

**Oddelek za konstrukcije**  
**Odsek za kovinske konstrukcije in transportne naprave**

**Zavod za gradbeništvo Slovenije**

Slovenian National Building and Civil Engineering Institute

Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Tel./Phone: ++386 61/188 81 00

Faks/Fax: ++386 61/1367 449, 1888 484

Ljubljana, 21.7.2000

## POROČILO

št. P 309/00-630-1

o preskusu sistema lepljenja KEROK plošč na  
obremeitev z vetrom in lastno težo

**Naročnik:** KOLPA d.d. METLIKA, ROSALNICE 5, 8330 METLIKA

**Naročilo/pogodba:** Predračun št. 98700791 z dne 18.02.2000

**Nosilec naloge:**

Bojan Jarec, univ.dipl.inž.



**Vodja odseka:**

Bojan Jarec, univ.dipl.inž.

**Direktor:**

prof. dr. Miha Tomaževič, univ.dipl.inž.

## 1.0 Uvod

Podjetje KOLPA d.d. iz Metlike je dne 18.2.2000 pri Zavodu za gradbeništvo Slovenije naročilo testiranje nosilnosti sistema pritrditve fasadnega elementa KEROK (lepljeni stik plošče na Al podkonstrukcijo). Testiranje smo izvedli na osnovi tehničnih navodil združenja UEAtc in sicer: 1) preskus na vetro no obtežbo - ciklično stopnjevanje obremenitve s simulacijo veternih sunkov 2) preskus nosilnosti vsled lastne teže - statični preskus. Za izvedbo preskusa je naročnik dne 3.5.2000 dostavil 3 preskusne vzorce.

Vzorce smo označili z internimi oznakami 00035/3/1, 00035/3/2 in 00035/3/3.

## 2.0 Opis vzorcev

Preskuse smo izvedli na KEROK ploščah dimenzije 0,8 x 1,2 m in debeline 8 mm. Vsaka plošča je bila ob zunanjih daljših robovih prilepljena na podkonstrukcijo, ki sta jo predstavljala dva Al profila "T" oblike. Površina lepljenega spoja je znašala 2 x 20 x 1200 mm = 48000 mm<sup>2</sup>. Lepljeni spoj je bil izveden s sistemom proizvajalca SIKA z nazivom SIKA TACK - PANEL. Masa plošče dimenzije 0,8 x 1,2 m je znašala 13 kg. Površina plošče znaša 0,96 m<sup>2</sup>.

## 3.0 Preskus spoja na strig - lastna teža

### 3.1. Izvedba preskusa

Lepljeni stik KEROK plošče z Al podkonstrukcijo smo preskušali v horizontalnem položaju. Al podkonstrukcijo smo fiksno vpeli na preskusno mesto in izvajali strižno silo preko lesene grede, ki je služila za enakomeren raznos sile na krajšo stranico plošče. Obtežbo smo izvajali ciklično, kar pomeni, da smo po vsaki obremenitvi preskušane razbremenili. Pri tem smo beležili funkcijsko odvisnost uvedene sile od strižnih deformacij v lepilu. Za izvajanje sile smo uporabili Amslerjev hidravlični bat, deformacije pa smo merili s pomočjo induktivnih dajalnikov pomika.

Način preskušanja je prikazan na fotografiji v prilogi.

### 3.2. Rezultati

Iz priloženega diagrama preskušanja je razvidno, da smo pri strižnem preskusu dosegli maksimalno silo  $F_{str.} = 28 \text{ kN}$ . Pri tem je znašala strižna deformacija **3,3 mm**. Iz diagrama je tudi razvidno, da je odvisnost deformacij do območja maksimalne preskusne sile pretežno linearna. Ob doseženi sili še ni nastopila porušitev lepljenega spoja, temveč so se pričele pojavljati izbočitvene deformacije plošče, zato smo s preskušanjem prekinili.

Varnost proti strižni porušitvi spoja ob upoštevanju lastne teže plošče je pri preskusu znašala:

$$v_{str.} = 28000/13 \times 9.81 = 219$$

Strižna napetost v spoju je znašala:

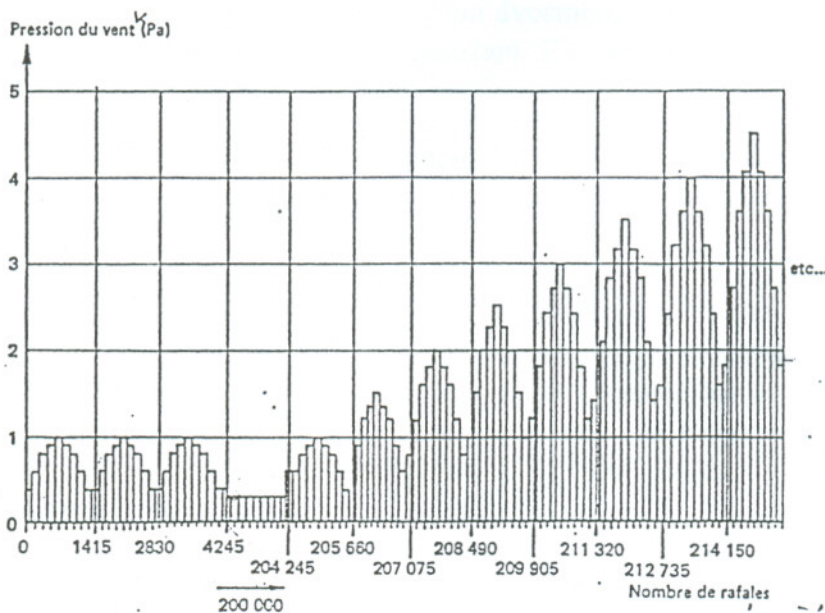
$$\tau = 28000/48000 = 0,58 \text{ N/mm}^2$$



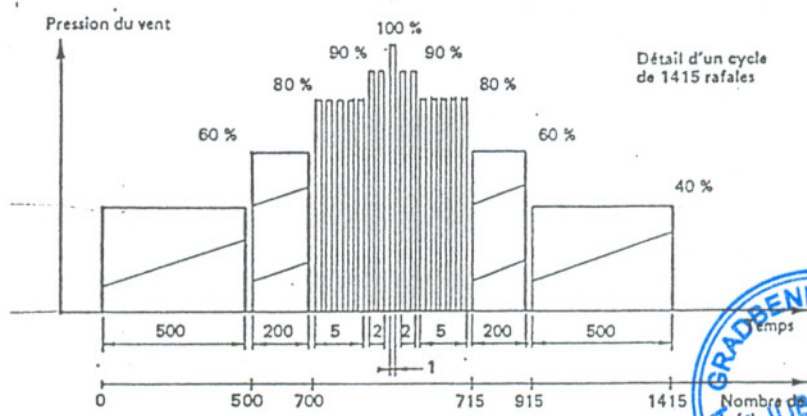
**4.0 Preskus spoja na vetro no obtežbo**

**4.1. Izvedba preskusa**

Za izvedbo preskusa smo upoštevali tehnična navodila združenja UEAtc, po katerih simuliramo cikle sunkov vetra, ki nastopajo v resnici ob močnih vetrovih in katerim bo sistem predvidoma izpostavljen v uporabi. Blok diagram obremenitev in oblika enega cikla so prikazani na spodnjih skicah.



*Blok diagram ciklov sunkov vetra*



*Oblika enega obremenilnega cikla*

Št.: P 309/00-630-1



Krivulja *pritisak - čas* sunkov mora ustrezati trapezoidni obliki, čas držanja pritiska mora znašati najmanj  $t_1 = 2$  sek, skupno trajanje med dvema padcema pritiska  $t_2$  pa največ 8 sek. Čas  $t_3$  med dvema učinkoma pritiska ne sme biti manjši od 2 sekund.

Po prvih treh ciklih pri tlaku 1kPa je treba preskusni sistem izpostaviti 200 000 oscilacijam podpritiska pri visoki frekvenci, ki ne presega 5 Hz in 0,5 kratne vrednosti resonančne frekvence preskušanca. Pri vsaki oscilaciji je maksimalni podpritisk  $350 \text{ Pa} \pm 50 \text{ Pa}$  in potrebni čas za doseg te vrednosti ne sme preseči 0,2 sek. S ciklusi sunkov nadaljujemo, dokler sistem ne popusti.

Za izvedbo preskusa smo uporabili servohidravični dvosmerni bat Schenck 40 kN. Preskusno ploščo smo obremenjevali v horizontalnem položaju. Za enakomeren raznos sile z bata na ploščo smo uporabili debele gumijaste plošče.

Način preskušanja je razviden s fotografij v prilogi. Preskušanje smo izvedli v dneh od 1.6. do 6.6.2000.

#### 4.2. Rezultati

Preskusna plošča je zdržala skupno 392 000 obremenitev, vključno z izpostavitvijo 200 000 vibracijam pri visoki frekvenci. Porušitev je nastopila pri obremenilnem bloku z maksimalno amplitudo 5 kPa pri drugem 90% ciklu pri čemer je znašala sila **Fmax = 4,5 kN**. Pri tem je potrebno poudariti, da ni prišlo do popustitve spoja KEROK plošča - AL podkonstrukcija, temveč do porušitve KEROK plošče.

Ob porušitvi je znašala računski natezna napetost v lepilu  $\sigma = 4500/48000 = 0,1 \text{ N/mm}^2$ .

Računska sila sesanja vetra na preskusno fasadno ploščo ob upoštevanju osnovnega zastojnega tlaka  $1700 \text{ N/m}^2$  za izpostavljen objekt na višini do 100 m, koeficienta sesanja -0,4 ter koeficienta povečanja računske sile za sekundarne konstrukcije v vrednosti  $G_k = 2,5$  znaša :

$$W_{\text{rač.}} = -1700 \times 0,96 \times 0,4 \times 2,5/1000 = -1,6 \text{ kN}$$

Tako znaša varnost pred porušitvijo, dosežena med preskusom :

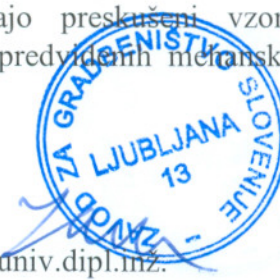
$$v_w = 4,5/1,6 = 2,8$$

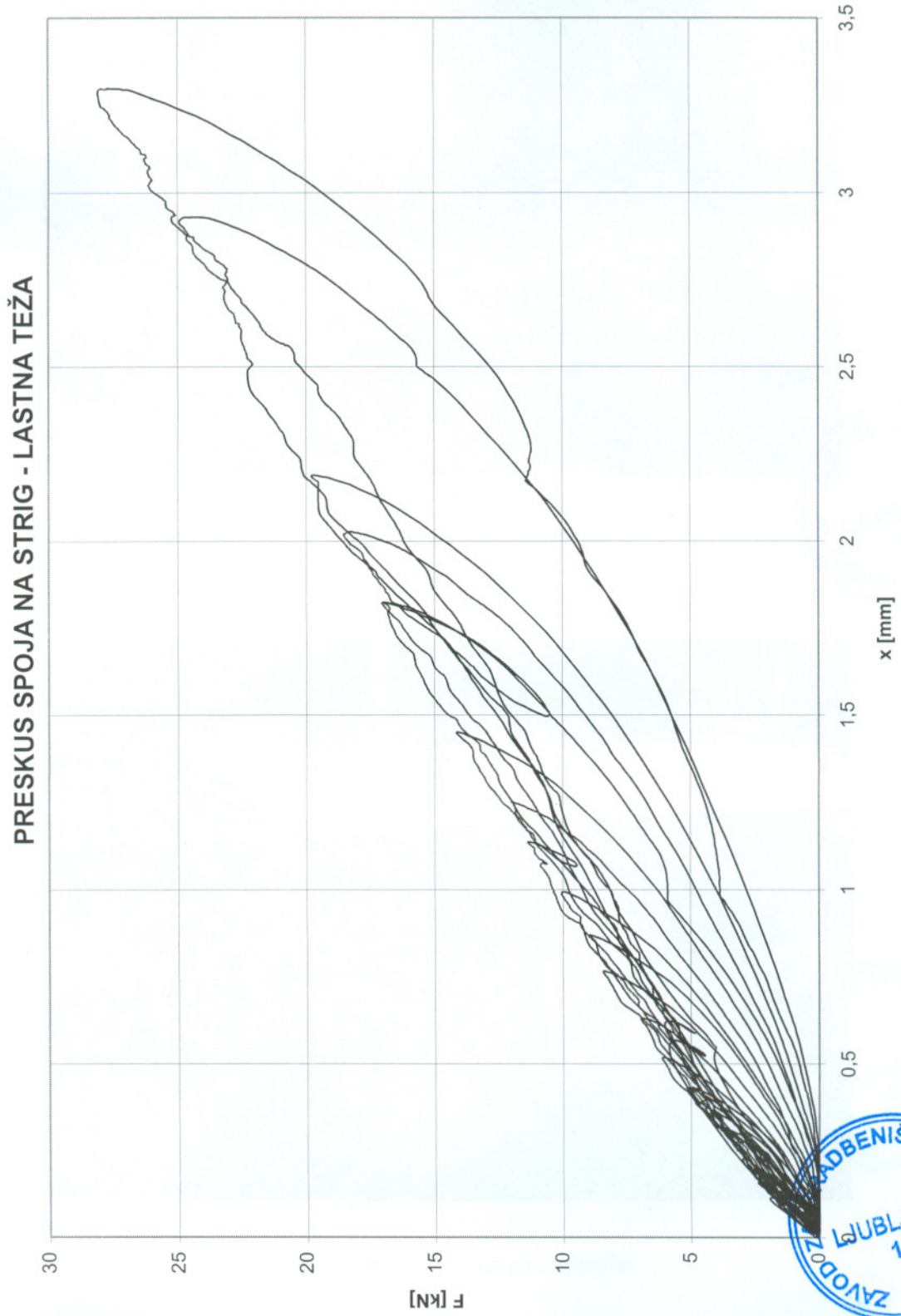
#### 5.0 Zaključek

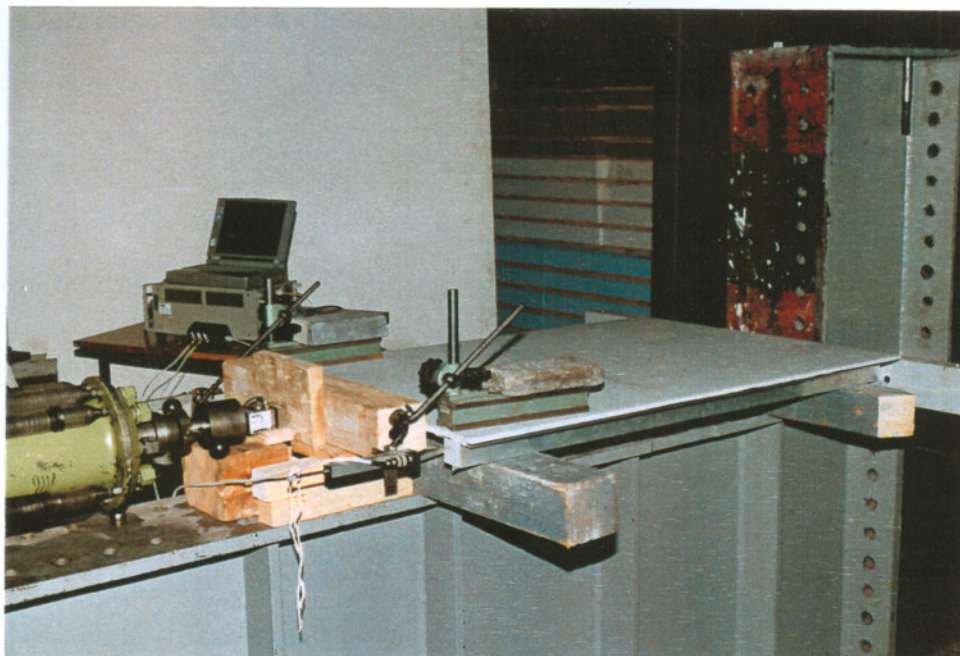
Na osnovi statičnega obremenilnega preskusa spoja *KEROK plošča - Al podkonstrukcija* na strig vsled lastne teže ter dinamičnega preskusa s simulacijo veterne obtežbe ter iz tega izkazanih varnosti pred porušitvijo lahko ugotovimo, da imajo preskušeni vzorci obravnavanega sistema lepljenja zadostno sposobnost za prevzem predvidenih mehanskih obtemenitev.

Obdelal:

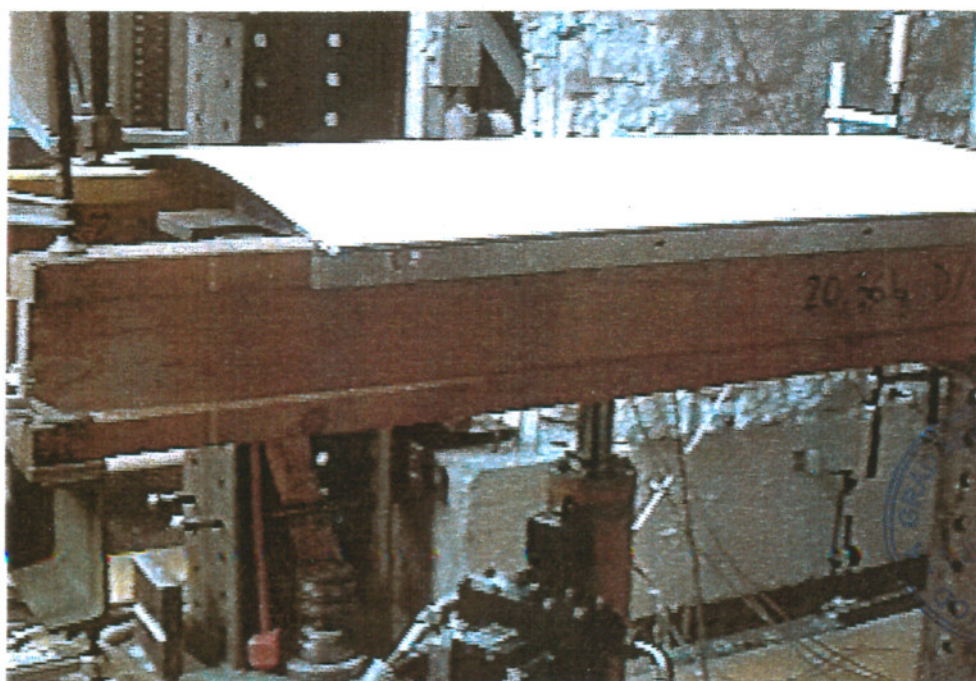
Bojan Jarec, univ.dipl.inž.







Sl.1. Preskus spoja na strig



Sl.2 Preskus na vetro no obtežbo

