



# CIRI ZGRADA I KONSTRUKCIJE

ALMA MATER STUDIORUM INDUSTRIJSKO ISTRAŽIVAČKI  
CENTAR - SVEUČILIŠTE U BOLOGNI

Bologna, 22.9.2020

## POTVRDA O TESTU 11. 2574790-F-A1 / 2020

**LABORATORIJ:** CIRI - Međuresorni centar za industrijska istraživanja -  
graditeljstvo i graditeljstvo - Sveučilište u Bologni Via del  
Lazzaretto 15/5 - 40131 Bologna (BO)  
Tel. 051 2090552

**KLIJENT:** Fassa Srl

Via Lazzaris 3 - 31027 Spresiano (TV)

**OBJEKT:** Izvođenje vlačnih ispitivanja za kvalifikaciju kompozitima polimerne matrice ojačane vlaknima za ojačane žbuke (CRM), koji će se koristiti za strukturnu konsolidaciju postojećih zgrada.

### IDENTIFIKATOR SUSTAVA OJAČANJA:

Mreža: FASSANET ARG PLUS

Sastav mreže: AR staklena vlakna (otporna na alkalije) težine cca. 84% i zapreminski cca. 68%; Termoreaktivna epoksidna smola težine cca. 16% i zapreminski cca. 32%.

Sustav: FASSANET ARG PLUS + KONSTRUKCIJSKA MALTA NHL 777 ili FASSANET ARG PLUS + KONSTRUKCIJSKA MALTA NHL 712.

Konektor: FASSA GLASS CONNECTOR L + FASSA ANCHOR V –

Kutni element: FASSA GLASS ANGLE

**UKUPNI BROJ STRANICA: 7**

*I rezultati se odnose samo na ispitane uzorke.*

*II Izveštaj se ne može reproducirati, ako ne u cijelosti, bez prethodnog odobrenja ispitnog laboratorija.*

ALMA MATER STUDIORUM • SVEUČILIŠTE U BOLOGNI

MI.

**CIRI ZGRADA I KONSTRUKCIJE**

INTER-ODJELJENI CENTAR ZA INDUSTRIJSKO ISTRAŽIVANJE VIA DEL LAZZARETTO 5/15 - 40131 -  
BOLOGNA - ITALIJA - TEL. + 39 0512090553 - FAX. + 39 0512090322

POTVRDA O TESTU N. 2574790T-A1 / 2020  
IZVJEŠTAJ O TESTU

Eksperimentalni program odnosi se na kvalifikaciju mrežica za ojačane žbuke prema "Smjernicama za identifikaciju, kvalifikaciju i kontrolu prihvaćanja preformiranih mrežastih sustava u vlaknima ojačanim kompozitnim materijalima s polimernom matricom koji će se koristiti za strukturno učvršćivanje postojećih zgrada s CRM-om (Kompozitni armirani mort) "ojačana tehnika žbuke Vrhovnog vijeća javnih radova, svibanj 2019. PEC je obavijestio tehničku službu o modalitetima svojstvenim izvođenju ispitivanja (PEC identifikacija: [lab.spresiano@fassabortolo.telecompost.it](mailto:lab.spresiano@fassabortolo.telecompost.it)). Rezultati pokusa dokumentirani su u ovom izvješću u skladu sa zahtjevima gore spomenutih Smjernica.

**ISPITIVANJA VLAČINA NA MREŽNIM UZORCIMA - FASSANET ARG PLUS****Mjesto testiranja:**

LISG laboratorij  
CIRI - Sveučilište u  
graditeljstvu i graditeljstvu u  
Bologni Via del Lazzaretto  
15/5 40131 Bologna Tel. 051  
2090552

**Korišteni instrumenti:**

MTS servo-hidraulični stroj s maksimalnim kapacitetom od 100 kN (MTS nosivi okvir 370.10 s hidrauličkim rukohvatima serije 647).  
MTS model 661.20H-03 merne ćelije, maksimalnog kapaciteta 100 kN i točnosti (ISO 7500-1) u klasi 0,5.  
MTS 634.11F-24 ekstenzometar za mjerenje deformacija s točnošću (ISO 9513) jednakom 0,5%.

**Referentni standard:**

"Smjernice za identifikaciju, kvalifikacija izd kontrola prihvaćanja predformiranih mrežastih sustava u kompozitnim materijalima ojačanim vlaknima s polimernom matricom koji će se koristiti za strukturno učvršćivanje postojećih zgrada tehnikom žbuke CRM (Composite Reinforced Mortar) ", svibanj 2019., Vrhovno vijeće javnih radova

ISO 10406-1: 2015 Armatura od betona ojačana vlaknima (FRP) - Metode ispitivanja FRP šipke i rešetke

CNR DT 203/2006 Upute za projektiranje, izvođenje i upravljanje armiranobetonskim konstrukcijama s kompozitnim šipkama

# CIRI ZGRADA I KONSTRUKCIJE

POTVRDA O TESTU N. 2574790-F-A1 / 2020

Pag 3/7

Ojačana vlaknima. 2007, Nacionalno vijeće za istraživanje

**Uvjeti ispitivanja:** Termohigrometrijski uvjeti laboratorija

**Datum prijema uzoraka:** 20.02.2020

**Datum ispitivanja:** VPLS-T (smjer potke): 06.11.2020.  
VPLS-0 (smjer osnove): 06.12.2020.

**Kvalifikacijski razred:** G45 /  
1000

## Sljedivost uzoraka

Svaki je uzorak identificiran alfanumeričkim kodom kako bi se omogućila sljedivost, identificirajući skupinu kojoj pripada i sve informacije o partiji iz koje dolazi. Posebno:

- Prva četiri znaka identificiraju vrstu armature;
- Peti znak identificira smjer ispitivanja (potka T ili osnova O);
- Šesti predstavlja identifikaciju serije iz koje je uzorak izvađen;
- Sedmi predstavlja identifikaciju uzorka izvađenog iz serije.

Primjer:

Šifra VPLS-T-2-3:

VPLS mreža FASSANET ARG PLUS

T smjer radnje  
2 dobiveni uzorak iz parcele 2  
3 uzorak br.3

U konkretnom slučaju ove potvrde ispitano je 9 uzoraka u smjeru potke i 9 uzoraka u smjeru osnove.

## Priprema uzoraka

Uzorci koji će se podvrgnuti vlačnim testovima pripremljeni su nanošenjem kuglica na krajeve kako bi se spriječilo lokalizirano lomljenje u zahvatnim područjima. Potpetice su izrađene od kompozitnog materijala, prihvaćajući duljinu od 65 mm.

**Postupak ispitivanja**

POTVRDA O TESTU N. 2574790-F-A1 / 2020

Ispitivanja su provedena u skladu sa zahtjevima sadržanim u Prilogu 1. gore spomenutih Smjernica.

**Rezultati ispitivanja na istežanje**

Sukladno Smjernicama, klasa kvalifikacije mreže određuje se sljedećim parametrima:

- krajnje vlačno naprezanje (karakteristična vrijednost) odnosi se na ukupnu površinu ravnog dijela armature (vlakno + matrica) izmjereno pravokutno na smjer pojedinačne žice mreže;
- modul elastičnosti (prosječna vrijednost) odnosi se na isti ukupni presjek pojedinačne žice mreže naznačen u prethodnoj točki.

Karakteristična vrijednost krajnjeg napona izračunava se oduzimanjem standardne devijacije pomnožene s 2 od srednje vrijednosti dobivene na 9 ispitivanja.

**SIMBOLOGIJA:**

**Ab** - ukupni presjek uzorka (nominalna površina) (mm<sup>2</sup>) - vrijednost koju je naznačio proizvođač / = duljina uzorka (mm)

**Bilo je** = prekidno opterećenje (N)

**$\sigma_{k}$**  = krajnje vlačno naprezanje, odnosi se na cjelokupni presjek (nazivnu površinu) uzorka (MPa)

**E** = modul elastičnosti koji se odnosi na cjelokupni presjek (nominalna površina) uzorka (GPa), izračunat kao ravna crta koja prolazi kroz krivulju između dviju vrijednosti jednakih 20% i 50% pukotine (u skladu s ISO 10406 -1: 2015 i CNRDT 203/2006)

**$\epsilon_u$**  = konačna deformacija uzorka (%)

**bio, m** = srednja vrijednost vlačne čvrstoće (MPa)

**fu.k** = karakteristična vrijednost krajnje vlačne čvrstoće (MPa), izračunata u skladu s odredbama Smjernice

**JE, "** = srednja vrijednost modula elastičnosti koji se odnosi na cjelokupni presjek uzorka (GPa)

**Iznos** = srednja vrijednost krajnje deformacije uzorka (%)

Za izračun konačnog vlačnog naprezanja i modula elastičnosti mreže FASSANET ARG PLUS uputit će se na cjelokupni presjek (nominalno područje) mreže, koji je proglasio proizvođač i utvrdio u skladu s CNR DT 203/2006, što je jednako  $Ab = 1.831 \text{ mm}^2$  u smjeru potke i  $Ab = 1.814 \text{ mm}^2$  u smjeru osnove.

Dimenzije ispitivanih uzoraka i rezultati vlačnih ispitivanja prikazani su u nastavku, zajedno s referentnim dijagramom srednjeg naprezanja i naprezanja za svaku ispitivanu seriju.

POTVRDA O TESTU N. 2574790-FA1/2020  
 DIMENZIJE UZORAKA PREDMETA DOKAZANJA O NAPETOSTI

NIZ	Ab (mm <sup>2</sup> )	l (mm)
VPLS-T	1.831	500
VPLS-O	1.814	500

Stol 1. Dimenzije i površine ispitivanih uzoraka.

## REZULTATI ISPITIVANJA TRAKCIJE

NIZ	UZORAK	Bilo je	bilo je	JE (GPa)	Eu (%)	bio, m (MPa)	Dev. (MPa)	St	fu, k (MPa)	Em (GPa)	£ u, m (%)
VPLS-T-1	VPLS-T-1-1	2093	1132	69,36	1,62	1173.	58	1056	68.06	1,71	
	VPLS-T-1-2	2256	1232	69,52	1,80						
	VPLS-T-1-3	2052	1121	65,52	1,67						
VPLS-T-2	VPLS-T-2-1	2031	1109	68,47	1,63						
	VPLS-T-2-2	2339	1277	66,34	1,92						
	VPLS-T-2-3	2038	1113	67,03	1,66						
VPLS-T-3	VPLS-T-3-1	2168	1184	69,54	1,71						
	VPLS-T-3-2	2108	1151	68,98	1,65						
	VPLS-T-3-3	2259	1 2 3 4	67,81	1,76						

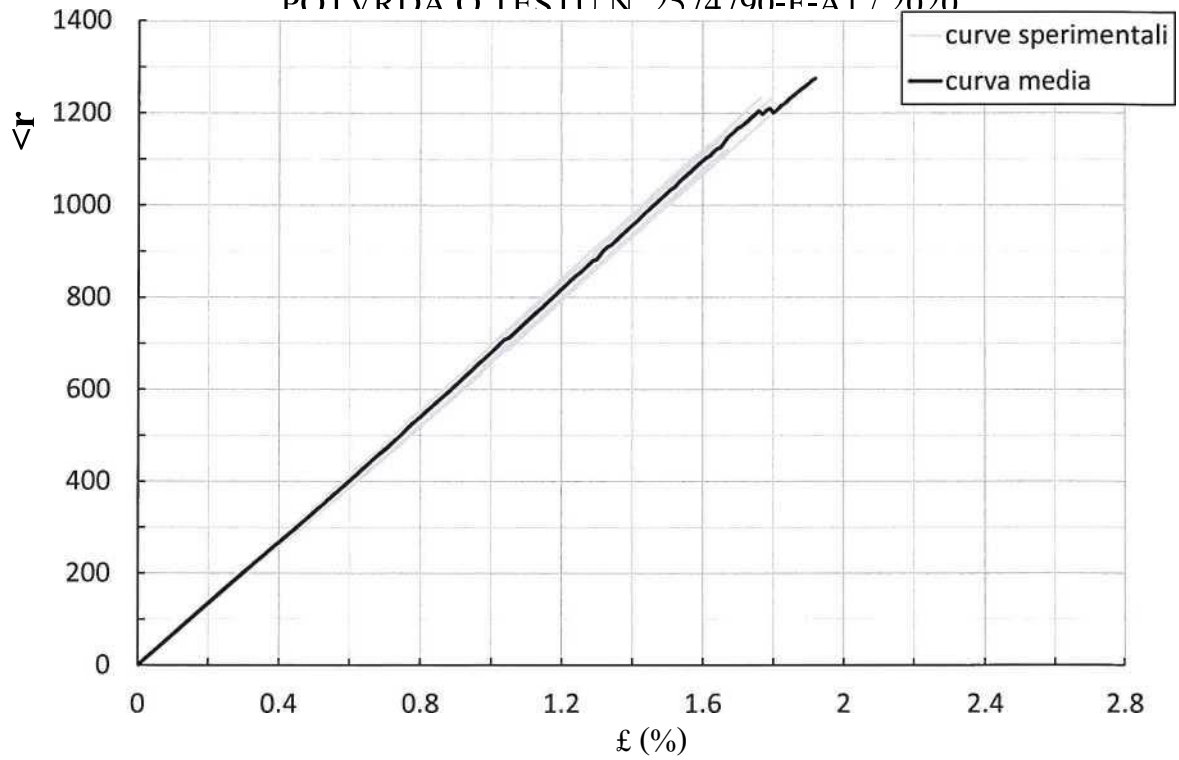
Tablica 2. Eksperimentalna određivanja - VPLS-T serija (smjer crteža).

NIZ	UZORAK	Bilo je	bilo je	JE (GPa)	Eu (%)	bio, m (MPa)	Dev. (MPa)	St	fu, k (MPa)	Em (GPa)	Eu, m (%)
VPLS-O-1	VPLS-O-1-1	1990	1097	74,82	1,49	1095	45	1006	78,46	1,43	
	VPLS-O-1-2	1851.	1021	76,25	1,37						
	VPLS-O-1-3	2053	1132	75,94	1,53						
VPLS-O-2	VPLS-O-2-1	2135	1177	78,47	1,53						
	VPLS-O-2-2	1944.	1072	83,87	1,31						
	VPLS-O-2-3	1947	1073	79,61	1,37						
VPLS-O-3	VPLS-O-3-1	1919	1058	75,57	1,42						
	VPLS-O-3-2	2066	1139	84,72	1,37						
	VPLS-O-3-3	1975.	1089	76,92	1,45						

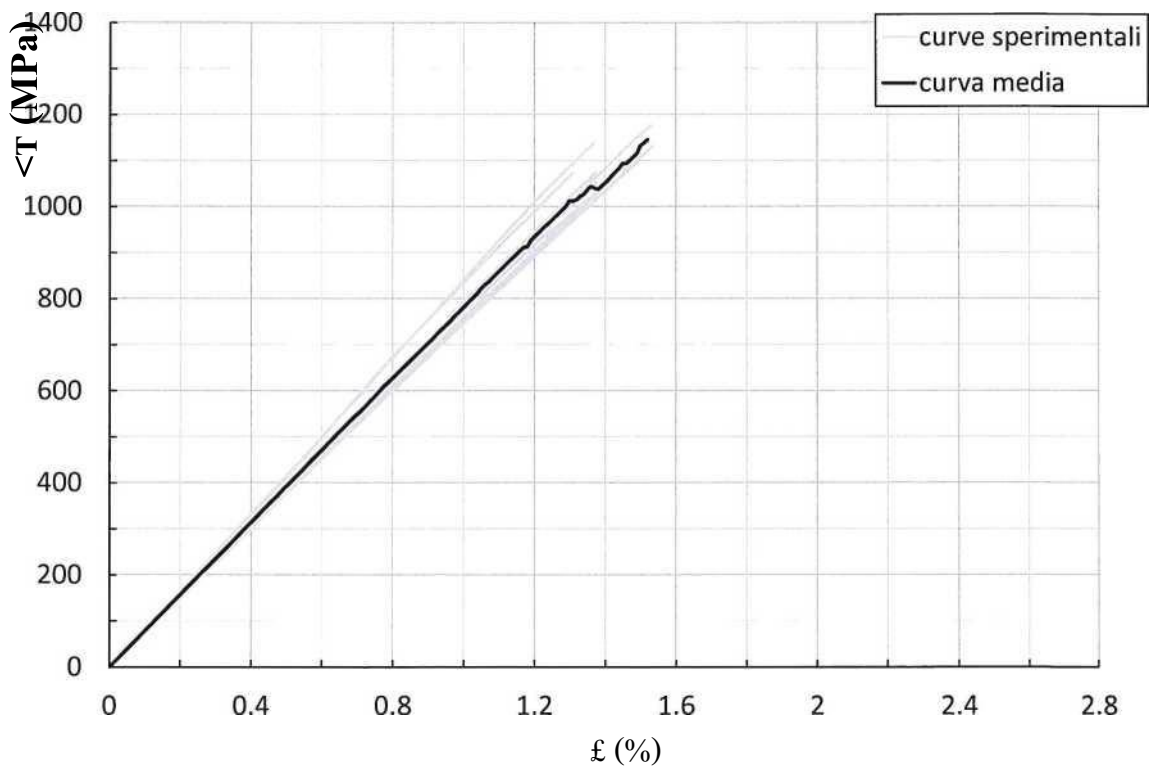
Tablica 3. Eksperimentalna određivanja - Serija VPLS-0 (smjer osnivanja).

# CIRI ZGRADA I KONSTRUKCIJE

POTVRDA O TESTU N 2574790-F-A1 / 2020



Slika 1: Dijagram naprezanja - naprezanje - serija VPLS-T (smjer potke).




Slika 2: Dijagram naprezanja - naprezanje - serija VPLS-0 (smjer osnovice).

*re*

POTVRDA O TESTU N. 2574790-F-A1 / 2020

Znanstveni koordinator prof. Ing. Marco  
Savoia DICAM - Fakultet za inženjerstvo i  
arhitekturu VA Sveučilište u Bologni



---

Direktor CIRI-a za izgradnju i graditeljstvo  
prof. Dr. Claudio Mazzotti DICAM -  
Tehnička i arhitektonska škola  
Università di Bologna



---