

SPLOŠNI TEHNIČNI POGOJI ZA POSTOPKE OBDELAVE PLOČEVIN – Elpro Križnič d.o.o.

KAZALO VSEBINE

Laserski razrez in izsek.....	4
Dokumentacija.....	4
Tolerance in kvaliteta	4
Odstopanje dejanske mere od imenske na načrtu.....	4
Hrapavost – kvaliteta reza	5
Ploskovna ravnost.....	5
Površinska kvaliteta	6
Priprava in odrez lukenj.....	6
Tolerance za luknje in izvrtine pri izsekovanju	7
Kakovost površine pri izsekovanju po DIN 6930	7
Priporočene tolerance za izsekovanje glede na material.....	8
Tolerance za nerjaveče jeklo (inox, AISI 304, 316)	8
Tolerance za aluminij (Al 1050, 6061, 7075)	8
Tolerance za ogljikovo jeklo (S235, S355, DC01).....	9
Tolerance za preoblikovanje navojev	9
Upogib	10
Konstrukcija	10
Dokumentacija.....	11
Tolerance, kvaliteta	11
Varjenje	12
Dokumentacija.....	12
Načrt za varjenje - WPS	12
Certifikacija varilcev.....	12
Kontrola kakovosti varjenih spojev po dogovoru	12
Sledljivost v primeru upoštevanja EN ISO 3834-3 (po dogovoru z naročnikom)	13
Prašno barvanje	13
Priprava površine.....	13
Debelina nanosa	13
Oprijem premaza (po dogovoru z naročnikom)	13
Odpornost proti koroziji (po dogovoru z naročnikom)	14
Odpornost na UV in vremenske vplive (po dogovoru z naročnikom)	14

Kakovostne zahteve za izgled površine	14
Nalivanje tesnilne pene.....	15
Namen in področje uporabe.....	15
Lastnosti tesnilne pene.....	15
Meroslovni standardi.....	16
Odstopanja od zahtevane velikosti in oblike.....	16
Širina in višina tesnilne pene	16
Vidnost spojev	16
Možne nepravilnosti pri nalivanju tesnilne pene	17
Peskanje.....	17
Napake, ki se lahko pojavijo pri ustreznem postopku peskanja	18

LASERSKI RAZREZ IN IZSEK

Dokumentacija

Pri povpraševanju mora naročnik priložiti dokumentacijo, ki vključuje načrt in 3D model izdelka po stanju, ki ga hoče imeti izdelanega (prav tako za vse spremembe/revizije). Če pride med poslano ponudbo in prejetim naročilom do sprememb/revizij na kosih, je potrebno o tem obvestiti komercialista/prodajnika.

Naročnik je dolžan dokumentacijo poslati v STEP, DXF/DWG formatu v razmerju 1:1, z mersko enoto v mm. Naročnik jamči, da se bosta načrt in 3D model natančno ujemala. V primeru, da se dokumentacija ne ujema ali je nepopolna, podjetje Elpro Križnič d.o.o. (v nadaljevanju Elpro Križnič) ne prevzema nobene odgovornosti za morebitne napake ali neskladja med ponudbo in dejanskim izdelkom, in upošteva 3D model.

Morebitne gravure morajo biti jasno prepoznavne in posebej označene (drugačen layer). Vse zahteve, kot so tolerance in druge posebnosti (navoji, dodatek za str. obd., ...), morajo biti označene v načrtih skladno s SIST EN ISO 128.

Vse zgoraj omenjene posebnosti morajo biti pred potrditvijo naročila odobrene s strani Elpro Križnič.

Tolerance in kvaliteta

Odstopanje dejanske mere od imenske na načrtu

Tolerance debeline in ploskovne ravnosti so povzete po tehničnih pogojih osnovnega materiala (EN 10088-2/EN 10095/EN 10028-7, DIN 17440/DIN 17441, DIN 17460).

Za odreze veljajo dopustni odstopi mer po standardu SIST EN ISO 9013.

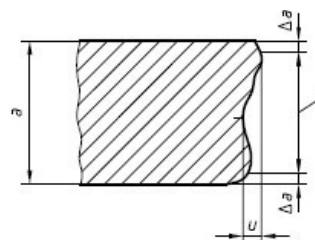
Laserski razrez:

Delovna debelina materiala, mm	Dolžina materiala, mm							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1.000	≥ 1.000 < 2.000	≥ 2.000 < 4.000
	Dovoljene tolerance, mm							
> 0 ≤ 1	± 0,04	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,3
> 1 ≤ 3,15	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,4
> 3,15 ≤ 6,3	± 0,3	± 0,3	± 0,4	± 0,4	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,6
> 6,3 ≤ 10	—	± 0,5	± 0,6	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,7	± 0,8
> 10 ≤ 50	—	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,8	± 1	± 1,6	± 2,5
> 50 ≤ 100	—	—	± 1,3	± 1,3	± 1,4	± 1,7	± 2,2	± 3,1
> 100 ≤ 150	—	—	± 1,9	± 2	± 2,1	± 2,3	± 2,9	± 3,8
> 150 ≤ 200	—	—	± 2,6	± 2,7	± 2,7	± 3	± 3,6	± 4,5

Mejna odstopanja kotnosti in površine reza po standardu SIST EN ISO 9013

Debelina materiala, α mm	$\Delta\alpha$ mm
≤ 3	0,1 α
$> 3 \leq 6$	0,3
$> 6 \leq 10$	0,6
$> 10 \leq 20$	1
$> 20 \leq 40$	1,5
$> 40 \leq 100$	2
$> 100 \leq 150$	3
$> 150 \leq 200$	5
$> 200 \leq 250$	8
$> 250 \leq 300$	10

$$u = 1,2 + 0,035 * a$$



Hrapavost – kvaliteta reza

Brez dodatnih zahtev naročnika se pri laserskem razrezu debelejših materialov (10–15 mm) standardno uporablja srednja kvaliteta odreza (Q3), pri materialih od debeline 16–25 mm pa grob ali izrazito grob odrez (Q2 oz. Q1).

- Q1 ... izrazito grob odrez
- Q2 ... grob odrez
- Q3 ... srednja kvaliteta odreza
- Q4 ... gladek odrez
- Q5 ... zelo gladek odrez



Hrapavost se z debelino materiala pri termičnih odrezih povečuje – glej tabelo.

DEBELINA [mm]	KONIČNOST [mm]	Ra [μm]
1	0,02	0,5 - 1
3	0,05	0,5 - 2,5
5	0,07	1 - 3
10	0,1	3 - 6
15	0,13	5 - 14
20	0,16	8 - 16

Ploskovna ravnost

V kolikor ni drugače naročeno s strani naročnika, izdelki po razrezu niso ravnani (možno je, da se izdelek med razrezom deformira zaradi notranjih napetosti v materialu).

Površinska kvaliteta

Ker gre za termične postopke odrezavanja, so na površinah možni ostanki taline (obrizgi).

Na spodnji strani površine pločevine pa so možne sledi manipulacije in ostanki srha odreza.

Priprava in odrez lukenj

Minimalni premer lukenj:

- Običajno velja, da mora biti minimalni premer luknje približno enak debelini pločevine (če režete pločevino debeline 15 mm, je minimalni premer luknje 15 mm).
- Na željo stranke je možen razrez premera lukenj $\frac{1}{2}$ glede na debelino materiala (če režete pločevino debeline 15 mm, je minimalni premer luknje 7.5 mm, kakovost reza luknje v tem primeru ni optimalna, tolerančna odstopanja so višja. Zato Elpro Križnič ne odgovarja za doseganje toleranc – Elpro Križnič reže takšne luknje izključno glede na predhodni dogovor s stranko ter na strankino odgovornost za kakovost izrezanih lukenj).

Maksimalni premer lukenj:

- Glede premera lukenj ni omejitev, vendar mora biti premer dovolj velik, da ohrani natančnost in kakovost rezanja.

Navojne luknje:

- Luknje, izrezane z laserskim razrezom brez naknadnega povrtavanja na predpisano dimenzijo za izdelavo navoja, niso primerne za izdelavo le tega. Pri neposrednem rezanju navojev v luknje, izrezane z laserjem, lahko pride do deformacije navoja zaradi neoptimalne dimenzije luknje.
- Stranka je dolžna model predhodno prilagoditi na ustrezno dimenzijo, skladno z zgoraj navedenimi pogoji.

Izsek

Splošne tolerance za izsekovane dele opisuje standard ISO 2768-mK. V kolikor ni posebej navedeno in dogovorjeno z naročnikom, se za izsek uporabi tolerančni razred m.

- m (medium) – srednja natančnost

Priporočene dimenzijske tolerance ISO 2768-1, razred m - v mm, (za dolžine brez posebej določenih toleranc):

Dolžina (L)	Toleranca ($\pm$ mm)
0.5 do 3	± 0.1
3 do 6	± 0.1
6 do 30	± 0.2
30 do 120	± 0.3
120 do 400	± 0.5
400 do 1000	± 0.8
1000 do 2000	± 1.2
2000 do 4000	± 2.0

- Pri zelo natančnih delih se lahko uporablja ISO 2768-f (fine) po dogovoru s kupcem in potrditvi vzorcev.
- Za grobe izseke, kjer natančnost ni kritična, se uporablja ISO 2768-c (coarse).

Za geometrijske tolerance pri izsekovanju se uporablja ISO 2768-2, razred K.

Za geometrijske lastnosti, kot so pravokotnost, ravnost in vzporednost:

Za debelejša materiale (nad 3 mm) se tolerance lahko poslabšajo zaradi deformacij pri izsekovanju.

Geometrijska lastnost	Priporočena toleranca (mm)
Pravokotnost (do 100 mm dolžine)	0.2
Vzporednost (do 100 mm)	0.2
Koncentričnost ($\varnothing$ do 100 mm)	0.3
Ravnost roba (do 100 mm)	0.2

Tolerance za luknje in izvrtine pri izsekovanju

Pri luknjah, izdelanih z izsekovanjem, veljajo naslednje tolerance:

- Premer lukenj: ± 0.1 mm za majhne izvrtine (do $\varnothing 10$ mm).
- Razdalja med luknjami: ± 0.2 mm (odvisno od debeline materiala).
- Ovalnost luknje: do 10 % premera (zaradi mehanskega vpliva izsekovanja).

Za zelo natančne izvrtine se priporoča dodatna obdelava (vrtanje, brušenje).

Kakovost površine pri izsekovanju po DIN 6930

Po izsekovanju imajo robovi pločevine določeno hrapavost in deformacije:

- Hrapavost (R_a): običajno med 3.2–12.5 μ m, odvisno od materiala in ostrine orodja.

- Višina srha (burr height): do $0.1 \times$ debeline pločevine, lahko se odstrani s sekundarno obdelavo.

Za izsekovane dele, ki zahtevajo popolnoma gladke robove, se uporablja brušenje, poliranje ali lasersko rezanje.

Povzetek splošnih priporočil za izsekovanje po DIN 8588:

- ISO 2768-mK je standardna izbira za večino izsekovanih delov.
- Tolerance ± 0.1 do 0.5 mm so običajne pri serijski proizvodnji.
- Za geometrijske tolerance (pravokotnost, vzporednost) je priporočljivo upoštevati ISO 2768-2 K.
- Ovalnost lukenj in brizga na robu sta pogosta pojava in ju je treba obvladovati.
- Pri zelo natančnih delih se lahko zahteva dodatna obdelava (brušenje, vrtanje).

Priporočene tolerance za izsekovanje glede na material

Pri izsekovanju se tolerance razlikujejo glede na material, debelino pločevine in uporabljeno orodje. Spodaj so priporočene tolerance za nerjaveče jeklo, aluminij in jeklo.

Tolerance za nerjaveče jeklo (inox, AISI 304, 316)

Debelina pločevine (mm)	Toleranca za dimenzije (ISO 2768-m) (mm)	Toleranca za luknje ($\emptyset$ mm)	Srh (višina)
0.5 – 1.0	$\pm 0.1 - 0.2$	± 0.1	0.05 – 0.1 mm
1.0 – 3.0	$\pm 0.2 - 0.3$	± 0.15	0.1 – 0.2 mm
3.0 – 6.0	$\pm 0.3 - 0.5$	± 0.2	0.2 – 0.4 mm

Srh je lahko večji kot pri mehkejših materialih → priporočljivo dodatno brušenje.

Luknje manjše od $1.5 \times$ debeline pločevine se lahko deformirajo.

Tolerance za aluminij (Al 1050, 6061, 7075)

Debelina pločevine (mm)	Toleranca za dimenzije (ISO 2768-m) (mm)	Toleranca za luknje ($\emptyset$ mm)	Srh (višina)
0.5 – 1.0	± 0.1	$\pm 0.05 - 0.1$	0.02 – 0.05 mm
1.0 – 3.0	± 0.2	± 0.1	0.05 – 0.15 mm
3.0 – 6.0	± 0.3	± 0.2	0.1 – 0.2 mm

Zaradi elastičnosti aluminija lahko pride do vzmetenja materiala po izsekovanju.

Tolerance za ogljikovo jeklo (S235, S355, DC01)

Možna oksidacija robov → priporočljiva dodatna obdelava (brušenje, barvanje, cinkanje).

Debelina pločevine (mm)	Toleranca za dimenzije (ISO 2768-m) (mm)	Toleranca za luknje (Ø mm)	Srh (višina)
0.5 – 1.0	± 0.1	± 0.1	0.05 – 0.1 mm
1.0 – 3.0	± 0.2	± 0.15	0.1 – 0.2 mm
3.0 – 6.0	± 0.3 – 0.5	± 0.2	0.2 – 0.3 mm

Tolerance za preoblikovanje navojev

Pri izsekovanju luknje za gnetenje navojev (roll forming/thread forming) mora biti njen premer natančno določen, saj gnetenje ne odstranjuje materiala, temveč ga preoblikuje in prerazporedi. Če je luknja prevelika, navoj ne bo imel zadostne trdnosti, če pa je premajhna, lahko pride do poškodb orodja ali nepravilnega oblikovanja navoja.

Izračun premera luknje za gnetenje navojev:

Osnovno pravilo za določitev premera predizvrtane luknje pri gnetenju navojev:

$$D_{\text{luknje}} = D_{\text{navoja}} - (0,1 \times P)$$

Kjer je:

- D_{luknje} – premer izvrtine za gnetenje navoja,
- D_{navoja} – nazivni premer navoja (npr. za M6 je to 6 mm),
- P – korak navoja (npr. za M6×1 je korak 1 mm).

Prebijanje je mogoče za debelino materiala do 6 mm, širina izreza je pogojena z debelino materiala. Primer: v 2 mm debel material lahko izsekamo luknjo premera 2 mm. Navoji se lahko izdelujejo od M3 – M8 na debelinah od 0,5 do 5 mm.

Za izdelavo lukenj manjšega premera od debeline pločevine so potrebna posebna vodena orodja, ki jih je potrebno naročiti.

UPOGIB

Konstrukcija

Naročnik pri izdelavi 3D modela upošteva smernice za modeliranje pločevin.

Ključne mere, kot so minimalna dolžina upogiba (b_{min}), minimalni radij upogiba (r_{min}), sledijo standardu DIN 6935.

Primeri (Velja do kota upogiba 120°):

Materiali: S235, S55, 5754A											
Debelina T (mm)	1	1-1.5	1.5-2.5	2.5-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-10	12-15
r_{min} (mm)	1	1.6	2.5	3	5	6	8	10	12	16	25

Materiali: 1.4301, 1.4401, 1.4404											
Debelina T (mm)	1	1-1.5	1.5-2.5	2.5-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-10	12-15
r_{min} (mm)	1.6	2.5	4	5	6	8	10	12	16	20	32

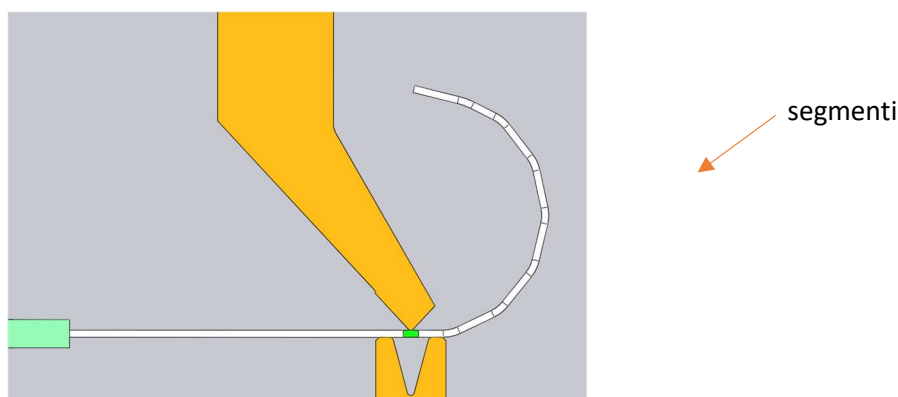
Minimalna dolžina upogiba se izračuna po enačbi: $b_{min} > 4 * r_{min}$

Primeri:

Materiali: 1.4301, 1.4401, 1.4404											
Debelina T (mm)	0.5	1,0	1.25	1.5	2,0	2.5	3	4	5	6	8
r_{min} (mm)	4.5	6	6	8	9	12	15	23	30	38	45

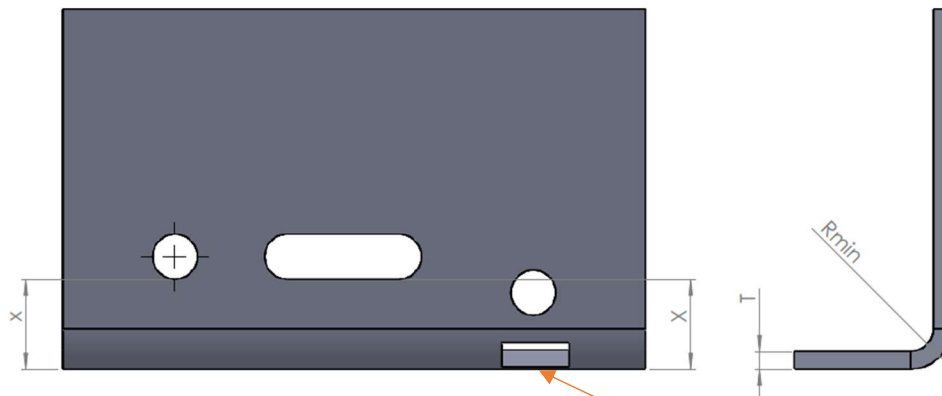
Materiali: S235, S55, 5754A											
Debelina T (mm)	0.5	1,0	1.25	1.5	2,0	2.5	3	4	5	6	8
r_{min} (mm)	3.75	4.5	6	6	8	9	12	18	23	30	38

Izvedejo se lahko večji radiji upogiba, in sicer r10, r15, r20, r20, 25, r30, r35, r40, r45 in r50. V primeru, da je dolžina upogiba prekratka in izvedba z velikim radijem ni mogoča, se izvede segmentni upogib, kot prikazuje spodnja slika.



Minimalni odmik luknje oz. izreza od zunanjega roba upogiba je določen z enačbo:

$x > 3 * T + r_{min}$. Če je odmik manjši, je potrebna razbremenitev v liniji upogiba.



Razbremenitev

Dokumentacija

Naročnik je dolžan naročilo opremiti z vso tehnično dokumentacijo. Vse zahteve kosa/sestava, kot npr. mere, tolerance, posebnosti, morajo biti označene v skladu s standardom SIST EN ISO 128.

Tolerance, kvaliteta

Pri upogibu veljajo splošne tolerance za kotnost in linearne mere po standardu ISO 2768.

Dopustni odstopki za kote:

Razred točnosti po ISO 2768	Odstopki v ° za imenske mere krajše stranice (mm)		
	do 10	nad 10 do 50	nad 50 do 120
M (medium)	± 1°	±0°30' (± 0.5°)	±0°20' (± 0.33°)

Dopustni odstopki za dolžinske mere:

Razred točnosti po ISO 2768	Odstopki (mm) za območje imenske mere (mm)						
	0,5-3	3-6	6-30	30-120	120-400	400-1000	1000-2000
M (medium)	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1.2

VARJENJE

V kolikor ni posebnih zahtev iz strani naročnika, se vari po najboljši varilski praksi na osnovi preteklih izkušenj. Kakovost zvarov se v tem primeru pregleda vizualno (VT).

Dokumentacija

V kolikor varilske načrte poda naročnik, morajo biti izdelani skladno z ISO2553. Če jih naročnik ne poda, se izdelajo v našem podjetju in so naša last.

Načrt za varjenje - WPS

V kolikor so podane zahteve s strani naročnika, lahko zagotovimo varjenje po varilskem standardu EN ISO 3834-3, kar ustreza zahtevani kakovosti D po EN ISO 5817:2014 oz. EN1090-2:2018 za EXC2.

V kolikor naročnik zahteva, se lahko za vsak izdelek pripravi pWPS oz. WPQR in nato WPS, ki ga mora le ta potrditi in vključuje naslednje elemente:

- Vrsto materiala: vrsta in kakovost jekla, ki se uporablja (npr. EN 10025).
- Varilni postopek: postopek varjenja (npr. MAG, MIG, TIG, MMA).
- Debelino materiala: določitev razponov debeline materiala, ki jih določa standard.
- Vrsto in dolžino varilnega spoja: tip spoja (npr. pravokotni, kotni, zarezni spoji) in potrebne dimenzije.
- Vrsto elektrod ali žice: kakovost in vrsta elektrod ali varilne žice, ki se uporablja pri postopku varjenja.
- Varilni parametri: parametri, kot so napetost, tok in hitrost varjenja, ki so ključni za dosego želene kakovosti varjenja.

Certifikacija varilcev

Varilci morajo biti certificirani za izvajanje varjenja v skladu z EN ISO 9606-1 (certifikat za varilce). To pomeni, da morajo imeti dokazilo o usposobljenosti, ki je specifično za vrste varjenja, ki jih izvajajo (npr. MIG/MAG, TIG, MMA). Po potrebi se lahko v dogovoru z naročnikom izvede dodatno certificiranje.

Kontrola kakovosti varjenih spojev po dogovoru

V dogovoru z naročnikom se lahko izvede:

- Vizualni pregled (VT): pregled varjenih spojev, da se preveri prisotnost očitnih napak, kot so razpoke, luknje ali nepravilnosti.
- Preizkus s penetrantom (PT): za odkrivanje površinskih napak.
- Preizkusi porušitve (DT): v nekaterih primerih so potrebni uničevalni testi za preverjanje trdnosti in odpornosti varjenih spojev (tako kot npr. preizkusi natezne trdnosti, upogibni testi, itd.).

Sledljivost v primeru upoštevanja EN ISO 3834-3 (po dogovoru z naročnikom)

Vse potrebne informacije o materialih, postopkih varjenja, varilcih in rezultatih preizkusov morajo biti dokumentirane in sledljive.

PRAŠNO BARVANJE

Od naročnika se zahtevajo naslednji podatki: **RAL, Struktura in sijaj, debelina nanosa**. Po potrebi tudi kakovostne zahteve za površino, način testiranja in način kontrole barvane površine.

Kakovost praškastega barvanja je odvisna od pravilne priprave površine, enakomernosti nanosa, oprijema, odpornosti na obrabo in vremenske vplive ter skladnosti s standardi. Če gre za industrijsko uporabo, je priporočljivo upoštevati certifikate, kot sta Qualicoat ali ISO 12944. V kolikor ni posebnih dogovorov z naročnikom, se po barvanju preveri kakovost površine po standardu za izgled **B**, ostale zahteve pa se definirajo v tehničnem zahtevniku, ki ga potrdi naročnik.

Priprava površine

Pred nanosom praškaste barve mora biti površina ustrezno obdelana, saj to močno vpliva na oprijem in trajnost premaza. Standardne metode priprave vključujejo:

- Razmaščevanje – odstranjevanje olj, maščob in drugih nečistoč.
- Peskanje (Sa 2.5 ali Sa 3) – ustvarjanje hrapave površine za boljši oprijem (zlasti pri jeklu).
- Kemična obdelava – fosfatiranje ali kromatiranje za povečanje odpornosti proti koroziji.
- Deionizirano spiranje – preprečevanje ostankov, ki bi vplivali na enakomernost premaza.

Debelina nanosa

Debelina sloja praškaste barve se običajno meri v mikronih (μm). Tipične vrednosti so:

- Tankoslojni premazi: 30–60 μm (notranja uporaba, dekorativni izdelki).
- Standardni premazi: 60–120 μm (industrijska uporaba, pohištvo).
- Debeloslojni premazi: 120–250 μm (zunanja uporaba, zaščita pred korozijo).

Oprijem premaza (po dogovoru z naročnikom)

Test oprijema premaza se izvaja po standardu ISO 2409 (tako imenovani "cross-cut" test ali Gitterschnitt). Stopnje ocen:

- 0 – brez poškodb (najboljša kakovost).
- 1–2 – minimalni izpadi barve (še vedno zadovoljivo).

- 3–5 – večji izpadi barve (slaba kakovost, premaz ni ustrezno oprijet).

Odpornost proti koroziji (po dogovoru z naročnikom)

Praškasti premaz mora biti odporen proti rji in kemikalijam. Ključni testi:

- Solna komora (ISO 9227 / ASTM B117) – preverja odpornost na korozijo s 500–1000 urami izpostavljenosti slanemu pršenju.
- Vlažnostni test (ISO 6270-1) – ocena odpornosti proti vlagi.
- Kemična odpornost – odpornost proti topilom, kislinam, bazam in UV-žarkom.

Odpornost na UV in vremenske vplive (po dogovoru z naročnikom)

Za zunanje površine je ključno testiranje po ISO 11341 (UV testiranje) ali ISO 2810 (staranje na prostem). Premaz mora ostati stabilen vsaj 5–10 let brez večjih sprememb barve ali razpokanja.

Kakovostne zahteve za izgled površine

Po dogovoru z naročnikom, se lahko upoštevata 2 kakovostna pogoja za ustreznost površine:

Kakovost površine A

Kakovost površine B

Kakovost površine A:

Gledano z razdalje najmanj 1 m:

- Največ 1 napaka (≤ 1 mm) ali največ 3 manjše ($< 0,5$ mm) na površino (če niso blizu ena drugi – razdalja med njimi mora biti vsaj 100 mm). Osnovni material se ne sme razkriti (potrebna je 100% pokritost osnovnega materiala).
- Praske (črtaste oblike, mehanske poškodbe površine) – niso dovoljene.
- Madeži in razbarvanje / kopičenje barve – ni dovoljeno.
- Hrapavost, razpoke (prevleka: pomarančna lupina) – ni dovoljeno.
- Mehanske poškodbe – niso dovoljene.
- Neravnine, povezane s polizdelki (udrtine in oznake brušenja) – niso dovoljene.
- Neprevlečene površine – niso dovoljene.
- Izjema: predhodno dogovorjene kontaktne točke.
- Dovoljena lahka obremenitev barve na robovih.

Kakovost površine B:

- Največ 5 napak (≤ 1 mm) na površino (če niso blizu ena drugi - razdalja med njimi mora biti vsaj 100 mm). Osnovni material se ne sme razkriti (potrebna je 100% pokritost osnovnega materiala).
- Praske (črtaste oblike, mehanske poškodbe površine) – dovoljene majhne praske ($L \leq 20$ mm, $B \leq 0,15$ mm, potrebna je 100% pokritost osnovnega materiala).
- Madeži in razbarvanje/kopičenje barve – dovoljena lahka obremenitev barve na robovih in v vogalih.
- Hrapavost (premaz: pomarančna lupina) – fino strukturirana dovoljena, če ne po celotni površini.
- mehanske poškodbe – niso dovoljene.
- Neenakomernosti, povezane s polizdelki (vdolbine in brušenje) – Dovoljena so manjša odstopanja na lakirani površini glede zvarov, manjših prask, odtisov.
- Neprevlečene površine – niso dovoljene.
- Izjema: predhodno dogovorjene kontaktne točke.

NALIVANJE TESNILNE PENE**Namen in področje uporabe**

Ti splošni pogoji se uporabljajo za vse storitve, povezane z nalivanjem tesnilne pene z uporabo strojev za strjevanje tesnilne pene, ki jih nudi podjetje Elpro Križnič. Z njimi so opredeljeni pogoji za izvedbo nalivanja tesnilne pene, odstopanja od zahtev, vidnost spojev in drugi možni odkloni od standardov, ki se lahko pojavijo med postopkom.

Pasti podobna (tikotropna) poliuretanska tesnilna pena iz produktne družine FERMAPOR K31 zaradi visoke viskoznosti po nanosu ostane stabilna na ravni površini. Po končni montaži je izdelek s tem tesnilom brezšivno zatesnjen v skladu s standardom DIN EN 61439 (IEC 61439).

Lastnosti tesnilne pene

Pri nas uporabljamo mešanico komponent FERMAPOR K31-A-9230-2-VP (KOMP. A) ter FERMAPOR K31-B-4 (KOMP. B).

	Powder coating Indoor	Powder coating Outdoor	Powder coating UL-94 V-2
	FERMAPOR K31-A-9025-2-VP2	FERMAPOR K31-A-9230-2-VP	FERMAPOR K31-A45C2-1-UL-FR
	FERMAPOR K31-B-4	FERMAPOR K31-B-4	FERMAPOR K31 B-16-FR
Mixing ratio	4.5 : 1	4.5:1	5.7:1
Pot life time	33 sec.	50 sec.	27 sec.
Tack-free time	5 min.	8 min.	4.0 min.
Viscosity of the A component	44,000 mPas	50,000 mPas	135,000 mPas
Density	0.20 g/cm ³	0.29 g/cm ³	0.24 g/cm ³
Hardness (Shore 00)	35	62	47
Temperature resistance	from -40 to + 80 °C	from -40 to + 80 °C	from -40 to + 80 °C

Meroslovni standardi

Pri izvedbi nalivanja gume se upoštevajo vse relevantne tehnične specifikacije in zahteve naročnika glede dimenzij in oblike končnega izdelka. Vendar pa se lahko v določenih primerih pojavijo manjša odstopanja od zahtevanih mer zaradi specifičnih lastnosti uporabljenega materiala in tehnologije nalivanja.

Odstopanja od zahtevane velikosti in oblike

Pri nalivanju tesnilne pene se lahko pojavijo manjša odstopanja od predpisanih dimenzij, ki so običajno v okviru dovoljenih toleranc za posamezen izdelek. Toleranca odstopanja je lahko v naslednjih okvirih:

- Dolžina/širina: $\pm 1,5\text{mm}$
- Debelina: $\pm 1\text{mm}$
- Širina: $\pm 1,5\text{ mm}$

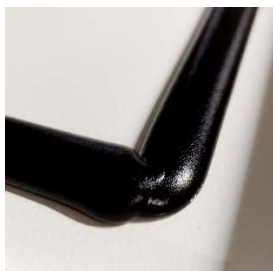
Širina in višina tesnilne pene

Zaradi tehnologije nalivanja tesnilne pene je v določenih primerih nemogoče zagotavljati oba pogoja hkrati. Splošno velja, da je višina pene $\frac{1}{2}$ širine pene (npr. širina 10 mm, višina 5 mm). V primeru nemogočega zagotavljanja obeh dimenzij se upošteva debelina nalivanja kot prioriteta dimenzija.

Vidnost spojev

Pri nalivanju tesnilne pene se lahko pojavijo vidni spoji, ki nastanejo zaradi začetka in konca nalivanja (npr. v primeru večjih izdelkov ali debelejših tesnilne pene).

Ti spoji se pojavijo zaradi daljšega časovnega razpona med začetkom in koncem nalivanja ali vmesnimi prekinitvami nalivanja kot prikazuje spodnja slika.



Slika 1: Vidnost spoja zaradi začetka in konca nalivanja

Možne nepravilnosti pri nalivanju tesnilne pene

Med postopkom nalivanja tesnilne pene se lahko pojavijo različne nepravilnosti, pogojene z izdelkom, na katerega se kos naliva.

- **Zračni mehurčki:** prisotnost zračnih mehurčkov v materialu, ki so lahko posledica nepravilne temperature nalitega izdelka.
- **Neravnosti površine:** neraven zaključek površine, ki je lahko posledica neravnega nalitega izdelka ali nalivanja čez posamezne utore.

Vse te nepravilnosti bodo ocenjene v okviru tehničnih standardov za nalivanje tesnilne pene in bodo, če bodo presegale sprejemljive meje, obravnavane kot napake.

V kolikor se kot osnovni material uporablja nerjaveče jeklo ali aluminij, je potrebno pred nalivanjem površino premazati z primerjem. Uporablja se primer P-23 (Henkel).

Premazovanje se izvaja s čopičem - ročno, zato lahko pride do estetskih napak. Prav tako, se po določenem času namazan primer spremeni barvo v nekoliko temnejšega, zato Elpro Križnič ne sprejema reklamacij iz vzrokov estetskega izgleda s primerjem premazane površine.

PESKANJE

Elpro Križnič izvaja peskanje materialov Inox in Aluminij s pomočjo injektorske peskalne kabine VJC 135S.

Za peskanje se uporablja medij – steklene perle velikosti 150–250 µm, ki so primerne za bolj fine površine. Z njimi se zagotavlja površina z hrapavostjo $Ra \approx 1,5\text{--}3,5\text{ }\mu\text{m}$.

1. PESKALNA KABINA INJEKTORSKA VJC-135S

• Zunanje dimenzije d x š x v	1470 x 1700 x 2140 mm
• Dimenzije peskalnega prostora d x š x v	1350 x 1100 x 1070 mm
• Dimenzije vrat (levo in desno) š x v	1000 x 1000 mm
• Zaščita peskalnega prostora	set gumijastih oblog
• Filter	DC-1500
• Ciklon	R-400
• Površina filtra (polyester)	11 m ²
• Čiščenje filter patron	impulzno
• Volumen posode za prah	20 litrov
• Električni priključek	1,6 kW, 380V~50Hz
• Standardna nosilnost	350 kg
• Razsvetljava kabine	2 x 30 watt
• Fiksna vrtljiva miza v kabini	ø 800 mm
• Peskalna pištola	da
• Premer šobe	ø 8 mm
• Material šobe	volframov karbid
• Šoba za komprimiran zrak	da
• Delovni tlak komprimiranega zraka	3-6 bar
• Poraba komprimiranega zraka pri 3-6 bar	1,0 – 2,0 Nm ³ /min

Pred peskanjem je potrebno kose pravilno pripraviti:

1. Potrebno je preveriti ali je material primeren za peskanje z izbranimi perlami.
2. Obvezno je potrebno odstraniti vse sledi olj, maziv in silikonov.
3. Površina mora biti popolnoma suha.
4. Potrebno je zaščititi kritična mesta (maske ali zaščitni trakovi na mestih, ki ne smejo biti peskana (npr. navoji, tesnilne površine)).
5. Vsak kos naj ima ID ali oznako (če zahteva naročnik).

Napake, ki se lahko pojavijo pri ustreznem postopku peskanja za sprejemljivost le teh se dogovorita Elpro Križnič in kupec:

1. **Ostanki perl v mikro-porah ali kotih** (steklene perle se lahko ujamejo v površinske mikro luknjice, reže ali navoje). Med kasnejšim postopkom (npr. eloksacijo, galvanizacijo, lepljenjem) se lahko sprostijo → kontaminacija, neenakomerna prevleka.
2. **Skrita kontaminacija površine:** površina je videti čista in enakomerna, vendar so na mikroskopski ravni prisotne sledi olj, silikonov ali prejšnjih zaščit. Peskanje jih ne

odstrani popolnoma → slaba adhezija premazov. Vzrok ni peskanje, temveč predhodna površinska kontaminacija, ki je s peskanjem samo "vmasirana".

3. **Pasivacija nerjavnega jekla je porušena:** peskanje z neustrezno čistimi mediji ali v nečistem okolju (kljub pravilni tehniki) lahko delno poruši naravno pasivno plast INOX-a. Povečana občutljivost za korozijo, zlasti v vlažnem ali agresivnem okolju. Priporočljiva je ponovna kemijska pasivacija po peskanju.
4. **Poslabšanje lastnosti robov ali ostrih elementov:** tudi pri pravilnem peskanju se robovi bolj obdelajo kot ravne površine. Spremenjena dimenzijska natančnost ali manjša zaščita robov pri kasnejšem barvanju. Posebno pomembno pri tesnilnih robovih in kontaktnih površinah.
5. **Sprememba barvnega tona aluminija:** po peskanju zlasti aluminijaste zlitine lahko rahlo potemnijo ali dobijo sivkast odtenek. Ni napaka postopka, ampak naravna posledica strukture po peskanju. Neustrezen videz pri dekorativnih zahtevah.
6. **Razkritje skritih napak v materialu:** peskanje lahko odstrani okside ali barvo in razkrije: Mikro razpoke, slabo zvarjene površine, vključke... Ni napaka peskanja, temveč "odkritje" že obstoječih problemov → pogosto napačno razumljeno kot napaka peskanja.
7. **Nezdružljivost s kasnejšimi postopki:** po peskanju zablokirani navoji zaradi matirane površine, neustrezen oprijem mehanskih sklopov zaradi spremenjene teksture.

Slovenska Bistrica, 03.01.2025

mag. Sintija KRIŽNIČ, direktor

ek elpro križnič
ELPRO KRIŽNIČ d.o.o.
Tomažičeva ulica 18, 2310 Slovenska Bistrica 
[Signature]