



# Система за противоземетръсно усилване

Конструктивно усилване на строителни елементи

ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА КОНСТРУКЦИИ



# BE SURE BUILD SURE

Всеки отделен продукт може да има решаващо въздействие върху цялата конструкция или нейния ремонт. Изборът на неправилни решения или неправилното им прилагане може да доведе до повреда на цялата конструкция или елементи от нея, а в екстремни случаи – дори да застраши човешки живот. Следователно проектантите, инженерите и изпълнителите носят значителна отговорност, която ние отлично осъзнаваме. Ето защо чрез надеждни технически съвети и продуктови решения ние посвещаваме всичките си усилия, грижи и внимание, за да гарантираме, че всеки проект на нашите клиенти е изпълнен така, че да осигури тяхното спокойствие и удовлетворение . Ние се отнасяме сериозно към строителството. Бъдете сигурни!



БЪДТЕ СИГУРНИ

## Нашите Решения за Вашия успех

Въведение .....	4-5
Усилване на пукнатини и фуги чрез спирални анкери .....	6-9
Укрепване на зидарии .....	10-13
Усилване на зидарии с FRCM система .....	14-19
Изпитване на FRCM система .....	20-21
Усилване с продукти от въглеродни нишки .....	22-27
Хоризонтална капилярна бариера .....	28-31



STRUGAR  
SINCE 1967

djeća

EXPRESS  
KEMJSKA  
ČISTIONICA  
JOGAŠKINA

AND

GALIZO

R NOVA  
knjižara

P

Tuškanac →  
Sloika

# ВЪВЕДЕНИЕ

Земетресенията са глобално явление. Повечето от тях се случват на границите на тектоничните плочи и редовно се появяват в райони като Калифорния, Мексико, Япония, Индонезия и Нова Зеландия или там, където има значителни геоложки разломи. Събитията в рамките на плочите се случват по-рядко, но могат да предизвикат мощни и понякога разрушителни сили на места, където земетресенията не са толкова чести, като например централна и крайбрежна Хърватия. Земетресенията в Загреб на 02.03.2020 г. и в Петрина на 29.12.2020 г. показаха че дори земетресение с относително умерен магнитуд може да предизвика екстремни опустошителни последици в резултат на непредвидими фактори, включително дълбочината и близостта до градските центрове. Картите на районите на земетресенията показват, че най-заstraшените райони се намират в най-южната част на Хърватия, т.е. в района на Дубровник, Стон и Меткович, и в района на Кварнер, т.е. в околностите на Нови Винодолски и Сен. Голяма част от сградите, построени преди 1964 г. на територията на Република Хърватия, не са изградени с подходяща сеизмична устойчивост. След голямото земетресение през 1964 г. в Скопие, което доведе до смъртта на над хиляда души, започват да се въвеждат

първите противоземетръсни норми. Една от главните причини за смъртността, причинена от земетресението, е неадекватното строителство, особено в сгради с тухлени конструкции. Като се има предвид, че тухлата е популярен строителен материал в целия свят, проблемът е глобален, още повече, че не е нито възможно, нито желателно да се опитае да заменим всички такива сгради със съвременни „устойчиви“ конструкции. Като минимум е важно сградите с тухлени конструкции да се поддържат правилно и да се укрепват навсякъде, където това е възможно, така че да издържат по-добре на сеизмични въздействия. Поддръжката на сградите е важна, тъй като земетресенията изострят или вече съществуващи слабости, причинени от възрастта, атмосферните влияния или предишна сеизмична дейност. Земетресенията също така увеличават недостатъците или грешките в първоначалния проект на конструкцията. Старите сгради от неармирана зидария, построени по различни стандарти, са уязвими на сеизмична активност и в тези случаи увеличаването на якостта и пластичността е от изключителна важност за повишаване на безопасността.

# Усилване на пукнатини и фуги чрез спирални анкери

Пукнатините по стените на сградите не са само визуален дефект, но могат да представляват и конструктивна повреда. Пукнатините в тухлите се появяват, когато напреженията надвишават здравината на тухлата или зидарията. Напреженията могат да бъдат причинени от температурни промени, слягане на почвата, земетресение и др. След като тухлата или мазилката се напука, напрежението намалява, което нарушава способността на стената да действа като съставна конструктивна единица, а конструкцията на стената е чувствителна към по-нататъшни движения. При този метод на саниране, който не нарушава естетическите или функционалните свойства на сградата, не се внасят допълнителни напрежения, тъй като анкерите [MC-SpiralAnker](#) са достатъчно гъвкави, за да позволяват нормални движения на сградата.



## Техники за противоземетръсно укрепване на зидани сгради:

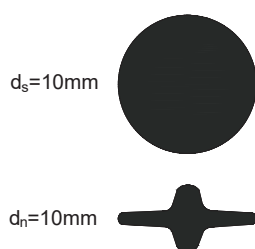
- Свързване на всички конструктивни елементи, така че сградата да действа като едно цяло
- Повишаване якостта на зиданите елементи чрез монтиране на укрепващи елементи
- Монтиране на елементи, предназначени да ограничат разрушаването чрез подобряване на пластичността
- Въвеждане на нови конструктивни елементи, например бетонни, дървени или стоманени рамки

Системата от спирално оформени анкери за усилване на МЦ-Баухеми е съвместима с всички тези техники. Неръждаемите спиралните анкери могат лесно да се монтират, без да се променя естетиката на сградата. Комбинираното действие на спиралните анкери и разтвора [Emcekrete SFM thix](#) осигурява отлична якост, съчетана със конструктивна гъвкавост за укрепване на стени. [MC-SpiralAnker](#) се използва при укрепване на напукана стена, но също така и при съединяване на вертикални стени, които са се отделили, и при укрепване на арки и сводове.



Бързото, просто, ефективно и трайно решение за стабилизиране на напукана стена чрез „зашиване“ на пукнатините включва инсталиране на анкери от неръждаема стомана в съответните фуги в тухлени, каменни или блокови стени с помощта на разтвор **Emcecrete SFM thix**. Тези продукти се комбинират, за да създадат отлична връзка в основата, да увеличат устойчивостта на опънни натоварвания и да сведат до минимум бъдещото развитие на пукнатини от напрежение, което може да възникне.

Спиралните анкери от неръждаема стомана са армировка, с която впоследствие могат да се укрепят части от конструкцията на стената. Специалната характеристика на спиралните анкери е, че те могат да се монтират допълнително в зидани конструкции и не се нуждаят от антикорозионна защита, тъй като са изработени от неръждаема стомана. В сравнение с класическата армировка те имат много по-малка площ на напречното сечение и по-малък модул на еластичност. По-малкият модул на еластичност позволява по-голяма деформация при едно и също напрежение. Площта на напречното сечение на двата най-големи номинални диаметра на спираловидната пръчка 8 mm и 10 mm съответства на площта на напречното сечение на кръгли пръчки с диаметър 3,2 mm и 4,1 mm, поради което спираловидните пръчки се използват само като последващо укрепване на пукнатини.



Съотношението между напречното сечение на спираловидния анкер и кръгло напречно сечение е 16 %.

Техническа характеристика на Спирални Анкери

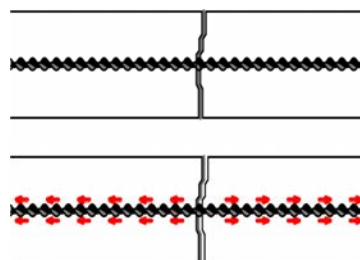
Наименование	Диаметър (mm)	Напречно сечение (m <sup>2</sup> )	Гранично натоварване на опън (kN)	Гранична якост на опън (Мра)	Удължение (%)	Натоварване в точката на провлачване (kN)	Якост в точката на провлачване (Мра)	Гранично натоварване на срязване (kN)	Гранична якост на срязване (Мра)
MC-SpiralAnker 6	6	8.9	8.85	994.38	4.1	8.45	919.3	7.5	842.69
MC-SpiralAnker 8	8	10.4	12.1	1163.46	4.8	10.7	1028.84	8.7	836.53
MC-SpiralAnker 10	10	12.9	14.5	1124.03	5.7	12.2	945.74	11.7	906.97



### Предимства на системата

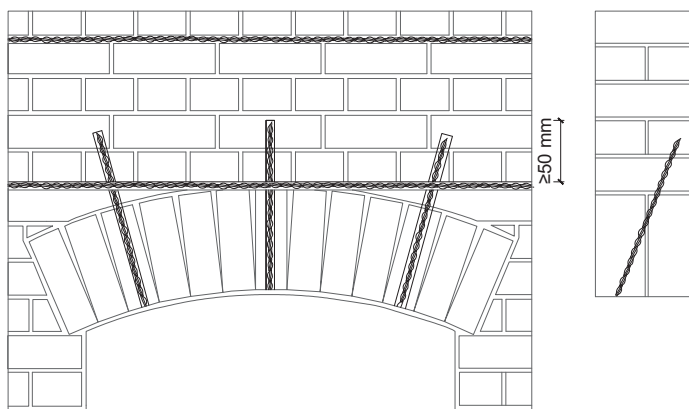
- Минимално проникване в стената
- Може да се използва за почти всички видове зидария
- Спиралният анкер действа като последваща армировка
- Трайно преместване на съществуващи пукнатини
- Без риск от корозия

Анкерите със спираловидна форма осигуряват трайно решение за възстановяване на зидарията и укрепване на повредени стени, за да се приспособят към вертикални, диагонални или стъпаловидни пукнатини в тухлената зидария. **MC-SpiralAnker** се монтират в процепи, предварително запълнени с тиксотропен несвиваем разтвор. Благодарение на специалните си съставки разтворът има отлично сцепление към всички минерални повърхности. Силите на опън се преразпределят по дължината на стената, за да се облекчи натоварването и да се намали рискът от понататъшно напукване.



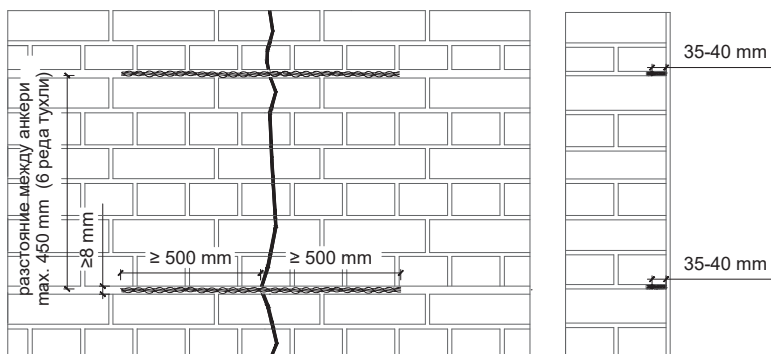
### Укрепване на сводове

Дълбочината на прореза в стената трябва да бъде от 55 mm до 70 mm. Височината на прореза трябва да бъде равна на пълната височина на фугата на хоросана, минимум 8 mm. Максималното разстояние между горната и долната армировка е приблизително 900 mm или 12 тухли. Най-напред трябва да се укрепи горната част. **MC-SpiralAnker** трябва да бъде достатъчно дълъг, за да се достига поне на 500 mm над всяка страна на отвора. Всяка пукнатина в рамките на „зоната на гредата“ трябва да се стабилизира чрез зашиване на пукнатината и фугиране. При горещи условия се уверете, че стената е добре намокрена, за да не изсъхне твърде бързо.



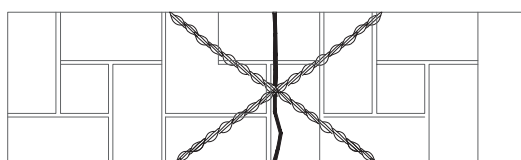
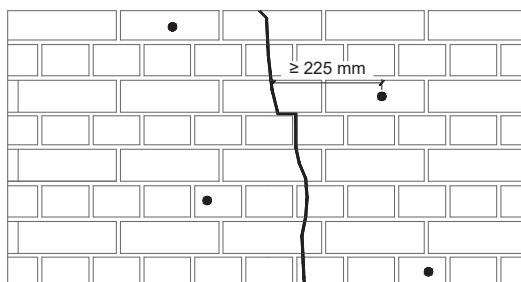
### Укрепване на напукани стени

Дълбочината на прореза в стената трябва да бъде от 35 mm до 40 mm. Височината на прореза трябва да бъде равна на пълната височина на фугата на хоросана и минимум 8 mm. **MC-SpiralAnker** трябва да бъде достатъчно дълъг, за да се достига поне на 500 mm от двете страни на пукнатината или на 500 mm извън външните пукнатини. Ако има две или повече съседни пукнатини, те се зашиват с един анкер. Нормалното вертикално разстояние между анкерите е 450 mm (6 реда тухли). Когато пукнатината е по-близо до 300 mm от края на стената или отвора, **MC-SpiralAnker** трябва да продължи поне 250 mm след ъгъла, т.е. трябва да се сгъне в съседната стена.



### Кръстосано свързване на стена

**MC-SpiralAnker** се поставя перпендикулярно на посоката на равнината на пукнатината (например в хоризонталната равнина за вертикални пукнатини и във вертикалната равнина за хоризонтални пукнатини). **MC-SpiralAnker** трябва да започва най-малко на 225 mm от пукнатината. Дълбочината на отвора трябва да е равна на дължината на MC-SpiralAnker + 25 mm. Ъгълът на пробиване трябва да бъде такъв, че **MC-SpiralAnker** да премине през пукнатината в средната третина на стената.





## Процес на укрепване на зидария със спирални анкери

### Стъпка 1

Отстраняване на мазилката в мястото на укрепване на пукнатината. Разтворът се отстранява от фугите на дълбочина 45 mm за стени с ширина >25 cm и 30 mm за стени с по-малка ширина. Отстраняването се извършва ръчно или с малки електрически инструменти. Фугите се почистват внимателно, без да се разрушават страничните стени на тухлата или камъка.



### Стъпка 2

Подготвената основа трябва да се почисти с вода под ниско налягане. Повърхността трябва да се почисти от всички примеси, прах и остатъчни материали. Измийте за кратко, като овлажнявате стените. Тази стъпка е особено важна, тъй като тухлата е много водопоглещаш материал и затова е необходимо да се насити с вода. В противен случай тухлата ще абсорбира вода от пресния разтвор, което ще доведе до появата на пукнатини. Също така тази стъпка може да се извърши с грунд [MC-Estribond Uni](#).



### Стъпка 3

Нанесете разтвора [Emcecrete SFM Thix](#) в дълбочина на фугата от около 20 mm. Спиралният анкер се монтира в пресен разтвор. Дължината на анкера е около 1 m (в зависимост от пукнатината минималната дължина на анкера е 50 cm от всяка страна на пукнатината). Диаметърът (6, 8 или 10 mm) и разстоянието, на което се поставят спиралните анкери, се определят при проектирането.



### Стъпка 4

Вграденият спирален анкер трябва да се защити с втори слой от разтвора [Emcecrete SFM Thix](#). Ако тухлата остане видима, цветът на разтвора трябва да бъде съобразен със съществуващия разтвор във фугите.



## Укрепване на зидарии



Възстановяването на исторически сгради напоследък се налага не само поради градоустройствени фактори, но и поради архитектурни и исторически причини. Поддържането на тези сгради, много често паметници на културата, е задължение, тъй като те най-добре описват историята и духа на града, като по този начин го правят уникален. Фугирането е техника, която се използва за укрепване и заздравяване на стените. Инжектираната смес във вътрешността на стенните конструкции подобрява здравината на конструкцията, като запълва празнините и малките пукнатини в стената. По този начин се подобрява механичното поведение на сградата, без това да се отразява на външния ѝ вид.

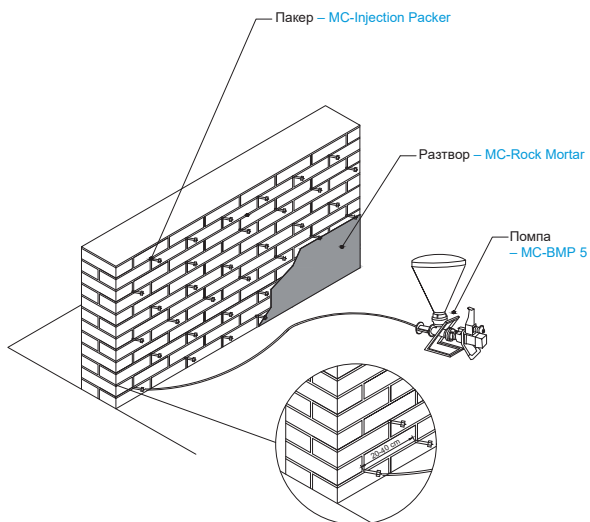
Качеството на инжектирането на сместа за укрепване на стара зидария зависи главно от сцеплението между инжектираната смес и материала на стената. Проведените изследвания доказват, че крайният резултат зависи повече от адхезионните свойства на сместа и основата, отколкото от механичните свойства на сместа. Здравината на връзката е резултат от два механизма – химичен и механичен. Химичната връзка е резултат от реакция между различни материали, които са в контакт по обща повърхност. От друга страна, механичната връзка зависи от характеристиките на основата, най-вече от неговата грапавост и порьозност. Колкото по-голяма е порьозността на основата, толкова по-високи са стойностите на сцеплението.

Изборът на инжекционна смес зависи от характеристиките на зидарията. Поради това е важно да се оценят химичните свойства на избраните смеси, за да се гарантира тяхната съвместимост със стената, т.е. с хоросана, и да се избегнат потенциални проблеми в резултат на химични реакции. При избора на разтвор трябва да се вземат предвид няколко фактора, като течливост, стабилност, механични и физични свойства.

Консолидирането на зидарията осигурява запълване на кухини, свързване на нестабилни части и подобряване на механичните характеристики на зидарията. Използва се за всички видове конструкции и често за повишаване на устойчивостта на земетръс, както и за увеличаване на носещата способност под действието на статично натоварване. Правилният избор на материал е от ключово значение за успешното укрепване. Свойствата на инжекционните смеси трябва да са сходни със свойствата на основния материал. Ето защо минералните суспензии се използват за зидани конструкции.

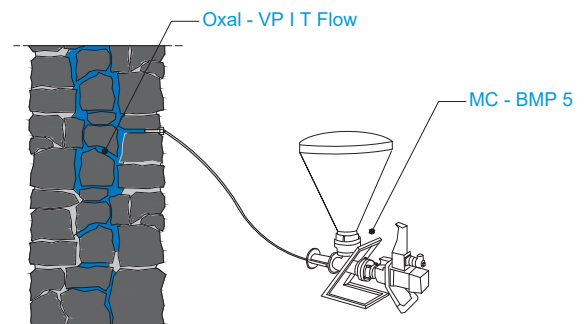
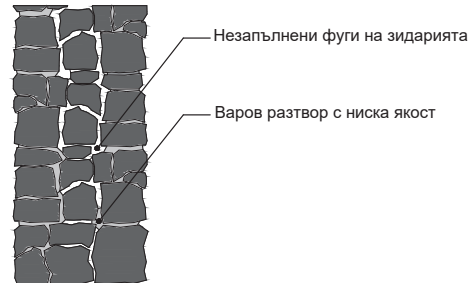
#### Важно:

Преди инжектиране е необходимо да се издуха прахът и да се навлажни пространството за консолидиране.

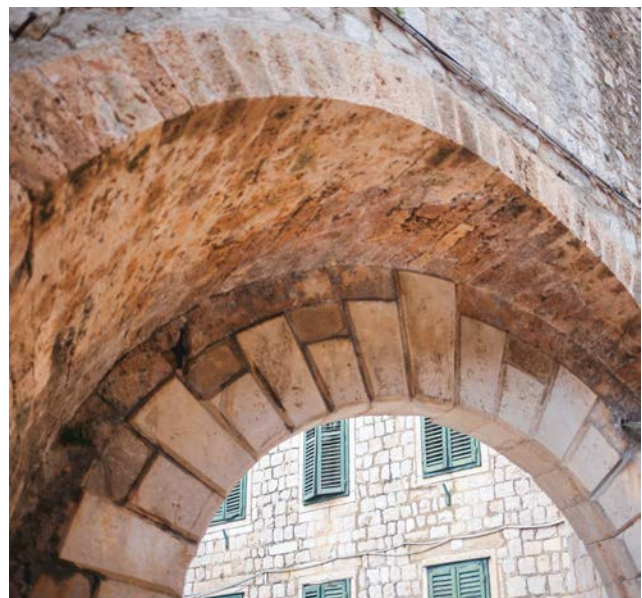


#### Свойства на материала за укрепване на зидария Oxal VP I T Flow

- Размер на зърната <math>< 150 \mu\text{m}</math>
- Може да се изпомпва на дълги разстояния
- Подходящ E-Modul
- Стабилна суспензия
- Нисковискозна смес



Системата на МЦ-Баухеми за рехабилитация на исторически сгради предлага подходящо решение за всяко изискване на проекта. Качественото саниране на тазкива сгради може да се извърши само чрез избор на подходящи материали и процедури. Физическите и химическите свойства на инжекционната смес трябва да са възможно най-близки до свойствата на стената, която се инжектира. Варовият разтвор, който е бил използван при строителството на сградите, е с ниска якост и по тази причина високоякостните смеси не са съвместими.





## Процес на укрепване на стени чрез фугиране

### Стъпка 1

Премахването на мазилката се извършва по цялата повърхност на стената или по протежение на пукнатината с широчина 60 cm, съответно 30 cm вляво и вдясно от пукнатината. Мазилката се отстранява с леки ръчни инструменти. Повърхностите се почистват със сгъстен въздух, за да се отстранят остатъците от мазилката, маслата, мазнините и други съставки, които пречат на доброто сцепление на разтвора.

### Стъпка 2

Преди инжектирането се използва разтвор [MC-Rock-Mortar L](#) за частично заместване на разтвора във фугите и/или за изравняване на слоя. Изравнителният слой разтвор се изпълнява с широчина от 20 до 30 cm в страни от пакерите. Разтворът служи като защита срещу изтичане на инжекционната смес [Oxal VP I T Flow](#) от фугите на стената.

### Стъпка 3

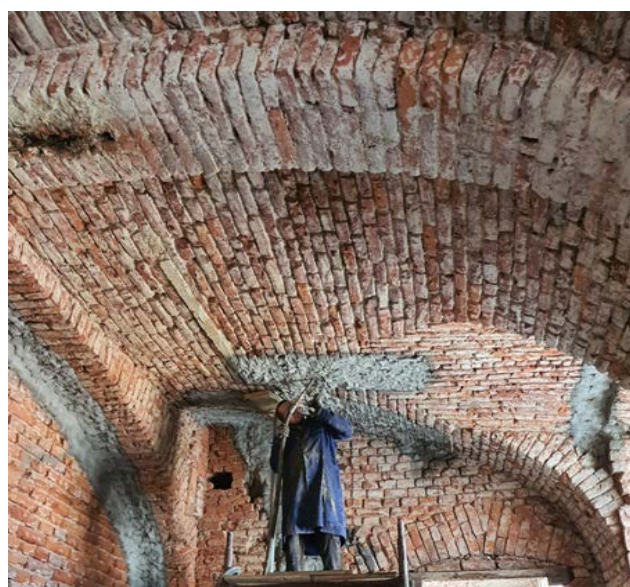
Отворите за пакерите се пробиват в подходящ растрер и на дълбочина най-малко 2/3 от дебелината на стената. Растрерът и диаметърът на отворите (Ф 10 до 18 mm) се определят в зависимост от вида и дебелината на стената. След пробиването, подготвените отвори се почистват със сгъстен въздух. При подготовката на отвора се монтират пластмасови пакери на разстояние от 20 до 40 cm при пълно укрепване на стената или последователно от двете страни на пукнатината. Ако е необходимо, те се фиксират допълнително към повърхността на стената с бързосвързващ разтвор [Ombran R](#).

### Стъпка 4

Инжектирането се извършва по метода на инжектиране под ниско налягане, до максимум 3 бара, със суспензия на основата на трас [Oxal VP I T Flow](#). Процедурата се извършва от по-ниска към по-висока точка, като се контролира запълването, така че преходът към следващия пакер да бъде в момента, в който инжекционния разтвор изтече от горния пакер. Инжектирането се извършва с помпа [MC-BMP 5/6](#).

### Стъпка 5

След втвърдяване на инжекционния разтвор, пакерите се отстраняват и отворите се затварят с [MC-RockMortar L](#).

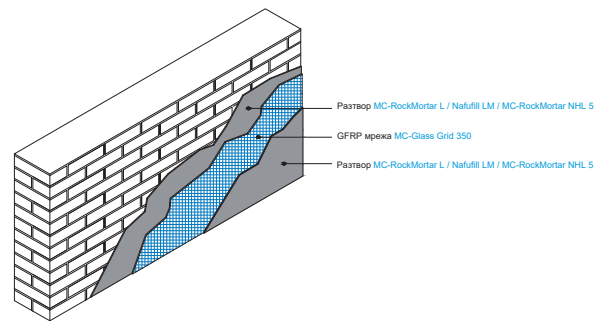


# Усилване на зидарии с FRCM система

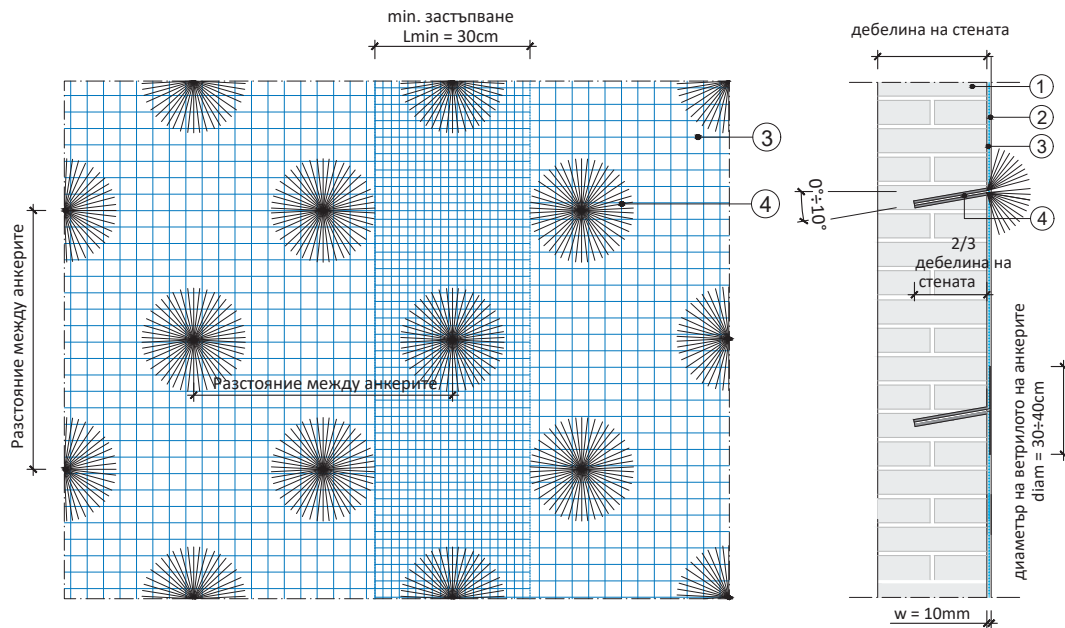
Fabric-Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) е система за усиление на зидани конструкции, съставена от неорганична матрица и мрежа от въглеродни, алкалоустойчиви стъклени или базалтови влакна. Мрежите и нишките се комбинират с неорганичната матрица. Неорганичната матрица е направена от разтвор на базата на хидравлична вар или трас с евентуално добавяне на добавки, а пренасянето на напрежението се постига чрез адхезия на матрицата към основата и с механично свързване на матрицата и мрежата. Този тип армировка има най-голямо влияние в областта на опъновите напрежения.

Функцията на матрицата е да предпазва влакната (мрежата) и да предава напрежението от бетонната стена или зидарията към мрежата. Предаването на напрежението се постига чрез свързване между основата и матрицата и чрез механично блокиране между тъканта и матрицата. Матрицата е много важна и решаваща за функционирането на системата FRCM. Тя не трябва да се свива, трябва да е пожароустойчива, с подходящ модул на еластичност, с добра обработваемост, лесна за нанасяне с маламашка и проникване през отворите на мрежата, но също така подходяща за нанасяне върху вертикални повърхности.

Функцията на мрежата е да предават напреженията на опън. Тъканите, използвани в FRP системите, се заменят с мрежа в FRCM системите, изтъкана поне в две посоки (обикновено правоъгълна). „Затворената“ FRP тъкан не е подходяща, тъй като матрицата на разтвора не може да проникне и да импрегнира нишките. Отворената мрежова структура обаче осигурява по-голяма площ, необходима за постигане на сложните взаимодействия между матрицата и армиращата система. Мрежестите тъкани обикновено се изработват от въглерод, алкалоустойчиво стъкло и базалт.







- 1** Тухлена/каменна зидария

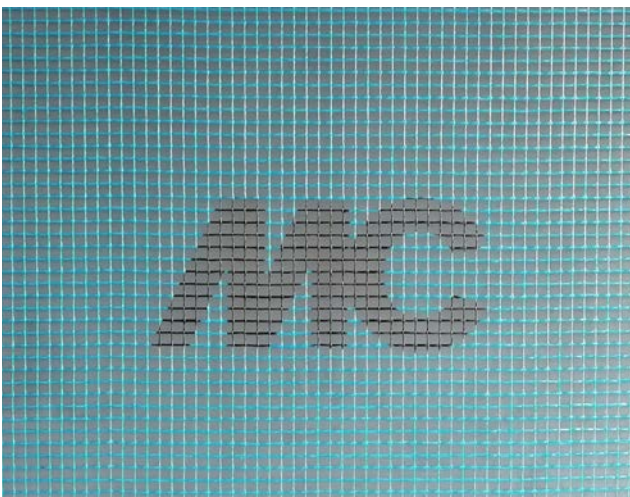
**2** MC-RockMortar L
- 3** MC-GlassGrid 350

**4** MC-CarboRope SE

FRCM системата е съвместима със зидани основи. Тухлените стени често са изложени на непрекъсната влага, която естествено мигрира през напречното сечение на стената. Полимерните матрици FRP могат да действат като бариери, които могат да предизвикат задържане на влага в стената и да доведат до отлепване на армиращия материал. Като цяло армировката от FRCM демонстрира добра химико-физична съвместимост със зидарията и бетонните основи и известна степен на паропропускливост, също така поръзността на FRCM матрицата е подобна на тази на зидарията и влагата не се задържа в нея.

Като цяло увеличаването на якостта на стоманобетонни плочи, греди или зидани стени, усилен със FRCM система, може да се сравни с подобни елементи, усилен с FRP, но цялостното им поведение е различно. При елементите, подсилени с FRP, разрушаването обикновено се дължи на отлепване на бетонната или зидарската основа.

Високото съотношение между якост и маса на FRCM системите дава възможност да се подобрят механичните характеристики на усиления конструктивен елемент, като по същество той може да издържи на напреженията на опън, без да се увеличава масата му или да се променя значително неговата коравина.



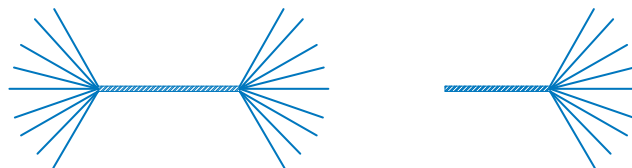
### Предимства на системата

- Висока якост на опън
- Бързо и лесно полагане
- Силно увеличаване на носещата способност и якостта
- Минимална инвазивна намеса върху конструктивните елементи
- Повишаване устойчивостта на земетръс
- Заместване на липсващата армировка





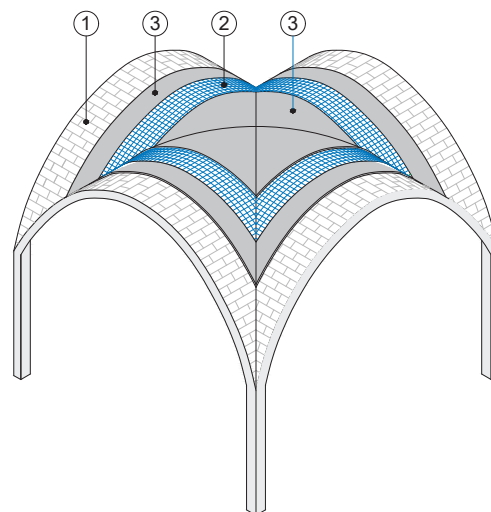
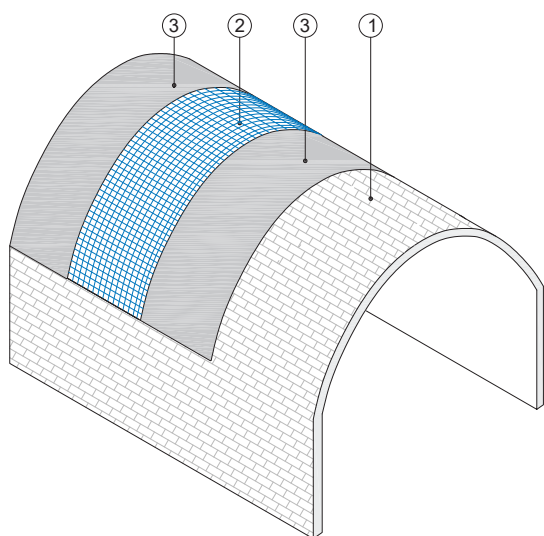
За закрепване на мрежата към усиления елемент е разработен анкер от полимер, подсилен с въглеродни влакна (CFRP). Технологиата предлага значително подобрение на сцеплението и пластичността на връзката. За анкериране от едната страна на стената се използва въглероден анкер, който е консолидиран с епоксидно лепило от едната страна, докато за анкериране от двете страни на стената се използват анкери, които са свободни в двата края, докато средата е консолидирана с епоксидно лепило.



#### Температура на полагане

Температурата в момента на полагане влияе върху свойствата на FRCM системата. Ниските температури ( $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) влияят върху забавеното втвърдяване, докато повишаването на температурата над  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  се отразява отрицателно върху обработваемостта на разтвора. Условието, контролирани преди и по време на строителството, включват: температура на повърхността на основата, температура и относителна влажност на въздуха, скорост на вятъра. Когато температурата на повърхността на основата падне под минималното ниво, работата трябва да се преустанови, за да се предотврати неправилно прилагане на FRCM системата.

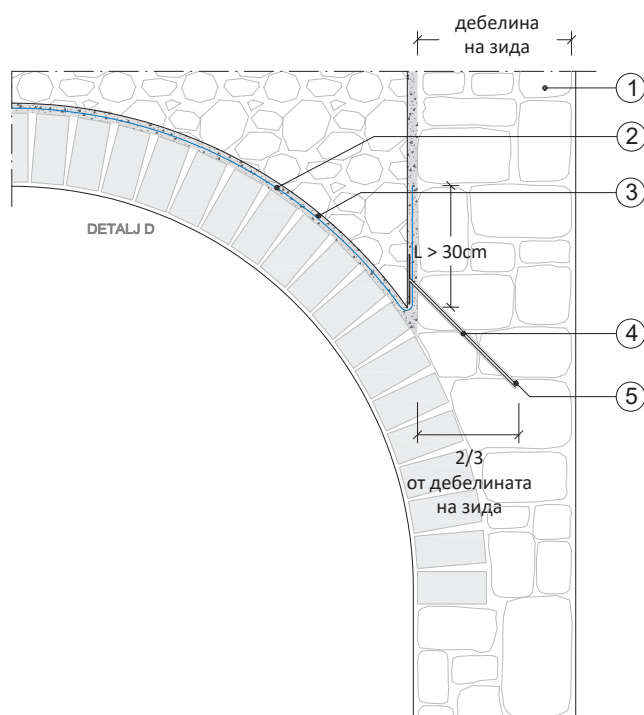
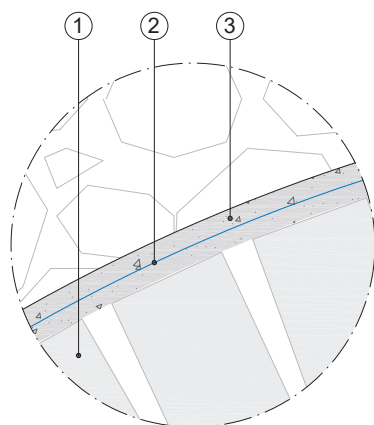




- 1 Тухлена/каменна зидария
- 2 MC-GlassGrid 350
- 3 MC-RockMortar L
- 4 MC-CarboSolid 1209 TX
- 5 MC-CarboRope SE

Тухлените сводове са важни конструктивни елементи от историческото архитектурно наследство на повечето европейски градове. За съжаление тухлените сводове са чувствителни към сеизмичната активност. Поради това е необходимо да се подобрят техните сеизмични характеристики, като се гарантира безопасността и опазването на наследството. Поради тази причина са разработени иновативни материали и технологии за ограничаване въздействието на земетресенията върху сградите, а използването на композитни материали е доказало своята ефективност в съществуващите сгради.

Анкерирането на тъкани или мрежи, изработени от некорозивни материали (напр. на базата на стъклени или въглеродни влакна) с неорганични матрици постепенно се превръща в обичайна практика за усилване, като се има предвид добрата химическа и механична съвместимост със зидариите. Ефективността на тази технология за усилване на елементи от сводове е тествана и показва добри резултати.



## Процес на усилване на зидария с FRCM система

### Стъпка 1

Несвързаните парчета мазилка и тухли трябва да се отстранят с леки ръчни инструменти. Повърхностите трябва да се почистят със състен въздух, за да се отстранят остатъците от мазилка, масло, грес и други съставки, които пречат на доброто сцепление на разтвора.



### Стъпка 2

Частичната подмяна на разтвора във фугите и/или изравнителния слой се извършва с разтвор **MC-RockMortar L / Nafufill LM / MC-RockMortar NHL 5** с дебелина от 5 до 6 mm. Мрежата **MC-Glass Grid 350**, изработена от алкалоустойчиви стъклени влакна, се полага в пресния разтвор. Важно е да се осигури минимално застъпване на мрежата от 30 cm. Мрежата трябва леко да се притисне в разтвора с маламашка или подобен инструмент, за да се осигури пълна вграждане. Вторият слой от разтвора **MC-RockMortar L / Nafufill LM / MC-RockMortar NHL 5** с дебелина 5 до 6 mm се нанася върху пресния първи слой.



### Стъпка 3

FRCM системата се анкирира към стената със специални анкери. В решетката се пробиват отвори (12 mm) в съответствие с условията на проекта на минимална дълбочина 30 cm. След пробиването отворите се почистват със състен въздух.



### Стъпка 4

Подготвените отвори се запълват с епоксидно лепило **MC-CarboSolid 1209 TX** и се поставя твърдата част на анкера. Свободните въглеродните влакна се разплитат и се консолидират с епоксидното лепило **MC-CarboSolid 1209 TX** във формата на ветрило. В прясно състояние е необходимо да се нанесе сух кварцов пясък, за да се създаде връзка за по-нататъшни довършителни работи.



# Изпитване на FRCM системата

Изпитванията съгласно EAD 340275-00-0104 за одобрение на системи за конструктивно усилване са проведени в лабораторията на института IGH d.d. Системата за усилване на стени се състои от специално модифициран разтвор [MC-RockMortar L](#) и високоякостна мрежа от въглеродни влакна за конструктивно усилване [MC-CarboGrid 210 K](#). Първият слой [MC-RockMortar L](#) е нанесен равномерно с маламашка върху тухлената стена с дебелина 4-5 mm, след което е вградена карбоновата мрежа [MC-CarboGrid 210 K](#) и след това е нанесен втори слой разтвор (прясно в прясно), така че вторият слой разтвор да покрие изцяло карбоновата мрежа.



## Предимства на системата

- Отлична якост на опън на мрежата
- Ниска дебелина на нанасяне
- Лека система
- Отлична съвместимост със стената
- Лесен и бърз монтаж на системата
- Отлична механична съвместимост на матрицата

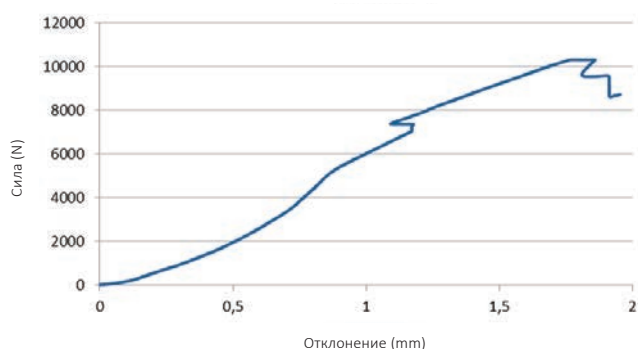




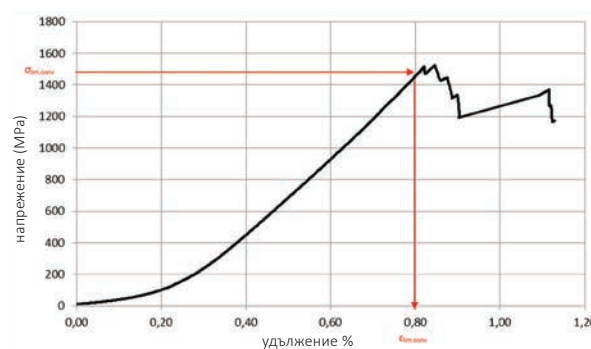
Процедурата за изпитване е извършена с устройство за изпитване на опън Z1200 kN - Zwick/Roell. Цялата процедура на изпитване е извършена в съответствие с разпоредбите на EAD (Европейски документи за оценка) 340275-00-0104 „Външно свързана композитна система с неорганична матрица за усилване на бетонни и зидани конструкции“.

FRCM системата се състои от неорганична матрица на основата на високо сулфато-устойчивия разтвор **MC-RockMortar L** и армиращ елемент, състоящ се от мрежа от въглеродни влакна **MC-CarboGrid 210 K**. Композитната система е предназначена за използване в тясно специализирани приложения за усилване на стени и стоманобетонни конструкции с подобрени якост на огъване, опън и срязване. Тази система повишава носимоспособността, якостта, коравината и пластичността на повредени конструктивни елементи.

Максимална сила (N)	Отклонение на буталото при прилагане на максимална сила (mm)	Средна стойност на отклонение (mm)	Гранично напрежение (MPa)	Гранична деформация (%)
10308,74	5,45	1,85	1431,77	0,79



Графично изобразяване на силата – Отклонение на буталото на пресата



Графично изобразяване на напрежението – Разтягане на мрежата

# Възстановяване и усилване с въглеродни нишки

## Усилване с въглеродни нишки

Едно от решенията за усилване на конструкции е с въглеродна тъкан. Методът на усилване зависи от вида на конструктивния елемент. Основните конструктивни елементи, които обикновено се армират с въглеродни ленти или тъкани, са колони, греди и плочи. Също така продуктите от въглеродни нишки могат да се използват за усилване в зоната на отвори в бетонни плочи и греди. Всяка конструкция има свой специален метод на усилване, но основната цел е една и съща – да се използват въглеродни влакна по посока на напрежението на опън или огъване.

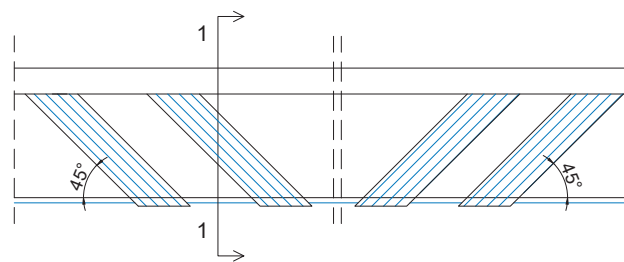


## Предимства на системата

- Платната от въглеродни нишки могат да се адаптират и да приемат всяка желана форма
- Ниско тегло
- Бързо и лесно приложение
- Силно увеличаване на носещата способност и якостта
- Минимална инвазивна намеса върху конструктивните елементи
- Повишаване устойчивостта на сеизмични въздействия
- Добавяне поради липса на арматура

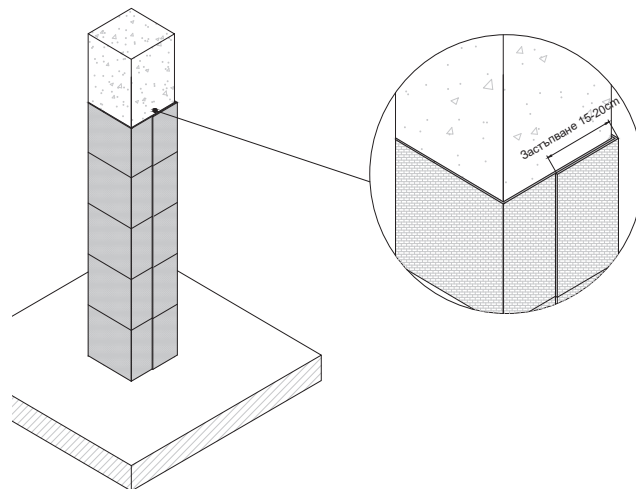
## Усилване на греди

Усилването на гредите се извършва чрез залепване на ленти от въглеродни нишки към долния край на гредата с посока на влакната по оста на гредата, и залепване на вертикални и наклонени въглеродни ленти в краищата на гредата, завъртени вертикално или под ъгъл  $45^\circ$  спрямо оста на гредата. Залепването под ъгъл  $45^\circ$  увеличава контактната повърхност, като създава по-здрава връзка между епоксидното лепило и основата.



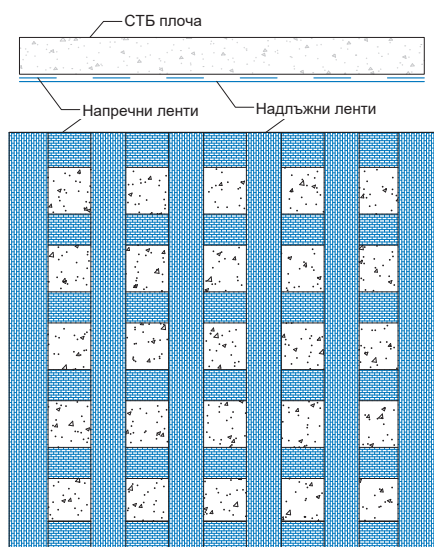
## Усилване на колони

Колоната е конструктивен елемент, който се натоварва в надлъжно направление, което е значително по-голямо от другите размери. Основните цели на системата за усилване на колони с FRP са да осигури странична опора на надлъжната стоманена арматура и да увеличи якостните и деформационните възможности на бетона. Чрез обвиване на колоните с платна от въглеродни нишки увеличаваме тяхната якост и носимоспособност, еластичността и способността за поемане на енергия.



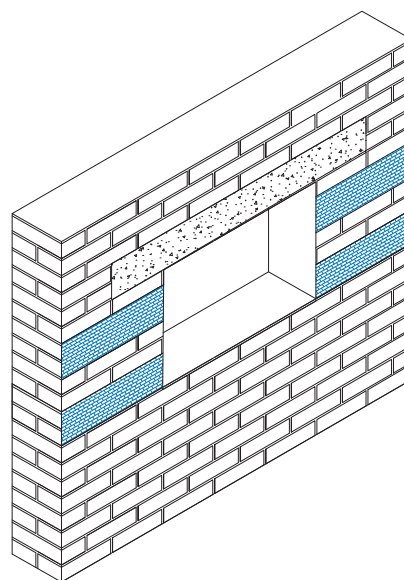
### Усилване на плоча

Усилването на бетонни плочи се извършва чрез залепване на ленти от въглеродни нишки към долната повърхност с влакна, разположени по оста на конструкцията, и след това перпендикулярно на тях. Тази схема може да се прилага и за отвори в бетонната плоча.



### Полагане на хоризонтални ленти

С хоризонталните ленти поемаме напречната сила, т.е. предотвратяваме отчупвания при появата на диагонални пукнатини.

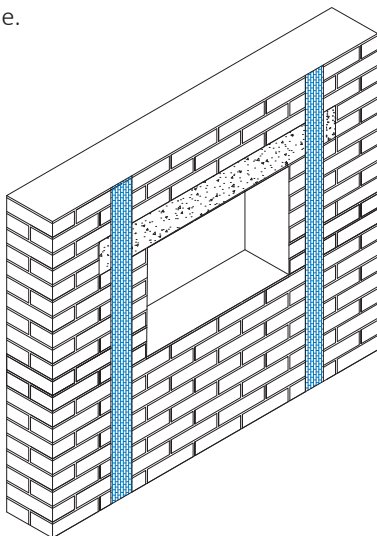


### Усилване на зидани стени

Усилването на зидани стени с въглеродни нишки е доказано ефективно по отношение повишаване на носещата способност и пластичността. Понякога цялата стена се облицова с въглеродни нишки, но поради големия разход на материал това се оказва нерентабилно.

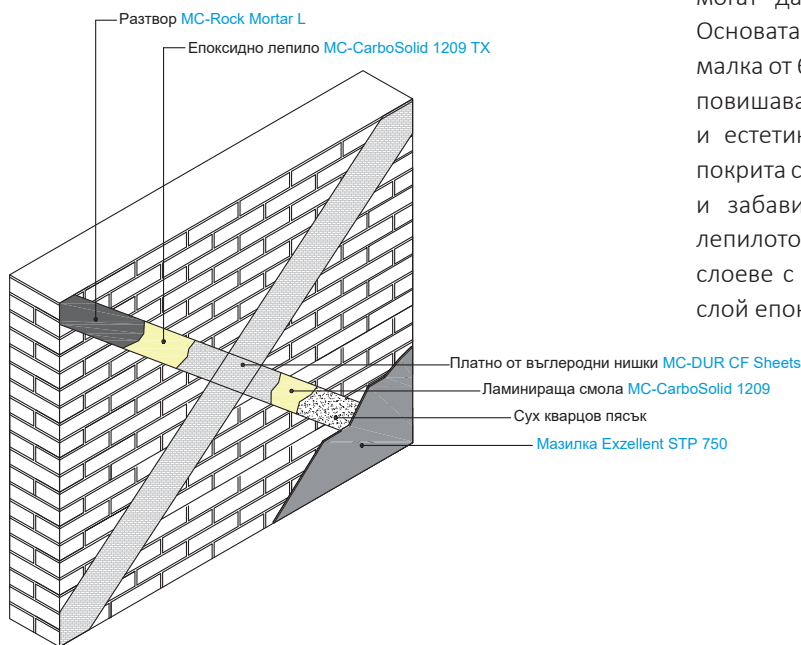
### Полагане на вертикални ленти

Вертикалните ленти от CFRP поемат напрежението при огъване.



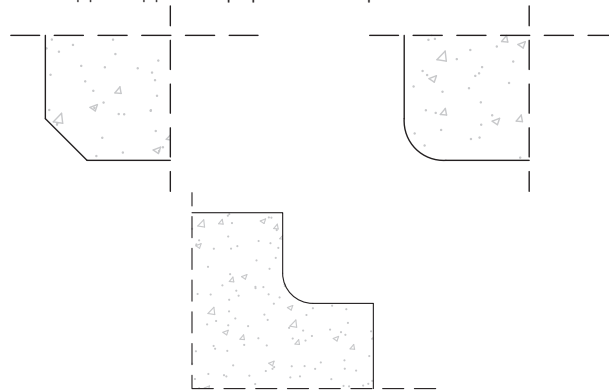
### Полагане на диагонални ленти

Диагонални пукнатини ще се появят по повърхността на тухлените стени, след като основното напрежение на опън превиши граничната якост на опън. За да се предотврати появата на диагонални пукнатини, въглеродните ленти се залепват по диагонал. Диагоналните ленти поемат основните напрежения на опън.



### Скосяване на бетонните ръбове

За да се намали концентрацията на напрежение, е необходимо да се оформи ъгъл. Ъглите трябва да бъдат заоблени. В допълнение към външните ъгли е необходимо да се оформят и вътрешните.



### Подготовка на основата

Подготовката започва с маркиране на линията върху конструкцията в съответствие с проекта за усиление. Повърхността трябва да бъде почистена от боя, масло, циментови наслоявания и други замърсявания. Почистването се извършва с метални четки или с хидробластиране (най-често с налягане над 100 бара). Ако е необходимо, основата трябва да се изравни с репарационен разтвор MC-RockMortar L. Дебелината на слоя на разтвора не трябва да е по-малка от 6 mm. Преди нанасянето на епоксидното лепило съдържанието на влага в основата трябва да е под  $\leq 6\%$ .

### Температура

Залепването на лентите от въглеродни платна към основата може да се извърши при температура на въздуха от + 8 °C до + 40 °C. Температурата на основата трябва да е по-висока от + 8 °C и по-висока от точката на оросяване с поне 3 °C. За повишаване на температурата могат да се използват пистолети за горещ въздух. Основата трябва да бъде суха, а влажността да е по-малка от 6%. Времето за работа при 20 °C е 50 минути. За повишаване на пожароустойчивостта, дълготрайността и естетиката, усиляната конструкция може да бъде покрита с различни слоеве полимер-цимент, полиуретан и забавители на горенето, които са съвместими с лепилото. За да се осигури добро сцепление следващи слоеве с усиления елемент, върху последния пресен слой епоксидно лепило се нанася сух кварцов пясък.



## FRP ленти

Използването на FRP ленти за усиление на конструктивни елементи се е доказало като ефективен и икономичен метод. Високата якост, твърдост, ниско тегло и добрите свойства на умора и дълготрайност на FRP композитите, заедно с предимствата, предлагани от последващото укрепване на конструкциите, ги превърнаха в подходяща алтернатива на традиционните техники за укрепване и ремонт. Също така е доказано, че предварителното налягане на FRP лентите преди свързването им носи допълнителни ползи, като например намаляване на ширината на пукнатините, увеличаване на носещата способност и икономия на материали за усиление. Използването на предварително налягнати ленти обаче изисква използването на механично закрепване.



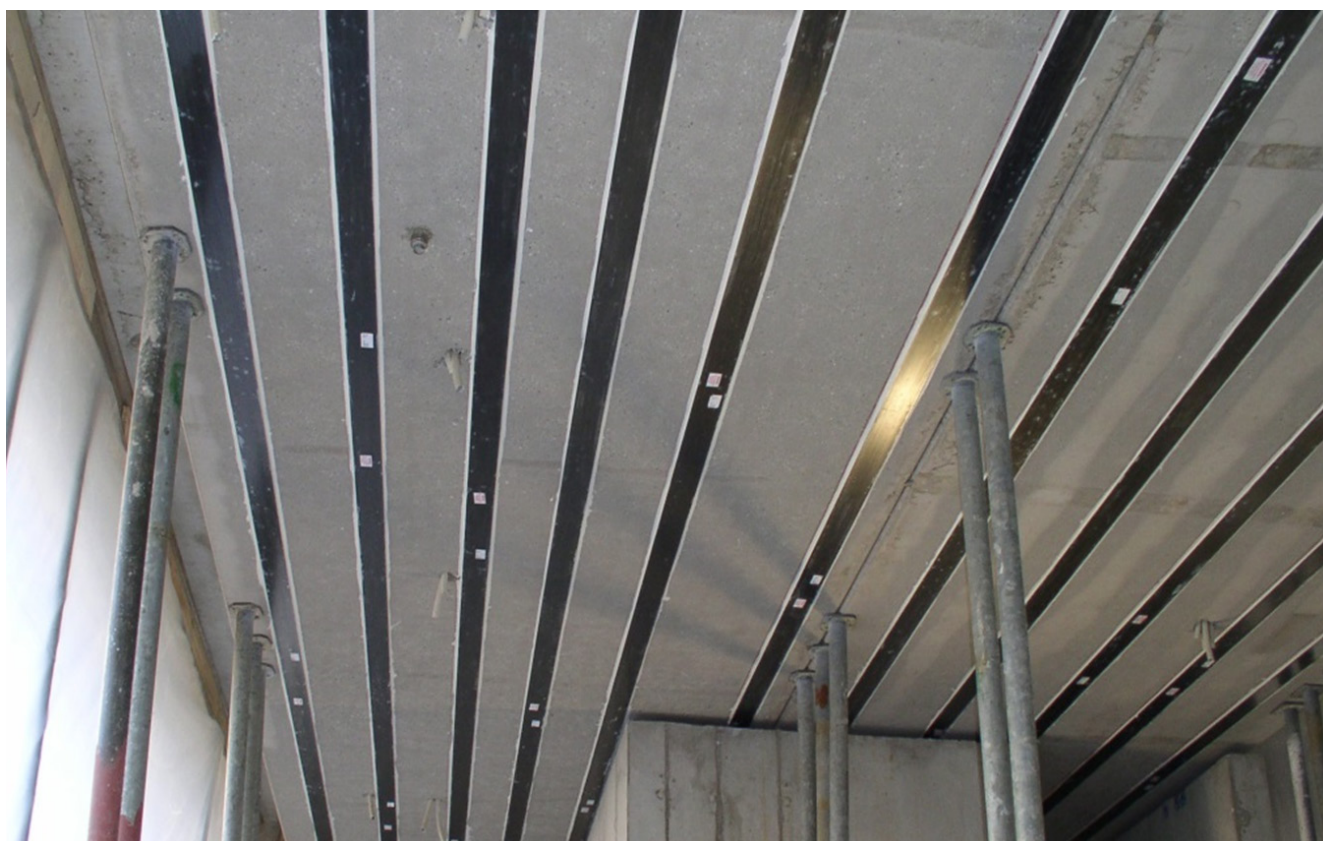
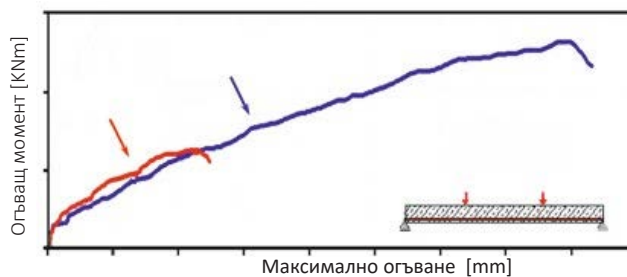
Системата **MC-DUR CFK Strips** се състои от изпитани и одобрени компоненти, специално разработени за конструктивно усиление. Това важи за одобрените методи на полагане: повърхностно залепване и в шлиц.



Залепени на повърхността ленти

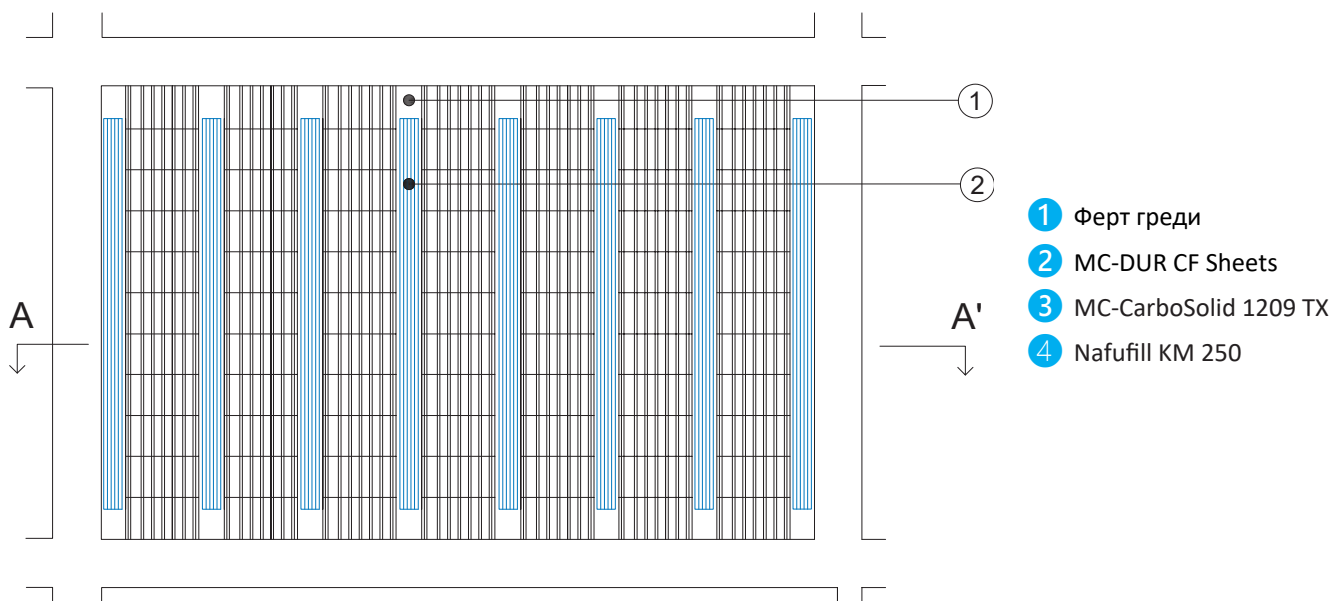


Залепени в прорези ленти

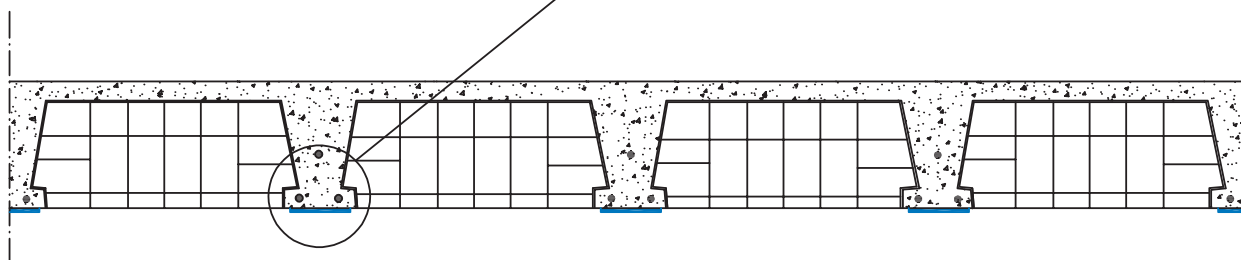
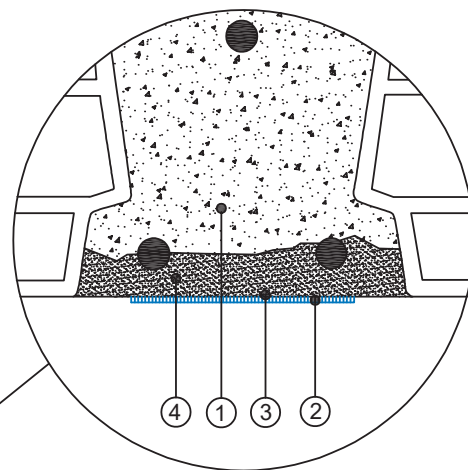


## FRP система за усиление на таванни ферт греди

Ферт таванът е полусглобяем бетонен таван, който се състои от сглобяеми греди, пълнеж на тавана и напрегната бетонна плоча. Въпреки многобройните предимства, като бърз, лесен и евтин монтаж, тъй като не изисква кофраж, има и някои недостатъци. Този тип конструкция не се препоръчва за големи отвори и не трябва да се използва за конструкция, която ще бъде динамично натоварена, дебелината на тавана също е недостатък. За статично укрепване на конструкцията се използва технологията на системата FRP (Fiber Reinforced Polymer).



Ако е необходимо да се усили носещата конструкция, най-често се използва статично усиление на конструкцията с помощта на системата FRP. Системата FRP представлява структурен композит, изработен от устойчиви влакна, вградени в матрица от епоксидна смола. За усиление се препоръчва използването на ленти или тъкани от въглеродни или стъклени влакна, които се монтират върху конструктивните елементи със специален процес на залепване и за кратко време след монтажа поемат определена част от натоварването на конструкцията.



## Процедура за полагане на платна от въглеродни нишки

### Стъпка 1

Подготовка на основата. Основата трябва да е чиста, без замърсявания, масла или слаби участъци, влагата трябва да е под  $\leq 6\%$ . Ако основата е неравна, тя трябва да се изравни с репрофилиращия разтвор **MC-RockMortar L** ако основата е зидария, или с **Nafufill KM 250** при бетонна основа. Дебелината на разтвора не трябва да е по-малка от 6 mm.



### Стъпка 2

Полагане на платно от въглеродни нишки. Нанася се епоксидно лепило **MC-CarboSolid 1209 TX** с маламашка. Разходна норма  $1,3 \text{ Kg/m}^2/\text{mm}$ . След нанасяне на **MC-CarboSolid 1209 TX** тъканта трябва да се вгради в прясното още лепило. Тъканта се притиска с ламиниращ валец в предварително нанесения слой епоксидно лепило, за да се премахнат останалите въздушни мехурчета.



### Стъпка 3

Нанасяне на ламинираща смола **MC-CarboSolid 1209** с велурен валец върху платното от въглеродни нишки. Прясната смола се посипва със сух кварцов пясък в до насищане. Желателно е кварцовият пясък да е със зърнометрия 0,4-0,8 mm. Целта на кварцовия пясък е да създаде основа, върху която да се нанесат следващите слоеве, например мазилка.



# Прекъсване на капилярната влага

## Ефект от земетресения

Продълженията на хоризонталните сили от земетресението предизвикват разместване в конструкцията и отваряне на нови пукнатини, което води до последващия проблем с покачващата се влага, която е и най-честата причина за увреждане на историческите сгради. Влагата от почвата в сгради с недобре изпълнена хидроизолация навлиза по капилярен път в стената и се издига. Височината на капилярното поглъщане зависи от диаметъра на капилярите в строителния материал. Водата често съдържа различни видове разтворени соли, които мигрират в порестите зидарски материали и започват да запушват порите. Когато порите се запълнят със соли, повтарящите се цикли на разтваряне/кристализация, а понякога и на хидратация/дехидратация в порите ще доведат до значителни напрежения върху околните стени на порите, като чрез кристализацията солта увеличава обема, създавайки по този начин напрежения и разрушавайки материала.

## Акрилатни гелове

Акрилатните гелове са нисковискозни хирдоструктурни смоли, използвани за прекъсване на капилярната влага, завесно инжектиране и за запълване на неконструктивни кухини и пукнатини. Благодарение на много ниския вискозитет акрилатните смоли имат висока проникваща способност. Благодарение на способността си да абсорбират вода, те набъбват, като по този начин уплътняват и хидроизолират пукнатини и кухини.

Предотвратяването на проникването на капилярна влага в материала е от ключово значение за дълготрайността на конструкцията. При инжектиране на материали за хоризонтална капилярна бариера е необходимо да има обучени апликатори. Налягането трябва да се увеличава постепенно до макс. 10 бара с постоянен контрол, за да проникне напълно материалът в стената и по този начин да се постигне успех на инжектирането. Трябва да се внимава да не се надвиши максималното налягане, защото това може да доведе до напукване на стената и по този начин да се създадат нови пукнатини и кухини. Работите по инжектиране трябва да се извършват само с помпи, които могат да регулират и контролират работното налягане.



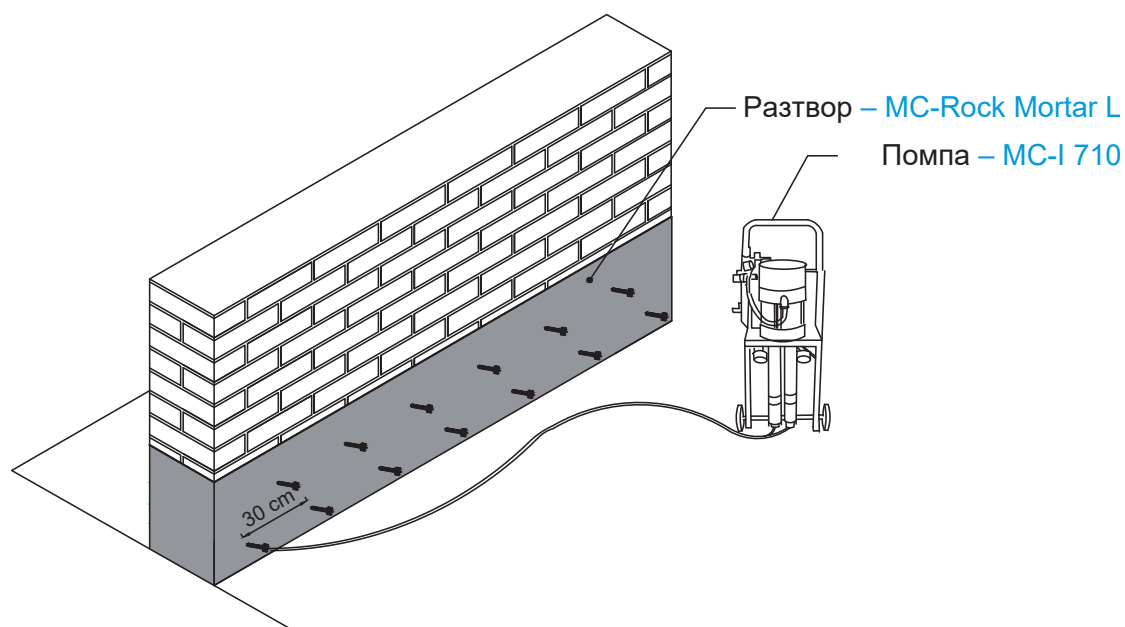


### MC-Injekt GL 95 TR

MC-Injekt GL-95 TR е идеална защита срещу капиларна влага. За много кратко време се постига водоплътност, благодарение на контролирана химическа реакция, по време на която MC-Injekt GL-95 TR в стената се променя от течна форма в гел, което му позволява да запълни трайно активните влажни пори и да блокира по-нататъшното абсорбиране на влага в конструкцията. Освен че прекъсва капиларното движение на влагата, акрилатната смола уплътнява дилатации, фуги и пукнатини, които са в постоянен контакт с влагата и водата.

### Хидроизолация с разширяващ се акрилатен гел

- Надеждно уплътняване и хидроизолация
- Много лесно инжектиране
- Контролиран дебит
- Трайно, устойчиво и екологично съвместимо
- Постоянна водоплътност във влажни среди
- Висока химическа устойчивост, особено в силно алкална среда





792

## Процес на изпълнение на хоризонтална капилярна бариера

### Стъпка 1

Отстраняване на мазилка с леки ръчни инструменти. Повърхностите се почистват със сгъстен въздух, за да се отстранят остатъците от мазилка, масла, мазнини и други съставки, които пречат на доброто сцепление на разтвора.

### Стъпка 2

Преди инжектирането се използва разтвор **MC-Rock-Mortar L** за частично заместване на разтвора във фугите и/или за изравняване на слоя. Изравнителният пласт от разтвор се изпълнява с ширина от 20 до 30 cm в страни от растера на пакерите. Този слой служи като защита срещу изтичане на нисковискозната хидроструктурна смола **MC-Injekt GL-95 TR**.



### Стъпка 3

Отворите за пакерите се пробиват в правилен растер и на дълбочина най-малко 2/3 от ширината на стената. Растерът и диаметърът на отворите (от 10 до 18 mm) се определят в зависимост от вида и дебелината на стената. След пробиване, отворите се почистват със сгъстен въздух. В подготвените отвори се монтират пластмасови пакери на разстояние от 20 до 40 cm, при цялостно уплътняване на стената, или последователно от двете страни на пукнатината при инжектиране на пукнатини. Ако е необходимо, те се фиксират допълнително към повърхността на стената с бързосвързващ разтвор **Ombbran R**. Преди инжектиране пакерите се изплакват с вода, за да се отстранят прахът и примесите, но също така и за да се осигури насищане с влага и по този начин да се намали абсорбирането на вода от инжекционната смес.



### Стъпка 4

Инжектирането се извършва с помощта на двукомпонентна помпа **MC-I 710** при ниско налягане от 2 до 10 bar. Налягането се увеличава постепенно с постоянен контрол. Инжектирането се извършва с нисковискозна хидроструктурна смола **MC-Injekt GL-95 TR**. Времето за реакция се регулира в зависимост порьозността на стената.

### Стъпка 5

След реакцията на инжекционната смес е необходимо да се отрежат пакерите и отв орите да се запълнят с **MC-RockMortar L**.



# Система за противоземетръсно усилване от МЦ-Баухеми

Конструктивно усилване на строителни елементи

- Спирални анкери
- Укрепване на зидария чрез фугиране
- Усилване на зидария със FRCM система
- Усилване с въглеродни нишки
- Горизонтална капиларна бариера

МЦ-Баухеми ЕООД  
Васил Левски 3  
2161 Правец

+359 7133 07 37

[info@mc-bauchemie.bg](mailto:info@mc-bauchemie.bg)  
[www.mc-bauchemie.bg](http://www.mc-bauchemie.bg)



BE SURE. BUILD SURE.

