikazati praktičnu primjenu NDT metoda na noževima odabranog stroja (brušenje noževa, vizualna kontrola noževa i kontrola noževa pentrantima). -U zaključnom dijelu rada potrebno je dati kritički osvrt na završni rad te ukazati na ograničenja tijekom njegove realizacije.

ZADATAK URUČEN - 09.07.2018.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



Sveučilište  
Sjever



SVEUČILIŠTE  
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, JURICA PUKLAVEC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ODZJAVANJE I KOLIZIJA NA ZEMALJAMA VISOKO POKRETA (UPISATI NASLOV) TJE da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

JURICA PUKLAVEC (upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, JURICA PUKLAVEC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ODZJAVANJE I KOLIZIJA NA ZEMALJAMA VISOKO POKRETA (UPISATI NASLOV) ČIJI SAM AUTOR/ICA.

Student/ica:

JURICA PUKLAVEC (upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

## **Sažetak**

U ovom završnom radu ću se osvrnuti na NDT metode - metode ispitivanja bez razaranja. Opisat ću općenito što su NDT metode, koje se najčešće koriste, njihovu primjenu, prednosti i nedostatke. Predmeti ispitivanja moraju zadovoljiti eksploatacijske uvjete kojim su podvrgnuti. NDT ispitivanjima se mogu otkriti mogući nedostaci ili pogreške koje bi mogle uzrokovati kvarove u eksploataciji.

Danica d.o.o., Koprivnica, je mesna industrija koja se bavi preradom mesa. Jedan od proizvoda je i pašteta. Kako bi pašteta nastala, potrebno je sirovo meso podvrgnuti preradi, tj. obradi kako bi se iz krutih smrznutih blokova dobilo mesno tijesto koje daljnjom termičkom obradom postaje pašteta. Kako bi se to postiglo, koristi se stroj CutMaster V500 koji koristi kutterske noževe za siječenje tog mesa.

Osvrnut ću se na zahtjeve koji su potrebni da bi noževi pravilno vršili svoju funkciju, te načine na koji se noževi kontroliraju i bruse. Prikazane su moguće pogreške koje se javljaju uslijed eksploatacije te primjena vizualne metode i ispitivanje penetrantima.

**Ključne riječi:** NDT, noževi, brušenje, kontrola

## **Summary**

In this paper I will make a review on NDT methods - non destructive methods testing. I will describe what NDT methods in general are, which are most frequently used, their appliance, advantages and disadvantages. The objects of testing have to satisfy the exploitation conditions they are submitted to. NDT testings can reveal possible faults that can lead to failures in the exploitation.

Danica d.o.o. Koprivnica is a meat industry that works meat. One of the products is meat pasty. In order to make pasty, raw meat must be worked from frozen blocks of meat to a meat dough which is then thermally worked and becomes pasty. To achieve that, the machine CutMaster – V500, which uses cutter knives, is used to slice the meat.

I will review the demands which are necessary so that the knives could perform their function and the ways that the knives are tested and grinded. Some possible faults that occur during the exploitation and the use of visual and penetrant testing is shown.

**Key words:** NDT, knives, grinding, testing



# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. NDT – Metode ispitivanja bez razaranja .....	2
2.1 Općenito .....	2
2.2 Podjela NDT metoda.....	3
2.2.1 Vizualna ispitivanja (VT) .....	3
2.2.2 Radiografska ispitivanja (RT) .....	5
2.2.3 Ispitivanje magnetskim česticama (MT) .....	6
2.2.4 Ispitivanje ultrazvukom (UT).....	8
2.2.5 Ispitivanje penetrantima (PT).....	9
3. Održavanje i kontrola noževa CutMaster – V500 .....	11
3.1. Općenito o stroju CutMaster – V500.....	11
3.2. Noževi CutMastera – V500.....	13
4. Praktična primjena NDT metoda.....	17
4.1. Brušenje noževa .....	17
4.2. Vizualna kontrola noževa.....	20
4.3. Kontrola noževa penetrantima.....	26
5. Zaključak .....	34
6. Literatura .....	35
7. Popis slika .....	37
8. Popis tablica.....	38

# 1.Uvod

NDT metode, metode ispitivanja bez razaranja su široko rasprostranjene u procesu proizvodnje i kontrole. Prvenstveno, što i sam naziv govori, NDT metode ne razaraju predmet ispitivanja te ne utječu na svojstva materijala. Njihova primjena je bitna kako bi se izvršili preventivni pregledi te se spriječila pojava mogućih kvarova ili neželjenih posljedica. Najčešće NDT metode koje se danas koriste su vizualna metoda (VT), radiografska kontrola (RT), ispitivanje magnetskim česticama (MT), ispitivanje ultrazvukom (UT), ispitivanje penetrantima (PT) te ostale metode.

Danica d.o.o. je tvornica koja se bavi preradom mesa. Jedan od proizvoda je i pašteta. Da bi se dobila struktura mesnog tijesta iz krute sirovine, potrebni su strojevi koji mogu izvršiti takvu obradu. Jedan od tih strojeva je CutMaster – V500 u kojem se meso temperature manje od -20°C sijeće pomoću kutter noževa i dobiva se homogena smjesa mesnog tijesta.

Noževi moraju zadovoljiti uvjete eksploatacije kako bi se uz što manji utrošak vremena i energije postigli rezultati. Kontroliraju se nakon svake upotrebe, te prema potrebi bruse i poliraju. Noževi se kontroliraju NDT metodama. Najbitnija kontrola noževa je vizualna kontrola, a ukoliko postoji sumnje u njihovu ispravnost podvrguju se nekim drugim NDT metodama.

## 2. NDT – Metode ispitivanja bez razaranja

### 2.1 Općenito

NDT metoda je pregledavanje, ispitivanje koje se vrši nad materijalom, predmetom bez da se promijeni njegov oblik, svojstva ili sastav. Vršiti se iz razloga da se utvrde mogući nedostaci, greške ili oštećenja koje bi mogle utjecati na njegovu eksploataciju. Iako NDT metode ne mogu osigurati 100%-tnu sigurnost u eksploataciji, uvelike povećavaju pouzdanost i smanjuju mogućnost nastanka kvara u pravilnoj eksploataciji. Svaka metoda ispitivanja bez razaranja ima svoja ograničenja. Svaka metoda za sebe nemože biti dovoljna da bi se moglo utvrditi potpuna ispravnost predmeta ispitivanja, stoga se uglavnom koriste dvije različite metode koje se odabiru na temelju mogućih nastanja grešaka na površini materijala i nastajanja grešaka u unutrašnjosti materijala.

Metoda nerazorne kontrole		Vizualna kontrola	Prozračavanje	Prozvučavanje	Magnetske čestice	Penetranti
Tipovi pogrešaka	Pukotine /101-106/					
	manje površinske	(+)	-	(+)	+	+
	veće površinske	+	(+)	+	+	+
	podpovršinske	-	(+)	+	(+)	-
Poroznost /201-224/	površinska	+	+	(-)	+	(+)
	u zavaru	-	+	+	-	-
Čvrsti uključci /301-3014/		-	+	+	-	-
Naljepljivanje /401/		-	-	+	-	-
Nedovoljno provarivanje /402/	vanjsko	+	+	(+)	+	+
	u zavaru	-	+	+	(-)	-
Pogreške oblika /501-517/		+	(-)	(-)	-	-
Ostale pogreške /601-606/		-	-	-	(-)	(-)

Tablica 1. Mogućnost primjene metoda nerazorne kontrole [7]

Pojašnjenje simbola uz Tablicu 1.

- + dobra mogućnost određivanja
- (+) mogućnost uvjetovana geometrijom i sl.
- (-) vrlo ograničena i nelogična primjena
- praktična neprimjenjivost metode

Kako bi se metode pravilno moglo odabrati, potrebno je poznavati uvjete kojima se materijal podvrguje, predvidjeti gdje se greške najčešće pojavljuju te imati zahtjeve materijala, tolerance i norme koje propisuju dozvoljene veličine pogrešaka. NDT metode se koriste kombiniranjem ljudskih osjetila i različitih elektronskih i softiciranih pomagala i opreme. Korištenjem NDT-metoda postiže se povećana sigurnost i pouzdanost proizvoda, smanjuje se cijena proizvoda smanjenjem nesukladnosti i uštedom materijala, radne snage i energije te se povećava reputacija proizvođača zbog povećane kvalitete proizvoda.

## **2.2 Podjela NDT metoda**

NDT metode se dijele na konvencionalne i nekonvencionalne. Konvencionalne metode su one koje se uglavnom najčešće koriste kao što su vizualna metoda, ispitivanje penetrantima, ispitivanje magnetskim česticama, radiografska ispitivanja i ultrazvučna ispitivanja. Nekonvencionalna ispitivanja se koriste u specijaliziranim slučajevima, a neke su neutronska radiografija, akustična ispitivanja, infracrvena ispitivanja, ispitivanja pomoću mikrovalova i druge. Ovdje ćemo se osvrnuti na konvencionalne NDT metode.

Konvencionajlne NDT metode [19]:

- Vizualna ispitivanja (VT)
- Radiografska ispitivanja (RT)
- Ipitivanja magnetskim česticama (MT)
- Ultrazvučna ispitivanja (UT)
- Ispitivanja penetrantima (PT)

### **2.2.1 Vizualna ispitivanja (VT)**

Vizualna kontrola je jedna od najzanemarivanijih NDT metoda. Ona je bila prva metoda koja se koristila u nerazornim ispitivanjima, ali je posljednja koja je formalno priznata. Bazirana je na promatranju proizvoda kako bi se otkrile vidljive pogreške na površini, kao što su pogreške oblika, pukotine, prskotine, razna oštećenja i nepravilnosti korijena i lica zavarenih spojeva. Vizualna ispitivanja zahtjevaju čistu površinu, adekvatno osvjjetljenje ispitne površine te ispravan vid ispitivača. Da bi ispitivanje bilo što ispravnije,

potrebna je naobrazba ispitivača i iskustvo (poznavanje ispitivanog predmeta, uvjeta eksploatacije, prihvatljivost pogrešaka te arhiviranje rezultata ispitivanja). Najbitniji alat u vizualnim ispitivanjima je ljudsko oko, ali zbog velike različitosti površina koja se promatraju te često nedostupnih ili veoma sitnih detalja nije dovoljno samo oko da bi se moglo napraviti pravilno ispitivanje.



*Slika 1. Teleskopsko ogledalo [10]*



*Slika 2. Povećalo [15]*



*Slika 3. Endoskopska kamera [18]*



*Slika 4. Boroskop [3]*

Često se koristi jednostavan alat kao što su svjetiljka, ručno povećalo i ogledalo. Sofisticiraniji alati su endoskopske kamere i boroskopi kojima se mogu ispitivati nepristupačne površine prolazeći kroz neke male otvore ili kanale.

Primjena vizualne metode uključuje: [19]

- Pregled stanja površine ispitnog predmeta
- Pregled oblika predmeta
- Pregled poravnanja susjednih površina

- Pregled dokaza o ispuštanju tekućina
- Pregled unutrašnjih površinskih pogrešaka

Prednosti vizualnih ispitivanja: [19]

- Ispitivanje je jednostavno
- Brzina ispitivanja je visoka
- Ispitivanje je moguće i dok se ispitni predmet koristi
- Trajno pohranjivanje rezultata ispitivanja uz primjenu novije tehnologije

Nedostaci vizualnih ispitivanja: [19]

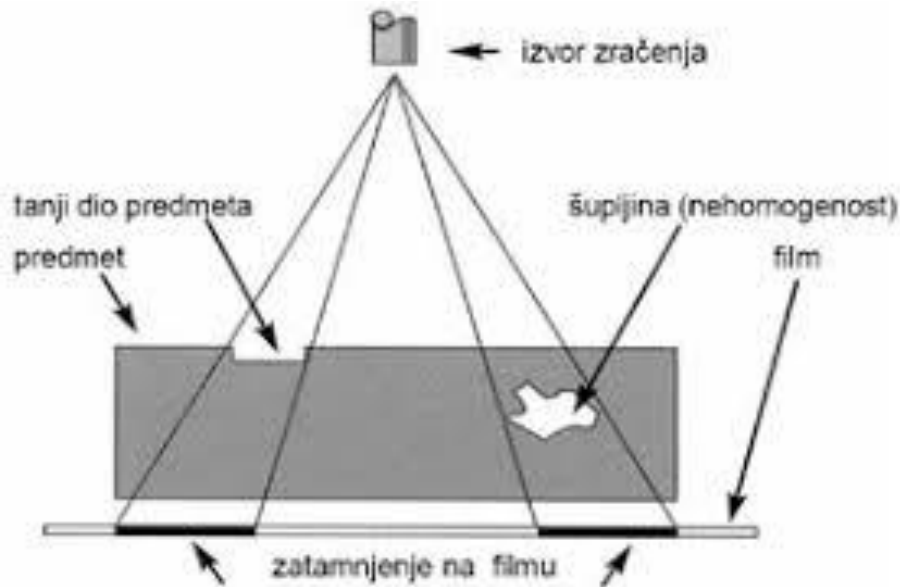
- Moguće otkriti samo površinske pogreške
- Rezolucija oka je mala
- Umor oka

## 2.2.2 Radiografska ispitivanja (RT)

U radiografskim ispitivanjima se koriste rendgenske ili gama zrake koje prolaze kroz ispitivani predmet i ostavljaju trag, sliku na prethodno postavljenom filmu iza predmeta. Rendgenske zrake nam daju kvalitetnije slike, ali gama zrake postižu veću prodornost stoga se koriste na ispitnim predmetima debljine veće od 20 mm. Ovisno o vrsti materijala, to jest unutarnoj strukturi i gustoći se podešava jačina zračenja te se na postavljenom filmu nakon obrade tumače rezultat radiografije. Ti podaci nam govore o mogućim nedostacima koji su prisutni unutar materijala ispitnog predmeta.



Slika 5. Standardna operama industrijskog aparata za ispitivanje x-zrakama [2]



Slika 6. Radiografija [13]

Prednosti radiografskih ispitivanja: [19]

- Trajnost zapisa
- Uređaji za ispitivanje kvalitete radiografa su dostupni
- Pogodno za ispitivanje različitih vrsta materijala
- Može se koristiti za provjeru unutrašnjih pogrešaka

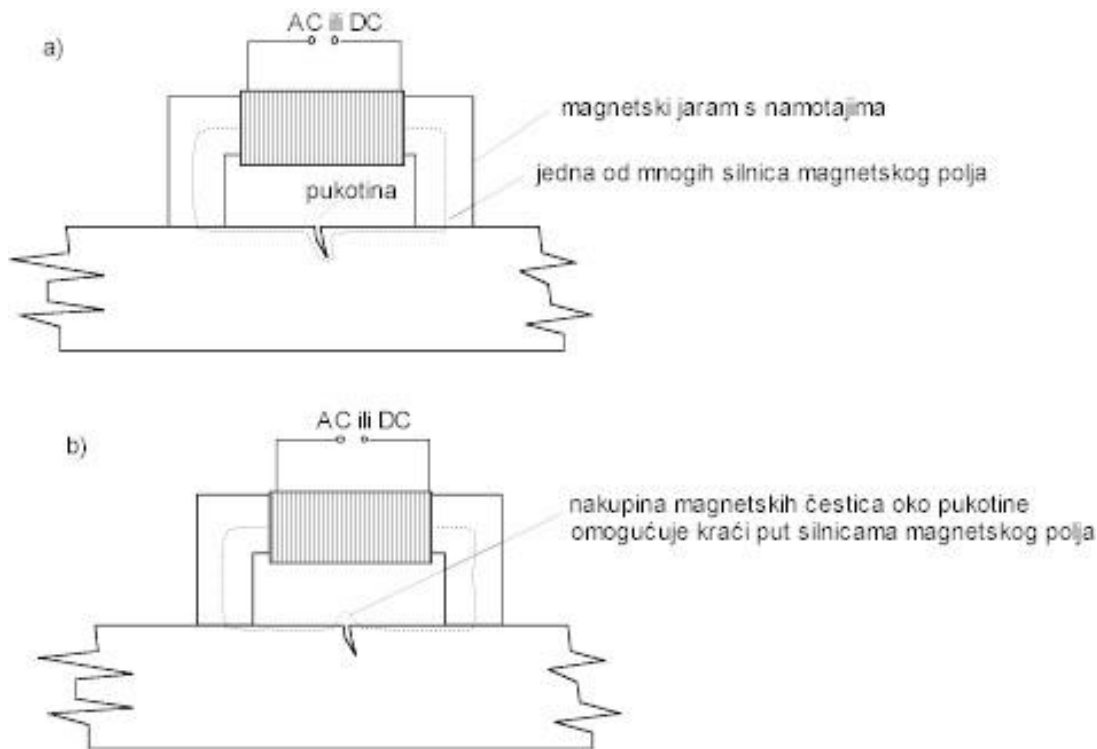
Nedostaci radiografskih ispitivanja: [19]

- Potrebna je dostupnost obaju strana ispitivanog predmeta
- Dubina pogrešaka nije definirana
- Ograničene debljine ispitnih predmeta
- Potrebna visoka stručnost za interpretaciju radiografa
- Rendgenske i gama zrake su opasne za ljudsko zdravlje
- Potrebna zaštitna oprema od zračenja

### 2.2.3 Ispitivanje magnetskim česticama (MT)

Ispitivanje magnetskim česticama je NDT metoda koja se koristi za otkrivanje diskontinuiteta koji su uglavnom linearni i smješteni na ili blizu površine ispitivanog

predmeta. Preduvjet za vršenje ispitivanja magnetskim česticama je da ispitni materijal posjeduje magnetska svojstva, da je feromagnetičan. Ukoliko se na površini jave pukotine, one stvaraju zračne prostore koji uzrokuju povećanje otpora magnetnom silnicama. Nanošenjem čestica, one se zgušnjavaju oko tih područja te se lako okom uočavaju.



Slika 7. Shematski prikaz kontrole magnetskim česticama i indicacija površinske pukotine [17]

Koriste se dvije vrste struje, istosmjerna i izmjenična. Kod istosmjerne struje dolazi do dubljeg prodiranja magnetskih sila i rasprostranjuje se kroz presjek predmeta, dok se kod izmjenične električne struje magnetske sile baziraju bliže površini. Istosmjerna električna struja se zbog toga češće koristi za ispitne predmete koji rade pod opterećenjem, ali što je dublja pukotina teže je uočiti zgušnjavanje magnetnih čestica. Povećanjem jakosti struje došlo bi do boljeg zgušnjavanja, ali ujedno i do većeg zagrijavanja predmeta te bi stoga trebalo koristiti neku drugu NDT metodu.

Prednosti ispitivanja magnetskim česticama: [19]

- Nije potrebno vršiti predetaljno čišćenje ispitnog predmeta
- Djeluje preko tankog premaza



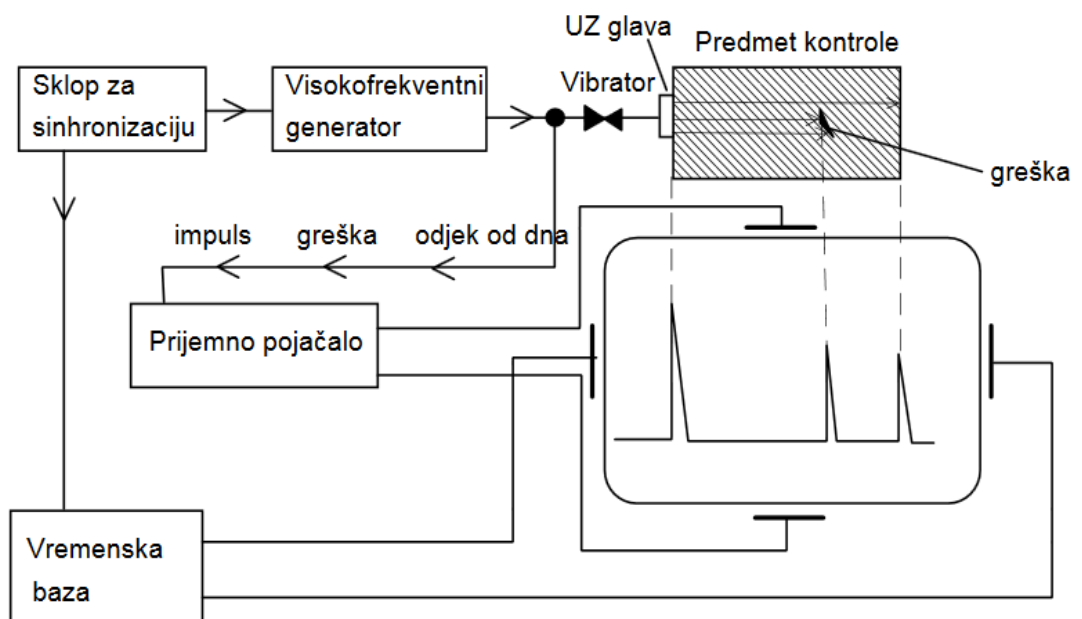
- Ispitivanje predmeta složene geometrije
- Najbolja metoda za ispitivanje malih, plitkih površinskih pukotina u feromagnetnim metalima
- Prijenosna oprema

Nedostaci ispitivanja magnetskim česticama: [19]

- Potrebno izvršiti demagnetizaciju ispitanog predmeta nakon ispitivanja
- Ispitivanje se vrši isključivo na feromagnetnim materijalima
- Ponekad potrebni visoki naponi el.struje – postoji mogućnost pregrijavanja materijala
- Ponekad potrebno vršiti magnetizaciju materijala više puta

## 2.2.4 Ispitivanje ultrazvukom (UT)

Ispitivanje ultrazvukom je NDT metoda u kojoj se koriste zvučni valovi određenog spektra frekvencije, a najčešće između 0.5 i 25 MHz. Zvučni valovi putuju kroz ispitni predmet uz neke gubitke energije zbog karakteristika materijala. Kod zvučnih valova se ispituje intenzitet nakon prolaska (prozvučavanje) ili odbijanja (impuls metoda) od površine ispitnog predmeta.



Slika 8. Shematski prikaz ultrazvučne metode kontrole kvalitete [4]

Češće se koristi metoda prozvučavnja. Zvučni valovi su vibracije čestica koje se prikazuju kao mehanička energija. Da bi se stvorile vibracije, čestice moraju postojati bilo to u krutim, tekućem ili plinovitom stanju. Ukoliko postoji vakuum, zvučni valovi se prekidaju. Na tom principu se pomoću ultrazvuka otkrivaju pogreške. Ukoliko postoje pukotine, rupe unutar materijala, zvučni signal se prekida. Pomoću ultrazvuka se mogu definirati veličina, smjer i mjesto pukotine, a još se koristi za određivanje debljine predmeta te svojstava i sastava materijala.

Prednosti ispitivanja ultrazvukom: [19]

- Visoka osjetljivost ispitivanja što dozvoljava otkrivanje sitnih pogrešaka
- Visoka prodornost zvučnih signala što omogućuje ispitivanje debljih ispitnih predmeta
- Visoka točnost veličine i pozicije pogrešaka
- Potreban je pristup samo jednoj strani ispitnog predmeta
- Velika brzina odjeka zvučnih signala što omogućuje brzo i automatizirano ispitivanje

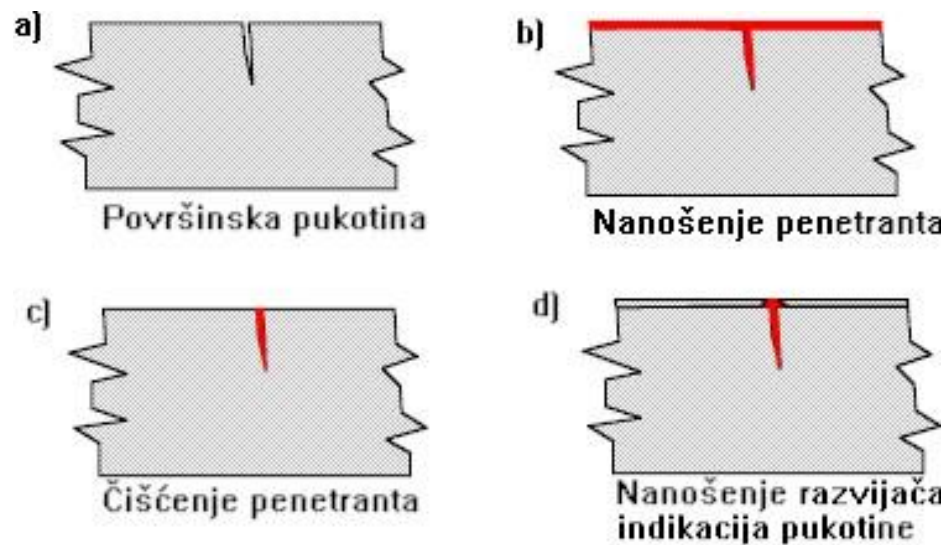
Nedostaci ispitivanja ultrazvukom: [19]

- Složena geometrija ispitnog predmeta može uzrokovati poteškoće kod ispitivanja
- Orijentacija pogreške može utjecati na otkrivanje same pogreške
- Potrebne referentne vrijednosti i standardi za kalibraciju opreme
- Potrebna priprema površine ispitnog predmeta

## **2.2.5 Ispitivanje penetrantima (PT)**

Ispitivanje penetrantima spada u jednu od najrasprostranjenijih NDT metoda. Penetrantima se ispituju površinske pukotine i diskontinuiteti krutih i neporoznih ispitnih predmeta. Ova metoda je jednostavna i fleksibilna. Može se izvoditi u pogonu i na terenu. Omogućuje širok spektar primjene, nije ograničena vrstom materijala ni veličinom ispitnog predmeta. U prednosti je naspram vizualne kontrole zbog toga što se penetrant lakše uočava zbog ostajanja traga penetranta koji je veći od pukotine ili greške te kontrasta između bijele boje razvijaača i žarke boje penetranta. Potrebno je izvršiti čišćenje površine ispitnog predmeta prije nanošenja penetranta zbog mogućih začepljenja pukotina. Postoje obojeni i fluorescentni

penetranti. Obojeni su žarke boje, a za fluorescentne je potrebno zamračenje i UV osvjetljenje.



Slika 9. Shematski prikaz procedure provođenja kontrole tekućim penetrantima [16]

Penetrant se nanosi prskanjem ili kistom na način da se ravnomjerno rasprši po površini ispitnog predmeta te se mora poštivati vrijeme penetriranja ovisno o obliku i karakteristikama površine. Nakon penetracije, vrši se čišćenje viška penetranta. Čišćenje se vrši odgovarajućim sredstvom ovisno o vrsti penetranta. Postoje vodoperivi, poslijeemulgirajući i otapalom odstranjivi penetranti. Vodoperivi, kako sam naziv govori, se odstranjuju vodom nanešenom štrcaljkom ili spužvom. Na poslijeemulgirajući se nanosi emulgator koji penetrant čini topljivim u vodi. Otapalom odstranjivi penetranti se uklanjaju sredstvom koje ga može otopiti. Nakon toga se na penetrante nanosi razvijач koji izvlači penetrant iz pukotina i ukazuje mjesta pogrešaka. Bitno je da ispitivač bude upućen u zahtjeve i tolerance ispitnog predmeta kako bi mogao razaznati bitnost pogrešaka. Ukoliko pogreška nije od značaja i zadovoljava uvjete eksploatacije, nije potrebno vršiti dodatne reparacije ili raditi nepotrebne troškove.

Prednosti ispitivanja penetrantima: [19]

- Relativno jeftina metoda
- Prijenosna NDT metoda
- Primjena na mnogo vrsta materijala
- Ispitivanje velikih površina
- Visoka osjetljivost na sitne pogreške

Nedostaci ispitivanja penetrantima: [19]

- Ispitna površina mora biti temeljito očišćena prije početka ispitivanja
- Nemože se koristiti na poroznim i grubim površinama
- Nije lako arhivirati rezultate ispitivanja
- Može se koristiti samo za otkrivanje površinskih pogrešaka
- Potrebno izvršiti čišćenje penetranta i razvijaača nakon ispitivanja

### **3.Održavanje i kontrola noževa CutMaster – V500**

#### **3.1. Općenito o stroju CutMaster – V500**

CutMaster – V500 je stroj koji se koristi u prehrambenoj industriji Danica d.o.o., Koprivnica. Smrznuta sirovina ulazi u stroj gdje se nakon procesa stvara pašteta koja se kasnije puni u konzerve. Da bi se mogla napraviti pašteta, potrebne su velike sile i brzine koje mogu iz smrznutih komada mesa temperature do  $-20^{\circ}\text{C}$  proizvesti homogenu strukturu paštete, mesno tijesto.



*Slika 10. CutMaster – V500 [autorska]*

<b>Parametar</b>	<b>Vrijednost</b>
Broj okretaja vratila noževa	60 – 3600 $min^{-1}$
Radijus vrtnje noževa	380 $mm$
Obodna brzina noževa	144 $m/s$
Broj okretaja zdjele	4-16 $min^{-1}$
Snaga elektromora	170 $kW$

Tablica 2. Parametri rada CutMaster-V500 [24]

Mnoge komponente CutMaster - V500 imaju tendenciju trošenja i zamora te zbog toga treba vršiti kontrole i prema potrebi korigirati uočene nedostatke.

<b>Interval</b>	<b>Postupak</b>
Dnevno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 .Očistiti i dezinficirati stroj</li> <li>2. Osušiti stroj</li> <li>3. Nanjeti tanak sloj ulja koji nije štetan za hranu i zdravlje ljudi i koji sprečava nastanak korozije te utrljati krpom</li> <li>4. Očuvati pokretne dijelove (koristeći ulje) i spremić u suho mjesto</li> <li>5 . Provjeriti noževe za moguće nedostatke ili oštećenja</li> <li>6. Nanjeti tanak sloj maziva na vratilo noževa i na vijke koji pričvršćuju noževe</li> </ol>
Tjedno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Pregledati lepeze ventilatora</li> <li>2.Očistiti lepeze i vratiti u istom smjeru</li> <li>3.Zamjeniti dotrajale lepeze novima</li> </ol>
Mjesečno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Provjeriti cjevovode, stezne spojeve i crijeva te zamijeniti prema potrebi</li> <li>2.Pričvrstiti labave spojeve</li> </ol>

Svakih 1000 radnih sati ili barem jednom svakih 6 mjeseci	Izvršiti provjeru električnih instalacija od strane ovlaštenog električara
Svakih 2000 radnih sati ili barem jednom godišnje	Zamjena pogonskog ulja

*Tablica 3. Intervali preventivnog održavanja CutMaster - V500 [24]*

Iz tablice je vidljivo da najviše pažnje treba posvetiti dnevnim rutinama provjere i kontrole ispravnosti pokretnih dijelova stroja.

### **3.2.Noževi CutMastera – V500**

Noževi na Cut Masteru – V500 su izloženi konstantnim naprezanjima i udarima koji uzrokuju trošenje u obliku zatupljivanja oštrice te mogućih nastajanja lomova. Ovisno o količini sirovine koja dolazi u proces obrade, načinu čišćenja sirovine (meso mora biti iskošteno, a ponekad se dogodi da se u procesu nađu komadići hrskavice), obliku leda u smrznutoj strukturi te nepravovremenog pregleda i kontrole, noževi gube oštricu i kut koji su imali kod prvotnog brušenja te postaju zaobljeni na reznom dijelu, a time i tupi. Oštrica noža može također poprimiti oblik sličan zupcima pile koji je golim okom gotovo nevidljiv, ali se može osjetiti pod dodirrom prsta. Ukoliko se takvi noževi dalje podvrguju eksploataciji, oni više ne režu i usitnjavaju, već samo gnječe i trgaju sirovinu te zbog sve većih naprezanja dolazi do sve veće potrošnje energije i vremena potrebnog za ciklus proizvodnje. Vrlo je važno imati pravilno nabrušene noževe zbog pravilnog i ravnomjernog usitnjavanja mesa i veznog tkiva zbog toga što pravilno nabrušen i ispoliran nož ima najmanji radijus na oštrici, a samim time i najmanji rezni otpor. [14]



*Slika 11. Noževi CutMastera – V500 [autorska]*

Materijal noževa mora zadovoljiti eksploatacijske uvjete procesa proizvodnje. Mora biti izrađen od nehrđajućeg čelika sa udjelom kroma većim od 13%. Također ne smije utjecati na prehrambene proizvode u smislu da im mijenja okus ili otpušta otrovne tvari koje mogu naštetiti ljudskom zdravlju te biti otporan na utjecaj organskih spojeva. Mora imati dovoljnu tvrdoću kako bi što duže ostao postojan oblik oštrice, da se ne zatupi, a s druge strane dovoljnu žilavost da ne dolazi do pucanja uslijed eksploatacije. Isto tako mora biti pogodan za obradu odvajanjem četica, to jest brušenje.

EN-oznaka	UNS broj	Tip	Maseni udio elemenata, %						
			C	Cr	Mn	Si	Ni	Ostali	
X12Cr13	1.4006	S40300	403	0,15	11,5-13,0	1,00	0,50	-	-
X15Cr13	1.4024	S41000	410	0,15	11,5-13,5	1,00	1,00	-	-
X6Cr13	1.4000	S41008	410S	0,08	11,5-13,5	1,00	1,00	-	-
		S41400	414	0,15	11,5-13,5	1,00	1,00	1,25-2,50	-
		S41600	416	0,15	12,0-14,0	1,25	1,00	-	0,15 S; 0,6 Mo
X30Cr13	1.4028	S42000	420	0,15 min	12,0-14,0	1,00	1,00	-	-
		S42200	422	0,20-0,25	11,5-13,5	1,00	0,75	0,5-1,0	0,75-1,25 Mo; 0,75-1,25 W; 0,15-0,3 V
X14CrMoS17	1.4104			0,1-0,17	15,5-17,5	1,5			0,2-0,6 Mo
X55CrMo14	1.4110	S43100	431	0,48-0,6	13 - 15	1,00			0,5-0,8 Mo max 0,15 V
X17CrNi16-2	1.4057	S44002	440A	0,2	15,0-17,0	1,00	1,00	1,25-2,50	-
X70CrMo15	1.4109	S44003	440B	0,60-0,75	16,0-18,0	1,00	1,00	-	0,75 Mo
X90CrMoV18	1.4112			0,75-0,95	16,0-18,0	1,00	1,00	-	0,75 Mo
X39CrMo17-1	1.4122			0,33-0,45	15,5-17,5	1,5	1,00	1,00	0,8-1,3 Mo
X40CrMoVN16-2	1.4123	S44004	440C	0,35-0,5	14-16	1	1	0,5	1-2,5 Mo max 1,5 V 0,1-0,3 N
X105CrMo17	1.4125			0,95-1,2	16,0-18,0	1,00	1,00	-	0,75 Mo
X50CrMoV15	1.4116			0,45-0,55	14-15	1	1		0,5-0,8 Mo 0,1-0,2 V

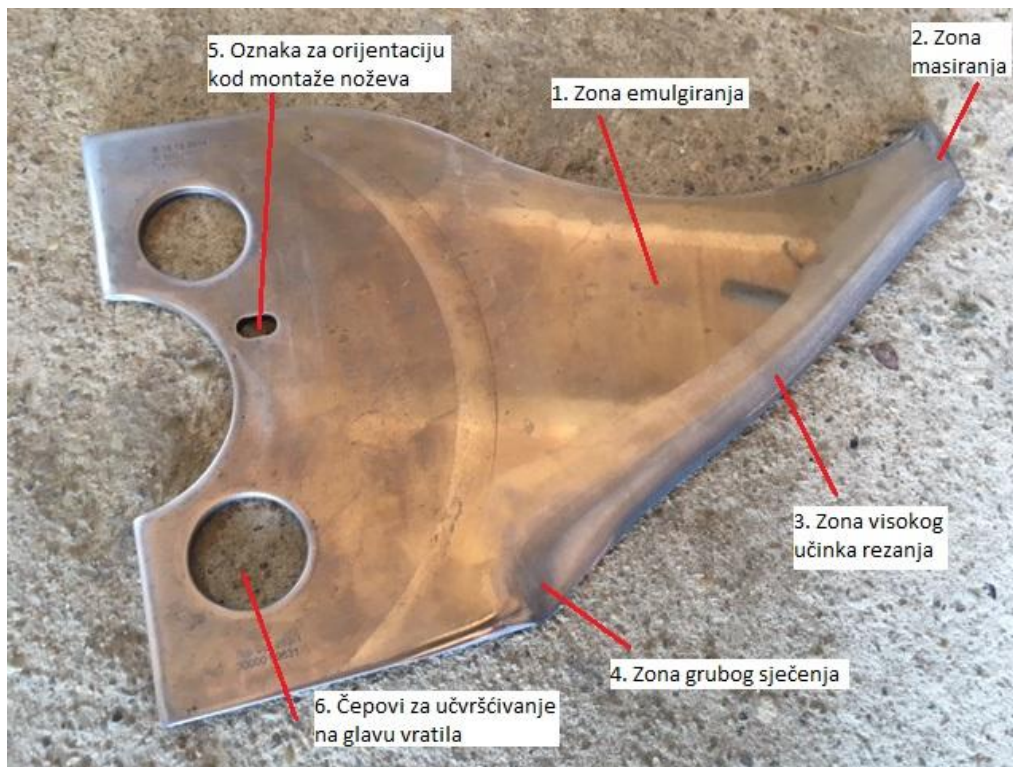
Tablica 4. Kemijski sastav martenzitnih čelika [12]

oznaka	stanje	Vlačna čvrstoća N/mm <sup>2</sup>	Granica razvlačenja N/mm <sup>2</sup>	Istezljivost, %
X12Cr13	meko žareno	485	275	20
	srednje popušteno	690	550	15
	visoko-popušteno	825	620	12
X15Cr13	meko žareno	485	275	20
	srednje popušteno	690	550	15
	visoko-popušteno	825	620	12
X30Cr13	meko žareno	690	-	15
	srednje popušteno	1720	1480	8
X55CrMo14	meko žareno	760	-	-
	srednje popušteno	795	620	15
	visoko-popušteno	1210	930	13
X40CrMoVN16-2	meko žareno	760	450	14
	srednje popušteno	1970	1900	12

Tablica 5. Mehanička svojstva martenzitnih čelika (minimalne vrijednosti) [12]

Noževi moraju biti određenog oblika kako bi mogli izvršiti svoju funkciju u procesu proizvodnje. Postoje razni oblici koji ovise o proizvođaču stroja i proizvođaču noževa, ali u suštini vrše istu funkciju. Svaki nož mora imati zonu masiranja, zonu grubog sječenja, zonu visokog učinka rezanja te zonu emulgiranja.





Slika 12. Zone noža CutMaster-V500 [autorska]

Zona masiranja se ne oštiri zbog toga što je razmak od ovog dijela noža uvijek na jednakoj udaljenosti od dna zdjele, a zbog nemogućnosti podešavanja razmaka noževa je ubrzana montaža noževa nakon brušenja. Postoje i noževi kod kojih se brusi ta zona, ali oni imaju mogućnost podešavanja razmaka noževa po visini te samim time povećavaju vrijeme i mogućnost pogreške kod montaže. U ovom dijelu dolazi do masiranja mase koja u proizvodnom procesu dolazi između noža i zdjele.

U zoni visokog učinka rezanja dolazi do glavnog rezanja masa. Vrlo je bitna u procesu jer bez nje ne može doći do emulgacije mase. Potrebno je imati pravilan kut oštrenja zbog toga što u suprotnom dolazi do stvaranja vibracija noževa i udara na osovinu noževa. Zbog velikog razmaka vrha ovog dijela noža i osovine se ovdje razvijaju i najveće obodne brzine. Kod ovih noževa se postiže obodna brzina od 144 m/s gdje nož mora sirovinu fino usitnjavati rezanjem, emulgirati i mješati.

Zona grubog sječenja ostvaruje kontakt sa nadolazećom sirovinom u zdjeli, a zbog malog radijusa ima i malu obododnu brzinu što omogućuje da se u tom dijelu sirovina grubo siječe. Noževi postavljeni u prvom redu na osovini nosača trpe najveća opterećenja i oštećenja zbog sječenja hrskavica, leda i smrznutog mesa.

Zona emulgiranja je najbitnija kod proizvodnje mesnog tijesta. Ovaj dio noža rastvara mesno tkivo što stvara vlaknastu strukturu. Ova zona može biti glatka ili izbrazdana. Noževi sa izbrazdanom zonom emulgiranja se koriste kod proizvodnje polutrajnih proizvoda. Zbog izbrazdane površine dolazi do trenja između smjese i noža te laganog porasta temperature procesa. Porastom temperature dolazi do povećanog razdvajanja bjelancevina na manje dijelove koji na sebe lakše vežu masnoću i vodu. Glatka zona emulgiranja se koristi kod proizvodnje trajnih proizvoda (u ovom slučaju paštete) te emulgacija nije potrebna.

Zbog što ispravnije vrtnje i minimalnih vibracija i opterećenja, kontroliraju se i montiraju u paru. Svakodnevno se moraju prati i dezinficirati. Dio dnevne provjere je vizualna kontrola koja je i najbitnija. Vizualnom kontrolom se utvrđuje stanje noževa. Ukoliko se ne može utvrditi 100%-tna ispravnost, noževi se podvrguju nekim drugim NDT metodama. Vizualnom kontrolom se prvenstveno određuje potreba za brušenjem noževa. [14]

## **4. Praktična primjena NDT metoda**

### **4.1. Brušenje noževa**

Brušenje je jedan od najzastupljenijih postupaka završne obrade odvajanjem čestica. Koristi se alat koji nema geometrijski definiranu oštricu, a može se upotrijebiti na predmetima različitih oblika. Alat je izrađen od abrazivnih zrnca koja su vezivom povezana u kompaktnu cijelinu koja može biti različitih oblika i dimenzija. Osim zrnca i veziva, brusni alat ima šupljine i pore koje služe za skladištenje odvojenih čestica prilikom brušenja. Kod brušenja, glavno gibanje, rotacijsko, vrši alat, dok posmično gibanje vrši obradak. [9]

Postupci brušenja se mogu podijeliti u više skupina, a zbog jednostavnosti prikaza najčešćih načina primjene brušenja postoje sljedeće podjele [9]:

#### **1.) Ovisno o obliku površine koja se obrađuje:**

- Brušenje okruglih vanjskih površina
- Brušenje okruglih unutarnjih površina
- Brušenje ravnih površina
- Brušenje složenih površina

#### **2.) Ovisno o položaju rezne površine brusa prema obratku:**

- Obodno brušenje

- Čeono brušenje
- Profilno brušenje

**3.) Ovisno o pravcu pomoćnog gibanja, gledano prema osi brusa:**

- Aksijalno brušenje
- Radijalno brušenje

**4.) Ovisno o smjeru brzine brusa i obratka:**

- Istosmjerno brušenje
- Protusmjerno brušenje

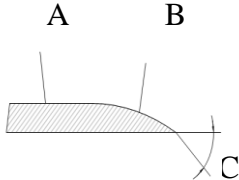
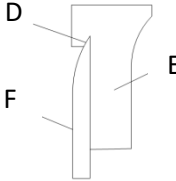
Brušenje se vrši na stroju Knecht HV208. Knecht HV208 je specijalizirani automatizirani stroj za brušenje noževa gdje se obrada odvija obodno aksijalno.

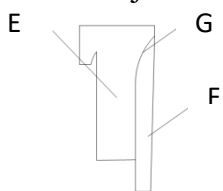


*Slika 13. Brusilica Knecht HV208 [autorska]*



Slika 14. Šablona za brušenje noževa [autorska]

Redoslijed operacije	Operacija
1.	<p>Brusi se samo rezna strana (A) noža koristeći vodom hlađeni brusni stroj koji može osigurati originalni kut C od 27° i radijus B.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
2.	<p>Provjeriti kut brušenja</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>D – oznaka E – etalon F – nož</p>

3.	<p>Provjeriti radijus brušenja</p>  <p>G – radijus brušenja</p>
4.	Brusiti noževe
5.	Ispolirati noževe
6.	Napraviti kontrolu noža
7.	Očistiti nož i nanijeti tanak sloj ulja

Tablica 6. Redosljed operacija kod brušenja [24]

U tablici 6. je opisan redosljed operacija kod brušenja noževa. U poglavlju 4.2. Vizualna kontrola noževa će biti detaljnije opisani postupci kontrole kuta i radijusa brušenja te njihova daljnja kontrola.

Na stroj za brušenje Knecht HV208 je pričvršćena šablona u koju se umeće odabrani nož. Podešavanjem kuta brušenja na  $27^\circ$ , provjerom dostatnosti rashladne tekućine u rezervoaru i ispravnosti rada rashladnog sustava, stroj se pušta u pogon i brušenje se vrši bez sudjelovanja radnika. Potrebno je koristiti abrazivnu brusnu traku granulacije P180 koja može izbrusiti oštricu. Oštrica tokom brušenja mora biti hlađena da ne bi došlo do popuštanja materijala što bi uzrokovalo smanjenje tvrdoće oštrice i samim time ubrzano zatupljivanje. Temperatura oštrice ne smije prijeći temperaturu veću od  $180^\circ\text{C}$  zbog temperaturnih naprezanja materijala koji mogu uzrokovati nastanak pukotina i u konačnici lom cijelog noža. Nakon brušenja, nož se mora ispolirati. Slijedi kontrola noža za moguća oštećenja.

## 4.2. Vizualna kontrola noževa

Vizualna kontrola noževa CutMastera – V500 podrazumijeva pregled noža za moguća oštećenja nastala eksploatacijom koja su najčešće u obliku oštećenja oštrice, te provjeru kuta i radijusa oštrice kako bi se utvrdila potreba za njihovim brušenjem. Za određivanje kuta radijusa brušenja, koristi se etalon dobine uz stroj (slika 15.) Etalon na sebi ima utor gdje

oštrica mora sjesti i popuniti ga (slika 16.). Provjera radijusa se vrši na način da se etalon stavi na oštricu noža gdje radijus oštrice naliježe na etalon (slika 17.)



*Slika 15. Etalon za provjeru kuta i radijusa oštrice [autorska]*



*Slika 16. Provjera kuta oštrice [autorska]*



*Slika 17. Provjera radijusa oštrice [autorska]*

Na slikama (slika 18. i slika 19.) su vidljiva oštećenja oštrice do kojih je došlo uslijed eksploatacije u proizvodnom procesu. Takvi noževi se bez korekcija i daljnje kontrole ne smiju dalje koristiti zbog toga što ne mogu pravilno izvršiti svoju funkciju. Potrebno ih je brusiti da bi se postigla oštrina kojom se postižu željeni parametri rada te u konačnici i željena svojstva proizvoda uz što manje utrošenog vremena i energije.



*Slika 18. Oštećenje oštrice [autorska]*



*Slika 19. Oštećenje oštrice [autorska]*

Nakon brušenja, nož se kontrolira za moguća oštećenja koja su mogla nastati brušenjem. Uslijed brušenja, došlo je do pregrijavanja materijala noža (slika 20.) zbog nedostatnog hlađenja brusne trake i noža. Pregrijavanjem materijala dolazi do promjene strukture i svojstava noža. Nož kao takav više nije za upotrebu i mora se odvojiti od ostalih noževa. Ne smije se staviti u daljnju eksploataciju zbog mogućeg nastanka loma i kvara na ostalim noževima. Potrebno je pregledati stroj za brušenje i ustanoviti ima li dovoljno rashladne tekućine te radi li pumpa ispravno kako ne bi opet došlo do pregrijavanja sljedećeg noža koji se brusi.

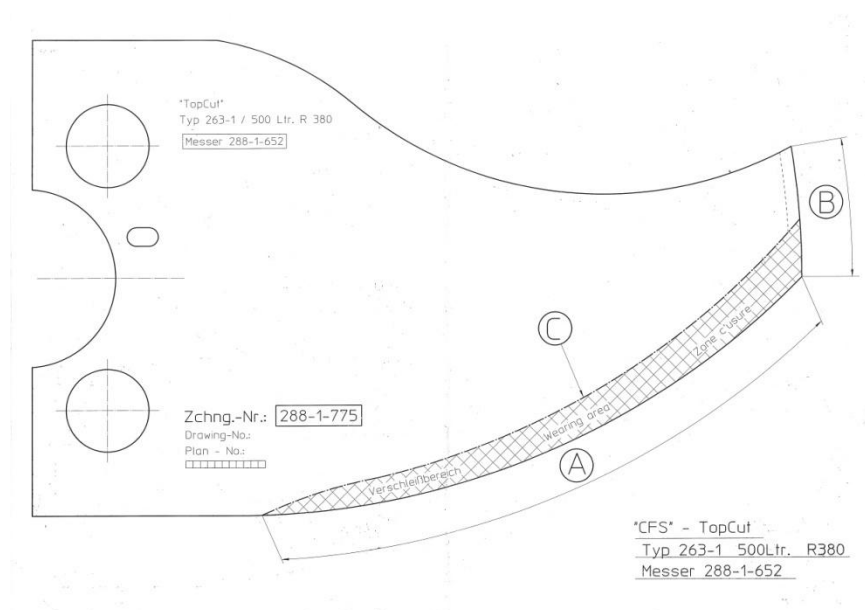




Slika 20. Vidljiva promjena boje nakon brušenja – neispravan nož [autorska]

Ukoliko nema vidljiv oštećenja i nož vizualno zadovoljava uvjete za daljnju upotrebu, vrši se daljnja kontrola.

Nož se kontrolira da se vidi da nije prošao dozvoljenu granicu brušenja. Postavlja se na šablonu (Slika 21. i Prilog 1.) dobivenu uz nož koja je u mjerilu 1:1 gdje je točno naznačena granica brušenja.



Slika 21. Šablona za kontrolu izbrušenosti noža (A-područje brušenja; B- ne brusi se; C-granica brušenja) [23]



*Slika 22. Neispravan nož – prebrušen [autorska]*

Nož je prešao granicu brušenja i kao takav je neispravan. Proizvođač ne garantira za daljnja svojstva i sigurnost upotrebe takvog noža. Prebrušen nož se odvaja na stranu i stavlja se u otpad za daljnje zbrinjavanje.



*Slika 23. Ispravan nož [autorska]*

Po završetku vizualnog pregleda nakon brušenja, ukoliko nož zadovolji uvjete, vrši se premazivanje i skladištenje do sljedeće upotrebe.

### 4.3. Kontrola noževa penetrantima

Zbog nepouzdanosti vizualnog pregleda, ne može se garantirati 100%-tna ispravnost noževa. Ponekad golim okom nemožemo vidjeti neke pogreške ili pukotine. Kad se prilikom vizualnog pregleda sumnja na moguću pogrešku na površini materijala, primjenjuje se kontrola penetrantima.



*Slika 24. Predmet ispitivanja gdje se sumnja na pogrešku [autorska]*

Nož koji ispitujemo penetrantima potrebno je prvo očistiti od svih nečistoća kako bi se izbjeglo ukazivanje pogreške uslijed neočišćene površine, a ne pukotine. Čišćenje površine se vršilo sredstvom za čišćenje u obliku aerosola marke Tiede RL-40 i krpom.



Slika 25. Sredstvo za čišćenje Tiede RL-40 [autorska]

Svojstvo	<i>Tiede RL-40</i>
Sastav	Mješavina alkohola
Boja	Prozirna
Miris	Neutralan
Gustoća	0.72 g/cm <sup>3</sup>
Udio sumpora	< 300 ppm
Udio klora	<300 ppm
Udio Fluora	<50 ppm
Temperatura skladištenja	10°C – 30°C
Temperatura primjene	5°C – 50°C

Tablica 7. Svojstva Tiede RL-40 [20]



*Slika 26. Priprema površine ispitivanja [autorska]*

Nakon izvršenog čišćenja površine, nanosi se penetrant marke Tiede PWL-1. To je vodoperivi penetrant tamno crvene boje u obliku aerosola. Zbog svoje jake boje čini pogreške lako uočljivima nakon ispitivanja. Koristi se na jako širok spektar materijala, ali se ne preporuča korištenje na polimernim materijalima kako ih ne bi zamrljao, omekšao ili čak razgradio. Penetrant se nanosi naštrcavanjem.



Slika 27. Penetrant Tiede PWL-1 [autorska]

Svojstvo	Tiede PWL-1
Boja	Tamno crvena
Miris	Neutralan
Gustoća	0.88 g/cm <sup>3</sup>
Viskoznost	8.0 mm <sup>2</sup> /s
Udio sumpora	<300 ppm
Udio klorida	<300 ppm
Temperatura skladištenja	10°C - 30°C
Temperatura primjene	-5°C - 50°C
Pokrivanje	12 -18m <sup>2</sup> po 500ml aerosola

Tablica 8. Svojstva Tiede PWL-1 [21]

Potrebno je 15 minuta da bi se ostvarilo pravilno penetriranje penetranta u ispitnu površinu. Nakon penetracije ponovo se vrši čišćenje površine krpom i sredstvom za čišćenje Tieder RL-40 kako bi se uklonio penetrant koji nije ušao u pore i pukotine. Ukoliko se površina dobro ne očisti od penetranta ostalih na površini, rezultati ispitivanja nisu ispravni.



*Slika 28. Nanošenje penetranta [autorska]*

Po izvršenom čišćenju površine, nanosi se razvijач Tiede DL-20. Vrijeme razvijanja je 20 minuta. Nakon što vrijeme razvijanja prođe, vrši se pregled ispitne površine noža.



Slika 29. Razvijač Tiede DL-20 [autorska]

Svojstvo	Tiede DL-20
Gustoća	0.88 g/cm <sup>3</sup>
Udio sumpora	<300 ppm
Udio klora	<300 ppm
Udio fluora	<50 ppm
Temperatura skladištenja	10°C – 30°C
Temperatura primjene	-5°C – 50°C
Površina pokrivanja	12-18 m <sup>3</sup> po 500 ml aerosola

Tablica 9. Svojstva razvijača Tiede DL-20 [22]





*Slika 30 . Uočena površinska pogreška [autorska]*

Ukoliko su očene pogreške koje bi upućivale na opasnost daljnjeg korištenja ili eksploatacije, takve je noževe potrebno odvojiti od ostalih i pravilno zbrinuti.



*Slika 31. Uočene površinske nepravilnosti na oštrici uslijed nepravilnog poliranja [autorska]*



*Slika 32. Uočene poroznosti materijala – pitting usijed eksploatacije [autorska]*

## 5. Zaključak

NDT metode imaju veliku ulogu u otkrivanju pogrešaka materijala, proizvoda, zavara i drugih. Njihovom pravilnom primjenom je moguće otkriti pogreške koje bi mogle uzrokovati kvarove i druge neželjene posljedice uslijed eksploatacije ispitnih predmeta. Ne utječu na svojstva i oblik ispitnog predmeta te se vrlo često mogu koristiti uslijed same eksploatacije istih, pa su kao takve pogodna vrsta ispitivanja za širok spektar primjene.

Noževi koji se koriste u CutMaster-V500, u Danici d.o.o., su podvrgnuti velikim brzinama i opterećenjima. Koriste se za izradu mesnog tijesta od smrznute sirovine temperature do  $-20^{\circ}\text{C}$ . Moraju uvijek biti oštri i sigurni za uporabu. Njihovom eksploatacijom, oštećuje se vrh oštrice te postaje tup i gubi početni radijus potreban za pravilno siječenje mase. Njihovim zatupljivanjem dolazi do nepravilnog siječenja tj. dolazi do gnječenja mesa što uzrokuje otežan rad stroja, a samim time povećanje utrošenog vremena i energije proizvodnog ciklusa.

Vizualnom kontrolom se utvrđuje njihova oštrot i potreba za brušenjem. Ukoliko se sumnja na neka druga oštećenja, nož se podvrguje daljnjim ispitivanjima kako bi se mogla utvrditi njihova ispravnost. Najčešće pogreške se jave na vrhu oštrice uslijed eksploatacije, dok su ostale pogreške nastale uslijed nepravilnog brušenja ili skladištenja.

Iako je vizualna metoda (VT) najnepouzdanija NDT metoda, ona ima jako veliku ulogu u kontroli noževa CutMastera – V500. Ne zahtjeva mnogo vremena, visoku naobrazbu ispitivača ni dodatne troškove kako bi se mogla izvršiti. Zbog uvjeta rada i eksploatacije noževa, najviši naglasak se stavlja na pravilno brušenje i oštrot istih. Vizualnom kontrolom i upotrebom etalona i šablona, lako se utvrdi njihova ispravnost. Uslijed normalnih uvjeta eksploatacije, ako je kontrola pravilno izvršena, ne dolazi do drugih oštećenja noževa osim zatupljivanja oštrice. Primjenom drugih NDT metoda, kao što je metoda ispitivanja penetrantima (PT), uglavnom potvrđujemo ili odbacujemo sumnje uočene vizualnom metodom (VT).

U Varaždinu, 16.07.2018..

Potpis studenta.....

## 6. Literatura

- [1] Charles Hellier, Handbook of nondestructive evaluation, 2003.
- [2] <http://www.4nsi.com/assets/images/products/xray-tube-equipment.jpg> dostupno 15.06.2018.
- [3] [http://www.fiberscope.net/media/catalog/product/cache/1/image/700x700/6aa14e61dd301e7547c08e0ab5331f05/r/i/rigid-borescope\\_13\\_3.jpg](http://www.fiberscope.net/media/catalog/product/cache/1/image/700x700/6aa14e61dd301e7547c08e0ab5331f05/r/i/rigid-borescope_13_3.jpg) dostupno 15.06.2018.
- [4] [http://www.sfsb.unios.hr/kth/zavar/na\\_dipl4/5.pdf](http://www.sfsb.unios.hr/kth/zavar/na_dipl4/5.pdf) dostupno 15.06.2018.
- [5] <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:206480> dostupno 15.06.2018.
- [6] <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:253170> dostupno 15.06.2018.
- [7] <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:769333> dostupno 15.06.2018.
- [8] <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:037075> dostupno 15.06.2018.
- [9] <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:73/preview> dostupno 15.06.2018
- [10] [http://www.dacco.hr/shop/item/teleskopsko\\_ogledalo\\_44168-1808/](http://www.dacco.hr/shop/item/teleskopsko_ogledalo_44168-1808/) dostupno 15.06.2018.
- [11] [https://www.fsb.unizg.hr/ndt/download/teh3\\_2003-04pred.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/ndt/download/teh3_2003-04pred.pdf) dostupno 15.06.2018.
- [12] [https://www.fsb.unizg.hr/usb\\_frontend/files/1383571615-0-ssnc\\_3i4\\_pred\\_tekst.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/usb_frontend/files/1383571615-0-ssnc_3i4_pred_tekst.pdf) dostupno 15.06.2018.
- [13] <https://hrcak.srce.hr/file/84111> dostupno 15.06.2018.
- [14] <https://www.mojkvart.hr/Zagreb/Buzin/Zdrava-hrana-makrobiotika/TTR-KOLOVRAT/Kutterski-nozevi-S7412> dostupno 15.06.2018.
- [15] <http://croexpress.eu/vijest.php?vijest=2076> dostupno 15.06.2018.
- [16] <https://www.sfsb.hr/kth/zavar/tii/slike/tii18.jpg> dostupno 15.06.2018.
- [17] <https://www.sfsb.hr/kth/zavar/tii/slike/tii19.jpg> dostupno 15.06.2018.
- [18] [https://www.streppel.de/typo3temp/pics/flexible-ITI\\_105e44965c.jpg](https://www.streppel.de/typo3temp/pics/flexible-ITI_105e44965c.jpg) dostupno 15.06.2018.
- [19] [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS\\_54\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS_54_web.pdf) dostupno 15.06.2018.

- [20] <https://eu.magnaflux.com/product-solutions/liquid-penetrant-inspection/cleaners/pds-tiede-rl-40/> dostupno 15.06.2018.
- [21] <https://eu.magnaflux.com/product-solutions/liquid-penetrant-inspection/lpi-chemicals-visible/pds-tiede-pwl-1/> dostupno 15.06.2018.
- [22] <https://eu.magnaflux.com/product-solutions/liquid-penetrant-inspection/lpi-chemicals-developers/pds-tiede-dl-20/> dostupno 15.06.2018.
- [23] Interni dokumenti Danica d.o.o.

## 7. Popis slika

<i>Slika 1. Teleskopsko ogledalo [10]</i> .....	4
<i>Slika 2. Povećalo [15]</i> .....	4
<i>Slika 3. Endoskopska kamera [18]</i> .....	4
<i>Slika 4. Boroskop [3]</i> .....	4
<i>Slika 5. Standardna operama industrijskog aparata za ispitivanje x-zrakama [2]</i> .....	5
<i>Slika 6. Radiografija [13]</i> .....	6
<i>Slika 7. Shematski prikaz kontrole magnetskim česticama i indikacija površinske pukotine [17]</i> .....	7
<i>Slika 8. Shematski prikaz ultrazvučne metode kontrole kvalitete [4]</i> .....	8
<i>Slika 9. Shematski prikaz procedure provođenja kontrole tekućim penetrantima [16]</i> .....	10
<i>Slika 10. CutMaster – V500 [autorska]</i> .....	11
<i>Slika 11. Noževi CutMastera – V500 [autorska]</i> .....	14
<i>Slika 12. Zone noža CutMaster-V500 [autorska]</i> .....	16
<i>Slika 13. Brusilica Knecht HV208 [autorska]</i> .....	18
<i>Slika 14. Šablona za brušenje noževa [autorska]</i> .....	19
<i>Slika 15. Etalon za provjeru kuta i radijusa oštrice [autorska]</i> .....	21
<i>Slika 16. Provjera kuta oštrice [autorska]</i> .....	21
<i>Slika 17. Provjera radijusa oštrice [autorska]</i> .....	22
<i>Slika 18. Oštećenje oštrice [autorska]</i> .....	22
<i>Slika 19. Oštećenje oštrice [autorska]</i> .....	23
<i>Slika 20. Vidljiva promjena boje nakon brušenja – neispravan nož [autorska]</i> .....	24
<i>Slika 21. Šablona za kontrolu izbrušenosti noža (A-područje brušenja; B- ne brusi se; C-granica brušenja) [23]</i> .....	24
<i>Slika 22. Neispravan nož – prebrušen [autorska]</i> .....	25
<i>Slika 23. Ispravan nož [autorska]</i> .....	25
<i>Slika 24. Predmet ispitivanja gdje se sumnja na pogrešku [autorska]</i> .....	26
<i>Slika 25. Sredstvo za čišćenje Tiede RL-40 [autorska]</i> .....	27
<i>Slika 26. Priprema površine ispitivanja [autorska]</i> .....	28
<i>Slika 27. Penetrant Tiede PWL-1 [autorska]</i> .....	29
<i>Slika 28. Nanošenje penetranta [autorska]</i> .....	30
<i>Slika 29. Razvijač Tiede DL-20 [autorska]</i> .....	31
<i>Slika 30. Uočena površinska pogreška [autorska]</i> .....	32
<i>Slika 31. Uočene površinske nepravilnosti na oštrici uslijed nepravilnog poliranja [autorska]</i> .....	32
<i>Slika 32. Uočene poroznosti materijala – pitting usijed eksploatacije [autorska]</i> .....	33

## 8. Popis tablica

<i>Tablica 1. Mogućnost primjene metoda nerazorne kontrole [7].....</i>	<i>2</i>
<i>Tablica 2. Parametri rada CutMaster-V500 [24].....</i>	<i>12</i>
<i>Tablica 3. Intervali preventivnog održavanja CutMaster - V500 [24].....</i>	<i>13</i>
<i>Tablica 4. Kemijski sastav martenzitnih čelika [12].....</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 5. Mehanička svojstva martenzitnih čelika (minimalne vrijednosti) [12].....</i>	<i>15</i>
<i>Tablica 6. Redoslijed operacija kod brušenja [24].....</i>	<i>20</i>
<i>Tablica 7. Svojstva Tiede RL-40 [20].....</i>	<i>27</i>
<i>Tablica 8. Svojstva Tiede PWL-1 [21].....</i>	<i>29</i>
<i>Tablica 9. Svojstva razvijača Tiede DL-20 [22].....</i>	<i>31</i>

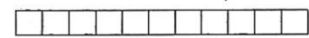
"TopCut"  
Typ 263-1 / 500 Ltr. R 380

Messer 288-1-652

Zchnng.-Nr.: 288-1-775

Drawing-No.:

Plan - No.:



"CFS" - TopCut  
Typ 263-1 500Ltr. R380  
Messer 288-1-652

