

## » Prevučeni SUMIBORON BNC2010/ BNC2020 za dugu postojanost i stabilnu obradu kaljenog čelika

*Yusuke Matsuda  
Hironari Moroguchi  
Nozomi Tsukihara  
Katsumi Okamura  
Makoto Setoyama  
Tomohiro Fukaya*

Automobilska industrija ubrzano prenosi proizvodnju u zemlje u razvoju, gdje uvodi trend proizvodnih linija koje rade s minimalnim brojem operatera. Od tuda proizlazi potreba za reznim alatima s dugom postojanošću i stabilnošću. Kao odgovor na te zahtjeve, u Sumitomo Electric smo razvili prevučeni SUMIBORON BNC2010/BNC2020.

Prevučeni SUMIBORON BNC2010 u usporedbi s konvencionalnim reznim alatima ima bolju postojanost na zarezno trošenje i postiže dulju postojanost i pri visoko-preciznoj obradi sa zahtjevima za vrlo niskom hrapavošću obrađene površine. BNC2020 ima poboljšanu postojanost na trošenje i postojanost prevlake na ljuštenje, a s time osigurava dulju postojanost alata, kako pri neprekinutoj, tako i pri prekinutoj obradi. U ovom članku su opisane prednosti i mogućnosti kvaliteta prevlaka BNC2010/BNC2020.



### Uvod

Tvrdoća i toplinska provodnost kubičnog bor-nitrida (CBN)1 su usporedivi samo s dijamantom, a ujedno je slabo reaktivan u kontaktu sa metalima na bazi željeza. Tvrtka Sumitomo Electric Hardmetal Corporation je razvila prvi alat na svijetu od CBN materijala za obradu kaljenog čelika. Načinjeno je bilo sraščivanjem čestica CBN i keramičkog veziva, a na tržište je došlo 1977. godine pod trgovačkim nazivom SUMIBORON. Od 2000. godine, kada je bio predstavljen prevučeni SUMIBORON s keramičkom prevlakom za poboljšanu postojanost na trošenje nanosenu PVD2 postupkom na pločicu od sraščenog CBN, počeli su se razvijati postupci obrade, kako na području točnosti, tako i prema učinkovitosti. Prijelaz s brušenja na rezanje je prije svega u automobilskoj industriji poboljšao produktivnost i smanjio troškove.

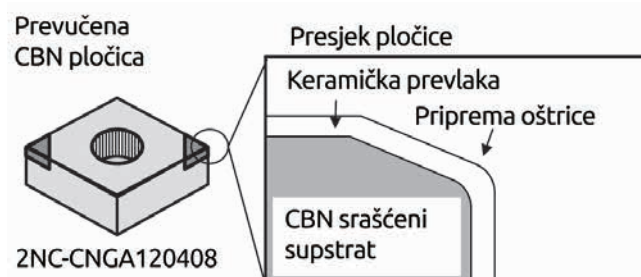
Zahtjevi korisnika glede reznih alata su se tako pomicali od visoko-učinkovitog rezanja u smjeru dugog i stabilnog vijeka trajanja

alata. S povećanjem broja kompleksnih automobilskih komponenta, pojačali su se i zahtjevi za visokom točnošću rezanja. Kao odgovor na te zahtjeve, razvili smo prevučeni SUMIBORON BNC2010 i BNC2020, koji nude bitnu dulju i stabilniji vijek trajanja alata od konvencionalno prevučenog CBN.

### Problemi pri tokarenju tvrdih materijala

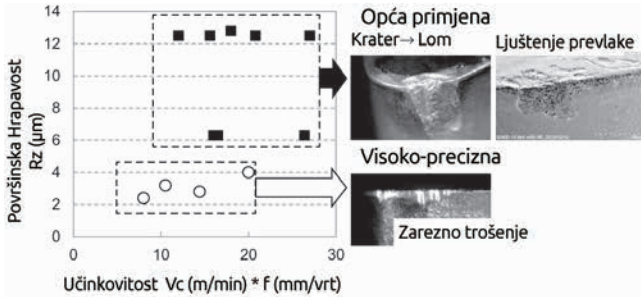
Prevučeni CBN alat ima tvrdi i žilavi sraščeni CBN supstrat s keramičkom prevlakom za izvrsnu temperaturnu i oksidacijsku postojanost, Slika 1. Alat tako ima dulji vijek uporabe i pri tokarenju tvrdih materijala, gdje je rezna oštrica izložena velikim temperaturnim opterećenjima. Tvrdoća i žilavost keramičke prevlake su manji nego li pri sraščenom CBN supstratu, pa se pri mehaničkom opterećenju rezne oštrice pojavljuju abrazivno trošenje i ljuštenje prevlake. Obratci od kaljenog čelika dobiju svoj oblik i mehaničku čvrstoću odgovarajućim postupkom preoblikovanja, kovanja i toplinske obrade. Integritet površine, koji se opisuje tvrdoćom, mikrostrukturom i unutrašnjim naprezanjima, mijenja se od šarže do šarže, pa i unutar iste šarže. I alatni sustav, koji se sastoji od tokarilice, stezala i držala, nije uvijek dovoljno krut za obradu kaljenog čelika. Prekinuti rez može uzrokovati abrazivno trošenje ili ljuštenje prevlake, a s time i kraći ili nestabilni vijek primjenjivosti alata.

Slika 2 prikazuje vrste trošenja pri tokarenju kaljenih materijala. Pri visoko-preciznom rezanju sa zahtijevanom površinskom hrapavošću ispod Rz 3,23 potrebno je primijeniti manje pomake. Posljedično se povećava zarezno trošenje radi koncentracije mehaničkog opterećenja na području gdje dolazi do stanjivanja odvoje-

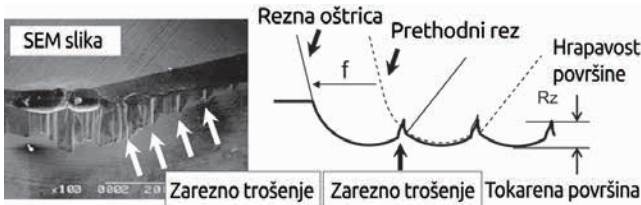


» Slika 1: Struktura prevučenoga CBN alata

ne čestice. Pri visoko-preciznom rezanju, najvažnije je sprječavanje zarezno trošenja, koje se prenosi na obrađenu površinu i postaje odlučujući čimbenik površinske hrapavosti, kako prikazuje Slika 3. Glavni uzrok prekida pri općoj obradi su lom radi kraterskog trošenja i ljuštenje prevlake, koji nastaju radi visoke brzine pomaka, velike dubine rezanja ili prekinutog reza.



» Slika 2: Vrste lomova pri tokarenju kaljenih čelika



» Slika 3: Omjer između zarezno trošenja i površinske hrapavosti

BNC2010 osigurava vrhunsku kvalitetu površine pri visoko-preciznom rezanju jer sprječava zarezno trošenje. Kvaliteta BNC2020 ima poboljšanu postojanost na lom i postojanost prevlake na ljuštenje, a time osigurava dulji i stabilniju postojanost alata pri različitim uvjetima obrade. S kvalitetama BNC2010 i BNC2020 pokrivamo različite aplikacije tokarenja i postizemo dugu postojanost i stabilnost procesa.

## Svojstva kvaliteta BNC2010 i BNC2020

### Karakteristike kvaliteta BNC2010 i BNC2020

Tablica 1 prikazuje svojstva kvaliteta BNC2010, BNC2020 i konvencionalnih kvaliteta. Tablica 2 prikazuje fizikalna svojstva tih prevlaka. Sadržaj CBN, veličina čestica i materijal veziva su optimirani i prilagođeni različitim aplikacijama, tako da srašćena CBN pločica dobije zahtijevana svojstva otpornosti na lom i trošenje.

| Primjena       | Kvaliteta | Srašćeno tijelo CBN |                        |        | Keramička prevlaka                 |               |
|----------------|-----------|---------------------|------------------------|--------|------------------------------------|---------------|
|                |           | Sadržaj CBN (%)     | Veličina zrna CBN (µm) | Vezivo | Sastav                             | Debljina (µm) |
| Visoka točnost | BNC2010   | 50-55               | 2                      | TiCN   | TiCN + posebna višeslojna prevlaka | 1,5           |
|                | BNC100    | 40-45               | 1                      | TiN    | TiAlN+TiCN                         | 2             |
|                | BNC160    | 60-65               | 3                      | TiN    | TiAlN+TiCN                         | 2             |
| Opća           | BNC2020   | 70-75               | 5                      | TiN    | TiAlN + jedinstven adhezivni sloj  | 1,5           |
|                | BNC200    | 65-70               | 4                      | TiN    | TiAlN                              | 2             |

» Tablica 1. Specifikacije kvaliteta BNC2010 i BNC2020

# TOPOMATIKA

## Industrijsko ispitivanje materijala

**Hegewald & Peschke**  
Meß- und Prüftechnik GmbH

Ispitivanje mehaničkih svojstava

**KB Prüftechnik**

Ispitivanje tvrdoće površina

**Vision**  
ENGINEERING

Metalurški mikroskopi

**OXFORD**  
INSTRUMENTS

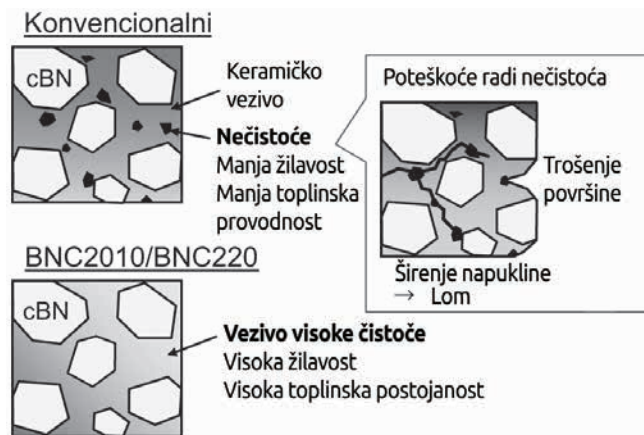
Optička emisijska spektroskopija



| Primjena       | Kvaliteta      | Tvrdoća HV (GPa) | Čvrstoća TRS (GPa) | Žilavost K1C (MPa m <sup>1/2</sup> ) | Toplinska provodnost (W/m K) |
|----------------|----------------|------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Visoka točnost | <b>BNC2010</b> | <b>30–32</b>     | <b>1,10–1,20</b>   | <b>5,5–6,0</b>                       | <b>40–60</b>                 |
|                | BNC100         | 29–32            | 1,05–1,15          | 5,0–5,5                              | 40–60                        |
|                | BNC160         | 31–33            | 1,10–1,20          | 6,0–6,5                              | 55–75                        |
| Opća           | <b>BNC2020</b> | <b>34–36</b>     | <b>1,20–1,30</b>   | <b>7,0–7,5</b>                       | <b>65–85</b>                 |
|                | BNC200         | 33–35            | 1,15–1,25          | 6,5–7,0                              | 60–80                        |

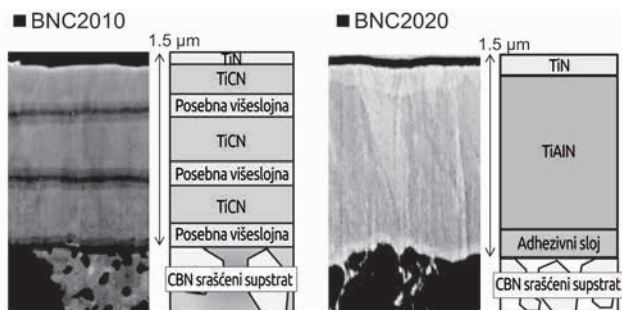
» Tablica 2. Fizikalna svojstva BNC2010 i BNC2020

Slika 4 prikazuje mikrostrukturu sraščenog supstrata od CBN pri kvalitetama BNC2010 i BNC2020. Udio nečistoća, koje uzrokuju trošenje i napukline, bitno je smanjen pa obje pločice imaju poboljšana svojstva otpornosti na lom i trošenje. BNC2010 ima dobru postojanost na trošenje pri visokim brzinama rezanja te povremeno isprekidanom rezu, za što je zaslužni TiCN vezivo visoke čistoće s izvrsnom toplinskom postojanošću. BNC2020 ima veće CBN čestice od konvencionalnih CBN kvaliteta i vrlo čisto TiN vezivo za poboljšanu toplinsku provodnost i žilavost.



Slika 4: CBN srašćena pločica kvalitete BNC2010 i BNC2020

Keramička prevlaka je sa svojim sastavom, debljinom i strukturom zaslužna za brojne funkcije alata. Slika 5 pokazuje presjek prevlaka BNC2010 i BNC2020. Prevlaka pri BNC2010 se sastoji od tri naizmjenična sloja TiCN i paketa slojeva posebnog sastava, koji osiguravaju izvrsnu postojanost na zarezno trošenje. Prevlaka pri BNC2020 je sastavljena od sloja titan-aluminij nitrida (TiAlN) i jedinstvenog adhezivnog sloja s izvrsnom postojanošću na trošenje i ljuštenje, a pri rezanju je vrlo stabilna.



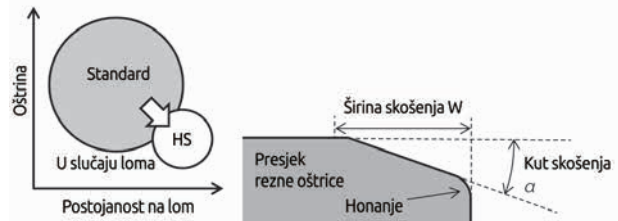
» Slika 5: Struktura prevlaka BNC2010 i BNC2020

### Priprema oštrica BNC2010 i BNC2020

Kvalitete BNC2010 i BNC2020 imaju različite pripreme oštrica, što prikazuje Slika 6. Priprema Standard je za opću namjenu, dok je priprema HS snažnija. S odgovarajućom pripremom oštrica kvalitete BNC2010 i BNC2020 su primjenjive za različite aplikacije tokarenja kaljenih čelika i oblika obradaka. Priprema Standard nudi dobar odnos između oštine i postojanosti na lom, te je prvi

izbor za opću obradu, a priprema HS smanjuje opasnost od loma pri prekinutom rezu s pomoću većeg kuta i širine skošenja.

| Kvaliteta | Priprema | α  | W    | Honanje |    |
|-----------|----------|----|------|---------|----|
|           |          |    |      | Da      | Ne |
| BNC2010   | Standard | 25 | 0,12 | Da      |    |
|           | HS       | 30 | 0,17 | Da      |    |
| BNC2020   | Standard | 25 | 0,12 | Da      |    |
|           | HS       | 35 | 0,27 | Da      |    |



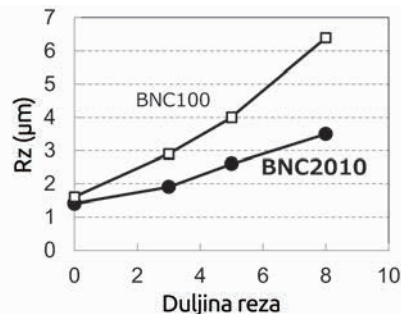
» Slika 6: Priprema reze oštrice pri kvalitetama BNC2010 i BNC2020

### Učinkovitost rezanja s kvalitetama BNC2010 i BNC2020

#### Visoko-precizno rezanje s kvalitetom BNC2010

Slika 7 prikazuje rezultate usporedbe kvalitete BNC2010 s konvencionalnim BNC100 pri neprekinutom rezu cementiranog čelika. Kvaliteta BNC2010 je postigla dva puta dulju postojanost i manju površinsku hrapavost nego li je BNC 100 uz zahtijevanu površinsku hrapavost Rz 3,2.

Slika 8 prikazuje rezultate usporedbe vrste loma i hrapavosti obrađene površine po duljini reza 8 km. Možemo vidjeti da je zarezno trošenje pri BNC2010 bilo manje nego li pri BNC100, a poboljšala se i površinska hrapavost.



SCM415 HRC 58-62 (neprekinuti rez)  
4NC-DNGA150408  
Vc = 160 m/min, f = 0,08 mm/okr., ap = 0,1 mm, mokro

» Slika 7: Rezultati analize visoko-preciznog rezanja s kvalitetom BNC2010

|                               | BNC2010                | BNC100        |
|-------------------------------|------------------------|---------------|
| Lom nakon duljine reza 8,0 km | Manje zarezno trošenje | Veće trošenje |
| Profil hrapavosti površine    | Rz: 3,5 µm             | Rz: 6,4 µm    |

» Slika 8: Usporedba BNC2010 i konvencionalnog CBN

BRŽE NAPRIJED

48.

MOS

Celjski sajam, 8.-13. rujna 2015.

6  
sajamskih  
dana,  
od utorka  
do nedjelje

Dobro je  
znati!

- **Dobre prakse posljednjeg sajma dobit će nove dodatke** (simbolična ulaznica prvi dan sajma, povoljnije ulaznice nakon 16.00 sati, povoljnije cijene ugostiteljskih usluga...)
- **Besplatne e-ulaznice za svaki m<sup>2</sup> iznajmljenog izložbenog prostora** (PRIMJER: 50 m<sup>2</sup> = 50 besplatnih unovčenih e-poslovnih ulaznica).
- **b2b susreti za nove poslovne prilike**

• **Ne dopustite da vas prestignu!**

- **Osobni kontakt, prepoznatljivost i veliki broj posjetitelja** – najveće prednosti MOS-a prema mišljenju izlagača
- **Sve na jednom mjestu, lokacija sajmišta, novosti i tradicija** – najveće prednosti MOS-a prema mišljenju posjetitelja

**Pridružite nam se i osigurajte prednost pred konkurencijom!**

Novosti koje ne smijete propustiti:



**Priča o drvu:**

Sveobuhvatno predstavljanje šumsko-drvenoga lanca



**Kamping & Outdoor ponuda:**

1. velika izložba kampinga i karavaninga



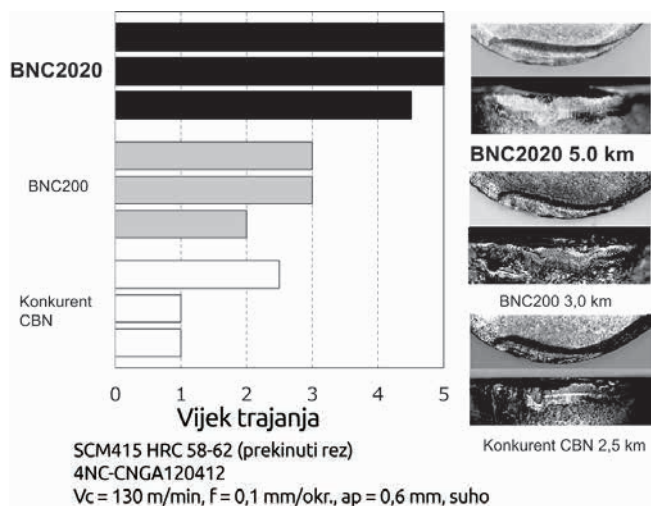
**Najveće predstavljanje kineskog gospodarstva u regiji:**

Premium Brands China (8.-11. rujna, sajamska dvorana A)



## Prekinut rez s kvalitetom BNC2020

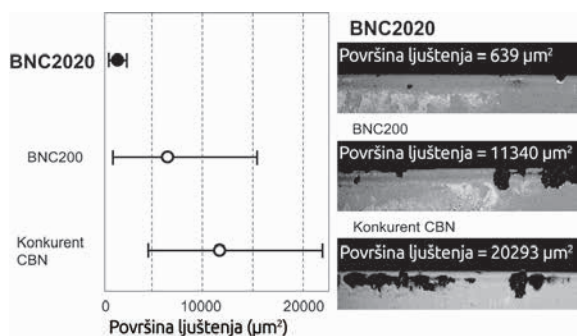
Slika 9 prikazuje rezultate usporedbe BNC2020 s konvencionalnom kvalitetom BNC200 i konkurentskim CBN pri prekinutom rezu obratka od cementiranog čelika s pet utora u obliku slova V. Kriterij za postojanost alata bila je dubina zarez a 0,2 mm. Kvaliteta BNC2020 je postigla 1,8-puta dulju postojanost od BNC200 i tri puta dulji vijek od konkurentskih CBN. Očito je, da BNC2020 ima najdulju postojanost radi veće žilavosti.



» Slika 9: Rezultati usporedbe prekinutog reza pri kvaliteti BNC2020

## Analiza ljuštenja prevlake pri kvaliteti BNC2020

Slika 10 prikazuje rezultate usporedne analize ljuštenja prevlake između BNC2020, konvencionalnih BNC200 i konkurentskih CBN prevlaka, pri čemu smo tokarski nož periodički primicali i odmicali u cementirani sloj. Usporedba reznih oštrica nakon 1000 kontakata, pri čemu je pokus bio ponovljen po tri puta za svaku kvalitetu, je pokazala da je trošenje rezne oštrice pri kvaliteti BNC2020 samo jednu trećinu u usporedbi s površinom BNC200, i jednu šestinu u usporedbi s površinom konkurentске CBN kvalitete. BNC2020 ima izvrsnu postojanost na ljuštenje prevlake radi svojeg jedinstvenog adhezivnog sloja.

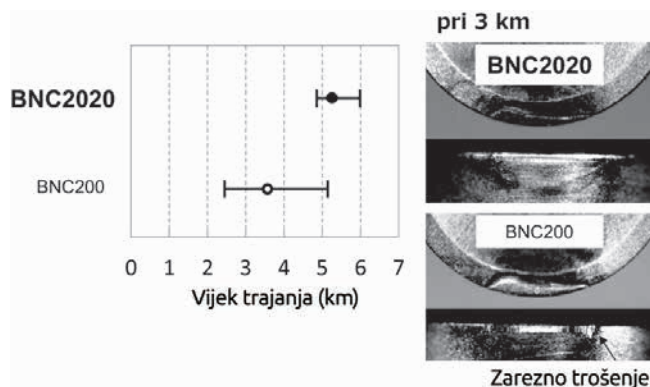


SCM415 HRC 58-62 (rezanje s prekidima)  
4NC-CNGA120412WH  
Vc = 150 m/min, f = 0,2 mm/okr., ap = 0,2 mm, mokro

» Slika 10: Rezultati usporedbe ljuštenja prevlake pri kvaliteti BNC2020

## Neprekinuto rezanje s kvalitetom BNC2020

Slika 11 prikazuje rezultate usporedbe kvalitete BNC2020 i konvencionalne kvalitete BNC200 pri neprekinutom rezu cementiranog čelika. Kvaliteta BNC2020 je postigla 1,5-puta dulju postojanost nego li BNC200 pri zahtijevanoj površinskoj hrapavosti Rz 3,2. Usporedba vrste trošenja nakon duljini reza 3 km je pokazala, da je kvaliteta BNC2020 imala manje zarezno trošenje i bolju površinsku hrapavost od kvalitete BNC200. Jedinstveni adhezivni sloj je sačuvao prevlaku BNC2020 i spriječio zarezno trošenje.

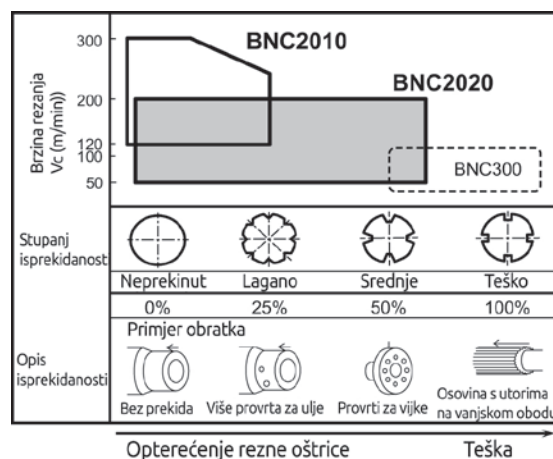


Uvjet: Rz = 3,2 µm  
SCM415 HRC58-62 (neprekinuti rez)  
4NC-DNGA150408  
Vc = 130 m/min, f = 0,1 mm/okr., ap = 0,2 mm, mokro

» Slika 11: Rezultati neprekinutog reza s kvalitetom BNC2020

## Područje primjene kvaliteta BNC2010 i BNC2020

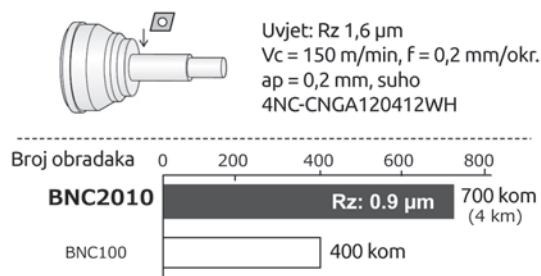
Slika 12 prikazuje područje primjene prevučenih kvaliteta CBN pri tokarenju kaljenog čelika. BNC2020 je kvaliteta za opću primjenu, primjenjiva kako za neprekinuti, tako i za srednje isprekidani rez. Prva preporuka za bitno isprekidan rez je konvencionalna kvaliteta BNC300. Kvaliteta BNC2010 je primjerena za neprekinuti i lagano isprekidani rez, a pokazuje se izvrsnom pri visoko-preciznoj obradi, npr. kada je propisana površinska hrapavost ispod Rz 3,2.



» Slika 12: Područje primjene prevučenog CBN

## Primjeri obrade s kvalitetama BNC2010 i BNC2020

Slike 13–15 prikazuju primjere primjene kvaliteta BNC2010 i BNC2020.



» Slika 13: Prvi primjer primjene kvalitete BNC2010

# NC3220

Za pouzdan proces  
obrade čelika

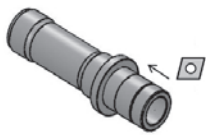
Slika 13 prikazuje visoko-precizno tokarenje s kvalitetom BNC2010. S geometrijo za zaglađivanje WH-wiper bila je postignuta duga postojanost i stabilnost, i pri zahtijevanoj površinskoj hrapavosti Rz 1,6.

## Čeono tokarenje vanjskog dijela homokinetičkog zgloba

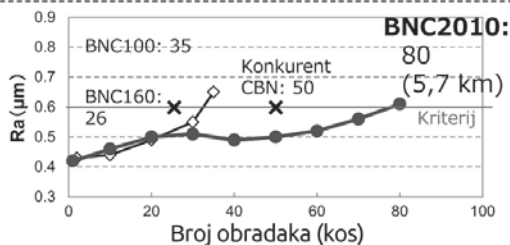
Slika 14 prikazuje visoko-precizno tokarenje s kvalitetom BNC2010 sa zahtijevanom površinskom hrapavošću Ra 0,6, koja je usporediva s Rz 3,2. BNC2010 je očuvala malu površinsku hrapavost i postigla više od dva puta dulji vijek trajanja od konvencionalne CBN kvalitete.

Slika 15 prikazuje prekinuti rez s kvalitetom BNC2020. Vijek trajanja je 1,5-puta dulji od vijeka konvencionalne CBN kvalitete. BNC2020 s pripremom oštrice HS ima i veću postojanost na lom i može obraditi više od 300 komada obradaka.

## Tokarenje vanjskoj promjera glavne osovine



Uvjet: Ra 0,6  $\mu\text{m}$   
Materijal: 20NiCrMo2-2  
Vc = 200 m/min  
f = 0,1 mm/okr.  
ap = 0,35 mm, suho  
4NC-DNGA150408



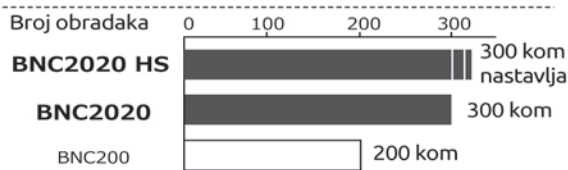
» Slika 14:  
Drugi primjer  
primjene kvali-  
tete BNC2010



## Vanjska obrada klijetke homokinetičkog zgloba



Uvjet: Ra 0,8  $\mu\text{m}$   
Materijal: 21NiCrMo2 (Hrc 60)  
Vc = 120 m/min  
f = 0,1 mm/okr.  
ap = 0,15 mm, suho  
4NC-TNGA160420

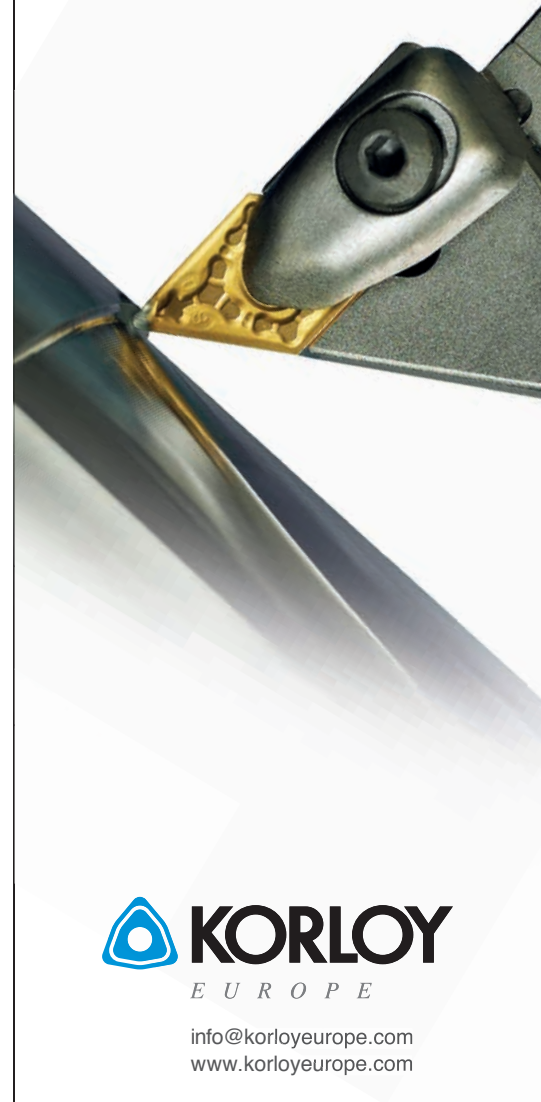


BNC 2020 HS: 300 kom

BNC200: 200 kom



» Slika 15:  
Primjer primje-  
ne kvalitete  
BNC2020



## Zaključak

Kvalitete BNC2010 i BNC2020 omogućuju dulji i stabilniji vijek uporabe alata pri tokarenju kaljenog čelika. S time znatno povećavaju produktivnost i smanjuju troškove.

SUMIBORON je robna marka ili registrirana robna marka Sumitomo Electric Industries, Ltd.

## Tehnički pojmovi

- [1] CBN (kubični bor nitrid): prema tvrdoći i toplinskoj provodnosti ga premašuje samo dijamant i ima malu reaktivnost s metalima na bazi željeza.
- [2] PVD (fizikalno nanošenje prevlaka): fizikalni postupak nanošenja prevlaka
- [3] Rz (prosječna hrapavost u deset točaka): mjerilo površinske hrapavosti. Mikrometerska jedinica.

 **KORLOY**  
EUROPE

info@korloyeurope.com  
www.korloyeurope.com