



WE HAVE BEEN BUILDING THE FUTURE
SINCE 1937

Sistemske rešitve za ojačitev zgradb s FRP in FRG kompozitnimi materiali

Tatjana Bizjak dipl. inž. grad.

Oktober 2021

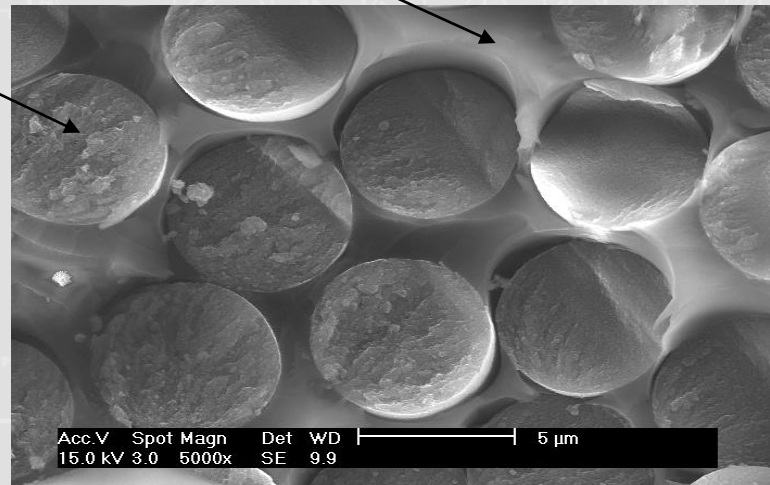
Vsakodnevno se partnerji po vsem svetu, lahko zanesejo na Mapei.

KOMPOZITNI MATERIALI



• Sestava

- matrika (osnovni vezivni material)
- armatura (ojačitev)



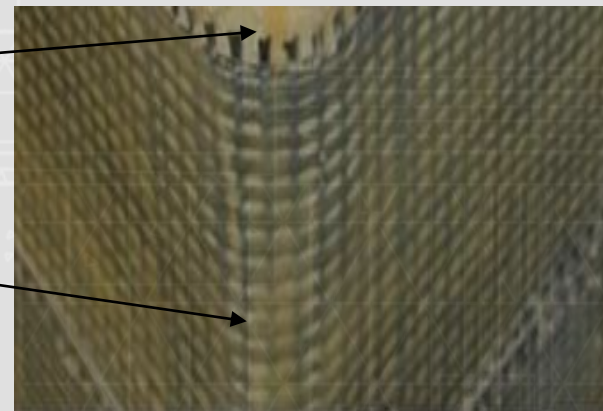
• Značilnost/lastnosti

- boljša oz. popolnejša odpornost

KAJ SO KONSTRUKCIJSKI KOMPOZITNI MATERIALI

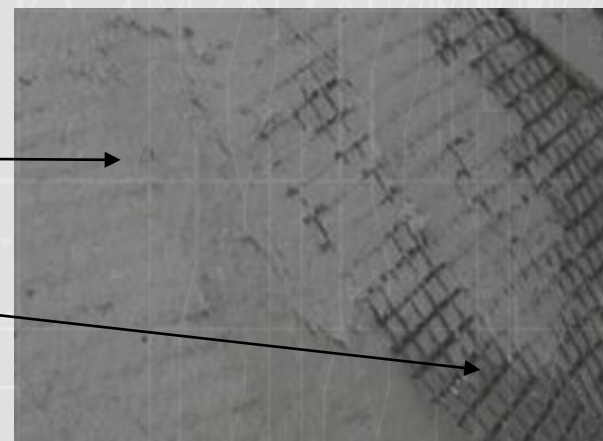
- **FRP (Fibre Reinforce Polymer)**

- smola (epoksidna)
- vlakna (lamele in/ali tkanine)



- **FRG (Fibre Reinforce Grout)**

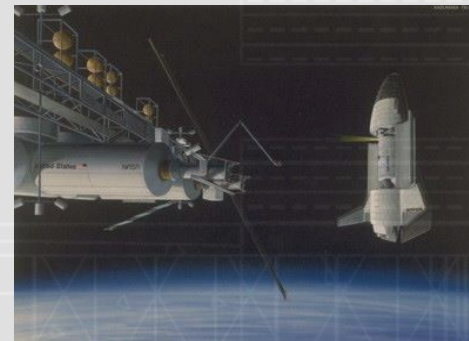
- malta (hidravličnih veziv)
- vlakna (mreže)



UPORABA, ZGODOVINA KOMPOZITNIH MATERIALOV



- vesoljska in letalska industrija
- vojaška industrija
- šport
- gradbeništvo



INOVATIVNI SISTEMI OJAČITEV V GRADBENIŠTVU

- Statične ojačitve
- Protipotresne ojačitve konstrukcije
- Izboljšanje mehanskih lastnosti konstrukcij
- Betonske konstrukcije
- AB konstrukcije
- Zidane zgradbe



NAMEMBNOST FRP IN FRG SISTEMOV

- Ojačitve konstrukcij zaradi povečanih obremenitev kot posledica spremembe namembnosti objekta
- Hitre in kvalitetne ojačitve konstrukcij, poškodovanih zaradi požara, eksplozije, korozije, trkov,..
- Zunanje ovijanje tlačno in upogibno preobremenjenih elementov, kot so stebri, nosilci, cevovodi, dimniki,..
- Utrjevanje stikov steber – nosilec (vozlišč) na potresnih območjih z namenom povišanja duktilnosti konstrukcije
- Ojačitev in sanacije zgodovinskih objektov pod zaščito kulturne dediščine in drugih zidanih objektov
- Sanacije mostov, nadvozov, podvozov.

SISTEMI ZA UTRJEVANJE IN ZAŠČITO STAVB



1. FRP SISTEM
z vlakni ojačani
polimeri



2. FRG SISTEM
z vlakni ojačene
malte visoke
duktilnosti in mreže



3. HPC SISTEM
cementna malta ojačana z
jeklenimi vlakni in izrazito
visokimi mehanskimi
lastnostmi

SISTEMI ZA UTRJEVANJE IN ZAŠČITO STAVB

1. FRP SISTEM

- **Celovit ojačitveni sistem**

- betonskih konstrukcij
- armiranobetonskih konstrukcij

- **Oblika**

- lamele, tkanine, vrvice, cevi, palice in mreže

- **Vrste vlaken**

- karbonska, steklena, bazaltna

- **Vezni material**

- epoksidne smole



1. FRP SISTEM



PREDNOSTI

- izboljšanje mehanskih lastnosti (brez povečevanja mase in lastne teže konstrukcij)
- visoka obstojnost, ne prihaja do korozije
- hitra in preprosta izvedba
- minimalen vpliv na arhitekturo (zgodovinski objekti pod zaščito kulturne dediščine)
- možnost preplastitve in zaključno barvanje
- začasna ojačitev – preprosta popolna odstranitev
- cenejša izvedba v primerjavi s klasičnimi metodami (hitrost, enostavnost, nemotenost objekta)

1. FRP SISTEM

MAPEI **FRP** sistemi:


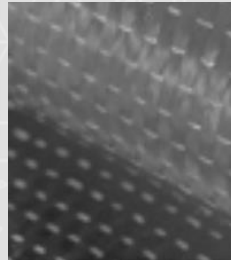
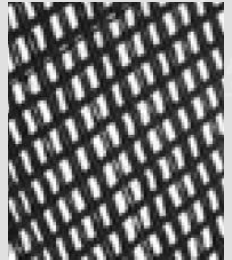


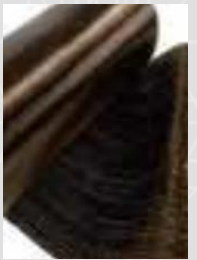



↓
**1.1. MAPEWRAP
SISTEM**

↓
**1.2. CARBOPLATE
SISTEM**

1. FRP SISTEM

1.1. MAPEWRAP SISTEM - TKANINE

	MAPEWRAP C tkanina iz ogljikovih vlaken				MAPEWRAP G tkanina iz steklenih vlaken	MAPEWRAP B tkanina iz bazaltnih vlaken	MAPEWRAP S FABRIC tkanina iz jeklenih vlaken
usmerjenost vlaken	enosmerno		dvosmerno	štirismerno	enosmerno	enosmerno	enosmerno
							
natezni modul elastičnosti	252 GPa	390 GPa	230 GPa	230 GPa	80 GPa	89 GPa	230 GPa
teža	300 in 600 g/m ²	300 in 600 g/m ²	230 in 360 g/m ²	380 in 760 g/m ²	900 g/m ²	400 in 600 g/m ²	650 g/m ² 2000 g/m ²

1. FRP SISTEM

1.1. MAPEWRAP SISTEM – EPOKSIDNE SMOLE





MAPEWRAP PRIMER 1

MAPEWRAP 11

MAPEWRAP 12

MAPEWRAP 21

MAPEWRAP 31 in 31T

				
opis	Epoksidni temeljni premaz	Tiksotropna epoksidna masa za pripravo površine	Epoksidna smola brez topil za prepojitvev	
uporaba	Konsolidacija podlage	Tiksotropna pasta	Podaljšani čas vezave	„mokri postopek“
				„suhi postopek“

- Ojačitev natezno-upogibnih betonskih elementov predvsem stičišč

1. FRP SISTEM

1.2. CARBOPLATE SISTEM

- Lamele iz ogljikovih vlaken, impregnirane z epoksidno smolo, zaščitene s plastično folijo – ni potrebno predhodno čiščenje

	CARBOPLATE E 170	CARBOPLATE E 200	CARBOPLATE E 250
			
natezni modul elastičnosti	≥ 160 GPa	≥ 190 GPa	≥ 250 GPa
širine	50, 100 in 150 mm		
debeline	1,2 in 1,4 mm		

1. FRP SISTEM

1.2. CARBOPLATE SISTEM - UPORABA

- Ojačitev nosilcev in plošč

MAPEWRAP PRIMER



opis

Epoksidni temeljni premaz

uporaba

Konsolidacija podlage

ADESILEX PG1



Epoksidno lepilo
(pri normalnih temperaturah)

Lepljenje

ADESILEX PG2



Epoksidno lepilo
(pri visokih temperaturah)

Lepljenje

SISTEMI ZA UTRJEVANJE IN ZAŠČITO STAVB

1. FRG SISTEM

- **Celovit ojačitveni sistem:**
 - zidanih objektov
 - objektov naravne in kulturne dediščine
- **Oblika:**
 - armaturne mreže
- **Vrste vlaken:**
 - bazalt, steklo
- **Vezni material:**
 - anorganska matrica hidravličnih veziv



2. FRG SISTEM



PREDNOSTI FRG SISTEMA

- Bolj skladen z izvorno uporabljenimi gradivi
- Sistem je visoko duktilen skozi prisotno armaturno mrežo
- Visoka sposobnost raztrosa napetostne energije, nastale pri potresu (povečanje strižnih napetosti)
- Hitra in preprosta izvedba
- Nanaša se na vlažne podlage
- Majhna debelina potrebnega nanosa (15 mm)

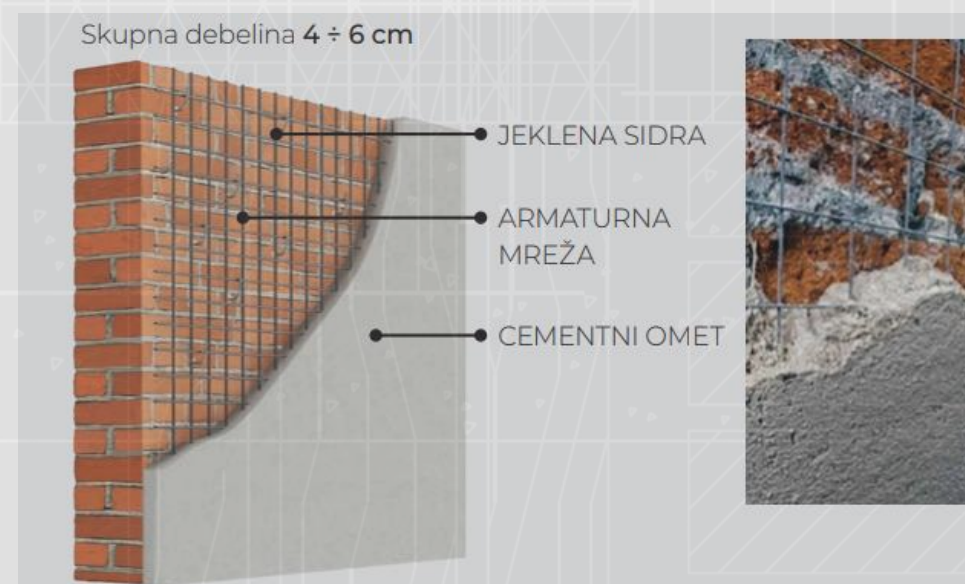


SISTEMI ZA UTRJEVANJE IN ZAŠČITO STAVB

POMANKLJIVOSTI

Tradicionalni ojačitveni sistem – beton + armatura

- debelina nanosa večje od 5 cm
- slaba mehanska in kemijska kompatibilnost s podlago
- Korozija
- nujna uporaba horizontalnih sider

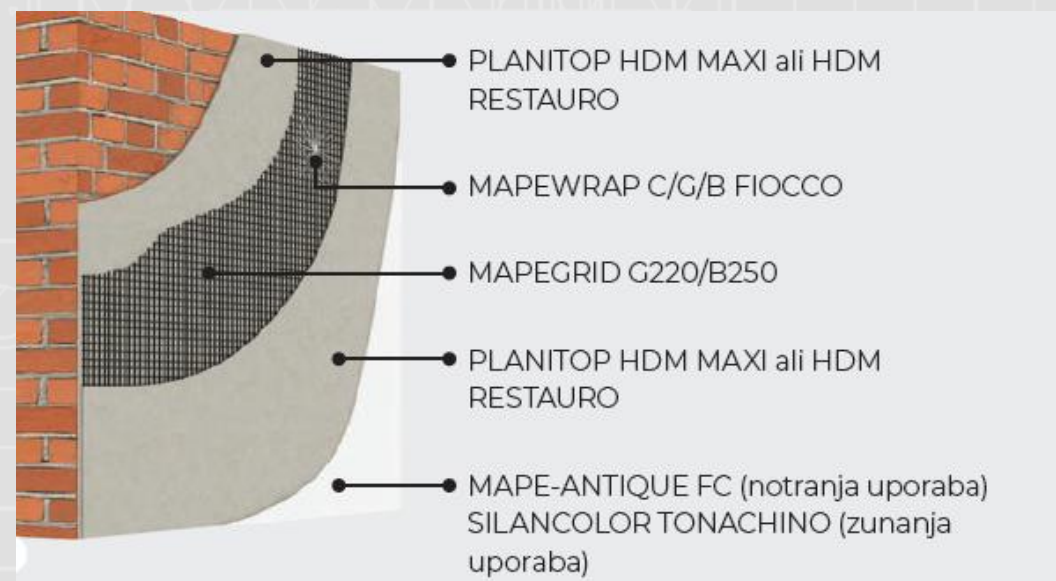


2. FRG SISTEM

DEFINICIJA, UPORABA

Fibre Reinforced Grout (FRG)

- Mikroarmirane MALTE **PLANITOP HDM MAXI/RESTAURO**
- MREŽE iz steklenih in bazaltnih vlaken **MAPEGRID**



3. HPC SISTEM

DEFINICIJA, UPORABA, PREDNOSTI

High-**P**erformance Fibre-Reinforced **C**ementitious Mortar (FRC), bolj znani kot **HPC**

Mapei HPC linija (PLANITOP HPC & PLANITOP HPC FLOOR)

Cementna malta ojačana z jeklenimi vlakni in izrazito visokimi mehanskimi lastnostmi.



Klasičen način

Planitop HPC Floor

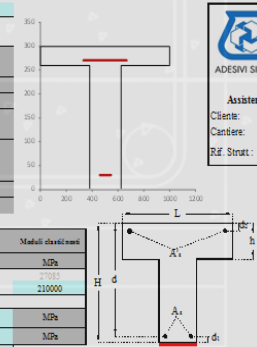
od 1 cm do 4 cm debelina nanosa – brez potrebe po armaturni mreži

PROGRAMSKA OPREMA


- Statični izračuni s preverjanjem
- Izbor materialov, pomoč in kontrola pri izračunu
- V sodelovanju z Univerzo v Neaplju
- Na osnovi evrokodov in ITA tehničnih smernic CNR-DT
- Excel tabele

Upravi ulazne podatke u čelije cijan boje

Podaci presjeka		
Ukupna visina (H)	300	mm
Visina ploče (potpomika) (h)	40	mm
Širina ploče (potpomika) (L)	1000	mm
Širina krpe (grade) (b)	240	mm
Plošna površina armature A_s	1570	mm ²
Plošna površina armature A'_s	1500	mm ²
Udaljenost između armature od bližnjega (d _r =d _s)	30	mm
Štacijska visina (d)	270	mm
Visina krpe grade (H-h)	260	mm
Plošna površina A_y	200	mm ²



Materiali		Preporučena vrijednost	Matični elastični moduli
		MPa	MPa
napredni beton	propisni in situ	35 ± 1.0	27000
vrsta od čelije	propisni in situ	35 ± 1.0	210000
ξ_{yk}	0.00119		
	Čelik f_{yk}	300	300
	Beton f_{yk}	30	30
	Faktor od gipnosti FC	1.2	



ADESIVI SIGILLANTI PRODOTTI CHIMICI PER L'EDILIZIA

Assistenza Tecnica - Structural Strengthening Line

Cliente: Ing. Mario Rossi
 Cantieri: Via Mario Rossi, 4 - 80100 Napoli
 Ref. Strutt.: SP-T316


D.I.S.T.
 Dipartimento di Ingegneria Strutturale
 Università di Napoli "Federico II"

CNR - Advisory Committee on Technical Recommendations for Construction

NATIONAL RESEARCH COUNCIL
 ADVISORY COMMITTEE
 ON TECHNICAL RECOMMENDATIONS FOR CONSTRUCTION

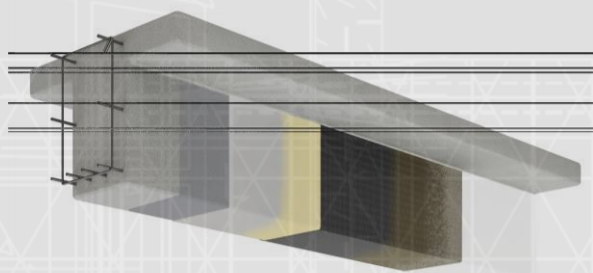
Guide for the Design and Construction
 of Externally Bonded FRP Systems
 for Strengthening Existing Structures

Materials, RC and PC structures, masonry structures

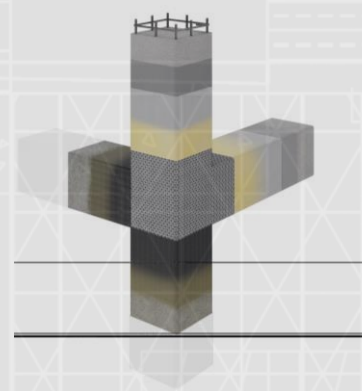


CNR-DT 200/2004
 ROMA - CNR, July 19th, 2004

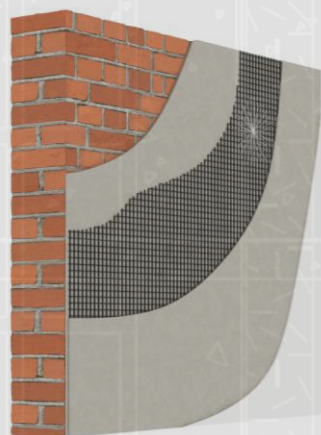
FRG, FRP SISTEMI



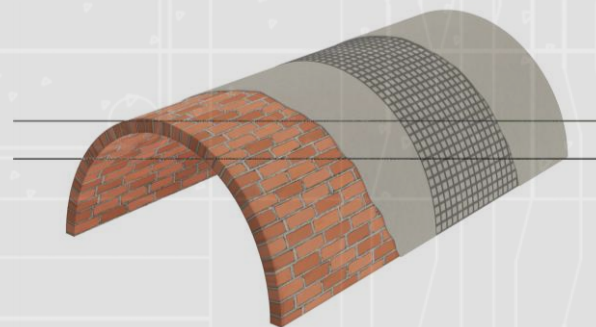
- 1 | NOSILEC
- 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARTZ 1.2
- 9 | PLANITOP 200



- 1 | STEBER/VOZLIŠČE
- 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 3 | MAPEWRAP 11/12
- 4 | MAPEWRAP 31
- 5 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARTZ 1.2
- 9 | PLANITOP 200



- 1 | OBSTOJEČI ZID
- 2 | PLANITOP HDM MAXI
- 3 | MAPEGRID G 220 or MAPEGRID B 250
- 4 | PLANITOP HDM MAXI
- 5 | FINISH
- 6 | MAPEWRAP C/G/B FIOCCO
- 7 | MAPEFIX VE SF
- 8 | MAPEWRAP 31



- 1 | OBSTOJEČI OBOK
- 2 | PLANITOP HDM MAXI
- 3 | MAPEGRID G 220 ali MAPEGRID B 250
- 4 | PLANITOP HDM MAXI

PREDNOSTI UPORABE **FRP, FRG in HPC** MATERIALOV V GRADBENIŠTVU

- **Enostavna izvedba** del
 - **Izjemne mehanske lastnosti**
 - **Majhne dimenzije** in **lastna teža**
 - **Skladen z izvorno uporabljenimi materiali**
 - **Trajna izvedba** – niso podvrženi koroziji
 - Široka linija izdelkov
- **Ojačitve/utrjevanje:**
 - Armirano betonske konstrukcije
 - Zidani objekti
 - Objekti naravne in kulturne dediščine

PRAVE REŠITVE TOVRSTNIH SISTEMOV

1. FRP SISTEM - REFERENCE

Nakupovalno središče City Park Ljubljana

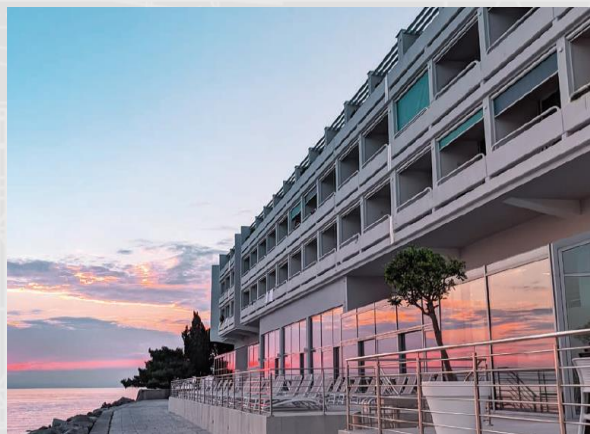


Sanacija viadukta Ravbarkomanda

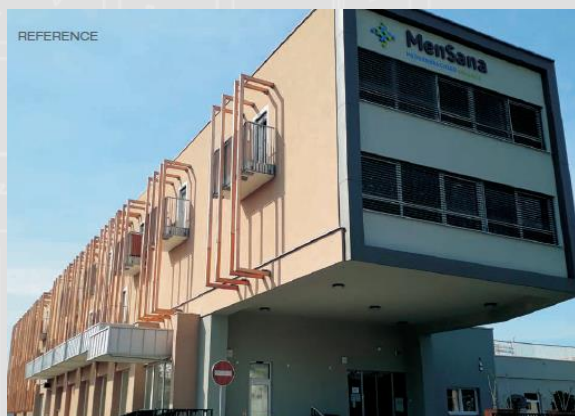


1. FRP SISTEM - REFERENCE

Prenovljen hotel Histrión



Medgeneracijsko središče v Murški Soboti



/sakodnevno se partnerji po vsem svetu, lahko zanesejo na Mapei.

1. FRP SISTEM - REFERENCE

Ljudski Vrt Maribor



Fakulteta za socialno delo v Ljubljani

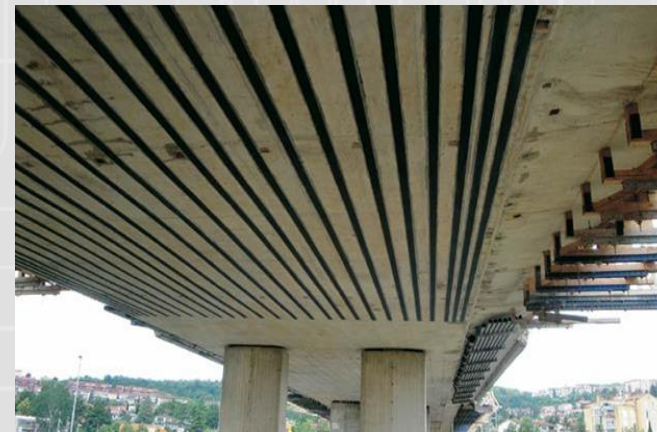


1. FRP SISTEM - REFERENCE

Elektro postaja v železarni Ravne



Nadvoz Smedela



1. FRG SISTEM - REFERENCE

Narodna galerija



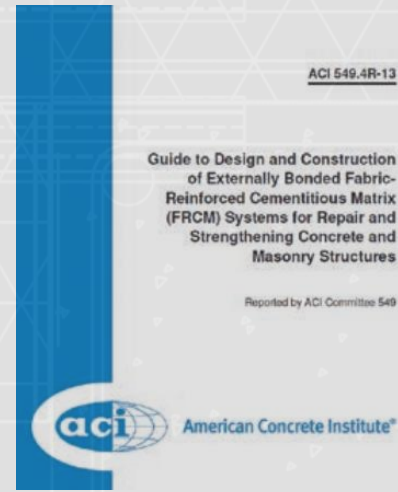
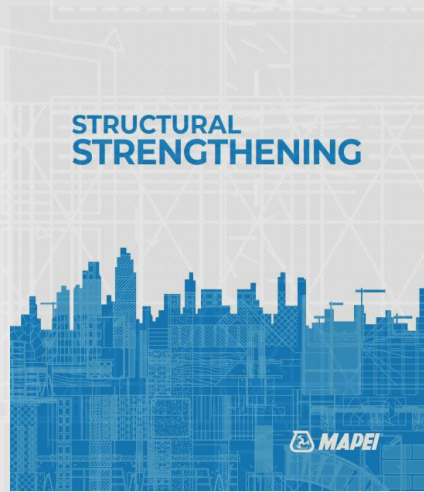
1. FRG SISTEM - REFERENCE

Sanacija vrtcev in OŠ v Ljubljani:

- Vrtci: Zelena jama, Najdihojca, Jelka
- OŠ Vodmat, OŠ Poljane, OŠ Vrhovci



TEHNIČNA DOKUMENTACIJA



- Tehnični listi, tehnične smernice, brošure
- www.mapei.si
- Usposabljanje in tehnična služba





HVALA ZA POZORNOST

Tatjana Bizjak dipl. inž. grad.

tatjana.bizjak@mapei.si

+386 (0)1 786 50 54

/sakodnevno se partnerji po vsem svetu, lahko zanesejo na Mapei.