

Preskušanje in razvrščanje lepil za les

Testing and classification of wood adhesives

avtor **Bogdan ŠEGA**, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, C. VIII/34, SI-1001 Ljubljana, bogdan.sega@bf.uni-lj.si

izvleček/Abstract

Lepila za lepljenje lesa razvrščamo v dve osnovni skupini: lepila za nekonstrukcijsko uporabo, ki jih nadalje delimo še na plastomerna in duromerna lepila, in lepila za konstrukcijsko uporabo. V članku so opisane metode, s katerimi ugotavljamo lastnosti lepilnih spojev, na podlagi katerih lepila razvrščamo; podana pa je tudi razvrstitev lepil.

There are two main groups of wood adhesives: 1st) adhesives for non-structural applications, which are further divided to thermoplastic and termosetting wood adhesives and 2nd) adhesives for load bearing timber structures. This article describes test methods which are intended to obtain performance data for the classification of adhesives. Classification of wood adhesives is also presented.

Ključne besede: nekonstrukcijska uporaba, konstrukcijska uporaba, D1, C1, Tip I

Key words: non-structural applications, load bearing, D1, C1, Type I

1. UVOD

V Sloveniji v zadnjem desetletju pospešeno sprejemamo kot slovenske nacionalne standarde (SIST) evropske standarde (EN). Širšemu krogu strokovne javnosti je stanje standardizacije na področju lepljenja lesa, ker gre za novejša standarde, oz. ker je evropska standardizacija še vedno v fazi nastajanja in se nenehno dopolnjuje, razmerno slabo poznano.

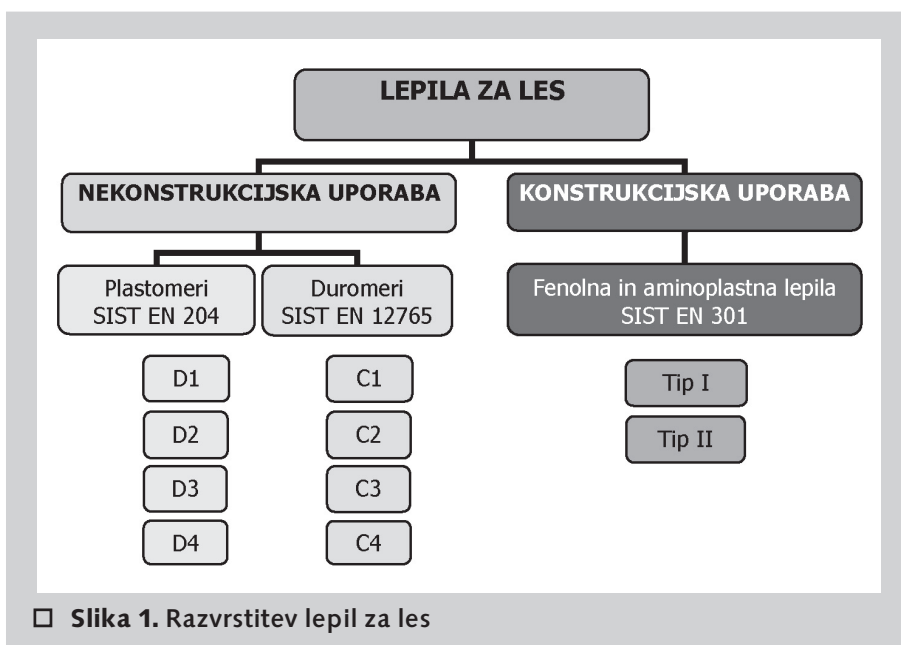
V tem prispevku so opisane preskusne metode, na podlagi katerih razvrščamo lepila, podana pa je tudi razvrstitev lepil za lepljenje lesa, ki jo najdemo v SIST

EN standardih. Metode, s katerimi preskušamo kakovost zlepljenosti lesnih tvoriv, ter zahteve, ki jih le-ta glede zlepljenosti morajo dosegati, bodo prikazane kasneje.

2. RAZVRŠČANJE LEPIL ZA LEPLJENJE LESA

Lepila za lepljenje lesa lahko razdelimo v dve osnovni skupini (sl. 1):

1. lepila za nekonstrukcijsko uporabo, ki jih nadalje delimo še na:
 - a) plastomerna lepila in
 - b) duromerna lepila,
2. lepila za konstrukcijsko uporabo.



2.2 LEPILA ZA NEKONSTRUKCIJSKO UPORABO

2.2.1 Razvrstitev lepil

Plastomerna lepila za nekonstrukcijsko uporabo razvrščamo v trajnostne razrede D1, D2, D3 in D4 /3/, duromerna lepila za nekonstrukcijsko uporabo pa v razrede C1, C2, C3 in C4 /11/. Področja uporabe lepil oz. lepljenec in pogoji, ki so jim so le-ti lahko izpostavljeni, so prikazani v pregl. 1.

2.2.2 Preskusna metoda

Lepila razvrščamo v trajnostne razrede na podlagi natezne strižne trdnosti spojev s prekopom /4/.

Dve 5 mm debeli polradialni oz. radialni bukovi lameli, ki imata povprečno gostoto 700 kg/m^3 in 12 % vlažnost, ploskovno zlepimo pri pogojih, ki jih predpiše proizvajalec lepila. Po dokončni utrditvi lepila zlepljeni lameli razžagamo v preskušance dolžine 150 mm in širine 20 mm (sl. 2).

Sledi priprava preskušancev po predpisanih postopkih umetnega staranja, nato pa natezna obremenitev preskušanca do porušitve. Kot rezultat podajamo povprečno strižno trdnost najmanj 10 preskušancev v N/mm^2 in povprečni delež loma po lesu v %.

Opisana preskusna metoda se uporablja tudi pri ugotavljanju odpornosti lepilnih spojev na statično obremenitev /1/ in pri ugotavljanju trdnosti spojev pri povišani temperaturi (t. i. metoda WATT'91) /2/.

2.2.3 Zahteve

Plastomerna lepila določenega trajnostnega razreda morajo izpolnjevati zahteve, prikazane v pregl. 2, duromerna lepila pa zahteve v preglednici 3.

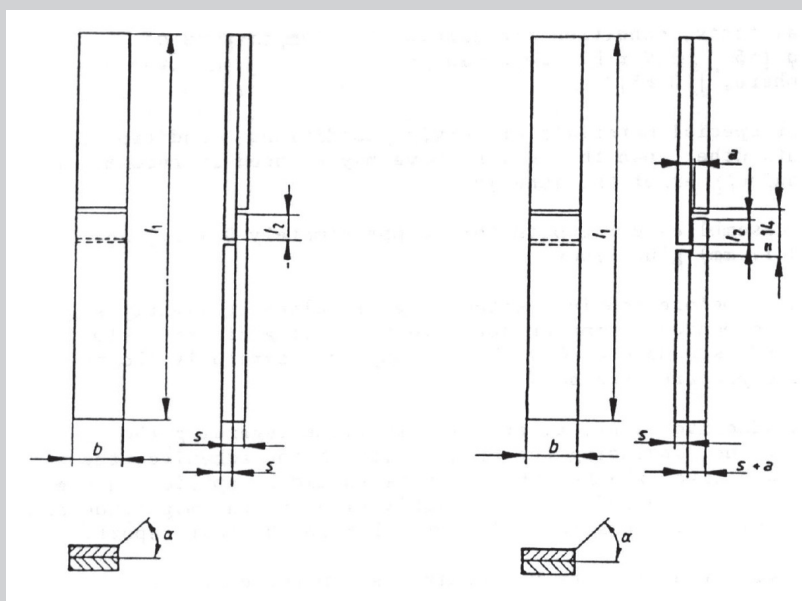
□ Preglednica 1. Trajnostni razredi in primeri uporabe lepil za nekonstrukcijsko uporabo /3/, /11/

Trajnostni razred	Področje uporabe in primer klimatskih pogojev
D1 / C1	Notranja uporaba, kjer je ravnovesna vlažnost lesa $ur < 15\%$.
D2 / C2	Notranja uporaba, z občasnimi kratkotrajnimi izpostavitvami kondenzirani vodi in/ali občasno visoki RZV, kjer je $ur < 18\%$.
D3 / C3	Notranja uporaba, s pogostimi kratkotrajnimi izpostavitvami tekoči in kondenzirani vodi in/ali visoki RZV. Zunanja uporaba v pokritih prostorih.
D4 / C4	Notranja uporaba, s pogostimi dolgotrajnimi izpostavitvami tekoči ali kondenzirani vodi. Zunanja uporaba, kjer so izdelki izpostavljeni neposrednim vremenskim vplivom, so pa površinsko zaščiteni.

□ Preglednica 2. Pogoji priprave preskušancev in zahteve za plastomerna lepila /3/

Št.	Trajanje in pogoji	Trdnost lepilnega spoja T (N/mm^2) Trajnostni razred			
		D1	D2	D3	D4
1	7 dni v standardni klimi ^a	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
2	7 dni v standardni klimi 3 h v vodi $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 7 dni v standardni klimi	-	≥ 8	-	-
3	7 dni v standardni klimi 4 dni v vodi $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$	-	-	≥ 2	≥ 4
4	7 dni v standardni klimi 4 dni v vodi $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 7 dni v standardni klimi	-	-	≥ 8	-
5	7 dni v standardni klimi 6 h v vreli vodi 2 h v vodi $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$	-	-	-	≥ 4

^a standardna klima 20/65 (temperatura $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ / relativna zračna vlažnost $65 \pm 5 \%$ (klimatske pogoje vedno podajam v obliki: temperatura/relativna zračna vlažnost).



□ Slika 2. Oblika preskušancev za ugotavljanje natezne strižne trdnosti lepljenih stikov /4/

□ Preglednica 3. Pogoji priprave preskušancev in zahteve za duromerna lepila /11/

Št.	Trajanje in pogoji	Trdnost lepilnega spoja T (N/mm ²) Trajnostni razred			
		C1	C2	C3	C4
1	7 dni v standardni klimi	≥10	≥10	≥10	≥10
2	7 dni v standardni klimi 1 dan v vodi 20±5 °C	-	≥7	≥7	≥7
3	7 dni v standardni klimi 3 h v vodi 67±2 °C 2 h v vodi 20±5 °C	-	-	≥4	-
4	7 dni v standardni klimi 3 h v vreli vodi 2 h v vodi 20±5 °C	-	-	-	≥4

□ Preglednica 4. Razvrstitev lepil za konstrukcijsko uporabo /5/

Temperatura med uporabo	Pogoji okolja	Primer	Tip lepila
> 50 °C	Niso določeni	Daljša izpostavitve visoki temperaturi	I
≤ 50 °C	RZV > 85 % pri 20 °C	Polna izpostavitve vremenskim vplivom	I
	RZV ≤ 85 % pri 20 °C	Ogrevani in zračeni prostori. Zunaj zaščiten pred vremenskimi vplivi. Kratke izpostavitve vremenskim vplivom.	

□ Preglednica 5. Način priprave strižnih preskušancev in zahteve za sile loma

Oznaka	Priprava /6/	Zahteve /5/	
		Tip I Najmanjša sila loma (N)	Tip II
A1	7 dni v standardni klimi (20/65)	2000	2000
A2	4 dni namakanje v vodi 20±5 °C Preskušamo mokre vzorce.	1200	1200
A3	4 dni namakanje v vodi 20±5 °C Rekondicioniranje v standardni klimi. Preskušamo suhe vzorce.	1600	1600
A4	6 h v vreli vodi 2 h namakanje v vodi 20±5 °C Preskušamo mokre vzorce.	1200	ni zahteve
A5	6 h v vreli vodi 2 h namakanje v vodi 20±5 °C Rekondicioniranje v standardni klimi. Preskušamo suhe vzorce.	1600	ni zahteve

2.3 LEPILA ZA KONSTRUKCIJSKO UPORABO

Opisane so preskusne metode in podana razvrstitev lepil za nosilne lesene konstrukcije na osnovi fenola in aminoplastov (ureaformaldehidna (UF), melaminformaldehidna (MF) in melaminureaformaldehidna (MUF) lepi-

la). Standardi za druga sintetična lepila za konstrukcijsko uporabo so trenutno še v pripravi oz. v obliki osnutka evropskega standarda. Obstaja sicer tudi standard, ki podaja razvrstitev in zahteve za kazeinska lepila za lepljenje nosilnih lesenih konstrukcij /10/, vendar sem se v tem prispevku omejil le na predstavitve standardov za lepila na osnovi

fenola in aminoplastov.

Ta lepila razvrščamo v dve skupini /5/

- Tip I in
- Tip II.

Primeri uporabe lepil so prikazani v preglednici 4.

Lepila za konstrukcijsko uporabo razvrščamo na podlagi:

- strižne trdnosti lepilnih spojev /6/,
- odpornosti proti delaminaciji /7/,
- prečne natezne trdnosti po ciklični obremenitvi s temperaturo in vlago /8/ ter
- strižne trdnosti po izpostavitvi delovanju lesa /9/.

Če hočemo razvrstiti konstrukcijska lepila, moramo torej poleg nateznega strižnega preskusa, ki je enak kot pri nekonstrukcijskih lepilih, izvesti še tri dodatne preskuse.

Zahteve, ki jih morajo konstrukcijska lepila izpolnjevati, podaja standard SIST EN 301.

V nadaljevanju so na kratko opisane vse štiri preskusne metode, podane pa so tudi zahteve za lepila.

Strižna trdnost lepilnih spojev /6/

Strižno trdnost konstrukcijskih lepil ugotavljamo s preskušanci, ki smo jih izžagali iz dveh ploskovno zlepljenih bukovih lamel na enak način kot pri nekonstrukcijskih lepilih /4/. Načini umetnega staranja spojev in zahteve so podane v preglednici 6.

Odpornost proti delaminaciji /7/

Odpornost lepljenega stika proti razslojevanju ugotavljamo na 75 mm dolgih preskušancih izžaganih iz nosilcev, ki jih zlepimo iz vsaj šestih "neradijalnih" smrekovih lamel dimenzij 500 mm x 150 mm x 30 mm. Pogoji lepljenja so definirani v standardu.

Preskušance prepojimo z vodo ter jih nato izpostavimo sušenju. V preglednici 6 so opisani pogoji za visokotemperaturni in nizkotemperaturni postopek priprave preskušancev.

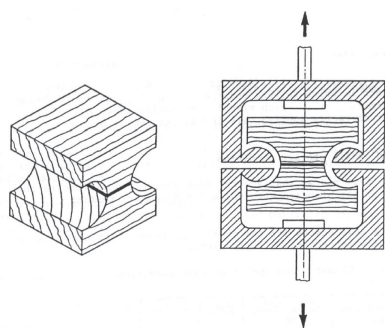
Posledica vlažnostnega gradienta, ki se vzpostavi v lepljencu med sušenjem, so notranje napetosti, zaradi katerih se v lepilnih spojih na čelih preskušancev pojavijo prečne natezne napetosti. Neustrezni spoji se zaradi teh napetosti razslojijo. Merimo dolžino razslojenih spojev na čelu preskušanca, rezultat pa podajamo kot relativni delež skupne dolžine vseh razslojenih spojev v primerjavi s skupno dolžino vseh spojev na čelu preskušanca.

Zahteve

Standard /5/ dopušča do 5 % razslojitev spojev pri lepilih tipa I in do 10 % razslojitev spojev pri lepilih tipa II.

Natezna trdnost po ciklični obremenitvi /8/

Vpliv kislinskih poškodb lesnih vlaken zaradi cikličnih obremenitev s temperaturo in vlago na prečno natezno trdnost lepilnih spojev ugotavljamo tako, da izpostavimo preskušance (pripravimo jih iz smrekovih lamel dimenzij 800 mm x 60 mm x 60 mm, ki smo jih najprej po dolžini prežagali na pol ter jih, po skobljanju oz brušenju, ponovno zlepili (sl. 3)) 4 ciklom priprave, ki so prikazani v pregl. 7.



□ **Slika 3.** Preskušanci za ugotavljanje prečne natezne trdnosti lepilnih spojev /8/

□ **Preglednica 6.** Priprava preskušancev za delaminacijski preskus /7/

Priprava	Parametri	Enota	Visokotemperaturni	Nizkotemperaturni
			postopek za lepila tipa I	postopek za LEPILA tipa II
Impregnacija (voda 10 - 25 °C)	Absolutni tlak (vakuum)	kPa	25 ± 5	25 ± 5
	Trajanje	min	15	15
	Absolutni tlak	kPa	600 ± 25	600 ± 25
	Trajanje	h	1	1
Sušenje	Št. impreg. ciklov	-	2	2
	Temperatura	°C	65 ± 3	27,5 ± 2,5
	Vlažnost zraka	%	12,5 ± 2,5	30 ± 5
	Hitrost zraka	m/s	2,25 ± 0,25	2,25 ± 0,25
Trajanje		h	20	90
	Število ciklov	Število celotnih ciklov (cikel je sestavljen iz dveh impreg. ciklov in enega sušenja)	-	3

□ **Preglednica 7.** Klimatski pogoji posameznih delov cikličnega preskusa /8/

Del	Trajanje (h)	Temperatura (°C)	RZV (%)
A	24	50 ± 2	87,5 ± 2,5
B	8	10 ± 2	87,5 ± 2,5
C	16	50 ± 2	≤ 20

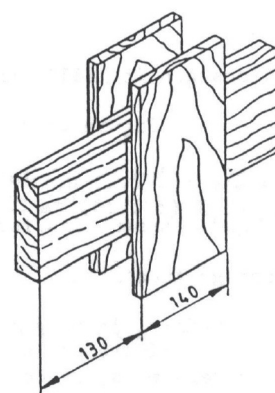
Po končani pripravi preskušance uravnesimo v standardni klimi 20/65. Nato jih obremenimo z natezno obremenitvijo do loma ter iz sile loma in površine lepilnega spoja izračunamo prečno natezno trdnost lepilnih spojev.

Zahteve /5/

Sila loma ne sme biti manjša od 2,5 kN, oz. povprečna sila loma preskušancev, ki so bili izpostavljeni ciklični pripravi, ne sme biti za več kot 20 % nižja od povprečne sile loma kontrolnih preskušancev, ki niso bili izpostavljeni ciklični pripravi.

Strižna trdnost spojev po izpostavitvi krčenju /9/

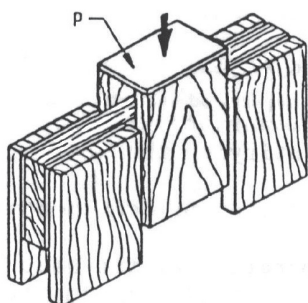
Vpliv krčenja lesa na strižno trdnost ugotavljamo na preskušancih, ki jih pripravimo tako, da križno zlepimo 3 smrekove lamele (sl. 4). Vlažnost lamel pred lepljenjem mora biti 17,5 ± 0,5 %.



□ **Slika 4.** Križno zlepjen preskušavec /9/

Po lepljenju preskušance najprej sklimatiziramo v klimi 20/65, nato jih sušimo v klimi 40/30, dokler ne dosežejo približno 8,5 % ravnovesno vlažnost; ter jih na koncu zopet uravnesimo v klimi 20/65. Ker poteka krčenje dveh sosednjih lamel v različnih smereh, nastanejo v spoju velike strižne napetosti, zaradi česar lahko pride do poškodb spoja. Po končani pripravi pre-

skušance strižno obremenimo do porušitve (sl. 5) in izmerimo silo loma oz. strižno trdnost lepilnega spoja.



□ Slika 5. Preskušavec, pripravljen za izvedbo preskusa strižne trdnosti /9/

Zahteva /5/

Povprečna sila loma ne sme biti manjša od 30 kN /5/.

3. SKLEP

V prispevku je podana razvrstitev lepil za les. Plastomerna lepila za nekon-

strukcijsko uporabo razvrščamo v razrede: D1, D2, D3 in D4; duromerna lepila za nekonstrukcijsko uporabo pa v razrede: C1, C2, C3 in C4. Lepila za konstrukcijsko uporabo, ki so izdelana na osnovi fenola in aminoplastov, razvrščamo v dve skupini: Tip I in Tip II. Nekonstrukcijska lepila razvrščamo samo na podlagi strižne trdnosti lepilnih spojev, pri razvrščanju konstrukcijskih lepil pa poleg strižne trdnosti spojev upoštevamo še odpornost lepila proti delaminaciji, odpornost lepila na ciklično obremenjevanje s temperaturo in vlago ter odpornost lepila na obremenitve, ki so posledica krčenja lesa. Opisane preskusne metode so prvenstveno namenjene za ugotavljanje lastnosti lepil za potrebe njihovega razvrščanja, niso pa namenjene za pridobivanje podatkov za trdnostne izračune, niti niso nujno pravi kazalec lastnosti lepljencev med uporabo. Prav tako tudi niso namenjene za ugotavljanje primernosti lepil za izdelavo lesnih plošč.

□

literatura

1. **prEN 14256** Adhesives for non-structural wood applications - Test method and requirements for resistance to static load
2. **prEN 14257** Adhesives - Wood adhesives - Determination of tensile strength of lap joints at elevated temperature (WATT'91)
3. **SIST EN 204:2002** - Razvrstitev plastomernih lepil za les za nekonstrukcijsko uporabo
4. **SIST EN 205:2003** - Lepila - Lepila za les za nekonstrukcijsko uporabo - Ugotavljanje natezno strižne trdnosti spojev s preklpom
5. **SIST EN 301:1998** - Lepila na osnovi fenolov in aminoplastov za nosilne lesene konstrukcije - Razvrstitev in zahteve
6. **SIST EN 302-1:2004** - Lepila za nosilne lesene konstrukcije - Preskusne metode - 1. del: Določanje trdnosti lepljenega stika pri vzdolžni natezno strižni obremenitvi
7. **SIST EN 302-2:2004** - Lepila za nosilne lesene konstrukcije - Preskusne metode - 2. del: Določanje odpornosti lepljenega stika proti razslojevanju - delaminaciji
8. **SIST EN 302-3:2004** - Lepila za nosilne lesene konstrukcije - Preskusne metode - 3. del: Ugotavljanje vpliva kislinskih poškodb lesnih vlaken, nastalih zaradi cikličnih obremenitev s temperaturo in vlago, na prečno natezno trdnost
9. **SIST EN 302-4:2004** - Lepila za nosilne lesene konstrukcije - Preskusne metode - 4. del: Ugotavljanje vpliva krčenja lesa na strižno trdnost
10. **SIST EN 12436:2002** - Lepila za nosilne lesene konstrukcije - Kazenska lepila - Razvrstitev in zahteve kakovosti
11. **SIST EN 12765:2002** - Razvrstitev duromernih lepil za les za nekonstrukcijsko uporabo

kratke vesti

Lip Bled lani posloval z dobičkom

Podjetje Lip Bled je po več letih poslovanja z izgubo lani spet ustvarilo dobiček v vrednosti več kot 205 milijonov tolarjev. Družba je prihodke od prodaje povečala za skoraj sedem odstotkov, na nekaj manj kot 8,1 milijarde tolarjev. Kar 6,3 milijarde tolarjev so ustvarili na tujih trgih, na domačem pa 1,8 milijarde, je razvidno iz podatkov, ki jih je družba objavila na spletnih straneh Ljubljanske borze.

Ikea prekinja sodelovanje s Tomosom

Koprski Tomos bo prihodnje leto švedski družbi Ikea prenehal dobavljati komponente za pohištveno industrijo. V Ikei so se namreč kljub dobremu sodelovanju, ki se je iz leta v leto krepilo, pred nedavnim odločili, da s 1. januarjem 2006 sodelovanje s Tomosom prekinejo. Švedi so doslej pri Tomosu letno kupili za okoli 2,6 milijarde tolarjev pohištvenih komponent, ki jih imajo zdaj namen uvažati iz vzhodne Evrope in Kitajske, torej tržišč s cenejšo delovno silo, so sporočili iz Tomosa. Izpad prometa bo imel za posledico tudi zmanjševanje števila zaposlenih, poroča STA.

Poslovno srečanje strojnikov, plastičarjev, tekstilcev in lesarjev

Euro Info Center Ljubljana bo 31. maja v M-hotelu v Ljubljani organiziral poslovno srečanje za podjetja s področja strojništva, plastike, tekstila in lesne oziroma pohištvene industrije. Udeležilo se ga bo predvidoma okoli 180 podjetij iz desetih evropskih držav: Avstrije, Italije, Srbije in Črne gore, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, s Kosova, iz Makedonije, Nemčije, Grčije in Slovenije. Ker bo srečanje organizirano v okviru evropskega projekta Interreg, je udeležba brezplačna. Več informacij na telefonu 01/58 91 875 ali elektronskem naslovu (barbara.kostomaj@pcmg.si).