

TRAJNOST KONSTRUKCIJA I



- 10 -

OSTVARENJE TRAJNIH
KONSTRUKCIJA



DRVENE KONSTRUKCIJE

PROJEKTIRANJE TRAJNIH DRVENIH KONSTRUKCIJA

Za definirani projektirani uporabni vijek (50 godina) i građenje



predvidjeti sve utjecaje koji proizlaze iz građenja, uporabe i utjecaja okoliša.

- Zaštita drvene konstrukcije mora obuhvatiti:
 - zaštitu svih pojedinačnih elemenata drvene konstrukcije zasebno (drvenih, metalnih i drugih) kojom se ne smije nepovoljno djelovati na zaštitu drugih elemenata
 - zaštitu drvene konstrukcije u cjelini.

PROJEKTIRANJE TRAJNIH DRVENIH KONSTRUKCIJA

- Za projektiranje zaštite drvene konstrukcije u dijelu zaštite od atmosferskih djelovanja, djelovanja unutarnje klime, djelovanja procjednih i drugih voda te bioloških djelovanja, primjenjuju se:

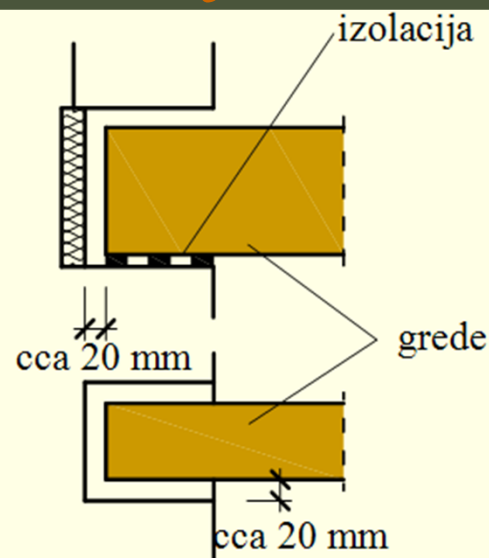
- **GRAĐEVINSKO-FIZIKALNE MJERE ZAŠTITE**

- **KONSTRUKTIVNE MJERE ZAŠTITE**

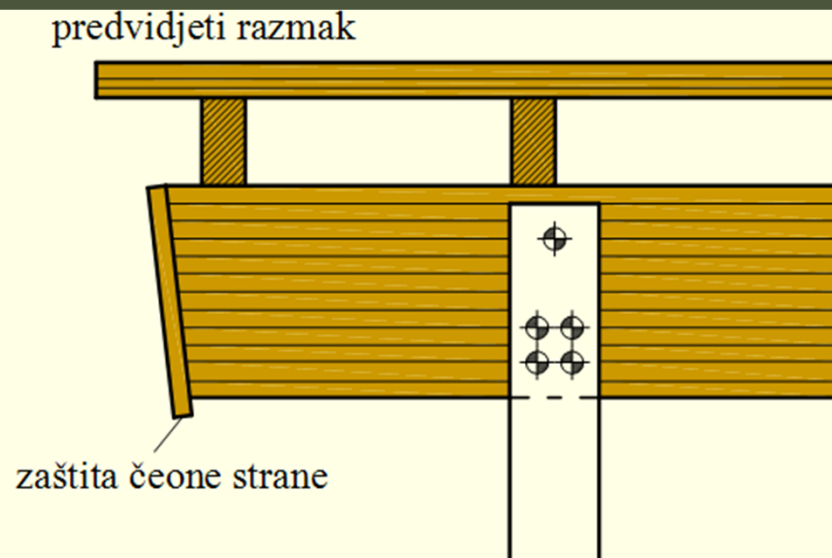
- **ORGANIZACIJSKE MJERE ZAŠTITE**

- **KEMIJSKE MJERE ZAŠTITE**

PRIMJERI KONSTRUKTIVNE ZAŠTITE DRVA



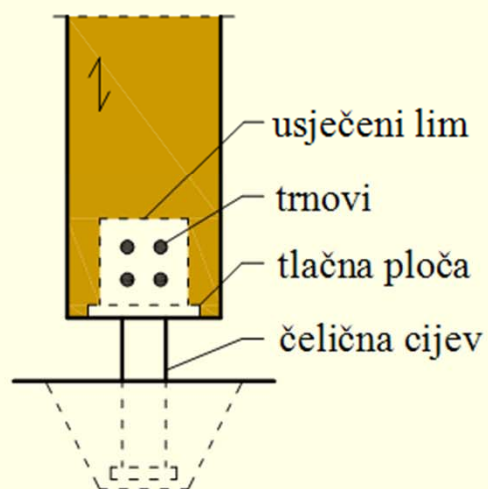
Nalijeganje grede na betonski zid



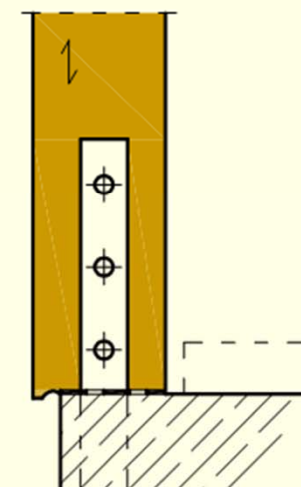
Glavni nosač s prepustom



Obloga zida



Čeoni dio stupa na otvorenom u dodiru je sa zrakom (nesmetano sušenje vode)



Nalijeganje zida – izolacijski sloj štiti od progresivne vlage

PROJEKTIRANJE TRAJNIH DRVENIH KONSTRUKCIJA

- Otpornost drveta i drvenih proizvoda na biološke organizme osigurava se jednim od sljedećih načina:

1.drvo i drveni proizvodi imaju odgovarajuću **PRIRODNU TRAJNOST** u skladu s mjerodavnim **RAZREDOM OPASNOSTI**

2.drvo i drveni proizvodi trebaju biti obrađeni **ZAŠTITNIM SREDSTVIMA**.

RAZREDI OPASNOSTI OD BIOLOŠKOG NAPADA

- Uvjeti uporabe (izloženosti) razdijeljeni su u pet razreda opasnosti

Razred opasnosti	Opći uvjeti uporabe drva odnosno drvenog proizvoda	Izloženost vlaženju	Biološki organizmi			
			Gljive	Kukci	Termiti	Morski organizmi
1	Iznad tla, zaštićeni od atmosf. Utjecaja (suh okoliš)	Ne postoji	-	DA	Ovisno o lokaciji	-
2	Iznad tla, zaštićeni (opasnost od vlaženja)	Povremeno	DA	DA	Ovisno o lokaciji	-
3	Iznad tla, nezaštićeni	Često	DA	DA	Ovisno o lokaciji	-
4	U dodiru s tlom ili slatkom vodom	Stalno	DA	DA	Ovisno o lokaciji	-
5	U morskoj vodi	Stalno	DA	DA	Ovisno o lokaciji	DA

RAZREDI OPASNOSTI OD BIOLOŠKOG NAPADA

- ▣ Sadržaj vlage i opasnost od bioloških organizama za različite vrste drva

Razred opasnosti	Sadržaj vlage u drvu	Biološki organizmi					
		Gljivice koje razaraju drvo		Gljivice koje narušavaju izgled	Insekti		Morski organizmi
		Basidio-mycetes	Meka trulež	Modra trulež	Kukci	Termiti	
MASIVNO DRVO I USLOJENO DRVO							
1	Suho	-	-	-	DA	Ovisno o lokaciji	-
2	Povremeno povećan	DA	-	DA	DA	Ovisno o lokaciji	-
3	Često > 20 %	DA	-	DA	DA	Ovisno o lokaciji	-
4	Stalno > 20 %	DA	DA	DA	DA	Ovisno o lokaciji	-
5	Stalno > 20 %	DA	DA	DA	DA	Ovisno o lokaciji	DA
PLOČE IVERICE, OSB PLOČE I PLOČE VLAKNATICE							
1	Suho	-	-	-	-	Ovisno o lokaciji	-
2	Povremeno povećan	DA	-	DA	-	Ovisno o lokaciji	-
3	Često > 20 %	DA	-	DA	-	Ovisno o lokaciji	-
dodatan razred za PLOČE VLAKNATICE							
4	Stalno > 20 %	DA	DA	DA	-	Ovisno o lokaciji	-

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

■ KUKCI KOJI RAZARAJU SUHO DRVO (2 razreda D i S/SH):

- D trajno, vrijedi npr. za trajnost brazilskog bora na kućnu strizibubu,
- S osjetljivo vrijedi npr. trajnost bora i hrasta, obzirom na mrtvačku uru,
- SH dodatno i srž osjetljiva, vrijedi npr. za trajnost jele i smreke na kućnu strizibubu i mrtvačku uru.

■ TERMITI (3 razreda prirodne trajnosti):

- D trajno, vrijedi npr. za akaciju
- M umjereno, vrijedi npr. za hrast
- S osjetljivo, vrijedi npr. za smreku, jelu, bor

■ MORSKI ORGANIZMI (3 razreda prirodne trajnosti):

- trajno,
- umjereno trajno i
- osjetljivo.

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- pet razreda prirodne trajnosti nezaštićene srži drva
- bijel drva ► razred trajnosti "5" - nije trajno.
- norma: razredi trajnosti 20 crnogoričnih i 107 bjelogoričnih vrsta drva.

Razred trajnosti	Opis razreda trajnosti	Vrste drva
1	vrlo trajno	npr. doussie, maobi, bilinga, azijska tikovina, makore
1-2		npr. robinija (akacija)
2	trajno	npr. hrast , europski kesten, golema tuja, mahagonij
2-3		npr. žuti cedar, američki bijeli hrast
3	umjereno trajno	npr. smolasti bor
3-4		npr. bor , europski ariš, europska duglazija
4	neznatno trajno	npr. jela , smreka , brijest, američki crveni hrast
5	nije trajno	npr. breza, bukva, jasen, lipa, bijeli merant

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- Upute za odabir drva i potrebe zaštite ovisno o razredu opasnosti

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(x)	(0)-(x)
4	0	(0)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- Upute za odabir drva i potrebe zaštite ovisno o razredu opasnosti

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(x)	(0)-(x)
4	0	(0)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x



0 Dovoljna prirodna trajnost

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- Upute za odabir drva i potrebe zaštite ovisno o razredu opasnosti

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(o)	(o)
3	0	0	(o)	(o)-(x)	(o)-(x)
4	0	(o)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x



(o) Prirodna trajnost je obično dovoljna, ali za određene uvjete uporabe savjetuje se primijeniti zaštitna sredstva

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- Upute za odabir drva i potrebe zaštite ovisno o razredu opasnosti

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(x)	(0)-(x)
4	0	(0)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x



(0)-(x) Prirodna trajnost može biti dovoljna, ali ovisno o vrsti drva, njegovoj propusnosti i uvjetima uporabe mogu biti potrebna zaštitna sredstva

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- Upute za odabir drva i potrebe zaštite ovisno o razredu opasnosti

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(x)	(0)-(x)
4	0	(0)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x



(x) Preporuča se primjena zaštitnih sredstava, ali za određene uvjete uporabe može biti dovoljna prirodna trajnost

PRIRODNA TRAJNOST DRVA

- ... prirodno svojstvo otpornosti na organizme koji razaraju drvo.
- Opisuje se obzirom na sljedeće:

■ GLJIVE KOJE RAZARAJU DRVO

- Upute za odabir drva i potrebe zaštite ovisno o razredu opasnosti

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0)-(x)	(0)-(x)
4	0	(0)	(x)	x	x
5	0	(x)	(x)	x	x



x Potrebno primijeniti zaštitna sredstva

SPOSOBNOST TRETIRANJA DRVA I ZAŠTITNA SREDSTVA

- 4 razreda sposobnosti tretiranja različitih vrsta drva

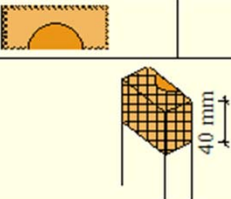
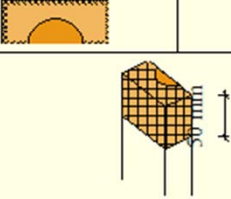
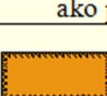
Razred	Opis	Objašnjenje	Vrste drva
1	Jednostavno tretiranje (propustan)	Piljena građa se može u potpunosti penetrirati pod pritiskom bez problema	npr. srž: bukva npr. bijel: bukva, hrast , bor
2	Umjereno jednostavno tretiranje (umjereno otporan)	Obično nije moguća potpuna penetracija, ali nakon 2 do 3 sata pod pritiskom ostvaruje se poprečna penetracija od više od 6 mm u crnogoričnim vrstama, dok je u bjelogoričnim vrstama ispunjen veći dio	npr. srž: jasen npr. bijel: jasen, europski pitomi kesten, jela , europski ariš
2-3			npr. srž: jela
3	Teško tretiranje (otporan)	Nakon 3 do 4 sata pod pritiskom poprečna penetracija može iznositi samo 3-6 mm	npr. bijel: duglazija, smreka
3-4			npr. srž: smreka , bor
4	Izuzetno teško tretiranje (vrlo otporan)	Gotovo neprobojno za tretiranje; upija se malo zaštitnih sredstava čak i nakon 3 do 4 sata pod pritiskom; poprečna i uzdužna penetracija su minimalne	npr. srž: europski ariš, duglazija, europski pitomi kesten, hrast

SPOSOBNOST TRETIRANJA DRVA I ZAŠTITNA SREDSTVA

- Prirodna trajnost drva može se poboljšati primjenom odgovarajuće zaštite. Metoda zaštite ovisi o:
 - vrsti drva
 - prisutnosti srži / bijeli
 - odabranom zaštitnom sredstvu te penetraciji i retenciji zaštitnog sredstva
 - predvidivoj uporabi u konstrukciji.

- Kvaliteta tretiranja drva specificira se kombinacijom:
 - PENETRACIJE (zahtjev minimalne dubine do koje treba prodrijeti zaštitno sredstvo) i
 - RETENCIJE (količina zaštitnog sredstva u tzv. području analize izražena u g/m² odnosno kg/m³) zaštitnog sredstva.

9 razreda penetracije

Razred penetracije	Zahtjevi penetracije		Područje analize
	Ako se jasno razlikuje srž i bijel	Ako nije moguće jasno razlikovati srž i bijel, čitav presjek se tretira kao bijel	
P1	Nema		3 mm od bočnih površina
P2	Najmanje 3 mm u poprečnom smjeru i 40 mm u uzdužnom smjeru u bijel		3 mm u poprečnom smjeru u bijel
P3	Najmanje 4 mm u poprečnom smjeru u bijel		4 mm u poprečnom smjeru u bijel
P4	Najmanje 6 mm u poprečnom smjeru u bijel		6 mm u poprečnom smjeru u bijel
P5	Najmanje 6 mm u poprečnom smjeru i 50 mm u uzdužnom smjeru u bijel		6 mm u poprečnom smjeru u bijel
P6	Najmanje 12 mm u poprečnom smjeru u bijel		12 mm u poprečnom smjeru u bijel
P7	Samo za drvo okruglog poprečnog presjeka i bijel debljine > 20 mm: najmanje 20 mm u bijel		20 mm u bijel
P8	Čitava bijel		Bijel
P9	Čitava bijel i najmanje 6 mm u izloženu srž		Bijel i 6 mm u izloženu srž
		ako postoji samo srž: 	

SPOSOBNOST TRETIRANJA DRVA I ZAŠTITNA SREDSTVA

- Zaštitna sredstva treba klasificirati obzirom na:
 - minimalnu biološku učinkovitost sukladno razredu opasnosti,
 - značajke postupka primjene,
 - dodatnu biološku učinkovitosti i
 - kritičnu vrijednost

- Tretiranje drva može negativno utjecati na njegovu čvrstoću pa se odgovarajućim normama daju:
 - zahtjevi u pogledu svojstva čvrstoće i reakcije na požar
 - za konstrukcijsko drvo pravokutnog poprečnog presjeka
 - za lijepljeno lamelirano drvo.

ZAŠTITA SPAJALA U POGLEDU OTPORNOSTI NA KOROZIJU

- Metalna spajala moraju biti ili prirodno otporna na koroziju, ili imati antikorozivnu zaštitu.
- Minimalne specifikacije

SPAJALO	RAZRED UPORABE		
	1	2	3
	Sadržaj vlage $\leq 12 \%$	Sadržaj vlage $\leq 20 \%$	Sadržaj vlage $> 20 \%$
Čavli i vijci $d \leq 4 \text{ mm}$	Nema zahtjeva	Fe/Zn 12c	Fe/Zn 25c
Svornjaci, trnovi, čavli i vijci $d > 4 \text{ mm}$	Nema zahtjeva	Nema zahtjeva	Fe/Zn 25c
Skobe	Fe/Zn 12c	Fe/Zn 12c	Nehrđajući čelik
Nazubljene spojne ploče i čelične ploče debljine manje od 3 mm	Fe/Zn 12c	Fe/Zn 12c	Nehrđajući čelik
Čelične ploče debljine 3 do 5 mm	Nema zahtjeva	Fe/Zn 12c	Fe/Zn 25c
Čelične ploče deblje od 5 mm	Nema zahtjeva	Nema zahtjeva	Fe/Zn 25c

OSIGURAVANJE TRAJNOSTI U IZVOĐENJU DRVENIH KONSTRUKCIJA

- U programu kontrole i osiguravanja kvalitete u glavnom projektu navode se:
 - svojstva koja moraju imati građevni proizvodi koji se ugrađuju
 - ispitivanja i postupci dokazivanja uporabljivosti građevnih proizvoda koji se izrađuju na gradilištu za potrebe tog gradilišta
 - način kontrole građevnih proizvoda prije ugradnje
 - ispitivanja i postupci dokazivanja nosivosti i uporabljivosti konstrukcije, uključivo klasične moždanike i skobe
 - sadržaj vode elemenata prije ugradnje u drvenu konstrukciju odnosno drvene konst. prije sklapanja s drugim dijelovima građevine
 - uvjeti građenja i drugi zahtjevi (izvođenje zaštite)

OSIGURAVANJE TRAJNOSTI U IZVOĐENJU DRVENIH KONSTRUKCIJA

- U programu kontrole i osiguravanja kvalitete u glavnom projektu navode se:

- svojstva koja moraju imati građevni proizvodi koji se ugrađuju

- **DRVNI PROIZVODI**

(konstrukcijsko drvo pravokutnog ili okruglog pop.presjeka, zupčasto spojeno konst.drvo, lijepljeno lamelirano drvo, konstrukcijsko lamelirano furnirsko drvo, ploče od lameliranog furnirskog drva, ploče s česticama povezanim cementom)

- **MEHANIČKA SPAJALA**

(čavli, vijci, trnovi, vijci za drvo, skobice, metalne ježaste ploče, čavlane ploče, moždanici)

- **LJEPILA**

- **PREDGOTOVLJENI ELEMENTI**

- **PROIZVODI ZA ZAŠTITU DRVENE KONSTRUKCIJE**

- **OZNAČAVANJE PROIZVODA**

ODRŽAVANJE DRVENIH KONSTRUKCIJA

REDOVITE PREGLEDE

Predviđeno projektom:
Vremenski razmaci
Način provedbe

IZVANREDNE PREGLEDE

Nakon izvanrednog
događaja ili
po zahtjevu inspekcije

IZVOĐENJE RADOVA

kojima se zadržava ili
vraća stanje određeno
projektom građevine

■ Minimalni razmaci redovitih pregleda **DRVENE KONSTRUKCIJE**

- za dijelove koji su izloženi učestalim promjenama sadržaja vode
- za dijelove koji se nalaze u prostoru sa otežanim strujanjem zraka
- za dijelove koji se nalaze u prostoru sa osiguranim dobrim provjetravanjem



1 GODINA



3 GODINE



10 GODINA

ODRŽAVANJE DRVENIH KONSTRUKCIJA

REDOVITE PREGLEDE

Predviđeno projektom:
Vremenski razmaci
Način provedbe

IZVANREDNE PREGLEDE

Nakon izvanrednog
događaja ili
po zahtjevu inspekcije

IZVOĐENJE RADOVA

kojima se zadržava ili
vraća stanje određeno
projektom građevine

■ Min. razmaci redovitih pregleda **ZAŠTITE DRVENE KONSTRUKCIJE**

- za dijelove koji služe za odvodnju
- redoviti vizualni pregledi u svrhu održavanja zaštite drvene konstrukcije
- utvrđivanje stanja zaštite u odnosu na projektirane karakteristike



6 MJESECI



1 GODINA



5 GODINA



ČELIČNE KONSTRUKCIJE

PROJEKTIRANJE TRAJNIH ČELIČNIH KONSTRUKCIJA

Za definirani projektirani uporabni vijek (50 godina)



predvidjeti sve utjecaje koji proizlaze iz građenja, uporabe i utjecaja okoliša.

- ❑ čelične konstrukcije bi trebale biti:
 - projektirane protiv korozije tako da se:
 - ❑ *primjeni odgovarajuća površinska zaštita*
 - ❑ *primjeni čelik otporan na koroziju*
 - ❑ *primjeni nehrđajući čelik*
 - detaljirane za dovoljan životni vijek pri zamoru
 - dimensionirane na trošenje
 - dimensionirane na izvanredna djelovanja, pregledavane i održavane.

PROJEKTIRANJE TRAJNIH ČELIČNIH KONSTRUKCIJA

- ❑ Učinke trošenja materijala, korozije ili zamora valja uzimati u obzir:
 - odgovarajućim IZBOROM MATERIJALA (nehrđajući čelik ili izbor čelika u pogledu žilavosti i svojstava po debljini),
 - odgovarajućim IZBOROM DETALJA za nosivost čeličnih konstrukcija na zamor,
 - projektiranjem konstrukcije sa ZALIHAMA i
 - izborom odgovarajuće ANTI-KOROZIVNE ZAŠTITE.

VRSTE KOROZIJE

- ❑ Točkasta
- ❑ Pukotinska
- ❑ Bimetalna
- ❑ Naponska korozija raspucavanja
- ❑ Opća korozija
- ❑ Napad na prostor između zrna i raspadanje zavora

Objašnjenje u
sklopu predavanja

**MEHANIZMI
RAZARANJA
KONSTRUKCIJA**



RAZINE RIZIKA

RAZINA RIZIKA

1

Jednom u 50 god. događa se samo kozmetički površinski napad (mikro-točkasta korozija)

❑ Održavanje nije potrebno za integritet konstrukcije, ali se može zahtijevati za očuvanje dotrajalog izgleda.

❑ Većina standardnih nehrđajućih čelika će zadovoljavati ovaj zahtjev u umjereno agresivnim korozivnim uvjetima.

RAZINA RIZIKA

2

Rizik od nastanka točkaste ili pukotinske korozije, uzrokujući gubitak pop. presjeka ili prodiranje

❑ Može zahtijevati pregled ili popravak zbog otkazivanja konstrukcije ili njenog dijela tijekom 50 god.

❑ Zagađenost kemikalij. iz luka i teške industrije, ili za uvjete povezane s određenim proizvodnim procesima.

RAZINA RIZIKA

3

Rizik od lokalnog napada – moguć gubitak cjelovitosti konstrukcije kroz mehaniz. raspuc.

❑ Život i učestalost pregleda se određuje izborom kombinacije materijala te intenziteta i vjerojatnosti izloženosti agresivnim tvarima.

❑ Izloženost agresivnim naslagama s visokom koncentracijom klora

❑ Rizik od požara

TRAJNOST SPOJNIH SREDSTAVA I RAZREDI KOROZIVNOSTI OKOLIŠA

- ovisno o razredbi korozivnosti okoliša ...

Razred korozivnosti	Stupanj korozivnosti	Primjer karakterističnog okoliša u umjerenj klimi	
		Vanjski	Unutarnji
C1	Vrlo niski	-	Grijane zgrade čistog zraka, npr. uredi, dućani, škole i hoteli
C2	Niski	Okoline niske zagađenosti. Uglavnom seoska područja.	Negrijane zgrade s mogućnošću pojave kondenzacije, npr. skladišta, sportske dvorane
C3	Srednji	Gradske i industrijske okoline, umjereno zagađenje sumpornim dioksidom. Obalna područja niskog saliniteta.	Prostorije za proizvodnju visoke vlažnosti i pomalo zagađenog zraka, npr. praonice, pivnice i mljekare.
C4	Visoki	Industrijska i obalna područja umjerenog saliniteta.	Tvornice kemikalija, bazeni, obalna brodogradilišta
C5-I	Vrlo visoki (industrijski)	Industrijska područja visoke vlažnosti i agresivne okoline	Građevine ili područja gotovo trajne kondenzacije i visokog zagađenja
C5-M	Vrlo visoki (morski)	Obalna i priobalna područja visokog saliniteta	Građevine ili područja gotovo trajne kondenzacije i visokog zagađenja

TRAJNOST SPOJNIH SREDSTAVA I RAZREDI KOROZIVNOSTI OKOLIŠA

□ ... odabir materijala spojnih sredstava i (obavijesno materijal lima)

Razred koro-zivnosti	Mate-rijal lima	Materijal spojnog sredstva					
		Aluminij	Elektro galvanizirani čelik. Debljina premaza >7μm	Čelik pocinčan vrućim umakanjem ^b . Debljina premaza > 45 μm	Nehrđajući čelik, prekaljen, 1.4006 ^d	Nehrđajući, 1.4301 ^d 1.4436 ^d	Monel ^a
C1	A,B,C	X	X	X	X	X	X
	D,E,S	X	X	X	X	X	X
C2	A	X	-	X	X	X	X
	C,D,E	X	-	X	X	X	X
	S	X	-	X	X	X	X
C3	A	X	-	X	-	X	X
	C,E	X	-	X	(X) ^c	(X) ^c	-
	D	X	-	X	-	(X) ^c	X
	S	-	-	X	X	X	X
C4	A	X	-	(X) ^c	-	(X) ^c	-
	D	-	-	X	-	(X) ^c	-
	E	X	-	X	-	(X) ^c	-
	S	-	-	X	-	X	X
C5- I	A	X	-	-	-	(X) ^c	-
	D ^f	-	-	X	-	(X) ^c	-
	S	-	-	-	-	X	-
C5- M	A	X	-	-	-	(X) ^c	-
	D ^f	-	-	X	-	(X) ^c	-
	S	-	-	-	-	X	-



X materijal spojnog sredstva preporučen s gledišta korozije

TRAJNOST SPOJNIH SREDSTAVA I RAZREDI KOROZIVNOSTI OKOLIŠA

□ ... odabir materijala spojnih sredstava i (obavijesno materijal lima)

Razred koro-zivnosti	Mate-rijal lima	Materijal spojnog sredstva					
		Aluminij	Elektro galvanizirani čelik. Debljina premaza >7μm	Čelik pocinčan vrućim umakanjem ^b . Debljina premaza > 45 μm	Nehrđajući čelik, prekaljen, 1.4006 ^d	Nehrđajući, 1.4301 ^d 1.4436 ^d	Monel ^a
C1	A,B,C D,E,S	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X
C2	A C,D,E S	X	-	X	X	X	X
		X	-	X	X	X	X
		X	-	X	X	X	X
C3	A C,E D S	X	-	X	-	X	X
		X	-	X	(X) ^c	(X) ^c	-
		X	-	X	-	(X) ^c	X
		-	-	X	X	X	X
		-	-	-	-	-	-
C4	A D E S	X	-	(X) ^c	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	(X) ^c	-
		X	-	X	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	X	X
C5- I	A D ^f S	X	-	-	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	(X) ^c	-
		-	-	-	-	X	-
C5- M	A D ^f S	X	-	-	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	(X) ^c	-
		-	-	-	-	X	-



(X) materijal spoj. sreds. preporučen s gledišta korozije u posebnim uvjetima

TRAJNOST SPOJNIH SREDSTAVA I RAZREDI KOROZIVNOSTI OKOLIŠA

□ ... odabir materijala spojnih sredstava i (obavijesno materijal lima)

Razred koro-zivnosti	Mate-rijal lima	Materijal spojnog sredstva					
		Aluminij	Elektro galvanizirani čelik. Debljina premaza >7μm	Čelik pocinčan vrućim umakanjem ^b . Debljina premaza > 45 μm	Nehrđajući čelik, prekaljen, 1.4006 ^d	Nehrđajući, 1.4301 ^d 1.4436 ^d	Monel ^a
C1	A,B,C D,E,S	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X
C2	A C,D,E S	X	-	X	X	X	X
		X	-	X	X	X	X
		X	-	X	X	X	X
C3	A C,E D S	X	-	X	-	X	X
		X	-	X	(X) ^c	(X) ^c	-
		X	-	X	-	(X) ^c	X
		-	-	X	X	X	X
		-	-	X	X	X	X
C4	A D E S	X	-	(X) ^c	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	(X) ^c	-
		X	-	X	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	X	X
C5- I	A D ^f S	X	-	-	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	(X) ^c	-
		-	-	-	-	X	-
C5- M	A D ^f S	X	-	-	-	(X) ^c	-
		-	-	X	-	(X) ^c	-
		-	-	-	-	X	-



- nepreporučljiva vrsta materijala s gledišta korozije

TRAJNOST SPOJNIH SREDSTAVA I RAZREDI KOROZIVNOSTI OKOLIŠA

□ ... odabir materijala spojnih sredstava i (obavijesno materijal lima)

Razred koro- zivnosti	Mate- rijal lima	Materijal spojnog sredstva					
		Aluminij	Elektro galvanizirani čelik. Debljina premaza >7µm	Čelik pocinčan vrućim umakanjem ^b . Debljina premaza > 45 µm	Nehrđajući čelik, prekaljen, 1.4006 ^d	Nehrđajući, 1.4301 ^d 1.4436 ^d	Monel ^a
C1	A,B,C D,E,S	X					
C2	A C,D,E S						
C3	A C,E D S						
C4	A D E S						
C5- I	A D ^f S						
C5- M	A D ^f S						

A aluminij neovisan o završnoj površinskoj obradi

B nepremazani čelični lim

C čelični lim pocinčan vrućim umakanjem (Z275) ili premazan alucinkom (AZ150)

D čelični lim pocinčan vrućim umakanjem + premazivanje bojom ili plastificiran

E čelični lim premazan alucinkom (AZ185)

S nehrđajući čelik.

- A aluminij neovisan o završnoj površinskoj obradi
- B nepremazani čelični lim
- C čelični lim pocinčan vrućim umakanjem (Z275) ili premazan alucinkom (AZ150)
- D čelični lim pocinčan vrućim umakanjem + premazivanje bojom ili plastificiran
- E čelični lim premazan alucinkom (AZ185)
- S nehrđajući čelik.

PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

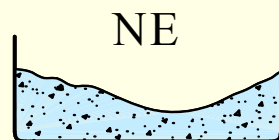
1. IZBJEGAVANJE ZADRŽAVANJA PR LJAVŠTINE

- postavljanje kutnih i žljebastih profila na način kojim se smanjuje zadržavanje prljavštine,
- predviđanje rupa za drenažu, dovoljno velikih kako ne bi došlo do začepjenja,
- izbjegavanja horizontalnih površina,
- predviđanja blagog pada ukrućenja čvornog lima
- primjena cijevnih profila i šipki (zatvorene cijevi sa suhim plinom ili zrakom gdje postoji rizik od nastanka štetnog kondenziranja),
- predviđanja glatkih rubova

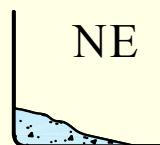
PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

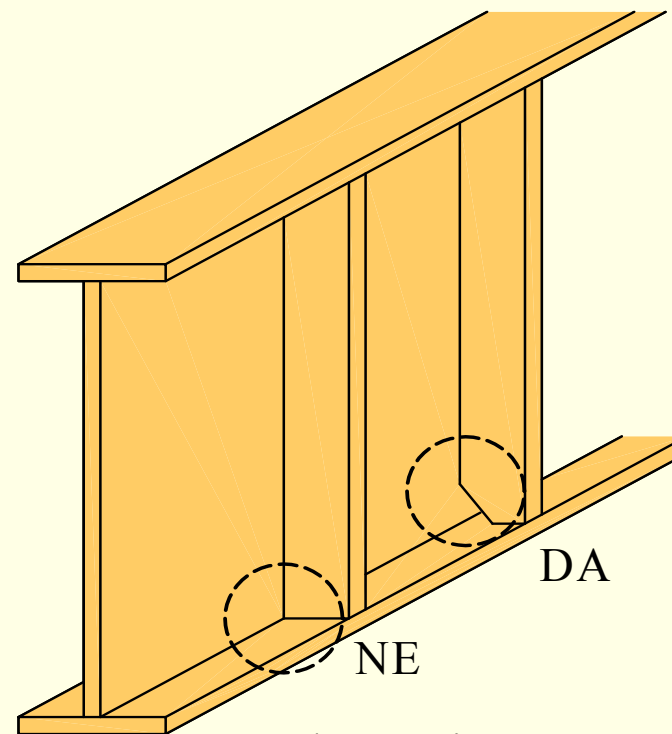
1. IZBJEGAVANJE ZADRŽAVANJA PRUJAVŠTINE



Žljebasti profili



Kutni profili



Ukrućenja

PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

2. SMANJENJE MOGUĆNOSTI NASTANKA NAPONSKE KOROZIJE RASPUCAVANJA

- minimiziranjem naprezanja u izvedbi pažljivim izborom redoslijeda varenja,
- kugličarenjem (uz napomenu da se ne primjenjuje željezna niti čelična kuglica).

Kugličarenje je proces poboljšanja čelika bombardiranjem površine čelika kuglicama u cilju povećanja njegovog početnog tlačnog naprezanja čime mu se povećava uporabni vijek.

PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

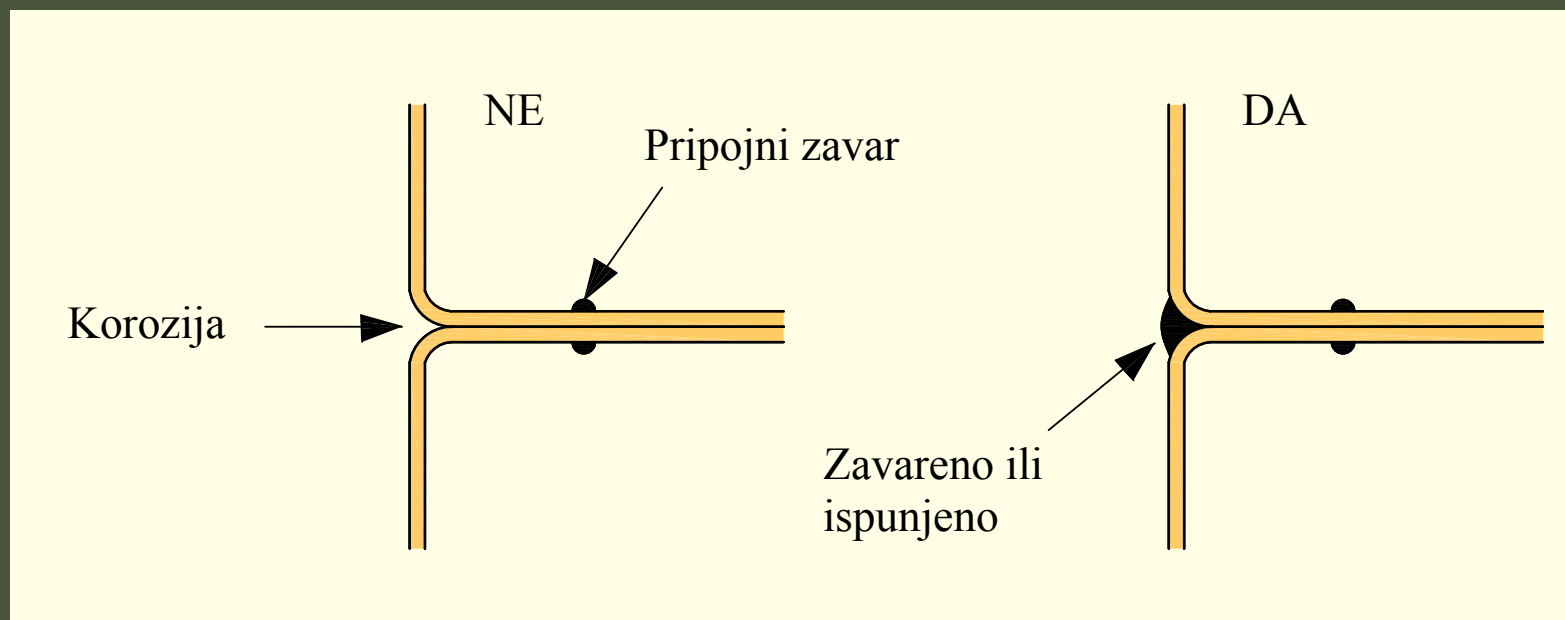
3. IZBJEGAVANJE PUKOTINA

- primjenom zavarenih umjesto vijčanih spojeva,
- primjenom zatvorenih varova ili punila na bazi mastiksa,
- ravnanjem ili profiliranjem varova,
- sprečavanjem obrastanja biljkama (uz napomenu da kloriranje vode može uzrokovati točkastu koroziju).

PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

3. IZBJEGAVANJE PUKOTINA



PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

4. SMANJENJE VJEROJATNOST NASTANKA TOČKASTE KOROZIJE

- čišćenjem varova kako bi se obnovila njihova otpornost na koroziju,
- uklanjanjem mrlja od varenja,
- četkanjem pomoću nehrđajuće čelične četke ili čišćenjem nagrizajućom pastom uz naknadno ispiranje vodom kako bi se uklonili neželjeni proizvodi varenja.
- izbjegavanjem zahvaćanja čestica ugljičnog čelika (upotrebom radne površine i alata koji su posebno namijenjeni nehrđajućem čeliku),
- sljedeći odgovarajući program održavanja.

PROJEKTIRANJE ZA KONTROLU KOROZIJE

□ Smjernice:

5. SMANJENJE VJEROJATNOST BIMETALNE KOROZIJE

- električnom izolacijom,
- pravilnom primjenom premaza,
- smanjivanjem perioda vlažnosti

IZVOĐENJE I ODRŽAVANJE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA

Velik broj normi za izvođenje, zaštitu, održavanje, kontrolu i ispitivanje koje obrađuju:

OPĆENITA PITANJA	uvjeti isporuke komponenti, tehnički zahtjevi pri izvedbi)
RADNE OPERACIJE PRIPREME	toplinsko rezanje, dimenzionalne tolerancije, smjernice za oblikovanje čelika u proizvodnji
ZAVARIVANJE	taljenjem, elektrolučno, elektrootporno, plinsko, zavarivanje elektronskim snopom, laserom, ...
ISPITIVANJA	nerazorna ispitivanja penetrantima, magnetskim česticama, ultrazvukom, vizualna ispitivanja, ...
MONTAŽU	konstrukcijski ležajevi, metode mjerenja u zgradarstvu, iskolčavanje, tolerancije, ...
ZAŠTITU OD KOROZIJE	
TOLERANCIJE	za zavarene konstrukcije, dimenzije za dužine i kutove, oblik i položaj
OSTALO	samonosivi proizvodi za krovove od čelika ili nehrđajućeg čelika

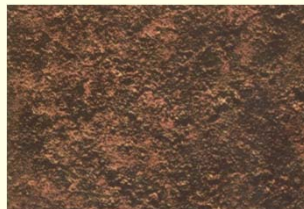
TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

METODE ZAŠTITE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA OD KOROZIJE

- ❑ izdvajamo neke reprezentativne smjernice za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije i to u pogledu:
 - PRIPREME ČELIČNIH POVRŠINA PRIJE NANOŠENJA BOJA I SRODNIH PROIZVODA,
 - ZAŠTITE OD KOROZIJE ZAŠTITNIM SUSTAVOM BOJA,
 - ZAŠTITE OD KOROZIJE VRUĆE POCINČANIM PREVLAKAMA,
 - ZAŠTITE OD KOROZIJE TOPLINSKIM NAŠTRCAVANJEM.

PRIPREMA ČELIČNIH PODLOGA

- Prvenstveno valja razlikovati četiri stupnja hrđanja

Oznaka	Stupanj hrđanja	Slika
A	Površina čelika uvelike pokrivena prionutim tvorničkim ljuskama ali s malo, ako uopće, hrđe	
B	Površina čelika koja je počela hrđati i s koje su se počele ljuštiti tvorničke ljuske	
C	Površina čelika na kojoj je tvornička ljuska ishrđala ili s koje se može sastrugati, ali na kojoj se vizualno može uočiti slaba točkasta korozija	
D	Površina čelika na kojoj je tvornička ljuska ishrđala i na kojoj se vizualno može uočiti sveopća točkasta korozija	

PRIPREMA ČELIČNIH PODLOGA

- Razlikuju se stupnjevi pripreme:

NEZAŠTIĆENIH čeličnih površina i čeličnih površina nakon POTPUNOG UKLANJANJA prethodnih prevlaka

Sa MLAZNO ČIŠĆENJE

Sa 1 lagano

Sa 2^{1/2} vrlo temeljito

Sa 2 temeljito

Sa 3 do vizualno čistog čelika

St RUČNO I STROJNO

St 2 temeljito

St 3 vrlo temeljito

FI ČIŠĆENJE PLAMENOM

PRETHODNO ZAŠTIĆENIH čeličnih površina nakon MJESTIMIČNOG UKLANJANJA prethodnih prevlaka

P Sa L. MLAZNO ČIŠĆENJE

PSa 2^{1/2} vrlo temeljito

PSa 2 temeljito

PSa 3 do vizualno čistog čelika

P St L. RUČNO I STROJNO

PSt 2 temeljito

PSt 3 vrlo temeljito

P Ma L. STROJNO STRUGANJE

PRIPREMA ČELIČNIH PODLOGA

□ Neki primjeri



lokalno mlazno čišćenje



lokalno mlazno čišćenje



lokalno struganje



Mlazno čišćenje do vizualno čistog čelika



Vrlo temeljito ručno i strojno čišćenje



Čišćenje plamenom

ZAŠTITNI SUSTAVI BOJA

Za zaštitu od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavima boja uzimaju se u obzir sljedeća obilježja:

▣ **VRSTA KONSTRUKCIJE**

- konstrukcija od ugljičnih ili nisko-legiranih čelika ne tanje od 3 mm, koje su projektirane prikladnim proračunima čvrstoće

▣ **VRSTA POVRŠINE I PRIPREMA**

- nepremazane površine
- površine termički pošpricane cinkom, aluminijem ili njegovim legurama
- površine galvanizirane vrućim umakanjem
- površine elektroforezirane cinkom
- površine parno-galvanizirane
- površine obojane prefabriciranom zaštitnom bojom
- ostale obojane površine

▣ **VRSTA I STUPNJEVI PRIPREME**

- čišćenje vodom, otopinama i kemijsko čišćenje
 - mehaničko čišćenje uključujući mlazno čišćenje
 - čišćenje plamenom
-

ZAŠTITNI SUSTAVI BOJA

Za zaštitu od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavima boja uzimaju se u obzir sljedeća obilježja:

▣ VRSTA OKOLIŠA

- 6 razreda korozivnosti s primjerima gubitka mase ili debljine na standardnim uzorcima nakon 1. god. izloženosti takvom okolišu

Razred i Stupanj korozivnosti	Nisko- ugljični čelik		Cink	
	Gubitak mase g/m ²	Gubitak debljine μm	Gubitak mase g/m ²	Gubitak debljine μm
C1 vrlo nizak	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1
C2 nizak	> 10 do 200	> 1,3 do 25	> 0,7 do 5	> 0,1 do 0,7
C3 srednji	> 200 do 400	> 25 do 50	> 5 do 15	> 0,7 do 2,1
C4 visoki	> 400 do 650	> 50 do 80	15 do 30	2,1 do 4,2
C5- I vrlo visoki (industr.)	> 650 do 1500	> 80 do 200	> 30 do 60	> 4,2 do 8,4
C5- M vrlo visoki (morski)	> 650 do 1500	> 80 do 200	> 30 do 60	> 4,2 do 8,4

- tri razreda izloženosti u vodi ili u tlu za uronjene ukopane konstrukcije

Razred	Okoliš	Primjer okoliša i konstrukcije
Im1	Slatka voda	Tlo, Riječne instalacije, hidro-elektrane
Im2	Morska ili slankasta voda	Lučna područja s konstrukcijama kao što su brane, ustave, gatovi; priobalne
Im3	Tlo	Zakopani rezervoari, čelični piloti, čelične cijevi

ZAŠTITNI SUSTAVI BOJA

Za zaštitu od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavima boja uzimaju se u obzir sljedeća obilježja:

▣ VRSTA ZAŠTITNOG SUSTAVA BOJA

- boje koje se suše ili njeguju u okolišu (na zraku, fizički ili kemijski)

▣ VRSTA IZRADE

- izrada na novoj konstrukciji
- održavanje postojeće konstrukcije

▣ TRAJNOST ZAŠTITNOG SUSTAVA BOJA koja ovisi o

- vrsta sustava boja
- projekt konstrukcije
- uvjeti podloge prije pripreme
- učinkovitost pripreme površine
- standard radova primjene
- uvjeti prilikom primjene
- uvjeti izloženosti nakon primjene,

Izražava se s tri dosega trajnosti:

niski (L low)	2 do 5 godina
srednji (M medium)	5 do 15 godina
visoki (H high)	više od 15 godina

VRUĆE POCINČAVANJE

- Preporučene minimalne debljine prevlaka:

Debljina čeličnog elem.	Lokalna debljina premaza, min, μm	Srednja debljina premaza, min, μm
$t \geq 6 \text{ mm}$	70	85
$3 \text{ mm} \leq t < 6 \text{ mm}$	55	70
$1,5 \text{ mm} \leq t < 3 \text{ mm}$	45	55
$t < 1,5 \text{ mm}$	35	45
Odljevak $\geq 6 \text{ mm}$	70	80
Odljevak $< 6 \text{ mm}$	60	70

- VRUĆE POCINČAVANJE:
postupak formiranja prevlake
željeznog ili čeličnog predmeta
cinkom (i/ili legurom cink-željezo)
umakanjem pripremljenog predmeta
u kupko od rastaljenog cinka.



TOPLINSKO NAŠTRCAVANJE

- ❑ Obavlja se nakon pripreme površine abrazivnim mlazom, unutar perioda u kojem je pripremljena površina još uvijek čista, suha i bez vidljivih tragova oksidiranja (<4 h)
- ❑ Slijedi hermetizacija kojom se smanjuje poroznosti naštrcane prevlake te bojanje iz estetskih razloga ili kako bi se povećao uporabni vijek zaštitnog sustava.



TOPLINSKO NAŠTRCAVANJE

- Preporučene minimalne debljine prevlaka ovisno o okolišu u kojem se primjenjuju i vrsti prevlake

Okoliš	Razred okoliša	Metal							
		Cink		Aluminij		AlMg5		ZnAl15	
		Obojan?		Obojan?		Obojan?		Obojan?	
		NE	DA	NE	DA	NE	DA	NE	DA
Slana voda	Im2	n.p. ^a	100	200	150	250 ^b	250 ^b	n.p. ^a	100
Slatka voda	Im3	200	100	200	150	150	100	150	100
Gradski okoliš	C2 i C3	100	50	150	100	150	100	100	50
Indu-strijski okoliš	C4 i C5-I	n.p. ^a	100	200	100	200	100	150	100
Morski okoliš	C5-M	150	100	200	100	250 ^b	250 ^b	150	100
Suhi zatvoren okoliš	C1	50	50	100	100	100	100	50	50
a: nije preporučeno, b: primjena na kopnu									

TRAJNOST KONSTRUKCIJA I



-idući tjedan -

NEUSPJESI, NESREĆE I KATASTROFE
UPRAVLJANJE RIZICIMA