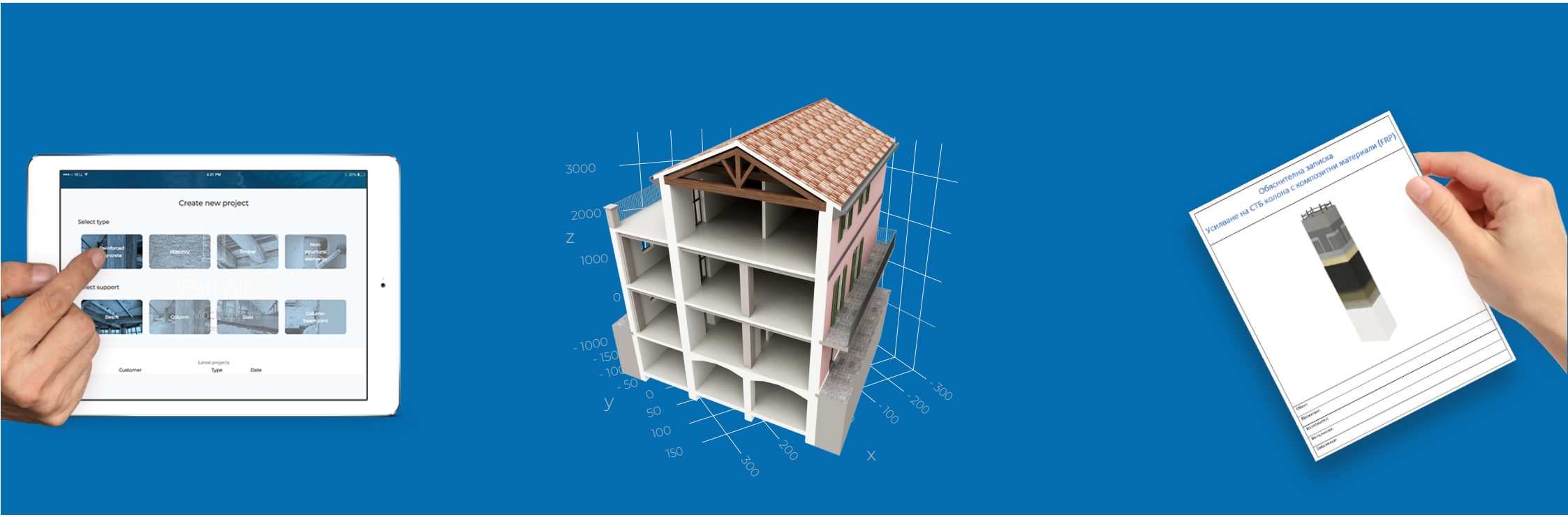
СОФТУЕР ЗА КОНСТРУКТИВНО УСИЛВАНЕ



СЪДЪРЖАНИЕ

1. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННО СЕЧЕНИЕ, EN 1504

2. ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC

3. ВЪГЛЕРОДНИ НИШКИ FRP

- ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX (W)
- ЛАМЕЛИ CARBOPLATE E (W)

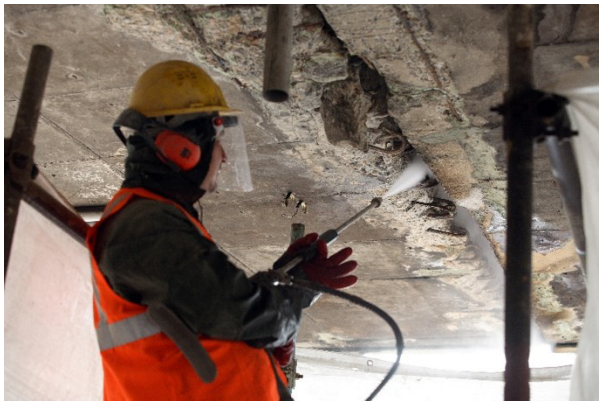
4. СТАНДАРТИ ЗА ИЗЧИСЛЕНИЕ

5. СОФТУЕР

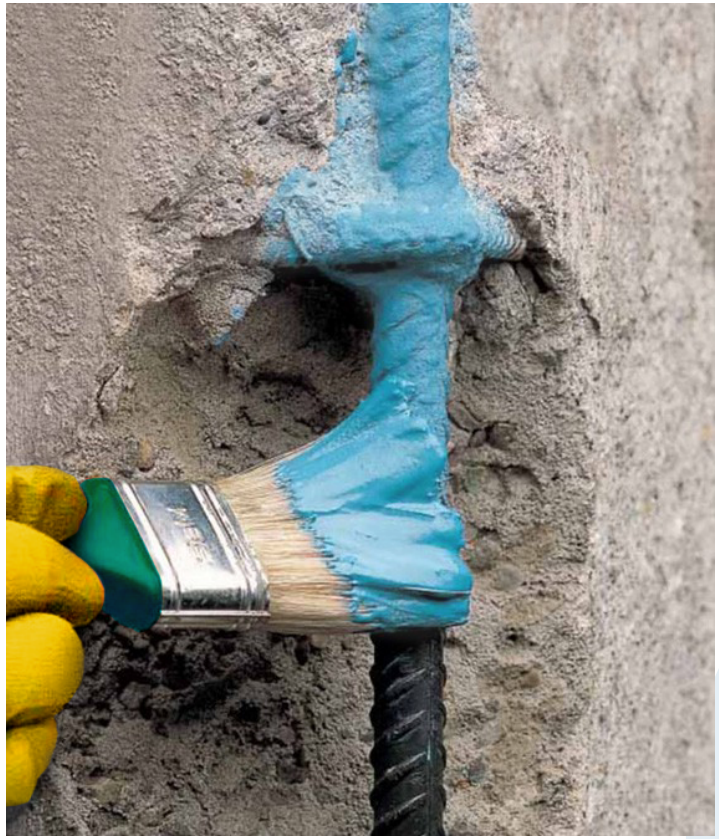
- АРХИТЕКТУРА НА СОФТУЕРА И ИНТЕРФЕЙС
- ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ПРИМЕРИ

6. СНИМКИ ОТ ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕТО

ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННО СЕЧЕНИЕ, EN 1504



1. ПОДГОТОВКА НА ОСНОВАТА



2. АНТИКОРОЗИОННА ОБРАБОТКА С **MAPEFER 1K ZERO**

3. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СЕЧЕНИЕТО С **MAPEGROUT THIXOTROPIC E**

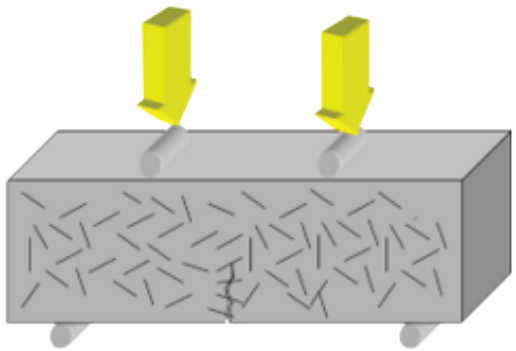
ВИДЕО С ЕТАПИТЕ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ

ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА СТОМАНОБЕТОННО СЕЧЕНИЕ, EN 1504

ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC

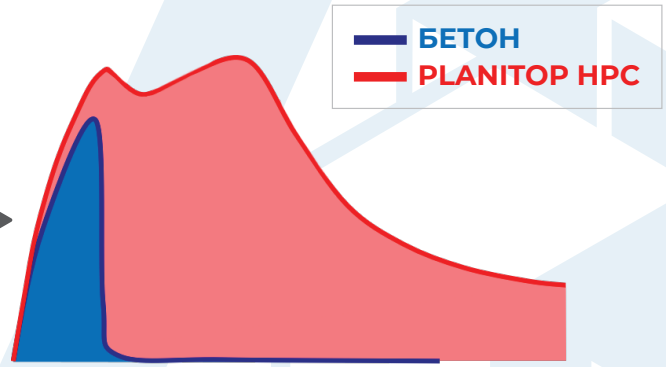
ХАРАКТЕРИСТИКИ НА PLANITOP HPC

- ДУКТИЛНОСТ
- ЯКОСТ НА НАТИСК 130 MPA
- E-МОДУЛ 44 GPA
- КОРАВИНА
- ТЪНКОСЛОЙНОСТ: 25-40 MM
- ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТ (A1)



ОСТАТЪЧНА ЯКОСТ НА ОГЪВАНЕ (MPa):

• CMOD 1 = 500 µm:	F_{R1} 10.9
• CMOD 2 = 1,500 µm:	F_{R2} 8.6
• CMOD 3 = 2,500 µm:	F_{R3} 7.1
• CMOD 4 = 3,500 µm:	F_{R4} 5.8

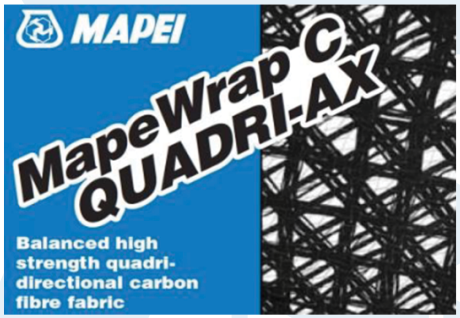


ВЪГЛЕРОДНИ НИШКИ FRP

ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX (W)

ЛАМЕЛИ CARBOPLATE E (W)

КАРБОНОВА ТЪКАН



ОРИЕНТАЦИЯ НА ВЛАКНОТО	**1-АКСИАЛНИ** 0°	**2-АКСИАЛНИ** 0°, 90°	**4-АКСИАЛНИ** 0°, 90°, ±45°
Е-МОДУЛ	252-390 GPa	230 GPa	250 GPa
ТЕГЛО	300, 600 g/m^2 (И ДР)	230, 360 g/m^2	380, 760 g/m^2

КАРБОНОВА ЛАМЕЛА

Е-МОДУЛ	**CARBOPLATE E 170 (W)** 170 GPa	**CARBOPLATE E 200 (W)** 200 GPa	**CARBOPLATE E 250 (W)** 250 GPa
ШИРОЧИНА	50, 100 И 150 mm (И ДР.)		
ДЕБЕЛИНА	1.2 И 1.4 mm		

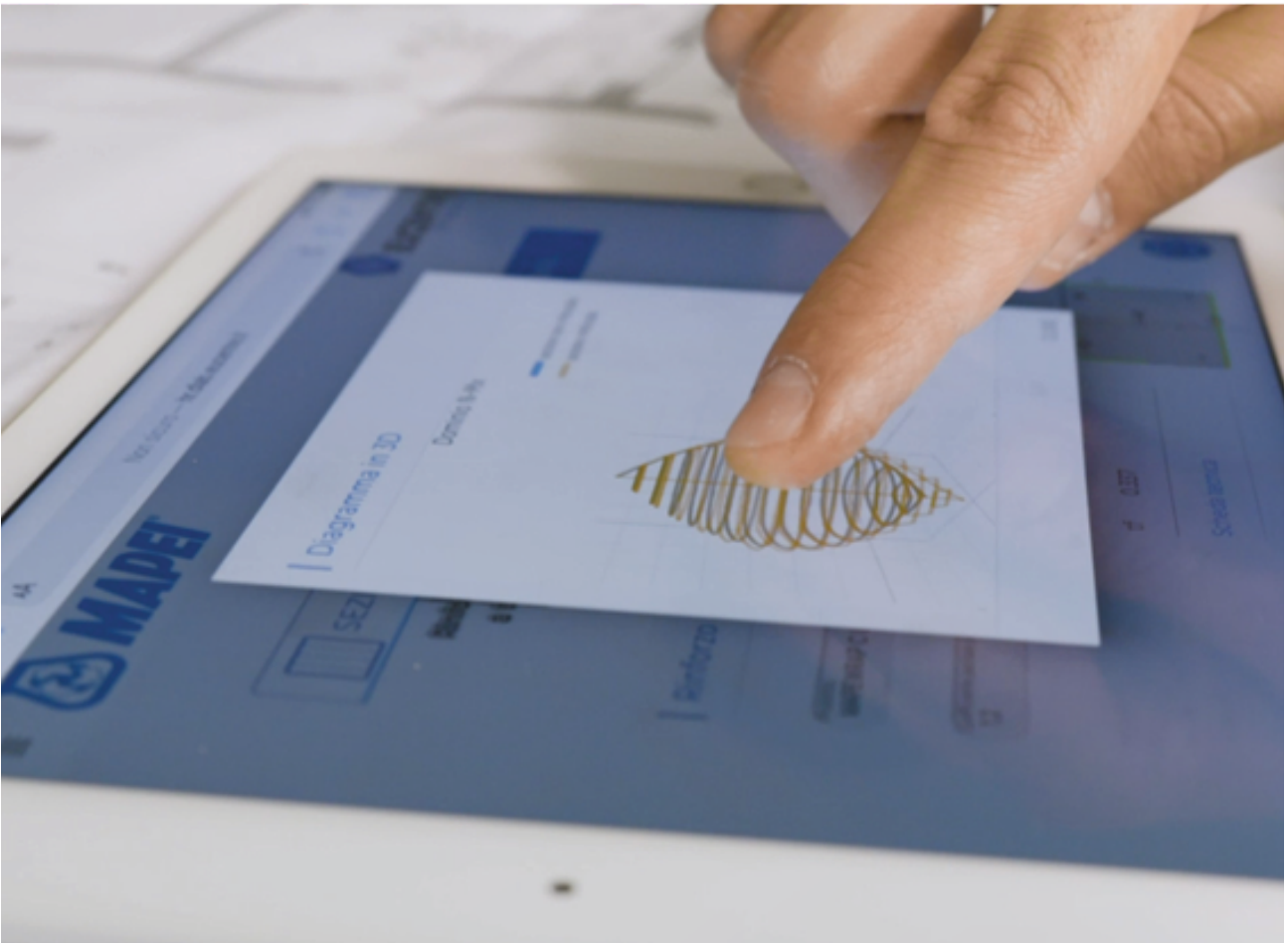
СТАНДАРТИ ЗА ИЗЧИСЛЕНИЕ

МЕЖДУНАРОДНИ СТАНДАРТИ

EUROPE	NTC 2018/ CNR DT
USA	ACI 440
CANADA	CSA 806-12

СОФТУЕР

АРХИТЕКТУРА НА СОФТУЕРА И ИНТЕРФЕЙС



ОБЩИ ИНСТРУКЦИИ ПРЕДИ УПОТРЕБА

MAPEI STRUCTURAL DESIGN е уеб приложение, което прави инженерни изчисления, съществуващи върху елементи от стоманобетон, дърво, стомана и зидария и е адресирано до квалифицирани професионални потребители, които възнамеряват да определят най-доброто решение за укрепване на MAPEI върху структурни елементи на съществуващи сгради.

Всички изчислителни примери в презентацията имат илюстративен характер и не отменят необходимостта от анализ и верификация от инженер-конструктор с пълна проектантска правоспособност.

MAPEI STRUCTURAL DESIGN е изключителна собственост на MAPEI S.p.A., която притежава цялата интелектуална собственост и права за използване върху него. Всяко възпроизвеждане, копиране, декодиране и/или пълно или частично модифициране на приложението, под какъвто и да е начин и форма, е забранено.

MAPEI STRUCTURAL DESIGN е уеб приложение, разработено от EUCENTRE (Европейски център за обучение и изследователска фондация по сеизмично инженерство) от Павия (данъчен код и номер по ДДС: 02009180189), което използва алгоритми, предоставени от MAPEI S.p.A. и разработени от Университета Федерико II в Неапол .

MAPEI STRUCTURAL DESIGN, ръководството за употреба и примерите за изчисления, налични на тази уеб страница, могат да се използват свободно от всички регистрирани потребители на уебсайта www.mapei.com, който също е изключителна собственост на MAPEI SpA.

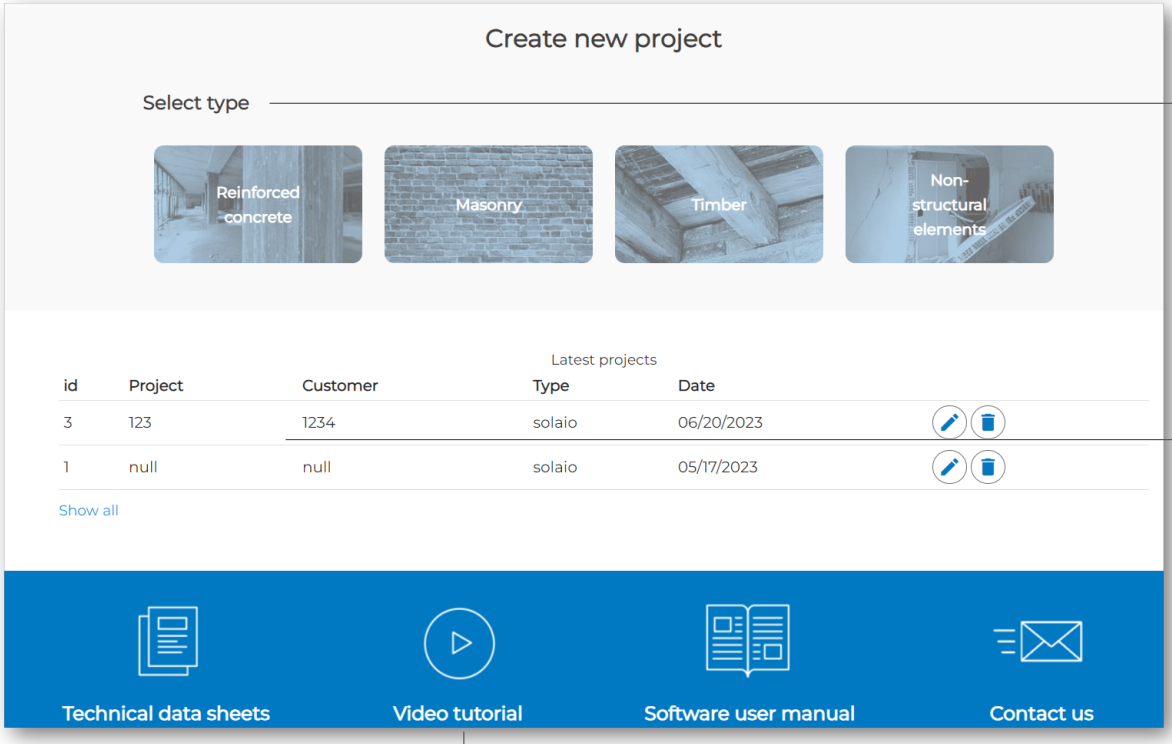
MAPEI STRUCTURAL DESIGN предлага принципни положения и технически решения, но MAPEI S.p.A. не гарантира липсата на грешки в изчисленията, извършени с това приложение. Поради тази причина от потребителя винаги се изисква да проверява точността на процеса на изчисление. Използването на MAPEI STRUCTURAL DESIGN и резултатите, получени от софтуера, не заместват професионалната компетенция на Проектанта.

Изчислителните услуги на MAPEI STRUCTURAL DESIGN се предлагат безплатно и следователно могат да бъдат променени или временно прекъснати по всяко време. MAPEI S.p.A. няма задължение да предоставя поддръжка, актуализиране, подобрения или модификации на MAPEI STRUCTURAL DESIGN.

MAPEI S.p.A. не носи отговорност за всякакви грешки в изчисленията, извършени от MAPEI STRUCTURAL DESIGN или причинени от всякакви неизправности на софтуера, от всякакъв вид и за промени в софтуера, дължащи се на стандартна модификация, прекъсвания или спирания на услугите.

MAPEI S.p.A. също така декларира, че не носи отговорност за неправилно използване на MAPEI STRUCTURAL DESIGN или за грешни данни, въведени от потребителя.

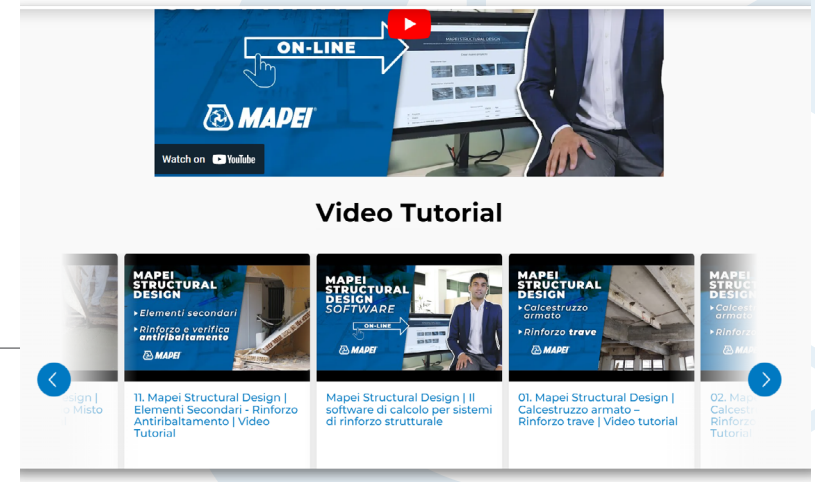
Информацията, изображенията, характеристиките и функциите, съдържащи се в MAPEI STRUCTURAL DESIGN, са изключителна собственост на MAPEI S.p.A. и не се допуска копиране или разпространение без нейното писмено съгласие.

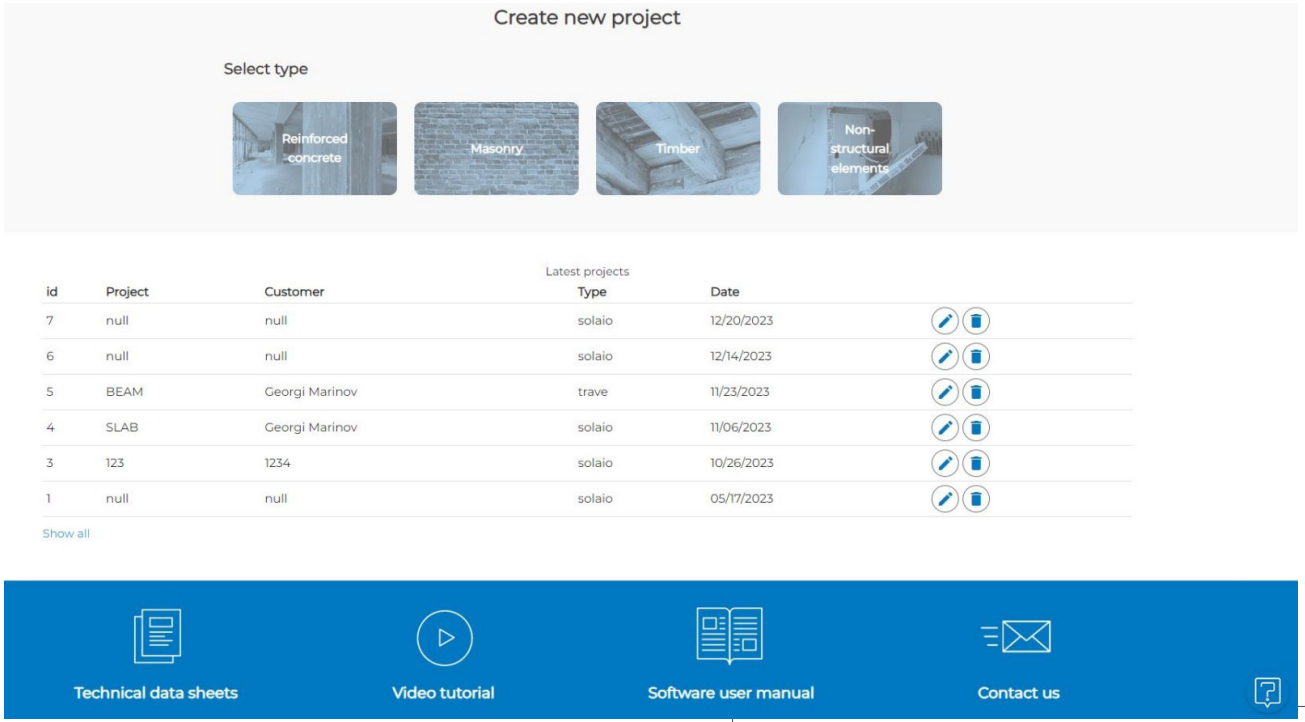


4 МОДУЛА:

- СТОМАНОБЕТОН
- ЗИДАРИЯ
- ДЪРВЕНИ КОНСТРУКЦИИ
- НЕКОНСТРУКТИВНИ ЕЛЕМЕНТИ

ОБЛАЧНО ПРОСТРАНСТВО С ПРОЕКТИ

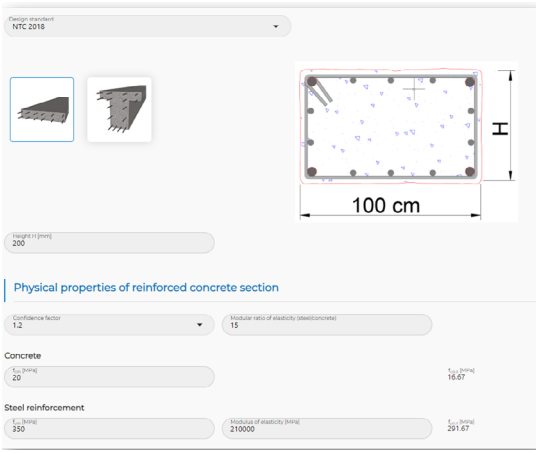


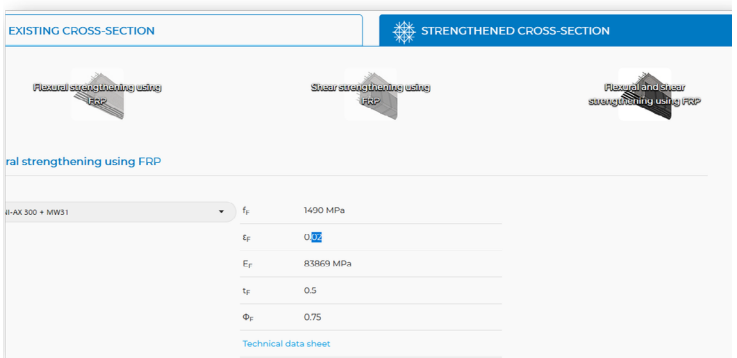


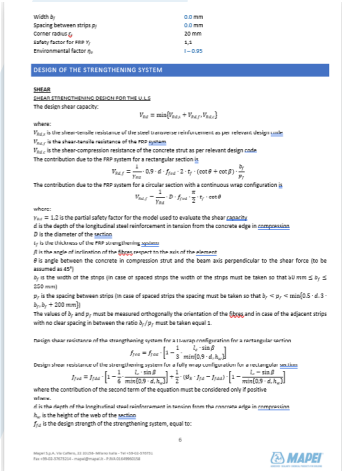
В РАЗЛИЧНИТЕ ЕТАПИ ОТ ИЗЧИСЛЕНИЯТА МОЖЕ ДА СЕ КОНСУЛТИРАТЕ С РЪКОВОДСТВОТО, КАТО ИЗБЕРЕТЕ ИКОНАТА С ВЪПРОС.

РЪКОВОДСТВО 460 СТР.

ИЗЧИСЛИТЕЛНА ПРОЦЕДУРА







СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ

СТАНДАРТ

ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

НАТОВАРВАНЕ (ПОСТОЯНЕН ТОВАР)

НОСИМОСПОСОБНОСТ

ПРОВЕРКА НА НАПРЕЖЕНИЯ

УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА УСИЛВАНЕТО

НАТОВАРВАНЕ (ПОЛЕЗЕН ТОВАР)

ИНТЕРАКТИВНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ

ПОВИШЕНА НОСИМОСПОСОБНОСТ

ПРОВЕРКА НА НАПРЕЖЕНИЯ

РЕЗУЛТАТ

ДОКЛАД В WORD

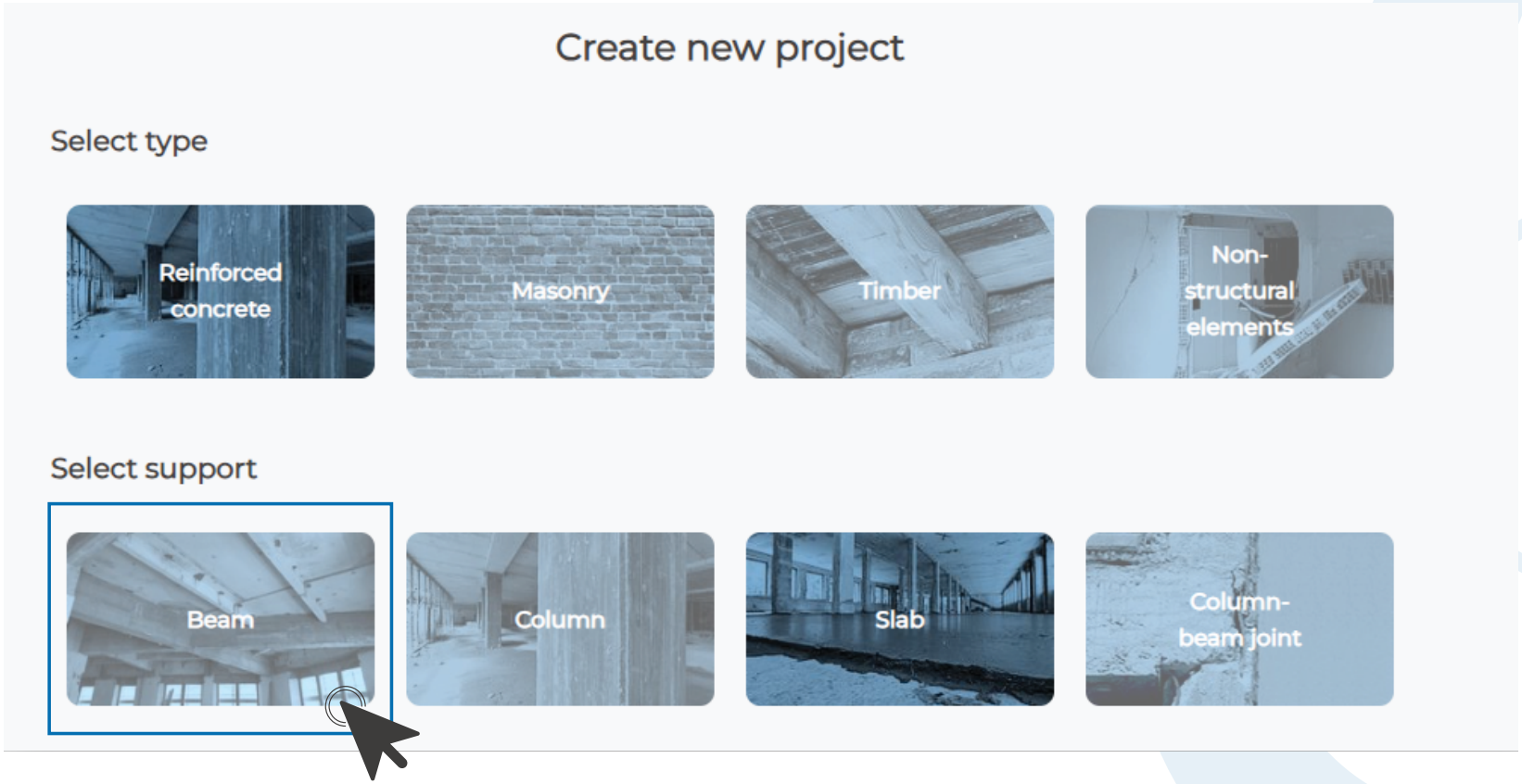
ГРАФИЧНИ ДАННИ

СОФТУЕР

ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ПРИМЕРИ

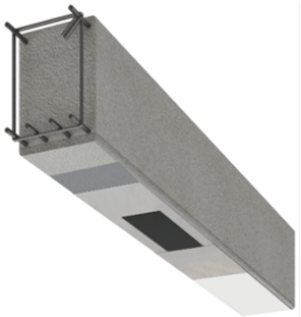
ВСИЧКИ ИЗЧИСЛИТЕЛНИ ПРИМЕРИ В ПРЕЗЕНТАЦИЯТА ИМАТ ИЛЮСТРАТИВЕН ХАРАКТЕР И НЕ ОТМЕНЯТ НЕОБХОДИМОСТТА ОТ АНАЛИЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ ОТ ИНЖЕНЕР-КОНСТРУКТОР С ПЪЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАВОСПОСОБНОСТ

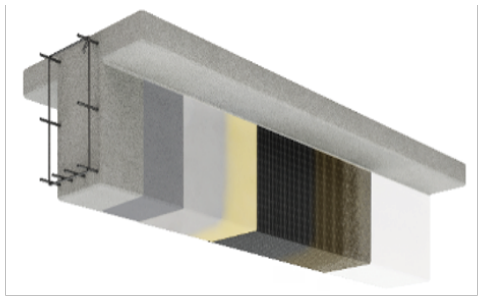
ИЗЧИСЛИТЕЛЕН ПРИМЕР ЗА УСИЛВАНЕ НА ГРЕДА

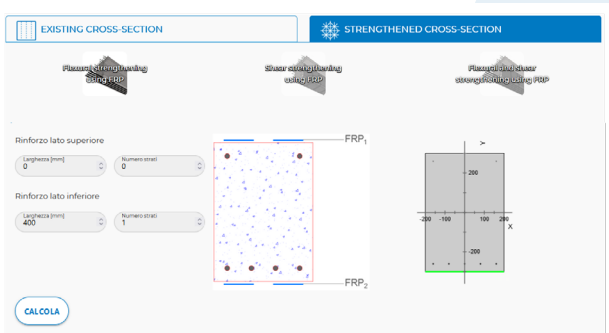


ВАРИАНТ 1

УСИЛВАНЕ С ВЪГЛЕРОДНИ НИШКИ (FRP)

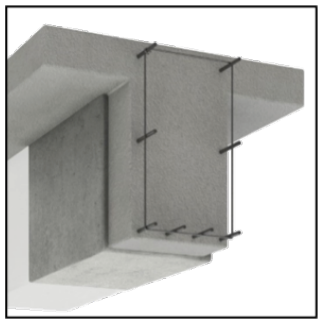


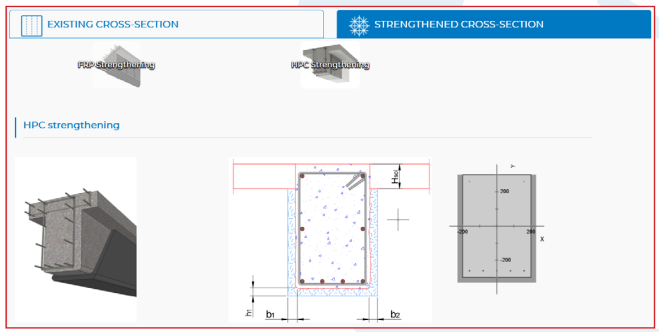




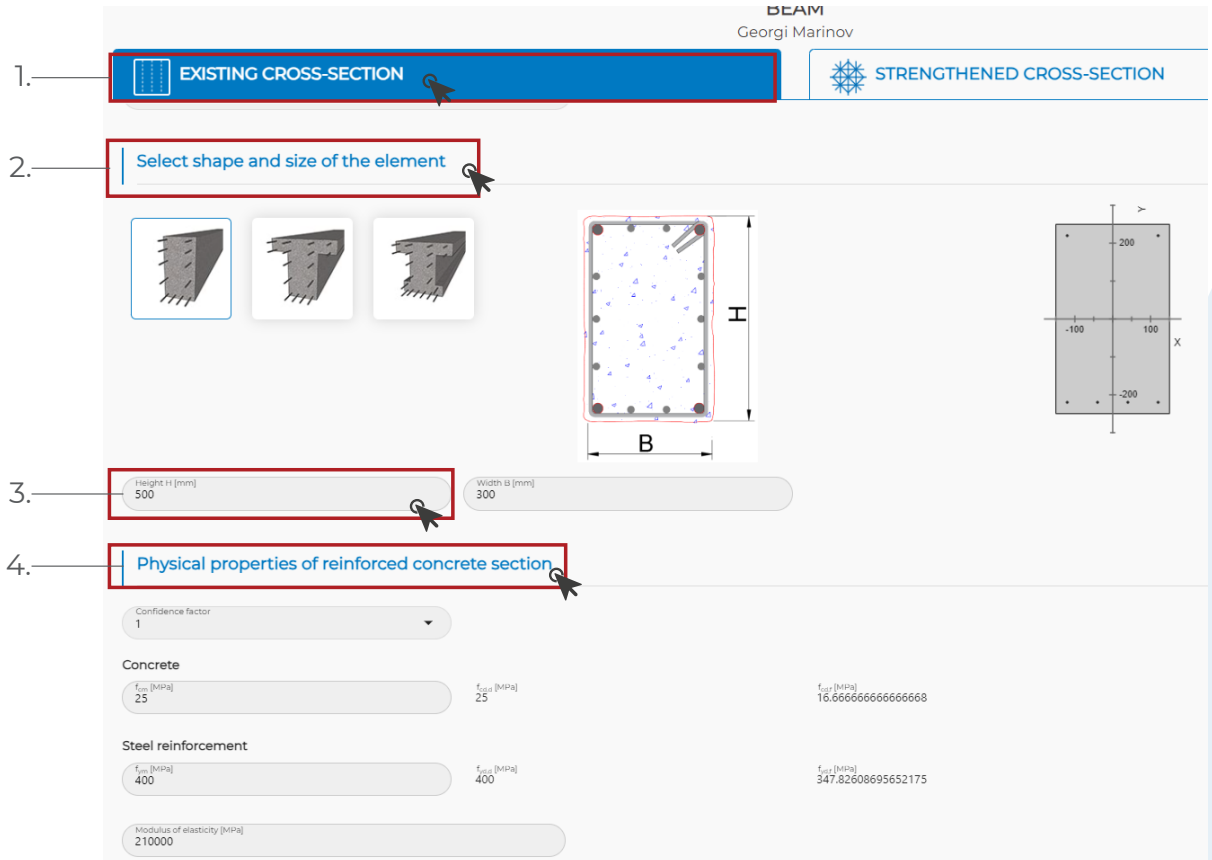
ВАРИАНТ 2

УСИЛВАНЕ С КОЖУХ ОТ ВИСОКОЯКОСТЕН БЕТОН PLANITOP HPC

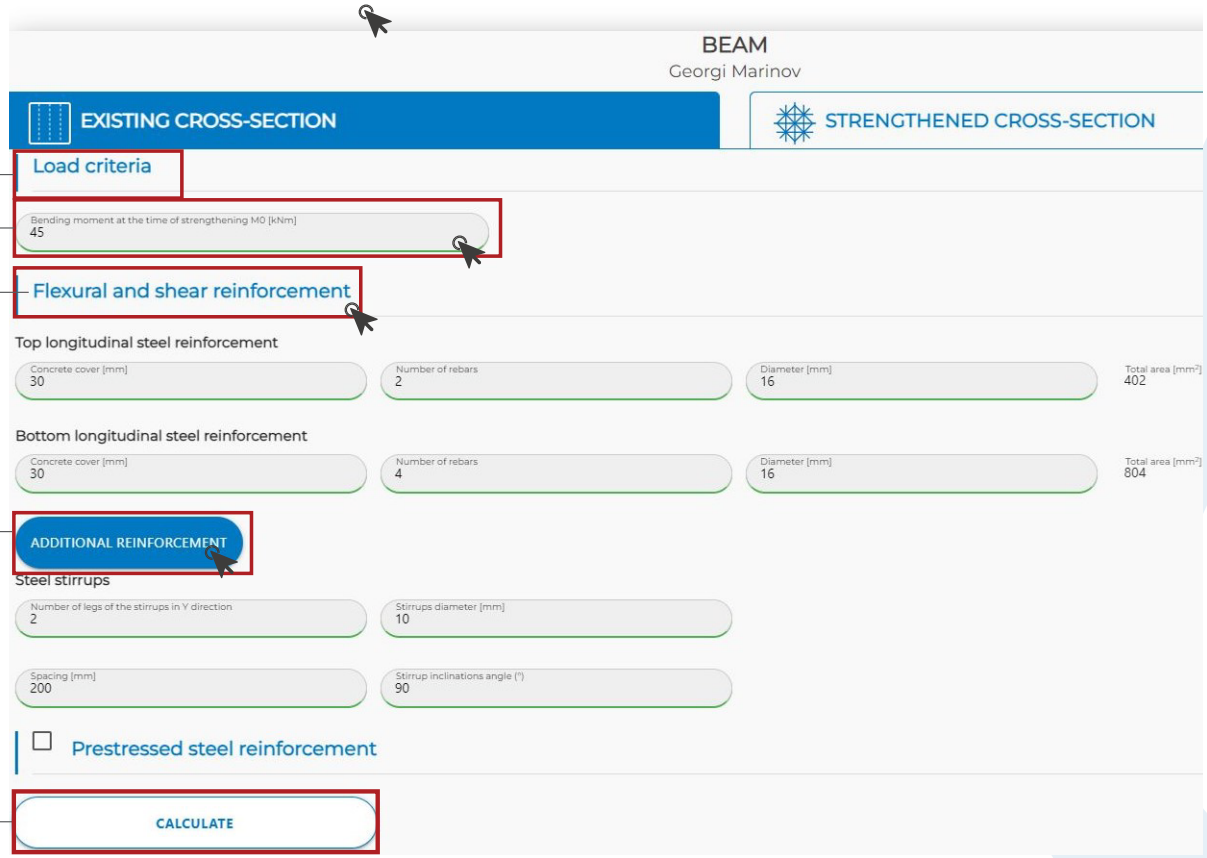




I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ: ПОПЪЛВАНЕ НА ДАННИ



I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ: ПОПЪЛВАНЕ НА ДАННИ



M0 – от постоянен товар

Надлъжна армировка

Напречна армировка

I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ: ПОПЪЛВАНЕ НА ДАННИ

Капацитет на съществуващото сечение

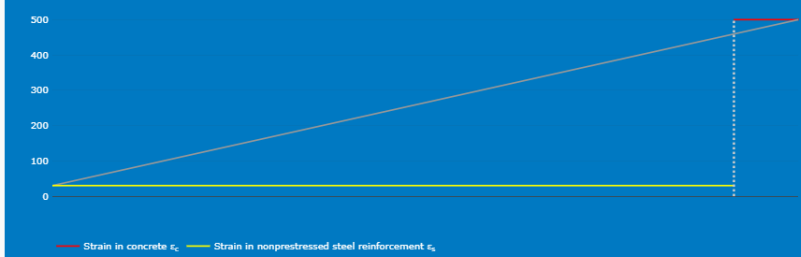
EXISTING CROSS-SECTION | STRENGTHENED CROSS-SECTION

Results

Bending	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,x-}$
Existing cross-section	144.74 kNm	-73.91 kNm

Shear

Steel contribution to the shear capacity	115.56	kN
Concrete contribution to the shear capacity - as-built member	528.75	kN
Shear capacity of the existing member	115.56	kN



Neutral axis [mm]	40.68
Strain in concrete ε_c	0.0035
Strain in nonprestressed steel reinforcement ε_s	0.0369
Compressive stress of the steel in compression σ'_s [MPa]	193.00
Tensile stress of steel reinforcement σ_s [MPa]	400.00

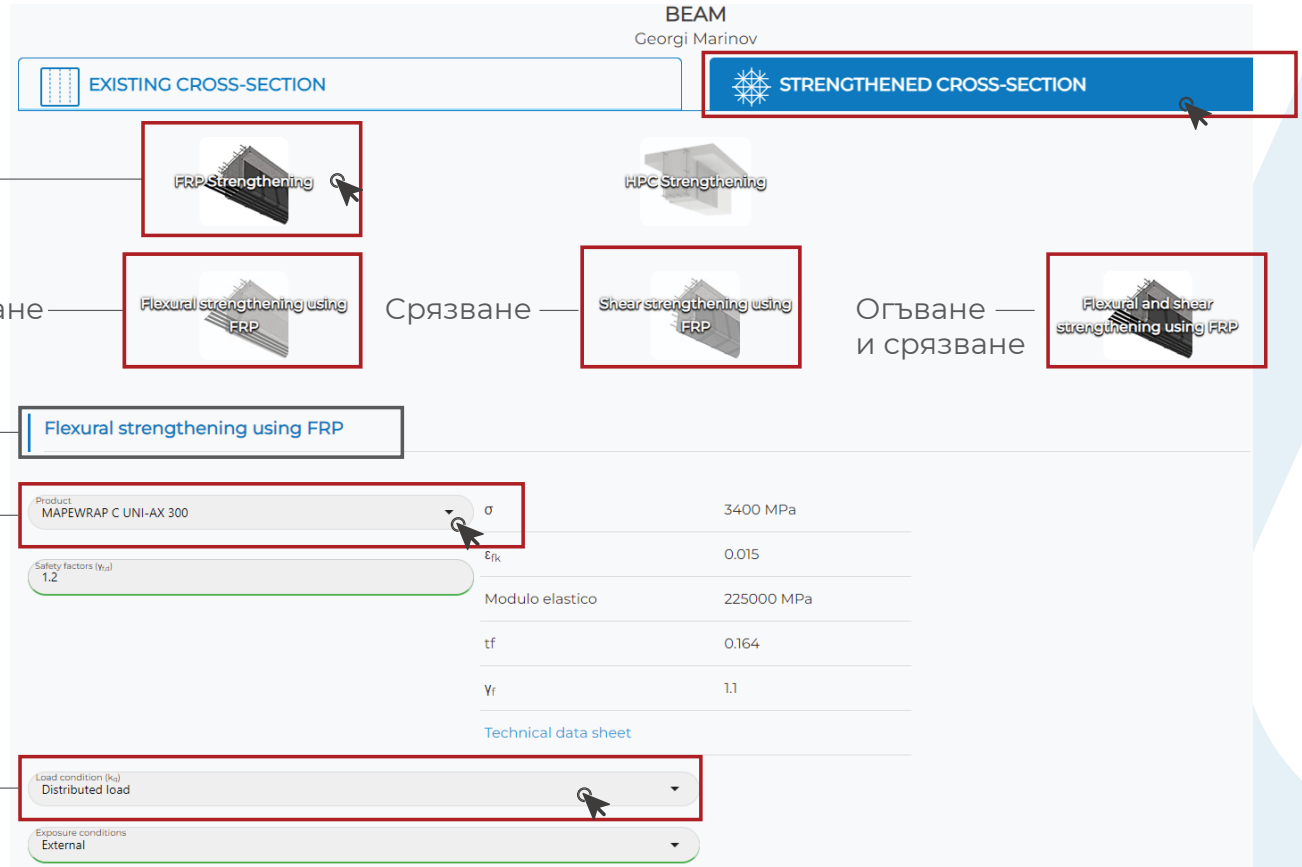
Носимоспособността на съществуващото сечение е недостатъчна.
(MEd > MRd (=144,75 kNm))

for quasi-permanent combination | CALCULATE SLS

y_c	146.19 mm	Neutral axis depth			
I_y	1658776755 mm^4				
material stress check					
σ_{cls}	3.97	Must be lower than	7.65 MPa	0.45 f_{ck}	OK
σ_{acc}	-131.77	Must be lower than	320 MPa	0.80 f_{ym}	OK

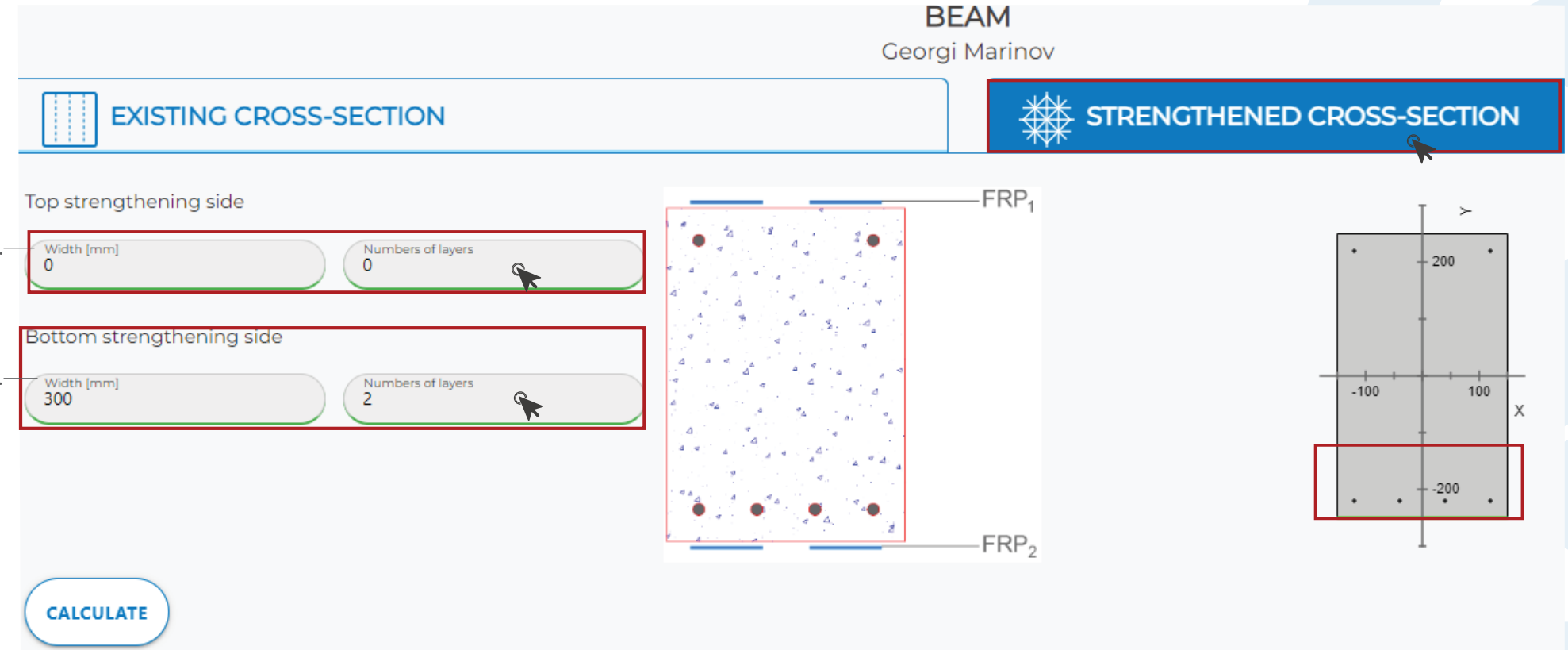
II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Вариант 1 – усилване на гредата с карбон



II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

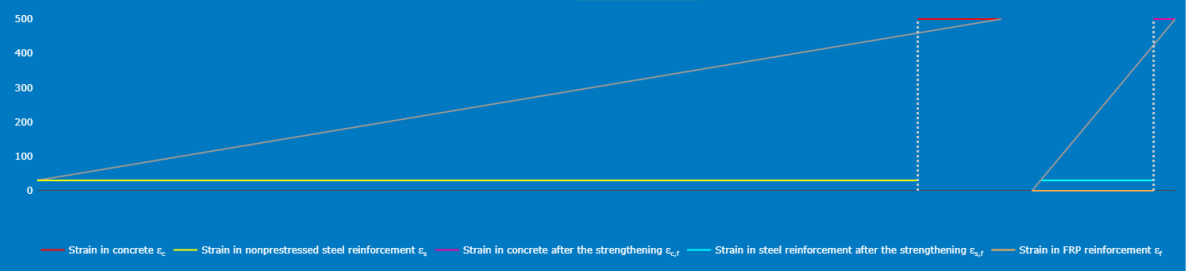
Вариант 1 за усилване на долния пояс с два слоя едноаксиална тъкан с широчина 300 mm и тегло 300 gr/m2 MapeWrap C UNI-AX 300



II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Резултат от Вариант 1: за усилване на долния пояс с два слоя едноаксиална тъкан с широчина 300 mm и тегло 300 gr/m² MapeWrap C UNI-AX 300

Bending	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,x-}$
Existing cross-section	144.74 kNm	-73.91 kNm
Strengthened section	190.02 kNm	-73.91 kNm
Improvement percentage	31.28 %	0.00 %

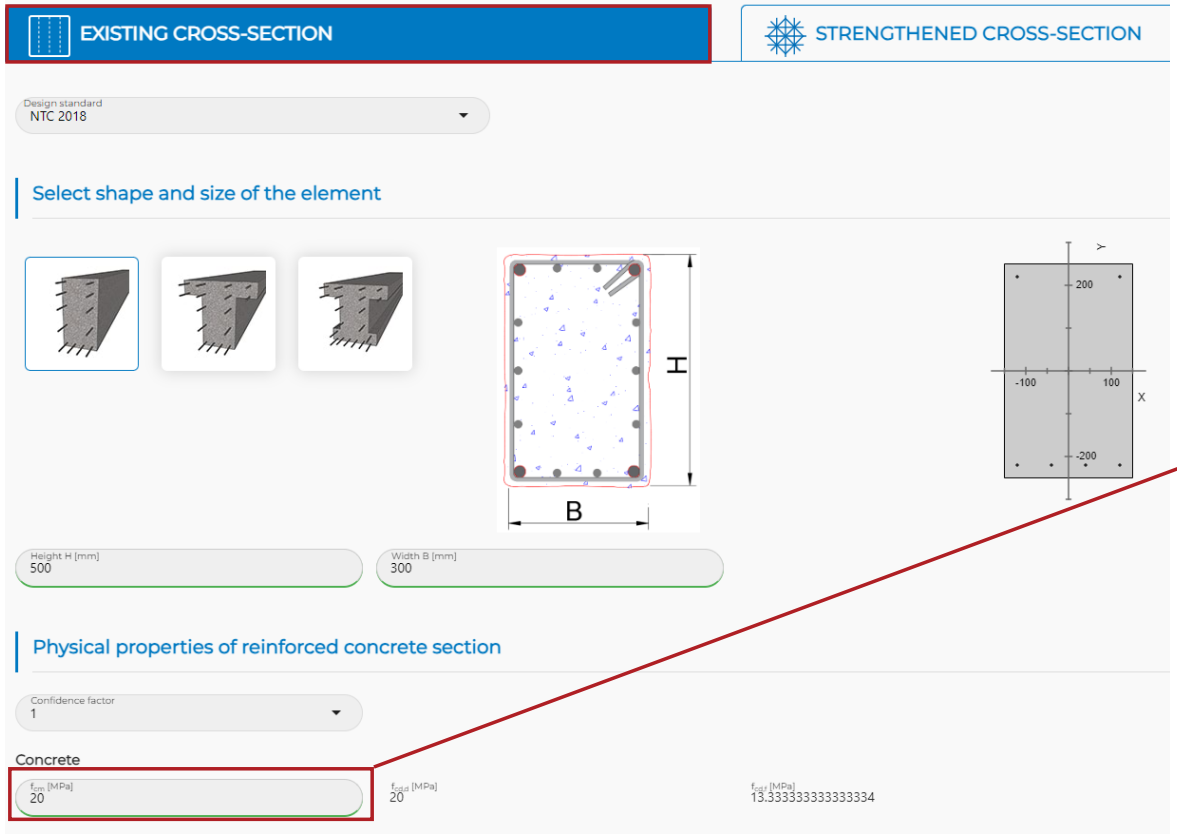


Носимоспособността на усиленото сечение е достатъчна. (MEd < MRd (=190,02 kNm))

Neutral axis [mm]	65.22
Strain in concrete ε_c	0.0035
Strain in nonprestressed steel reinforcement ε_s	0.0369
Compressive stress of the steel in compression σ'_s [MPa]	193.00
Tensile stress of steel reinforcement σ_s [MPa]	400.00
Optimal bond length l_{bd} [mm]	200.00
Strain in concrete after the strengthening $\varepsilon_{c,f}$	0.0009
Strain in steel reinforcement after the strengthening $\varepsilon_{s,f}$	0.0047
Strain in FRP reinforcement ε_f	0.0051
Compressive stress of the steel in compression after the strengthening σ'_s [MPa]	77.41
Tensile stress of the steel reinforcement after the strengthening σ_s [MPa]	400.00
Tensile strength of FRP reinforcement σ_f [MPa]	1023.85
Failure modes	Intermediate debonding

- Напрежението, при което настъпва деламинация на тъканта, е 1023,85 MPa
- Далеч преди достигане на якостния й капацитет (4900 MPa)

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ



- Деламинацията зависи изключително от качеството на бетона
- В разгледания пример ще понижим fcm от 25 MPa на 20 MPa

При еднакво усилване граничното напрежение се понижи от 1023,85 MPa на 913,69 MPa

Strain in FRP reinforcement ε_f	0.0046
Compressive stress of the steel in compression after the strengthening σ'_s [MPa]	96.29
Tensile stress of the steel reinforcement after the strengthening σ_s [MPa]	400.00
Tensile strength of FRP reinforcement σ_f [MPa]	913.69
Failure modes	Intermediate debonding

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ИЗЧИСЛЕНИЕ НА НАПРЕЖЕНИЯ ОТ ПОЛЕЗЕН ТОВАР

Load condition
Persistent

Viscosity coefficient
2

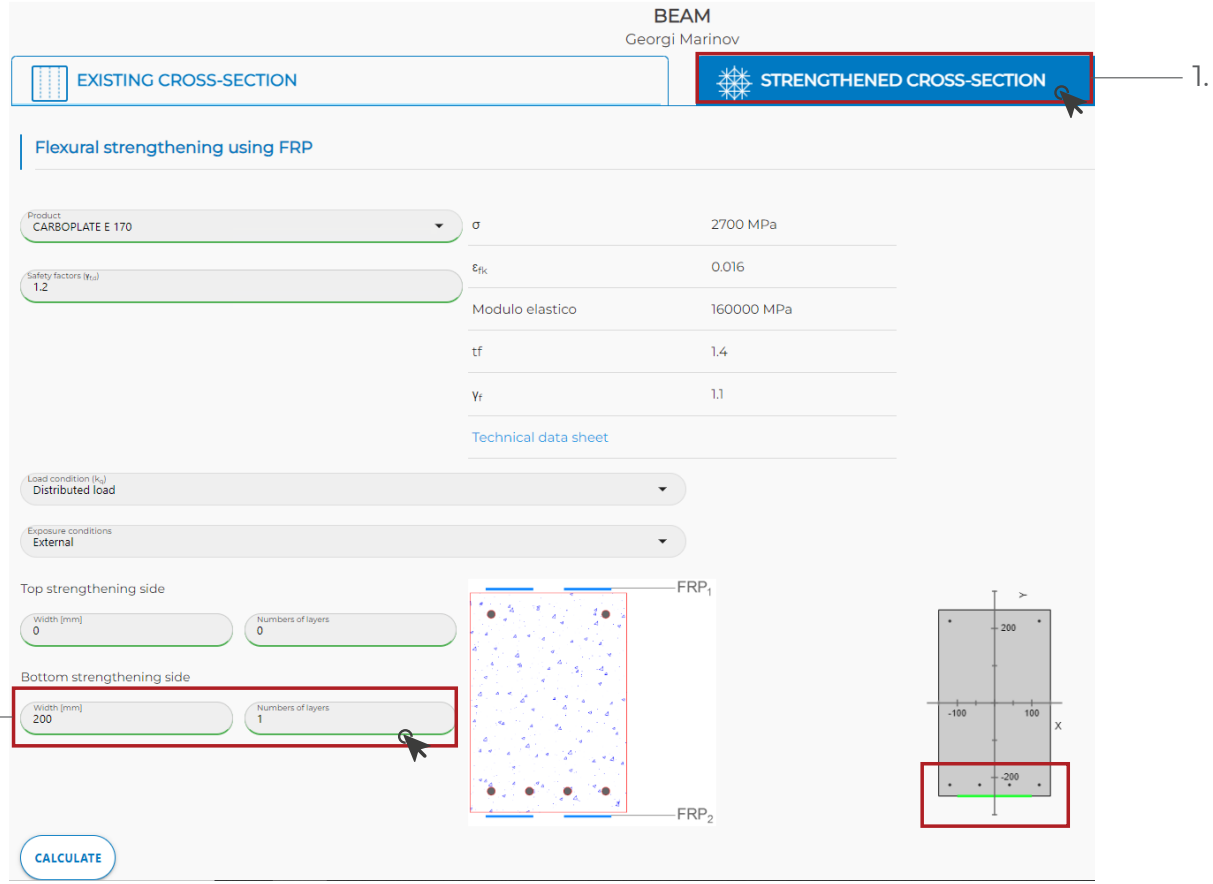
Moment due to overloads M
40

CALCULATE SLS

y_c	158.47 mm	Neutral axis depth			
I_y	1935826936 mm^4				
Verification of stresses in materials due to overloads					
σ_{cls}	3.27	Must be lower than	7.65 MPa		
σ_{acc}	-96.56	Must be lower than	320 MPa		
σ_{frp}	-164.49	Must be lower than	-2720 MPa		
Verification of the overall stress state					
σ_{cls}	7.24	Must be lower than	7.65 MPa	0.45 f_{ck}	OK
σ_{acc}	-228.33	Must be lower than	320 MPa	0.80 f_{ym}	OK
σ_{frp}	-164.49	Must be lower than	-2720 MPa	0.80 f_{ym}	OK

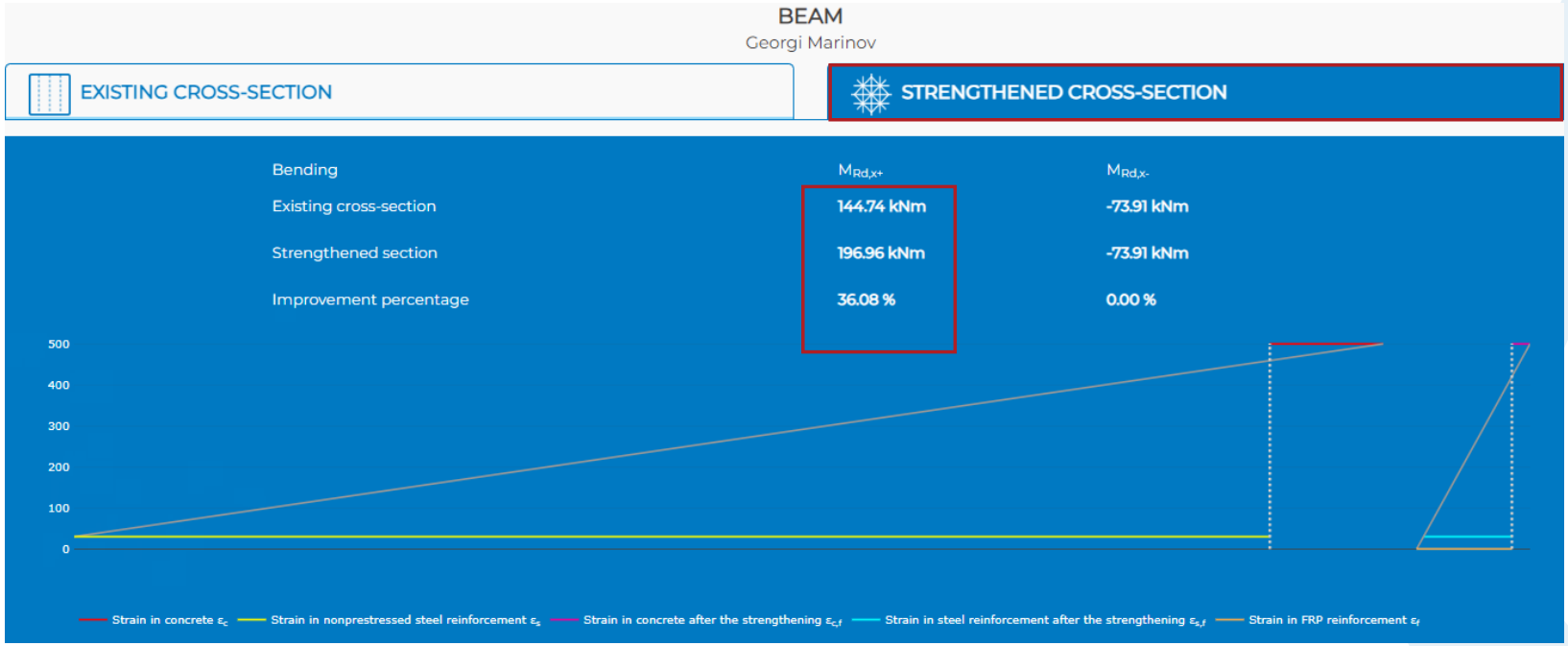
II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Вариант 2 за усилване на опънния пояс с 1 слой ламела Carboplate E 170 (W) с с обща широчина 200 mm (=2*100mm).
(Като алтернатива на 2 слоя тъкан с широчина 300 mm MapeWrap C UNI-AX 300 (W))



II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Резултат от Вариант 2:
усилване на опънния пояс с 1 слой ламела Carboplate E 170 (W) с широчина 200 mm



Усилване на огъване:

- Вариант 1: 2*300 mm MapeWrap C UNI-AX 300
  → MRd=190,02 kNm
- **Вариант 2:** 1*200 mm Carboplate E170
  → MRd=196,96 kNm

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ПРОВЕРКА НА НАПРЕЖЕНИЯТА

Neutral axis [mm]	69.72
Strain in concrete ε_c	0.0035
Strain in nonprestressed steel reinforcement ε_s	0.0369
Compressive stress of the steel in compression σ'_s [MPa]	193.00
Tensile stress of steel reinforcement σ_s [MPa]	400.00
Optimal bond length l_{ed} [mm]	261.20
Strain in concrete after the strengthening $\varepsilon_{c,f}$	0.0006
Strain in steel reinforcement after the strengthening $\varepsilon_{s,f}$	0.0027
Strain in FRP reinforcement ε_f	0.0029
Compressive stress of the steel in compression after the strengthening σ'_s [MPa]	50.64
Tensile stress of the steel reinforcement after the strengthening σ_s [MPa]	400.00
Tensile strength of FRP reinforcement σ_f [MPa]	417.91
Failure modes	Intermediate debonding

Load condition: Persistent

Viscosity coefficient: 2

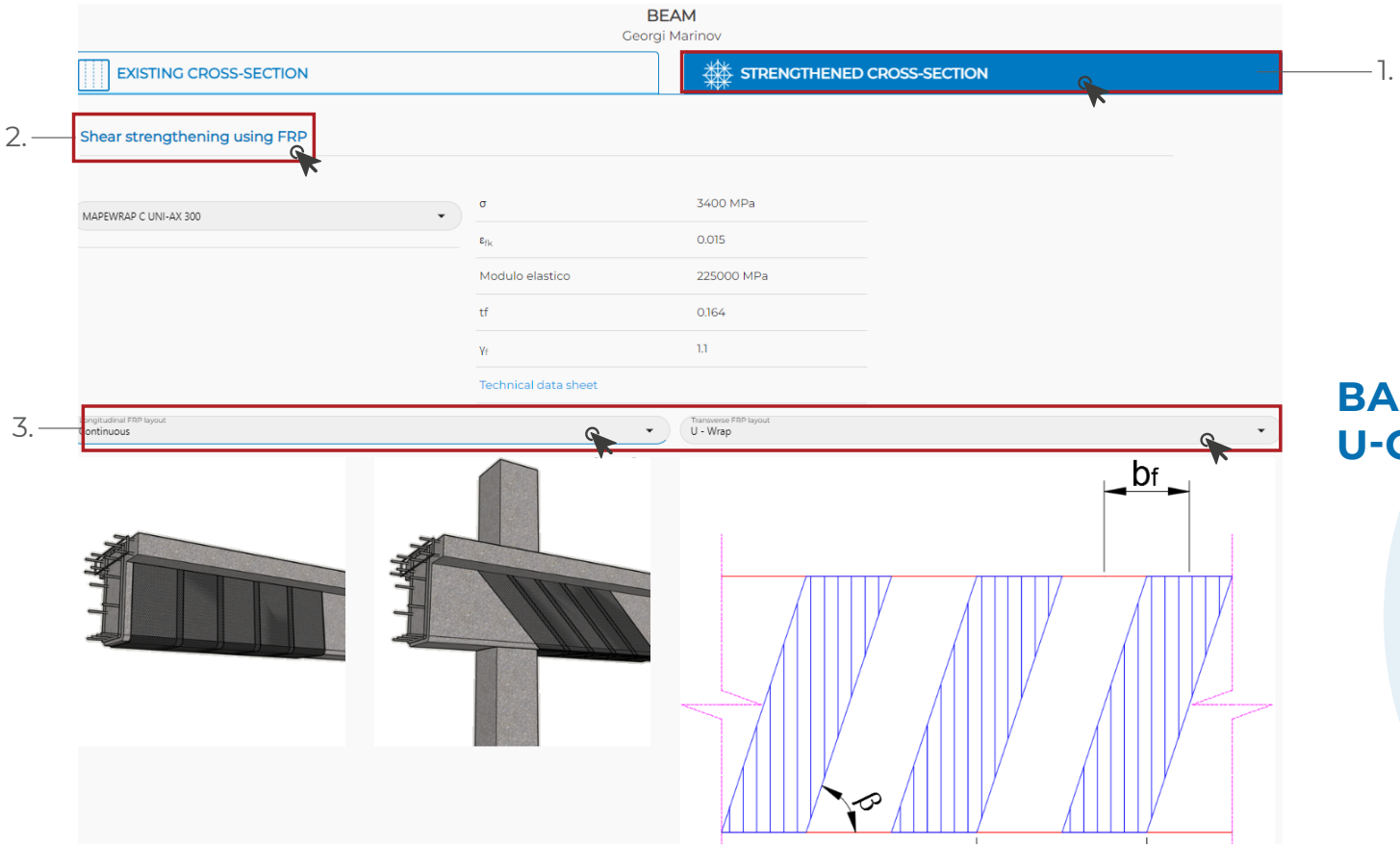
Moment due to overloads M: 40

CALCULATE SLS

y_c	169.61 mm	Neutral axis depth			
I_y	2200632659 mm^4				
Verification of stresses in materials due to overloads					
σ_{cls}	3.08	Must be lower than	7.65 MPa		
σ_{acc}	-81.9	Must be lower than	320 MPa		
σ_{frp}	-99.54	Must be lower than	-2160 MPa		
Verification of the overall stress state					
σ_{cls}	7.05	Must be lower than	7.65 MPa	0.45 f_{ck}	OK
σ_{acc}	-213.67	Must be lower than	320 MPa	0.80 f_{ym}	OK
σ_{frp}	-99.54	Must be lower than	-2160 MPa	0.80 f_{ym}	OK

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

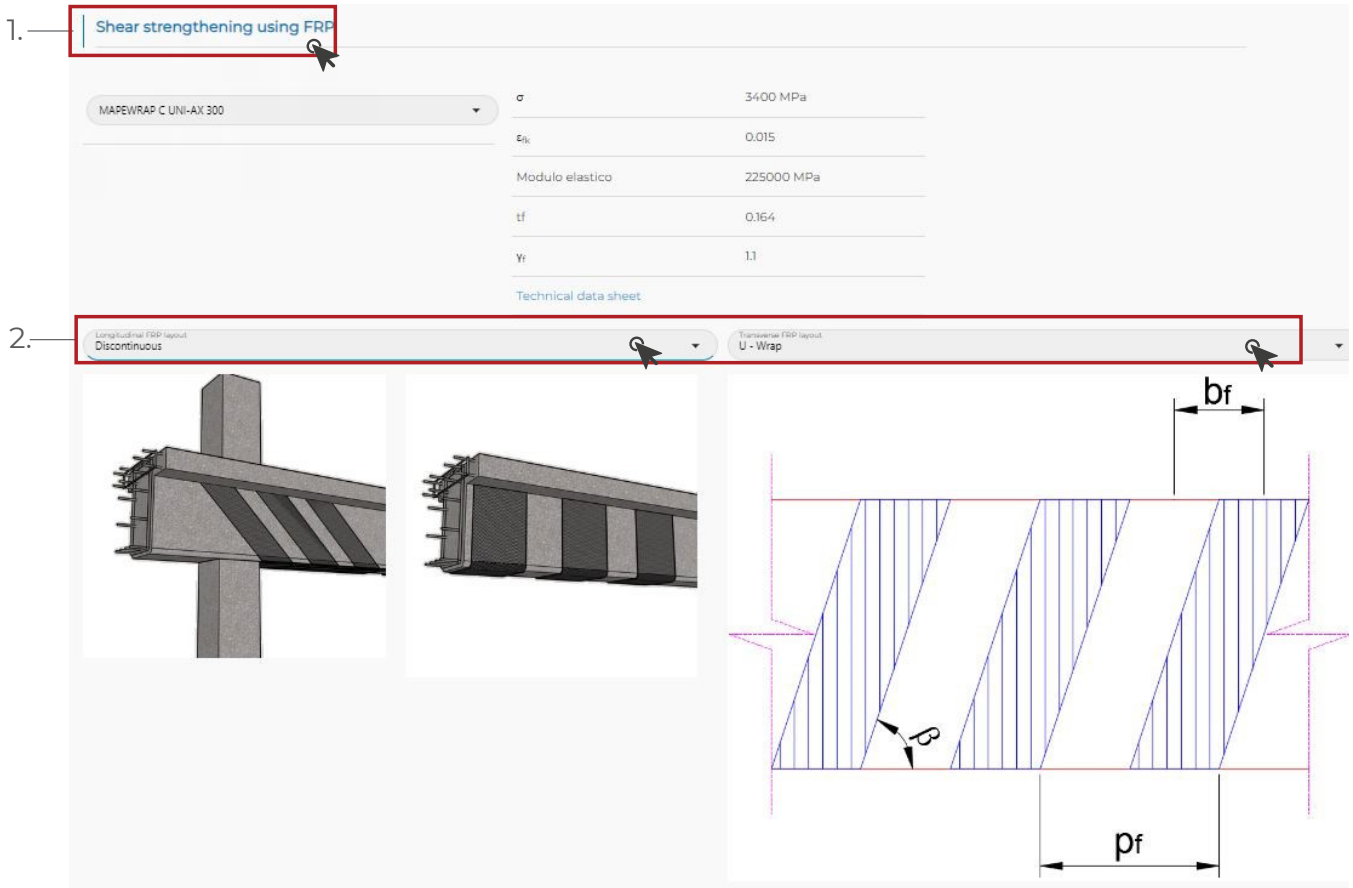
СРЯЗВАНЕ: ОБВИВАНЕ С ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)



ВАРИАНТ 1.
U-ОБРАЗНО И НЕПРЕКЪСНАТО

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

СРЯЗВАНЕ: ОБВИВАНЕ С ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)



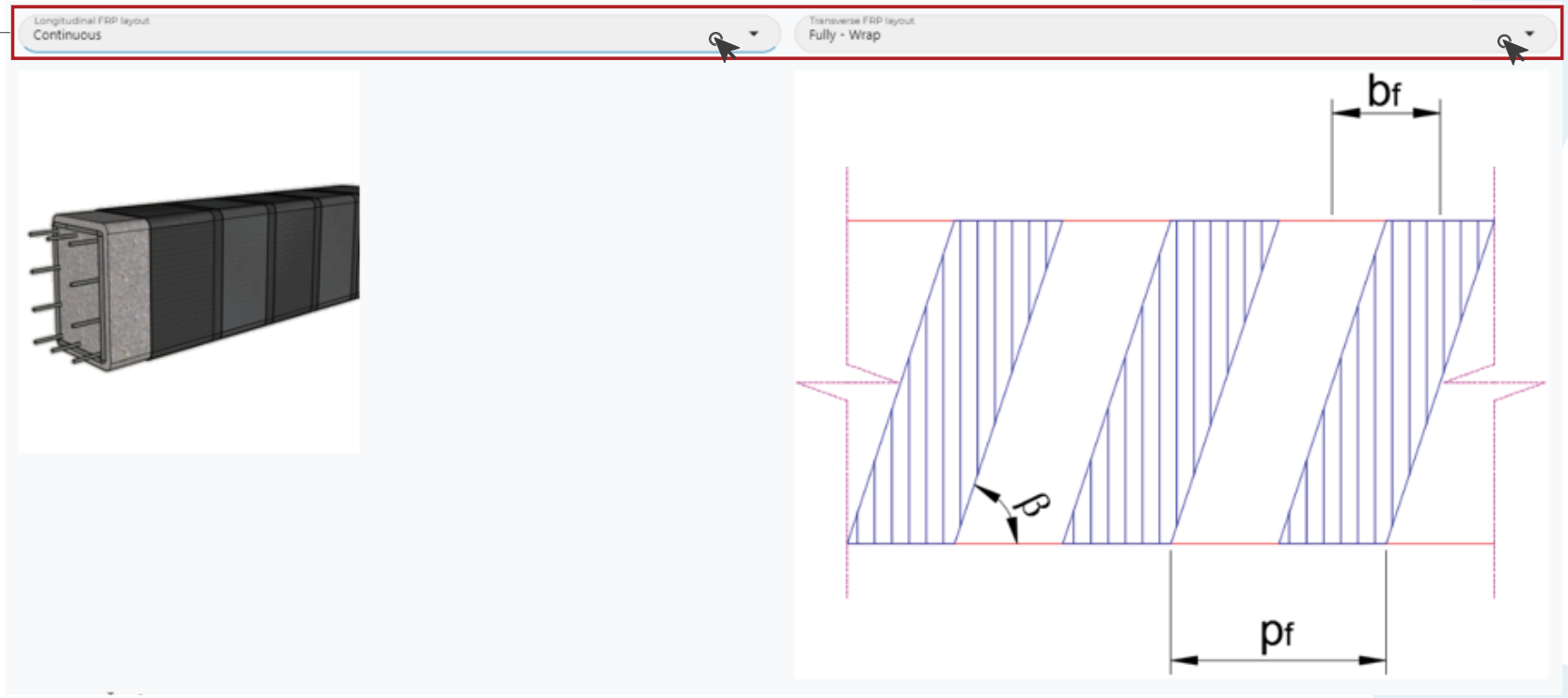
ВАРИАНТ 2.
U-ОБРАЗНО И ПРЕКЪСНАТО С ОТСТОЯНИЕ МЕЖДУ ИВИЦИТЕ (СТРЕМЕНА)

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

СРЯЗВАНЕ: ОБВИВАНЕ С ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)

ВАРИАНТ 3.
ПЪЛНО ОБВИВАНЕ (НЕПРЕКЪСНАТО ИЛИ ПРЕКЪСНАТО С ОТСТОЯНИЕ МЕЖДУ ИВИЦИТЕ)

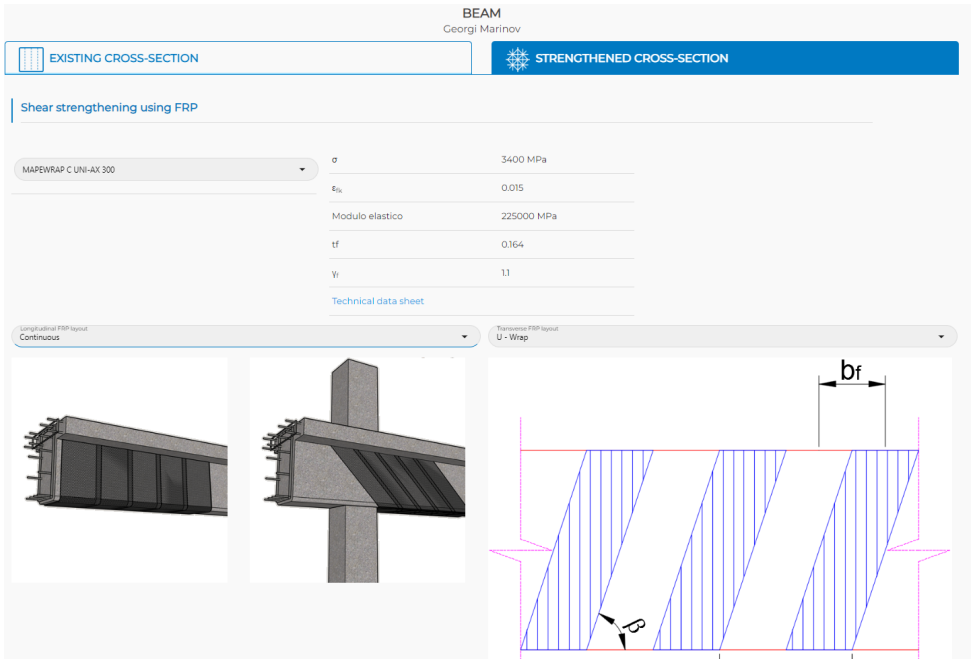
1.

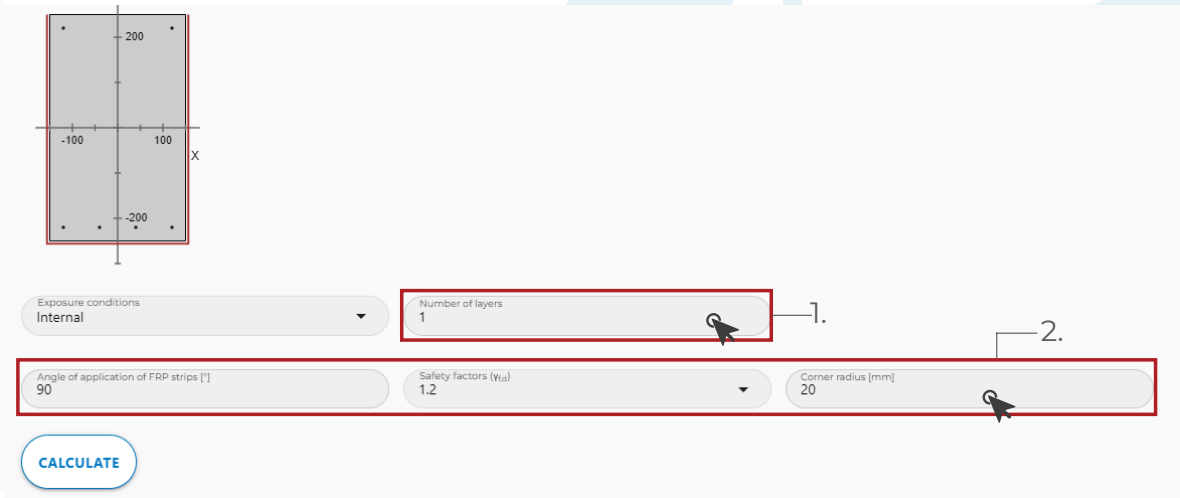


II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

СРЯЗВАНЕ: ОБВИВАНЕ С ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)

ВАРИАНТ 1.
U-ОБРАЗНО И НЕПРЕКЪСНАТО /ИЗЧИСЛЕНИЯ/





II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Резултат от U-образно и непрекъснато обвиване в 1 слой

CALCULATE

Shear	V_y	
Steel contribution to the shear capacity	115.56	kN
Concrete contribution to the shear capacity - as-built member	528.75	kN
Shear capacity of the existing member	115.56	kN
FRP contribution to the shear capacity	68.63	kN
Shear capacity of strengthened member	184.18	kN

Exposure conditions: Internal

Number of layers: 1

Angle of application of FRP strips [°]: 45

Safety factors ($\gamma_{f,d}$): 1.2

Corner radius [mm]: 20

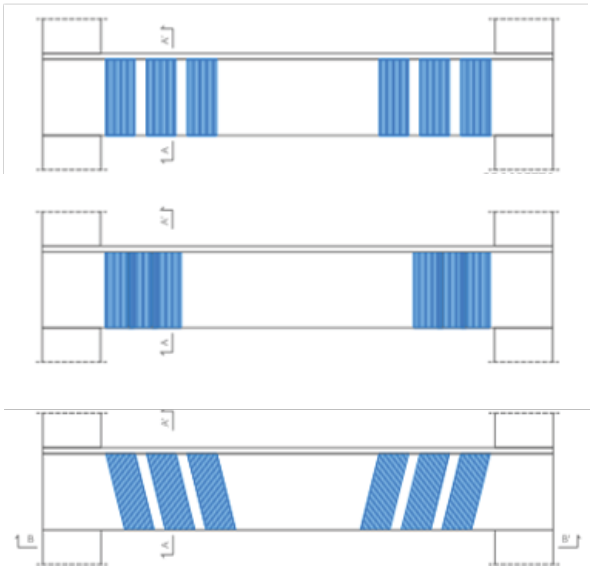
CALCULATE

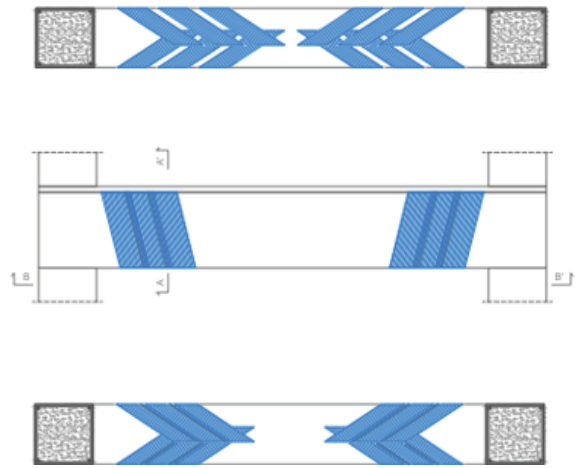
Shear	V_y	
Steel contribution to the shear capacity	115.56	kN
Concrete contribution to the shear capacity - as-built member	528.75	kN
Shear capacity of the existing member	115.56	kN
FRP contribution to the shear capacity	144.77	kN
Shear capacity of strengthened member	260.33	kN

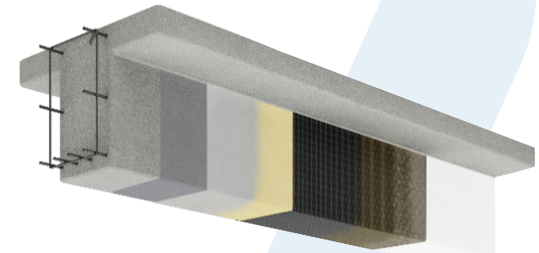
При необходимост от повишаване на приноса на FRP, може да разгледаме 4 стъпки:

- Сгъстяване на обвиването, ако е било прекъснато
- Избор на по-високоякостен материал (UNI-AX 600, UNI-AX HM)
- Увеличаване на броя слоеве
- Промяна на наклона (ъгъла) на „стремената“ (трудно за изпълнение). Препоръчително е да остане 90°

ДЕТАЙЛИРАНЕ ПРИ УСИЛВАНЕ ЗА СРЯЗВАНЕ НА ГРЕДА
С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX (W)





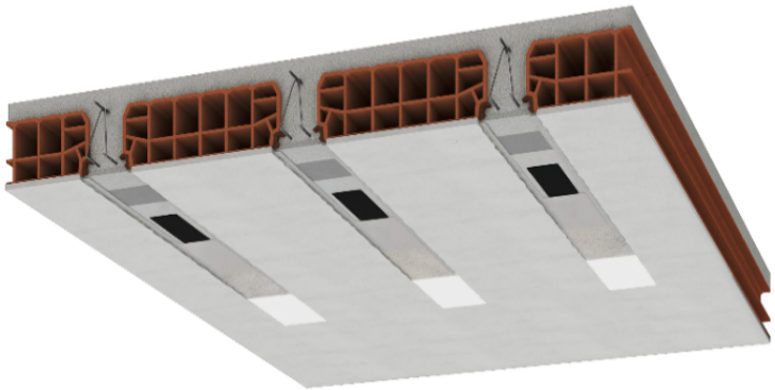


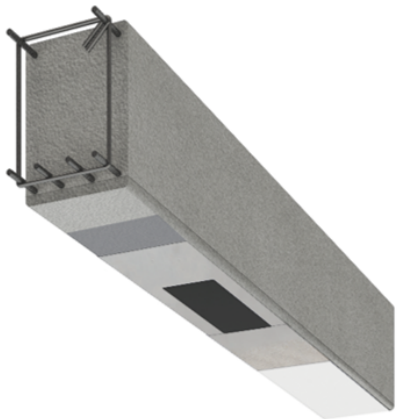
1. Съществуваща греда
2. Възстановявване на сечението с Mapegrout Thixotropic E
3. Грунд MapeWrap Primer 1
4. Шпакловка MapeWrap 11
5. Първи слой импрегниращa смола MapeWrap 31
6. Карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)
7. Втори слой импрегниращa смола MapeWrap 31
8. Операции 6-7 се повтарят за всеки следващ слой тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)

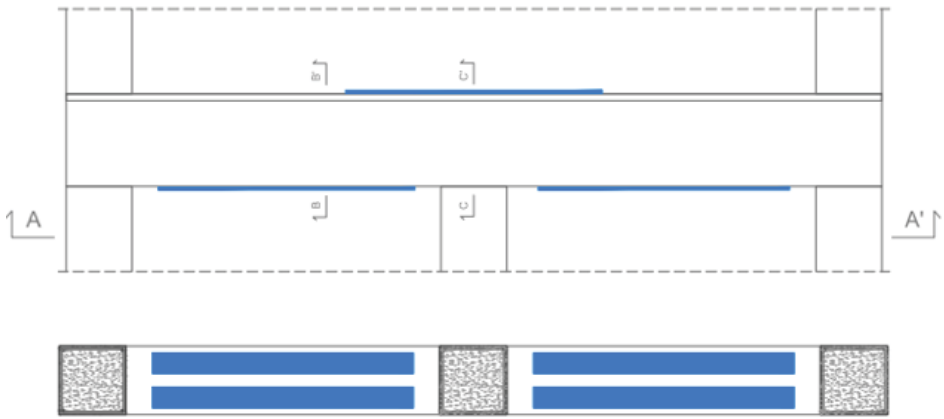
В СЛУЧАЙ ЧЕ КАРБОНОВАТА ТЪКАН ЩЕ БЪДЕ В АДХЕЗИЯ СЪС СЛЕДВАЩИ СЛОЕВЕ:

9. Кварцов пясък Quartz 1, 2
10. Защитна шпакловка Planitop 210 или друг финиш

ДЕТАЙЛИРАНЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ НА ПЛОЧА (ИЛИ ГРЕДА) С КАРБОНОВИ ЛАМЕЛИ CARBOPLATE E (W)





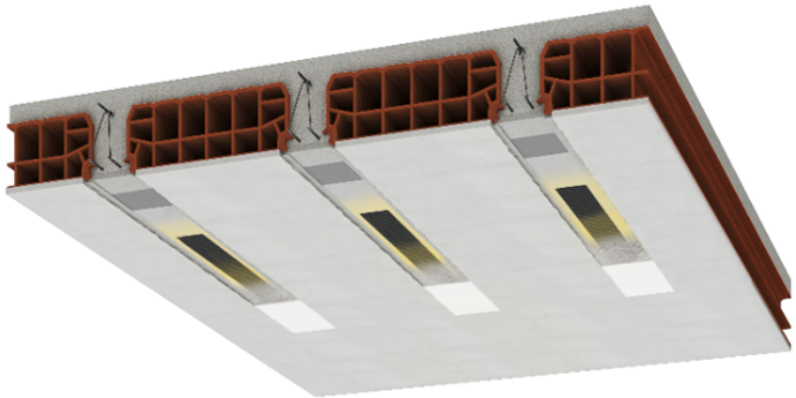


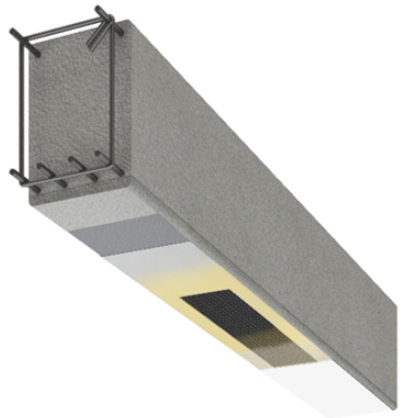
1. Съществуваща СТБ плоча (или греда).
2. Грунд MapeWrap Primer 1
3. Шпакловка MapeWrap 11 или Adesilex PG1
4. Карбонова ламела Carboplate E (W)

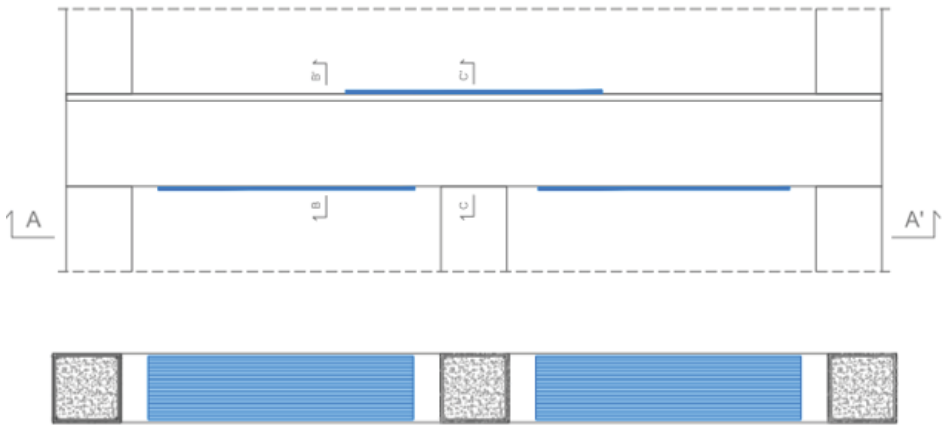
В СЛУЧАЙ ЧЕ КАРБОНОВАТА ЛАМЕЛА ЩЕ БЪДЕ В АДХЕЗИЯ СЪС СЛЕДВАЩИ СЛОЕВЕ:

5. Тънък филм от шпакловка MapeWrap 11 или Adesilex PG1
6. Кварцов пясък Quartz 1,2
7. Защитна шпакловка Planitop 210 или друг финиш

ДЕТАЙЛИРАНЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ НА ПЛОЧА (ИЛИ ГРЕДА) С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX (W)







1. Съществуваща СТБ плоча (или греда)
2. Грунд MapeWrap Primer 1
3. Шпакловка MapeWrap 11
4. Първи слой импрегниращa смола MapeWrap 31
5. Карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)
6. Втори слой импрегниращa смола MapeWrap 31
7. Операции 5-6 се повтарят за всеки следващ слой тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)

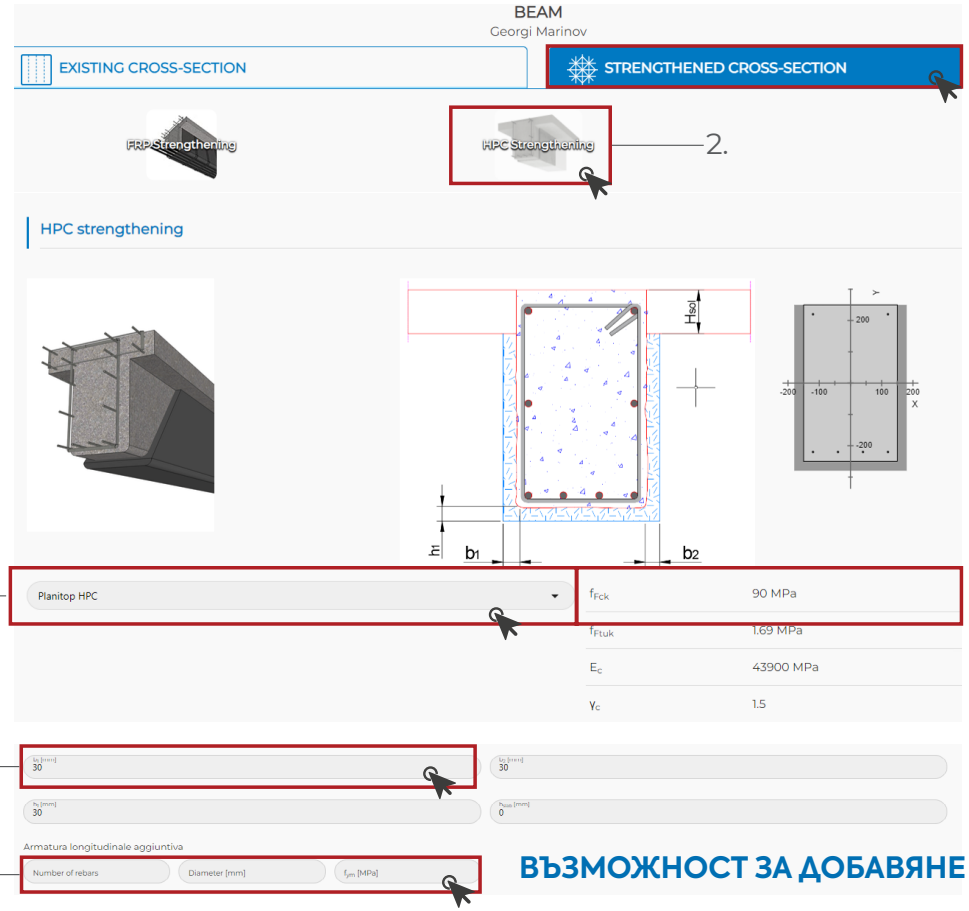
В СЛУЧАЙ ЧЕ КАРБОНОВАТА ТЪКАН ЩЕ БЪДЕ В АДХЕЗИЯ СЪС СЛЕДВАЩИ СЛОЕВЕ:

8. Кварцов пясък Quartz 1,2
9. Защитна шпакловка Planitop 210 или друг финиш

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Вариант 2 – усилване на гредата с високоякостен кожух с Planitop HPC (Planitop HPC Floor)

УСИЛВАНЕ С HPC



30 mm по дъното и страниците на гредата

ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ДОБАВЯНЕ НА АРМИРОВКА

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

Резултат от усилване с високоякостен бетонов кожух 3 см Planitop HPC

EXISTING CROSS-SECTION | STRENGTHENED CROSS-SECTION

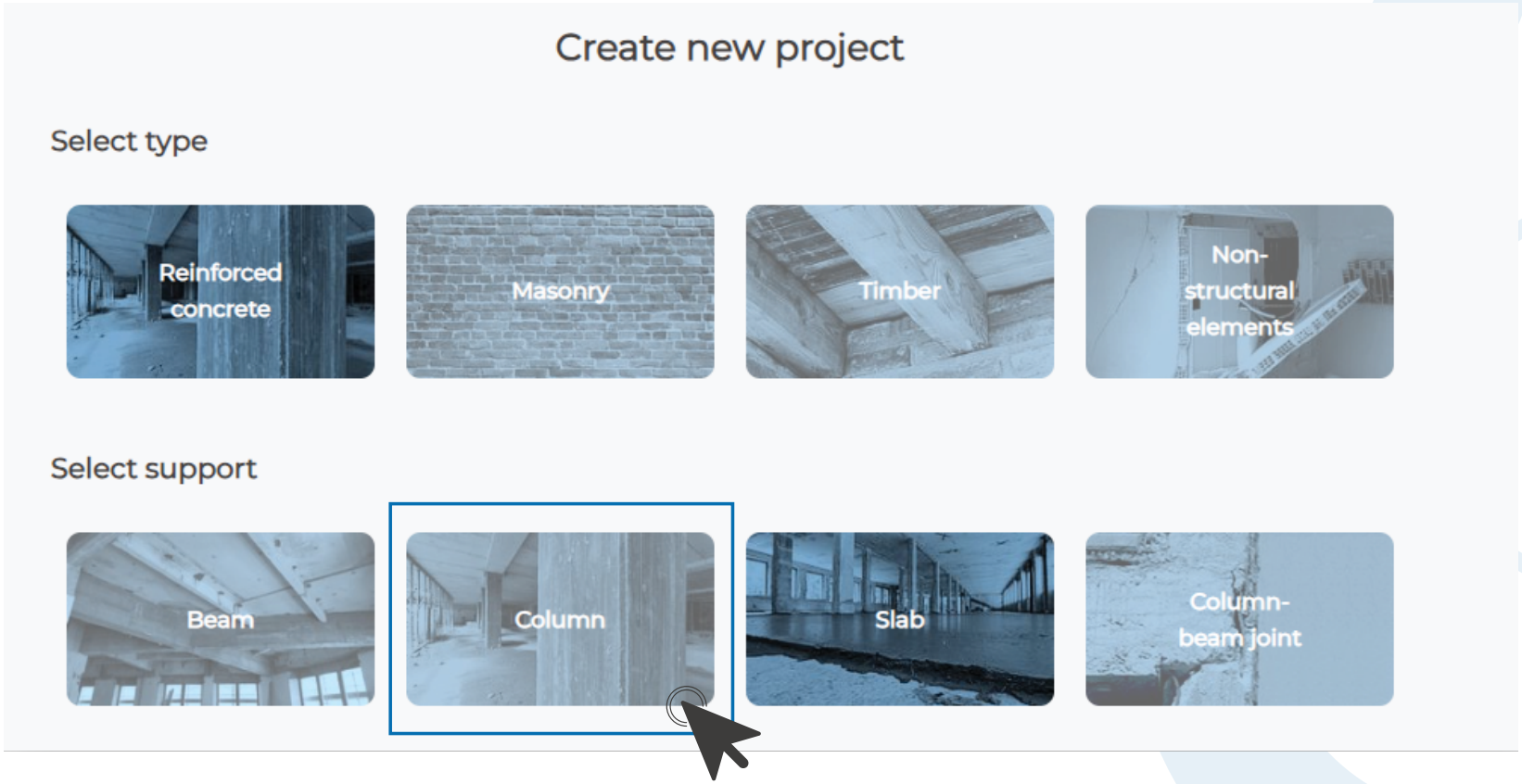
CALCULATE

Bending	$M_{Rd,x+}$	
Existing cross-section	144.74 kNm	
Strengthened section	157.93 kNm	
Improvement percentage	9.11 %	
Shear	V_y	
Shear capacity of the existing member	115.56	kN
Steel contribution to the shear capacity	115.56	kN
HPC contribution to the shear capacity	28.59	kN
Concrete contribution to the shear capacity - strengthened member	634.50	kN
Shear capacity of strengthened member	144.15	kN
Bending		
Maximum shear bond strength τ_d	2.27	MPa
Required shear bond strength τ_{VRd}	0.85	MPa
Check $\tau < \tau_d$	true	

DOWNLOAD REPORT

Свали обяснителна записка

ИЗЧИСЛИТЕЛЕН ПРИМЕР ЗА УСИЛВАНЕ НА КОЛОНА



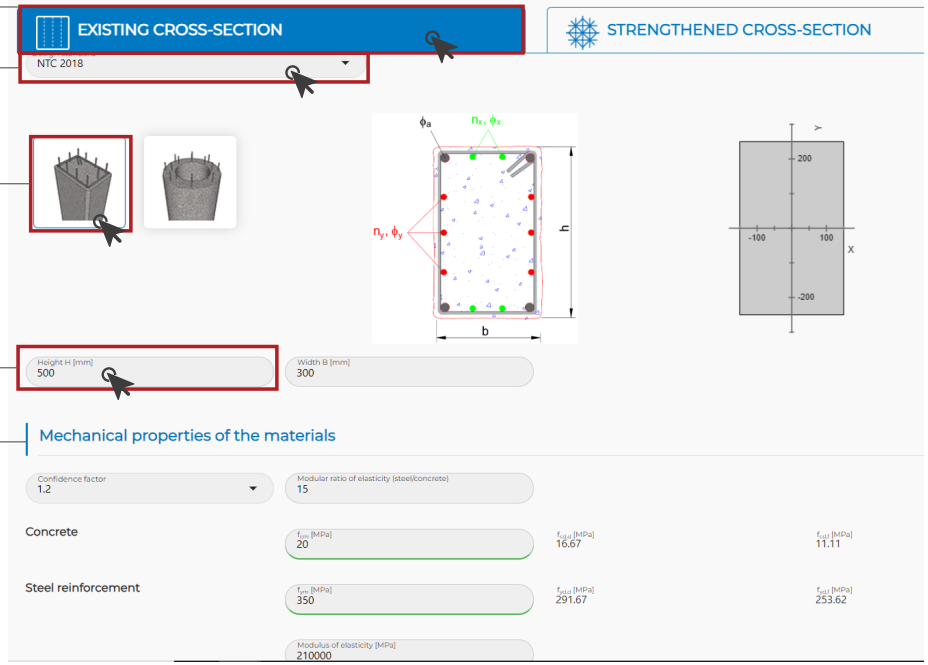
ВАРИАНТ 1

УСИЛВАНЕ С ВЪГЛЕРОДНИ НИШКИ (FRP) Med/ Ned <0,1

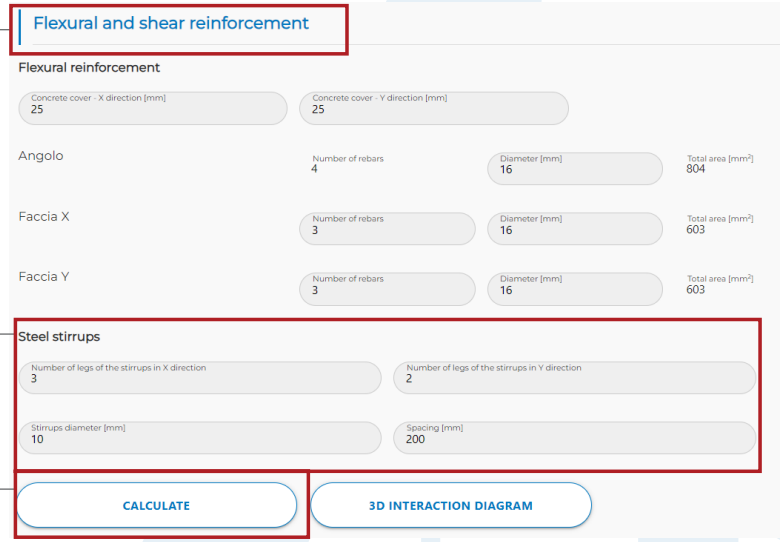
ВАРИАНТ 2

УСИЛВАНЕ С КОЖУХ ОТ ВИСОКОЯКОСТЕН БЕТОН PLANITOP HPC ИЛИ PLANITOP HPC FLOOR

I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ: ПОПЪЛВАНЕ НА ДАННИ



Надлъжна армировка 7.



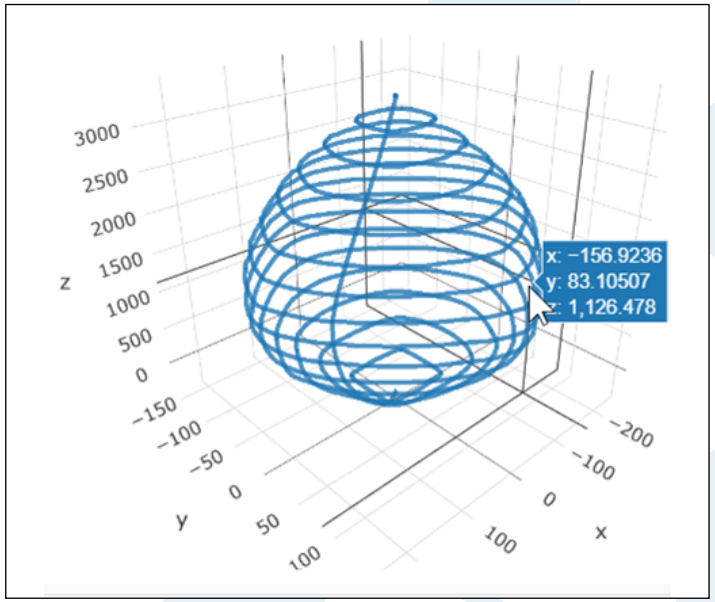
Напречна армировка 8.

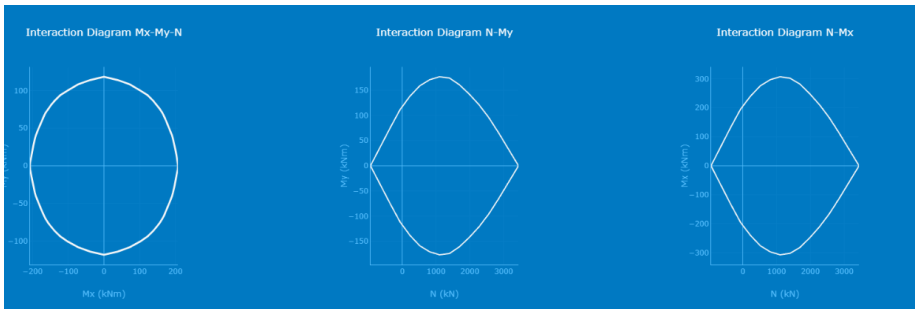
9.

6.

M0 – от постоянен товар

I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ: РЕЗУЛТАТИ ОТ ВЪВЕДЕНИТЕ ДАННИ

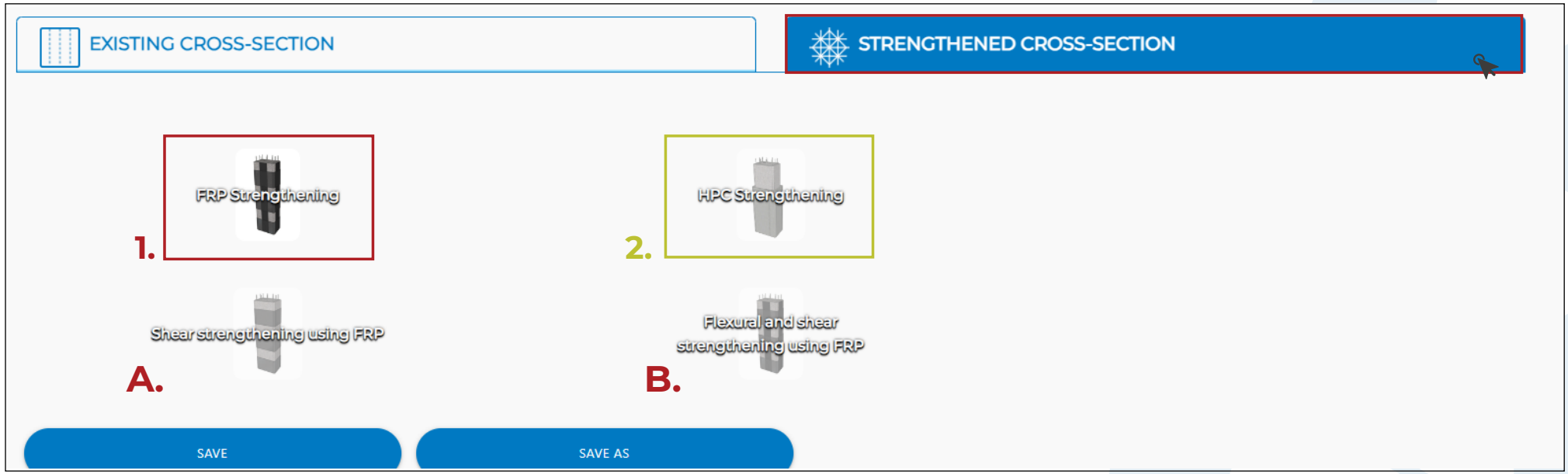




УСИЛВАНЕ С КАРБОН (FRP)

MAPEI STRUCTURAL DESIGN SOFTWARE - ИЗЧИСЛИТЕЛЕН ПРИМЕР ЗА УСИЛВАНЕ НА КОЛОНА

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ



1. Усилване с FRP

A. Срязване

B. Огъване и срязване

2. Усилване с високоякостен кожух HPC

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

2.4.3.1. Shear and confinement strengthening with FRP

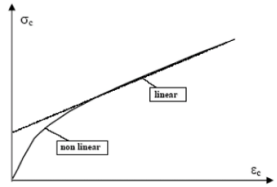
The current section allows to design the shear and confinement strengthening with the FRP fabrics.

CONFINEMENT

Appropriate **confinement** of reinforced concrete members may improve structural performance and it allows the increase of the following:

- Ultimate capacity and strain for members under concentric or slightly eccentric axial loads.
- Ductility and capacity under combined bending and axial load, when FRP reinforcements are present with fibers lying along the longitudinal axis of the member.

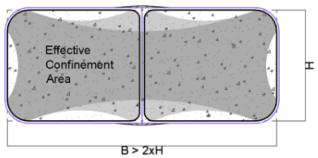
A typical stress-strain diagram for compression tests performed on FRP-confined specimens is reported in the next figure:

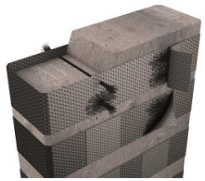


The effect of FRP confinement shall not be considered for rectangular cross sections having:

- b/h>2
- $max\{b,h\} > 900mm$

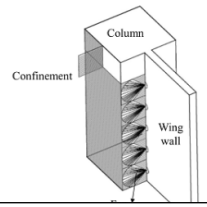
If the previous conditions are not respected, i twill be possible to use proper transversal connection like the ***MAPERWAP FIOCCO*** in order to overcome the geometrical limitation.





SHEAR STRENGTHENING

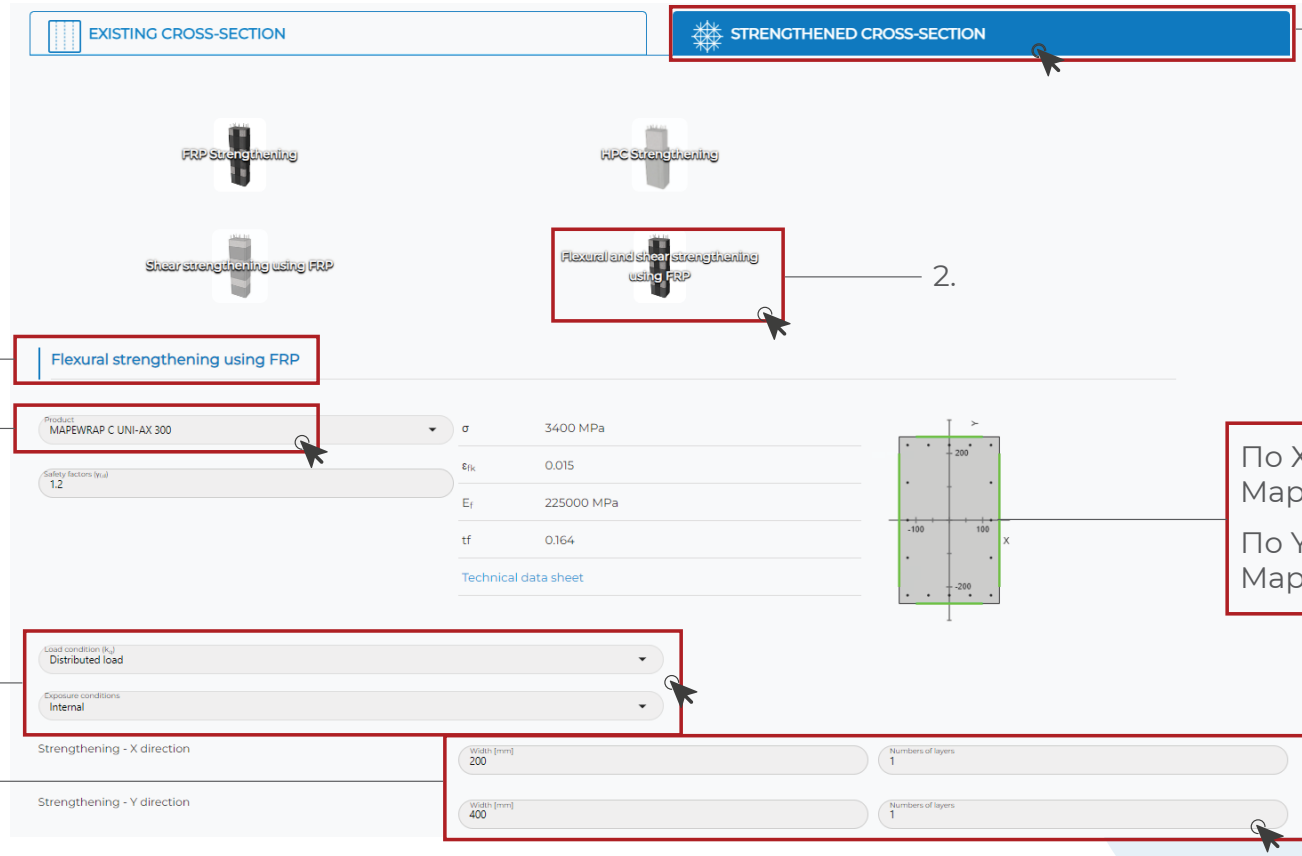
Shear strengthening is necessary when the applied factored shear force is greater than the corresponding member shear capacity. The latter shall be determined considering the contributions of both the concrete and transverse steel reinforcing bars when available.
For the column strengthening the only the "Complete wrapping application" is assumed.
For confinement of columns where walls physically prevent complete wrapping of the elements, application of fan fibers can provide continuity to the reinforcement.



Ръководство:
т. 2.4 Column

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ С FRP

1.В. Усилване с FRP: огъване и срязване



ОГЪВАНЕ
(Вариант 1)

3. Въглеродна тъкан

4.

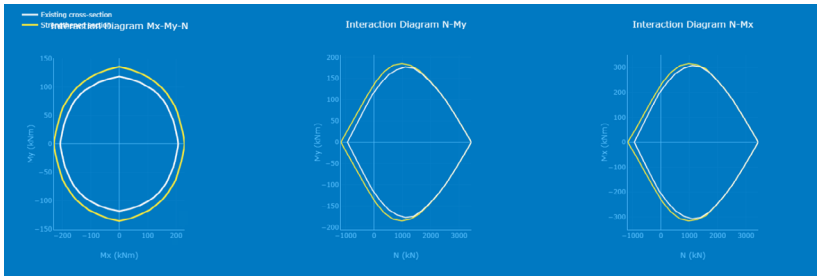
5.

По X: 200 mm/ 1 слой тъкан MapeWrap C UNI-AX 300 (W)

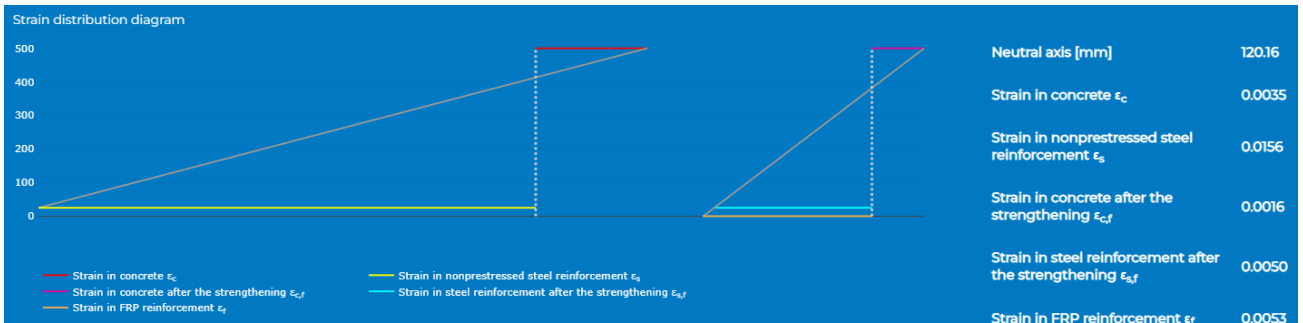
По Y: 400 mm/ 1 слой тъкан MapeWrap C UNI-AX 300 (W)

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ С FRP

1.B. Усилване с FRP: огъване и срязване



РЕЗУЛТАТ ОТ УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ ПО X И Y С ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)



Neutral axis [mm]	120.16
Strain in concrete ε_c	0.0035
Strain in nonprestressed steel reinforcement ε_s	0.0156
Strain in concrete after the strengthening $\varepsilon_{c,f}$	0.0016
Strain in steel reinforcement after the strengthening $\varepsilon_{s,f}$	0.0050
Strain in FRP reinforcement ε_f	0.0053

Axial load	N_{max}			
Existing cross-section	3439 kN			
Bending	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,y+}$	$M_{Rd,x-}$	$M_{Rd,y-}$
Existing cross-section	207.20 kNm	118.47 kNm	-207.20 kNm	-118.47 kNm
Strengthened section	229.83 kNm	135.81 kNm	-229.59 kNm	-135.81 kNm
Improvement percentage	10.92 %	14.64 %	10.81 %	14.64 %

УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ: ВАРИАНТ 2 С ЛАМЕЛА CARBOPLATE E (W)

ОГЪВАНЕ
Вариант 2

Flexural strengthening using FRP

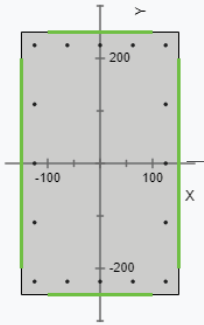
Product
CARBOPLATE E 170

Safety factors ($\gamma_{f,d}$)
1.2

σ	2700 MPa
ε_{fk}	0.016
E_f	160000 MPa
tf	1.4

Technical data sheet

1. Въглеродна ламела



По X: 200 mm/ 1 слой ламела Carboplate E (W)

По Y: 400 mm/ 1 слой ламела Carboplate E (W)

Load condition (k_a)
Distributed load

Exposure conditions
Internal

2.

Strengthening - X direction	Width [mm] 200	Numbers of layers 1
Strengthening - Y direction	Width [mm] 400	Numbers of layers 1

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ С FRP

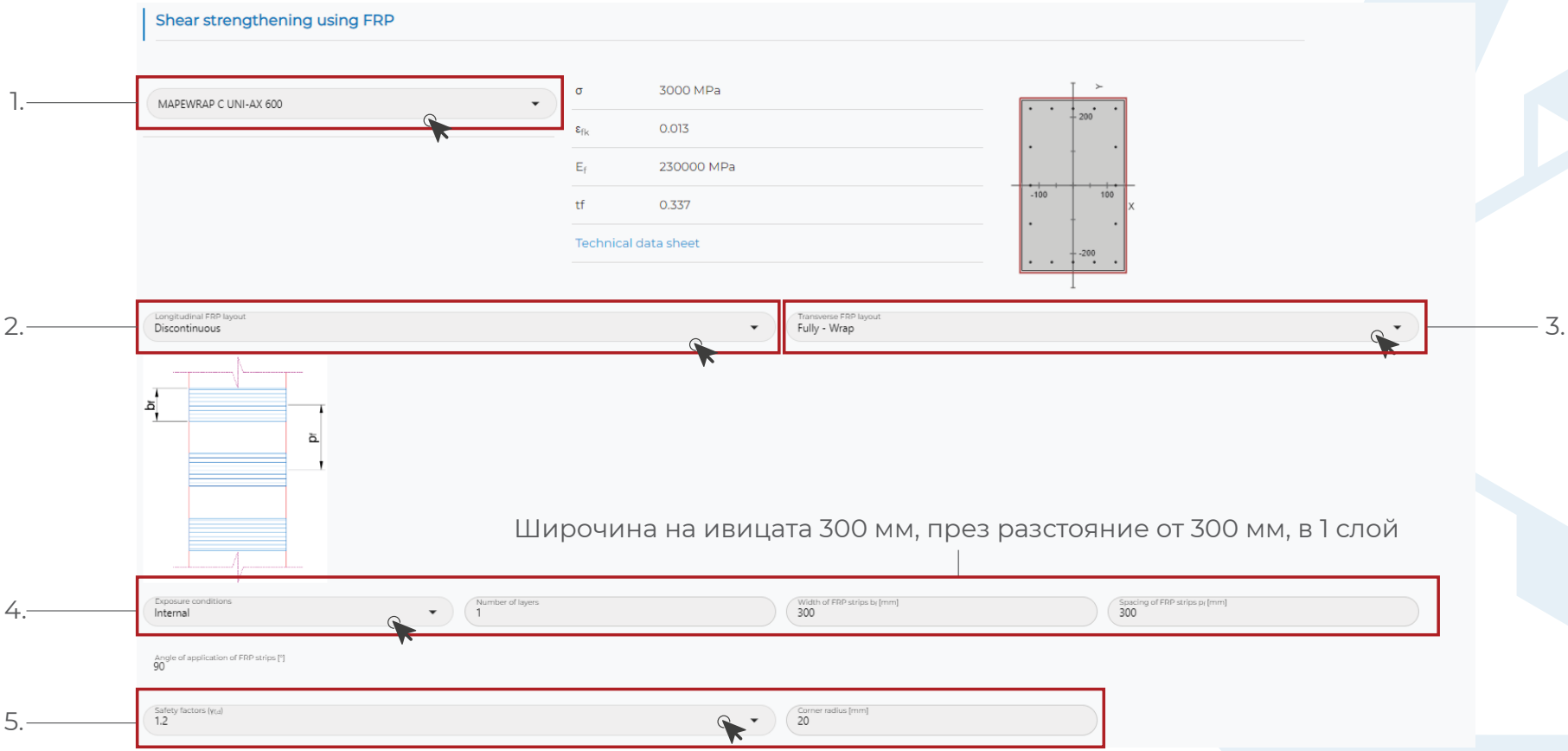
1.В. Усилване с FRP: огъване и срязване

Neutral axis [mm]	175.28
Strain in concrete ε_c	0.0035
Strain in nonprestressed steel reinforcement ε_s	0.0156
Strain in concrete after the strengthening $\varepsilon_{c,f}$	0.0012
Strain in steel reinforcement after the strengthening $\varepsilon_{s,f}$	0.0020
Strain in FRP reinforcement ε_f	0.0022

Axial load	N_{max}			
Existing cross-section	3439 kN			
Bending	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,y+}$	$M_{Rd,x-}$	$M_{Rd,y-}$
Existing cross-section	207.20 kNm	118.47 kNm	-207.20 kNm	-118.47 kNm
Strengthened section	243.38 kNm	150.27 kNm	-241.75 kNm	-150.27 kNm
Improvement percentage	17.46 %	26.84 %	16.67 %	26.84 %

РЕЗУЛТАТ ОТ УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ ПО X И Y С ЛАМЕЛА CARBOPLATE E (W)

СРЯЗВАНЕ: ВАРИАНТ 1. ЧАСТИЧНО ОБВИВАНЕ С 1 СЛОЙ ЕДНОАКСИАЛНА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 600 (W)



II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ С FRP

1.B. Усилване с FRP: огъване и срязване

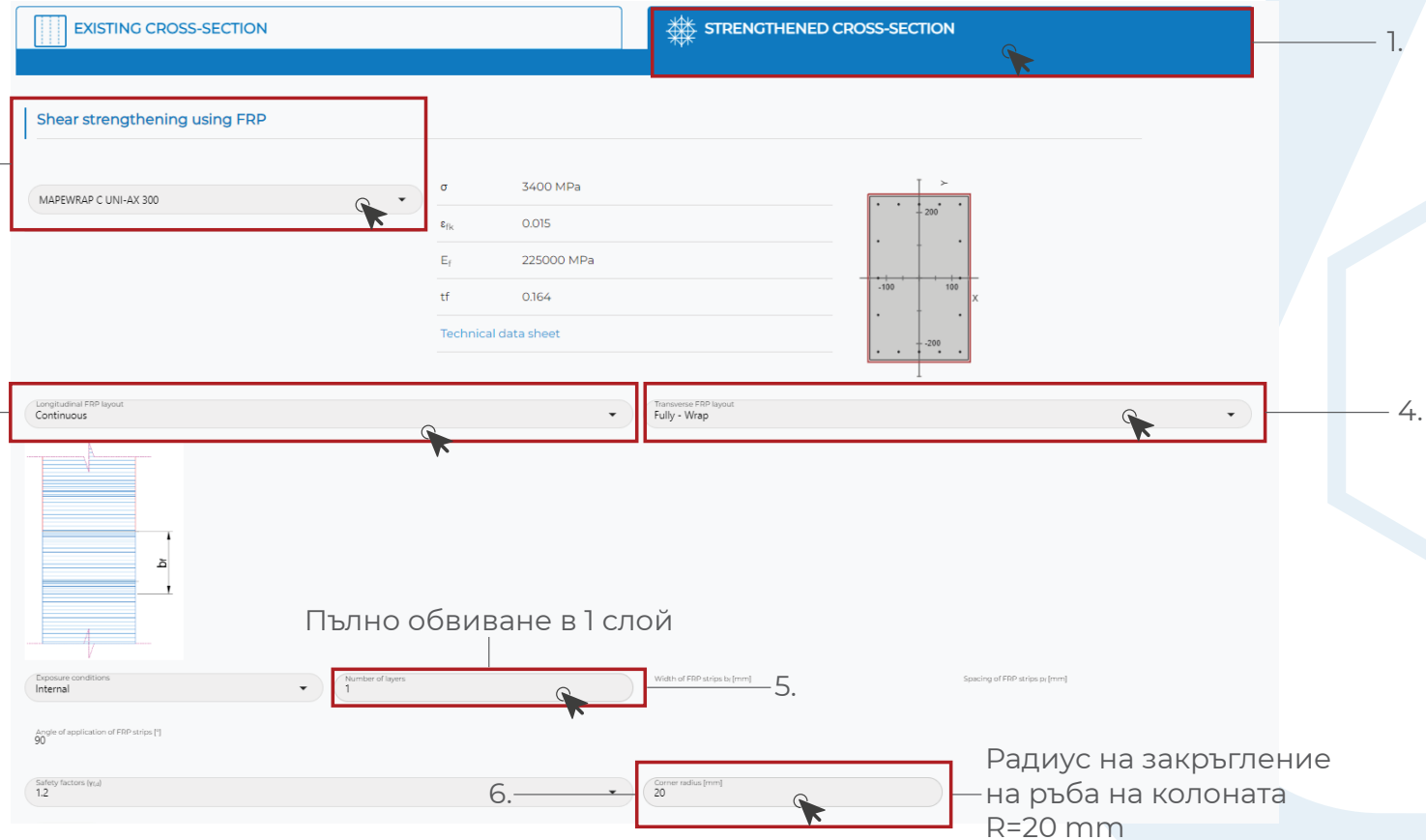
РЕЗУЛТАТИ: СРЯЗВАНЕ: ВАРИАНТ 1. ЧАСТИЧНО ОБВИВАНЕ С 1 СЛОЙ ЕДНОАКСИАЛНА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 600 (W)

Shear	V_y	V_x	
Steel contribution to the shear capacity	85.16	73.95	kN
Concrete contribution to the shear capacity - as-built member	356.25	343.75	kN
Shear capacity of the existing member	85.16	73.95	kN
FRP contribution to the shear capacity	114.53	52.42	kN
Shear capacity of strengthened member	199.68	126.37	kN

Confinement	N_c	
Axial-load capacity of the existing member	3438.29	kN
Design ultimate strain of confined concrete ε_{ccu}	7.56	%
Design strength of confined concrete f_{ccd}	21.54	MPa
Axial-load capacity of strengthened member	3874.89	kN
Improvement percentage	12.70	%
$f_{l,eff}/f_{cd}$	0.06	
Check the clause 4.5.2 (7)		

DOWNLOAD REPORT

СРЯЗВАНЕ: ВАРИАНТ 2. ПЪЛНО ОБВИВАНЕ С 1 СЛОЙ ЕДНОАКСИАЛНА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)



II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ С FRP

1. Усилване с FRP 1. B: Огъване и срязване

РЕЗУЛТАТИ: СРЯЗВАНЕ: ВАРИАНТ 2. ПЪЛНО ОБВИВАНЕ С 1 СЛОЙ ЕДНОАКСИАЛНА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)

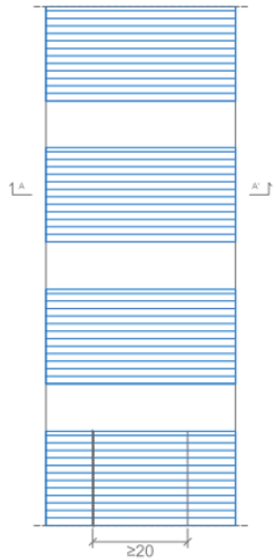
Shear	V_y	V_x	
Steel contribution to the shear capacity	85.16	73.95	kN
Concrete contribution to the shear capacity - as-built member	356.25	343.75	kN
Shear capacity of the existing member	85.16	73.95	kN
FRP contribution to the shear capacity	71.99	34.91	kN
Shear capacity of strengthened member	157.15	108.86	kN

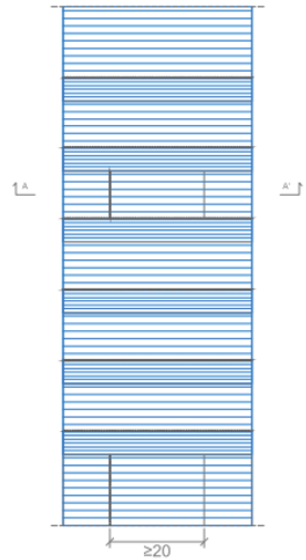
Confinement	N_c	
Axial-load capacity of the existing member	3438.29	kN
Design ultimate strain of confined concrete ε_{ccu}	6.51	%
Design strength of confined concrete f_{ccd}	19.63	MPa
Axial-load capacity of strengthened member	3615.77	kN
Improvement percentage	5.16	%
$f_{l,eff}/f_{cd}$	0.03	

DOWNLOAD REPORT

В конкретният пример по-ефективно бе частично (прекъснато) обвиване с по-високоякостна тъкан.

ДЕТАЙЛИРАНЕ ПРИ ОБВИВАНЕ НА КОЛОНА
С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX (W)





1. Съществуваща колона
2. Грунд MapeWrap Primer 1
3. Шпакловка MapeWrap 11
4. Първи слой импрегниращa смола Mapewrap 31
5. Карбонова тъкан Mapewrap C UNI-AX (W)
6. Втори слой импрегниращa смола Mapewrap 31
7. Операции 6-7 се повтарят за всеки следващ слой тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)

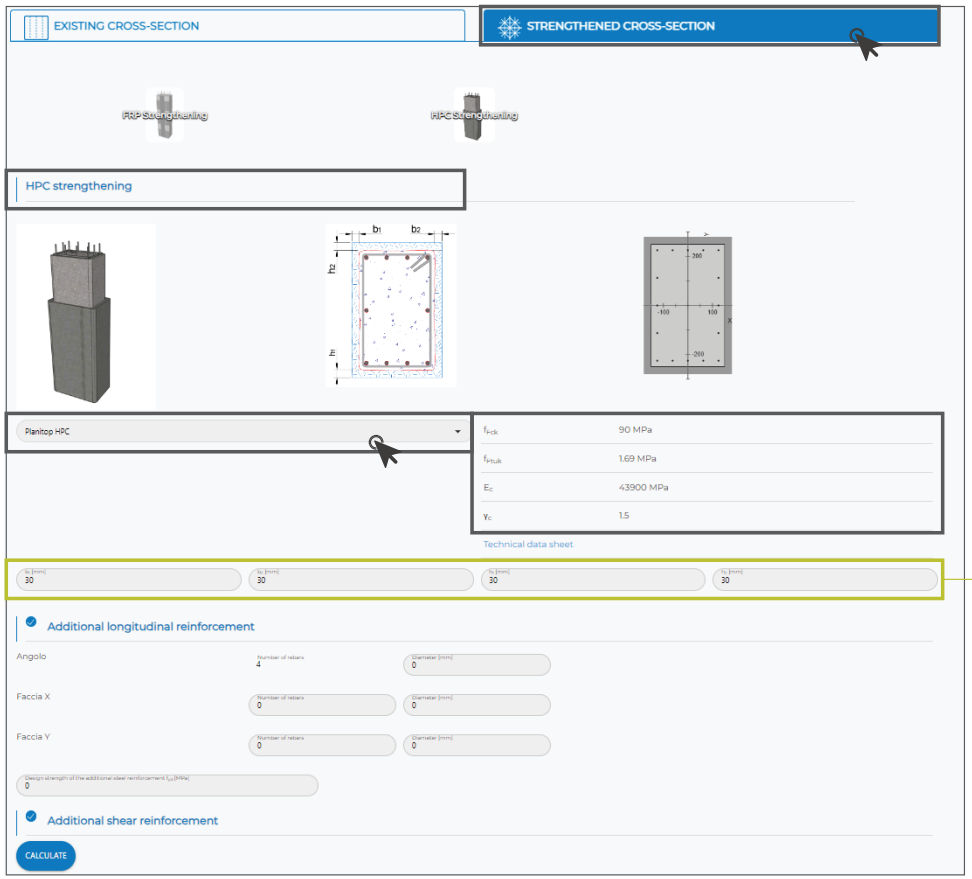
В СЛУЧАЙ ЧЕ КАРБОНОВАТА ТЪКАН ЩЕ БЪДЕ В АДХЕЗИЯ СЪС СЛЕДВАЩИ СЛОЕВЕ:

8. Кварцов пясък Quartz 1, 2
9. Защитна шпакловка Planitop 210 или друг финиш

КОЖУХ С ВИСОКОЯКОСТЕН БЕТОН PLANITOP HPC

MAPEI STRUCTURAL DESIGN SOFTWARE - ИЗЧИСЛИТЕЛЕН ПРИМЕР ЗА УСИЛВАНЕ НА КОЛОНА

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ



2. Усилване с високоякостен кожух HPC

Усилване на колоната с кожух 30 mm. Planitop HPC:

В случая не е добавена армировка и се разчита на стоманените фибри в разтвора.

По преценка на Проектанта софтуерът позволява добавяне на надлъжна и напречна армировка.

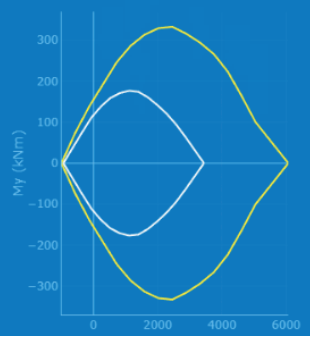
II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ С HPC

2. Усилване с високоякостен кожух HPC

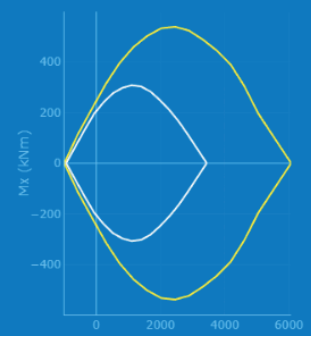
Axial load	N_{max}
Existing cross-section	3439 kN
Strengthened section	6068 kN

Bending	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,y+}$	$M_{Rd,x-}$	$M_{Rd,y-}$
Existing cross-section	207.20 kNm	118.47 kNm	-207.20 kNm	-118.47 kNm
Strengthened section	245.65 kNm	155.41 kNm	-245.65 kNm	-155.41 kNm
Improvement percentage	18.56 %	31.18 %	18.56 %	31.18 %

Interaction Diagram N-My



Interaction Diagram N-Mx



РЕЗУЛТАТИ:

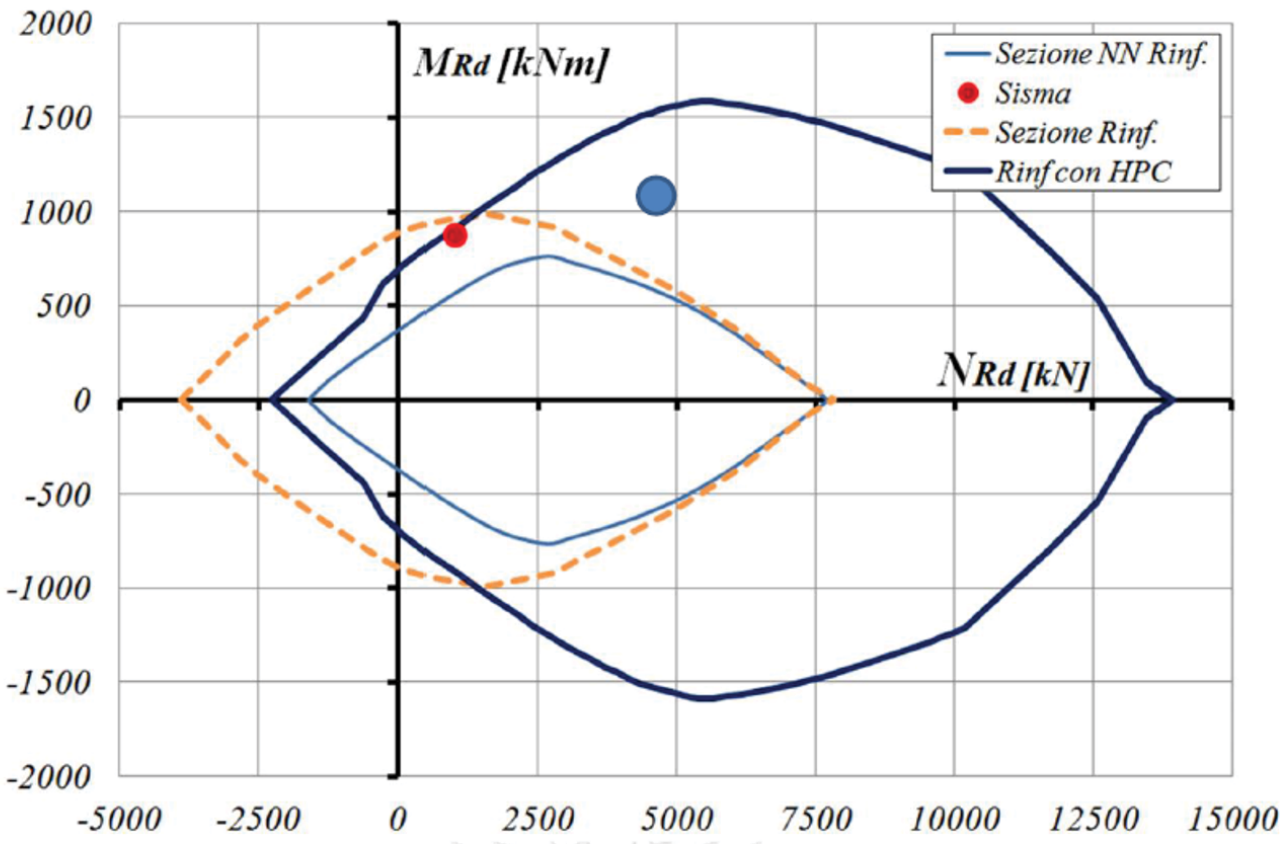
ОТ УСИЛВАНЕ С ВИСОКОЯКОСТЕН КОЖУХ ОТ 3 CM PLANITOP HPC

Shear	V_x	V_y	
Shear capacity of the existing member	73.95	85.16	kN
Concrete contribution to the shear capacity - as-built member	385.00	427.50	kN
Steel contribution to the shear capacity	73.95	85.16	kN
HPC contribution to the shear capacity	16.73	28.90	kN
Shear capacity of strengthened member	90.68	114.05	kN

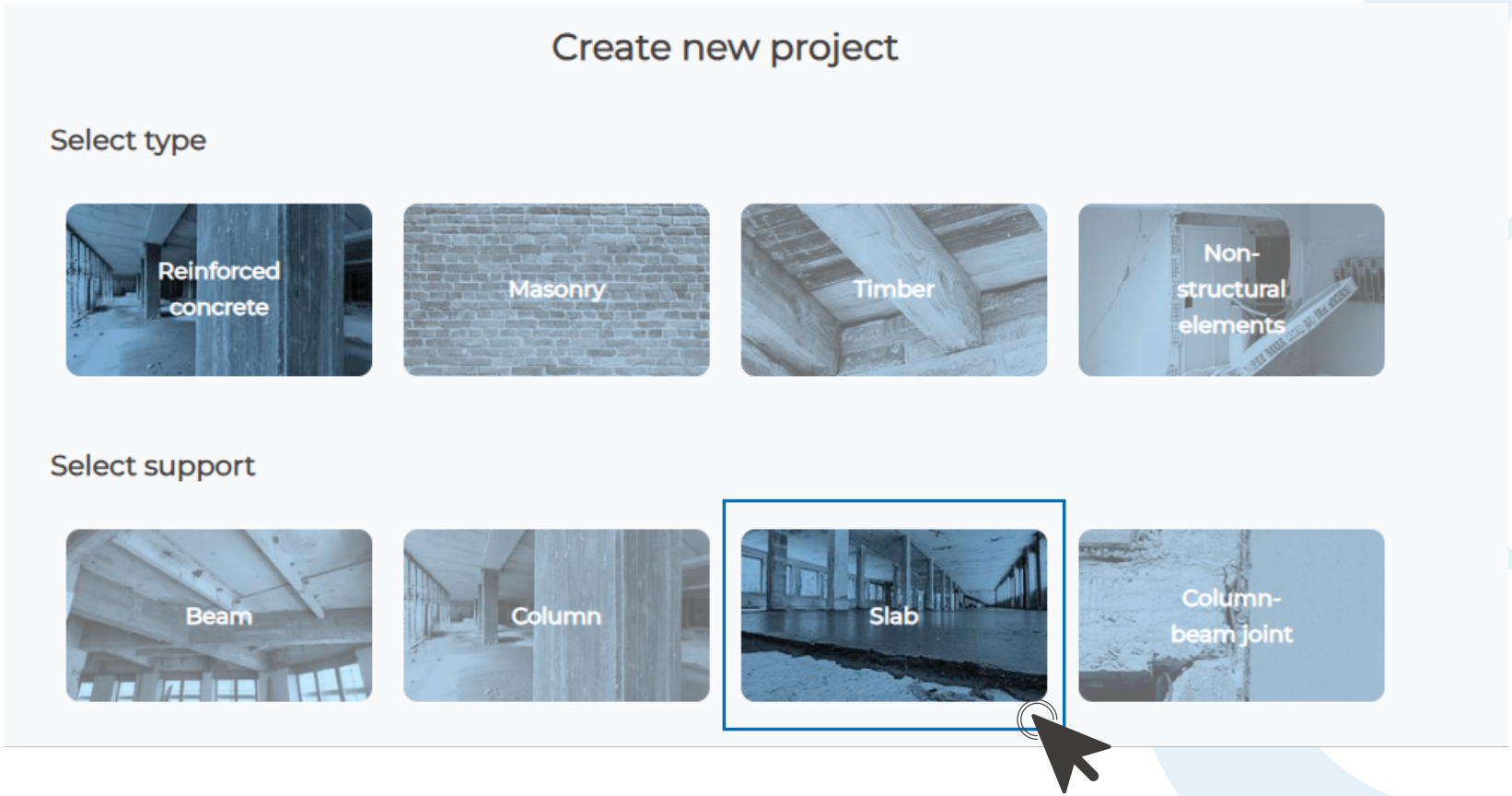
Shear stress		
Maximum shear bond strength τ_d	2.27	MPa
Shear stress $\tau_{VRd,x}$	0.59	MPa
Check $\tau < \tau_{d,x}$	true	
Tensione di scorrimento $\tau_{VRd,y}$	0.67	MPa
Check $\tau < \tau_{d,y}$	true	

Сравнение между усилване на колона с композитни материали FRP и високоякостен бетон HPC

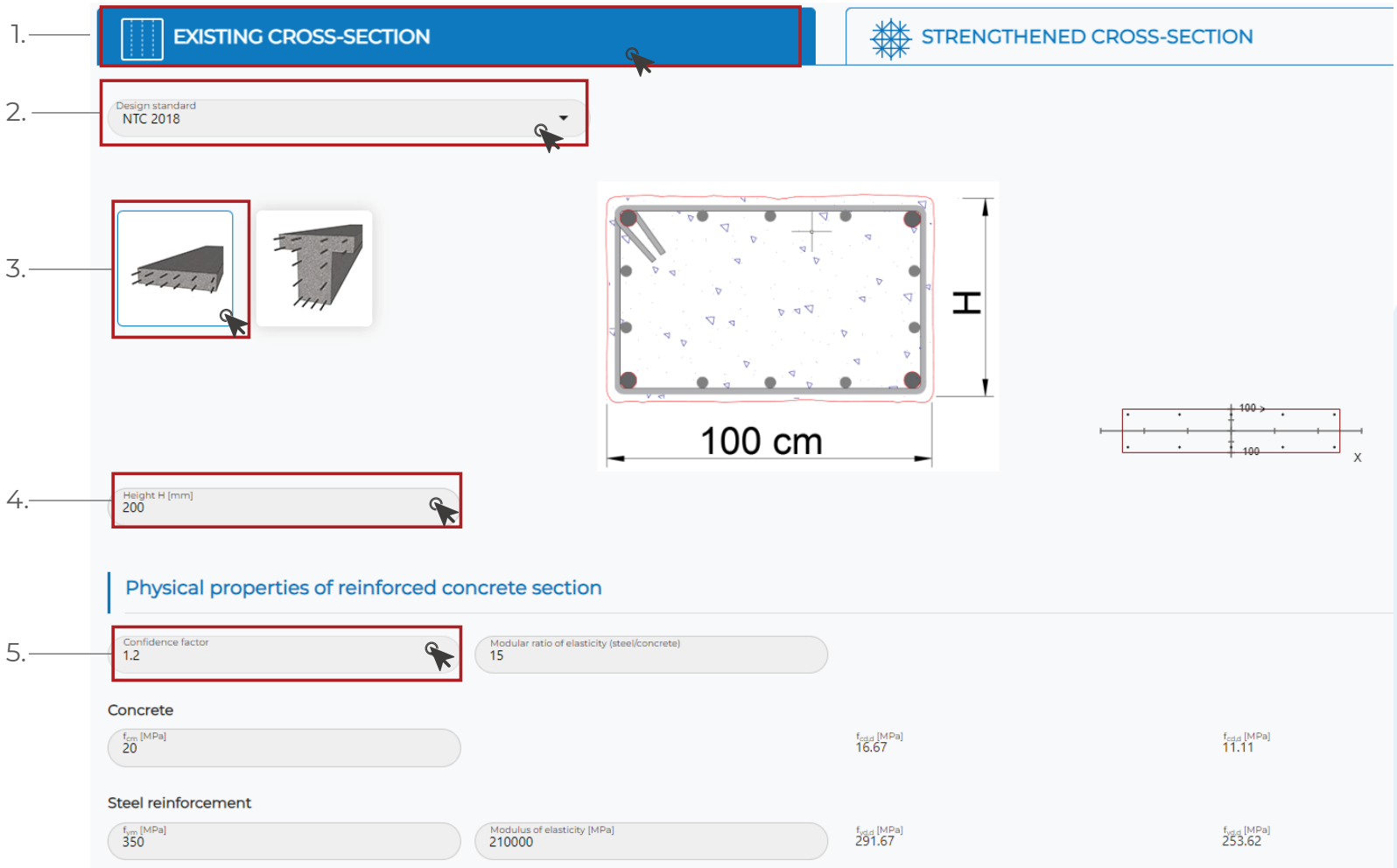
PLANITOP HPC VS. FRP (MAPEWRAP/ CARBOPLATE))



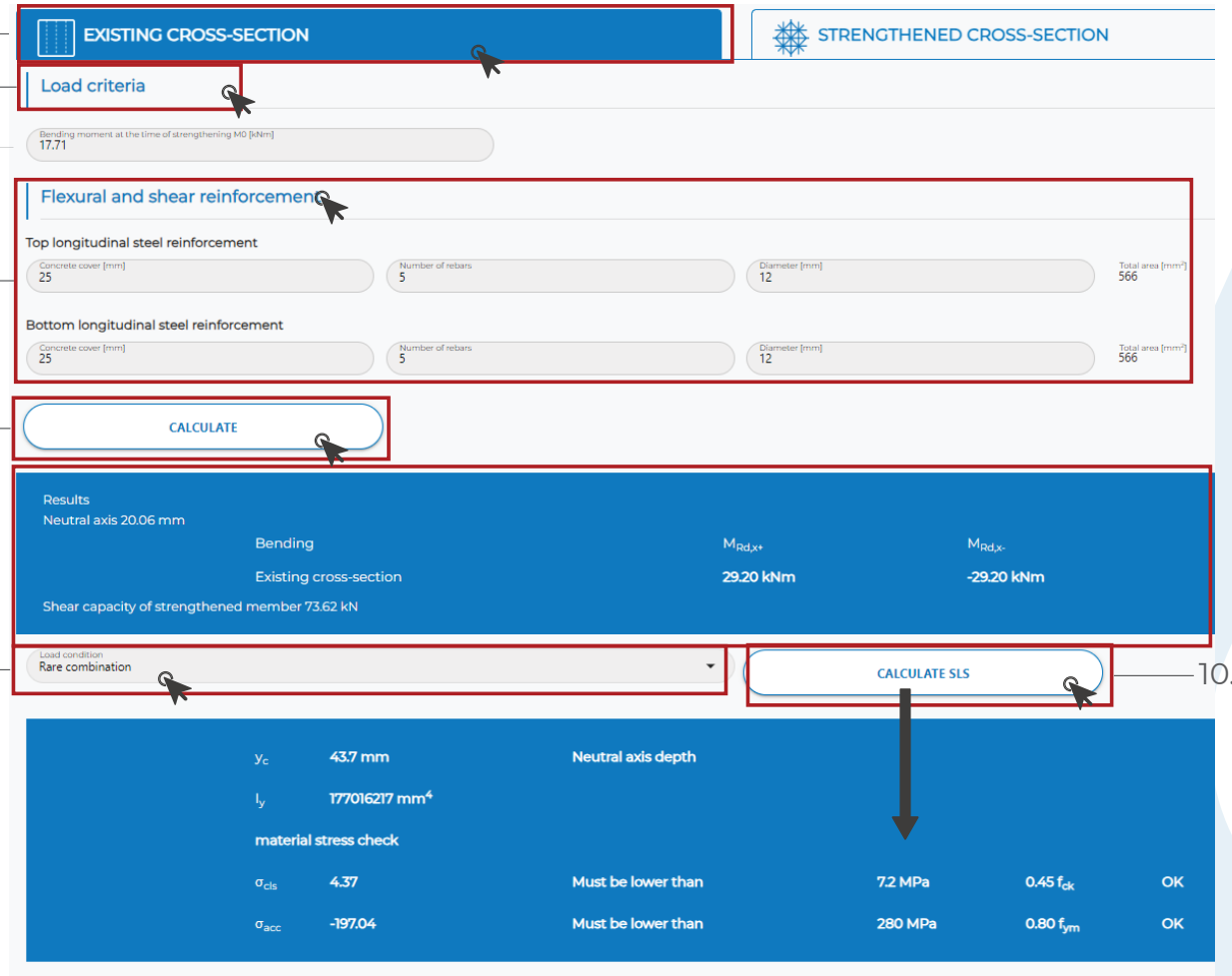
ИЗЧИСЛИТЕЛЕН ПРИМЕР ЗА УСИЛВАНЕ НА ПЛОЧА



I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ ПОПЪЛВАНЕ НА ДАННИ



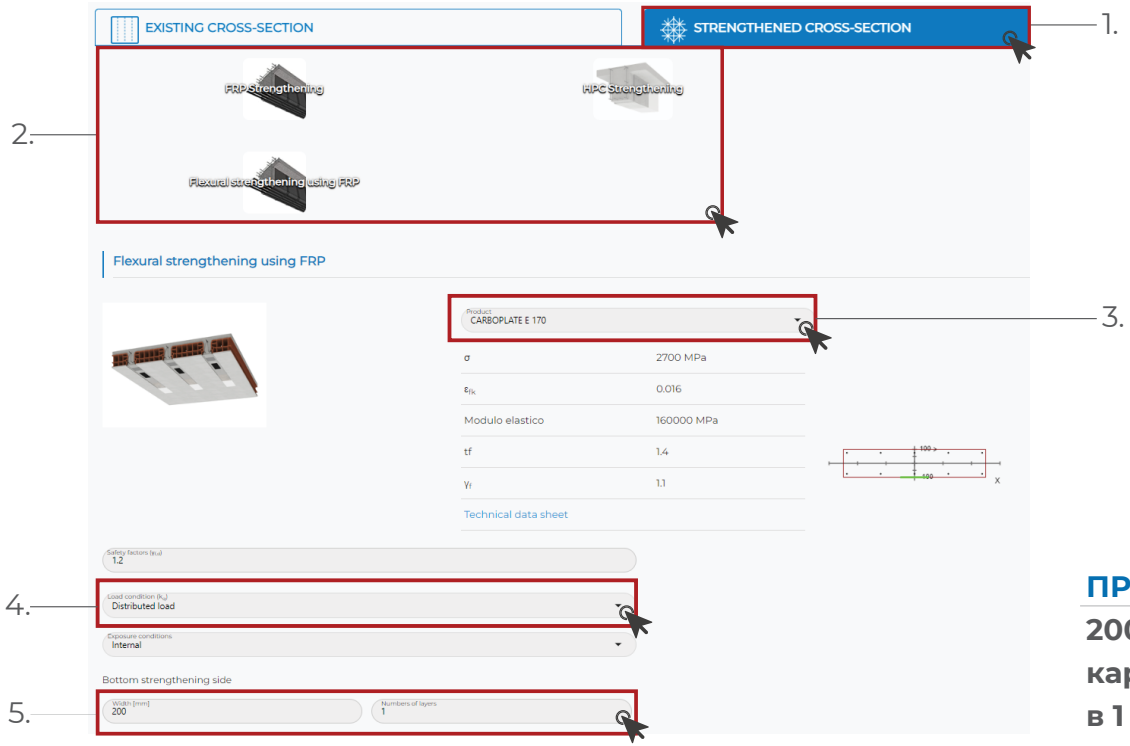
I. СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ ПОПЪЛВАНЕ НА ДАННИ



II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRd > MEd

ВАРИАНТ 1. УСИЛВАНЕ С КАРБОНОВА ЛАМЕЛА CARBOPLATE E 170 GPa (W)



ПРИМЕР:

200 mm (= 4*50 mm) карбонови ламели в 1 слой (за m')

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRd > MEd

ВАРИАНТ 1. УСИЛВАНЕ С КАРБОНОВА ЛАМЕЛА CARBOPLATE E 170 GPa (W)

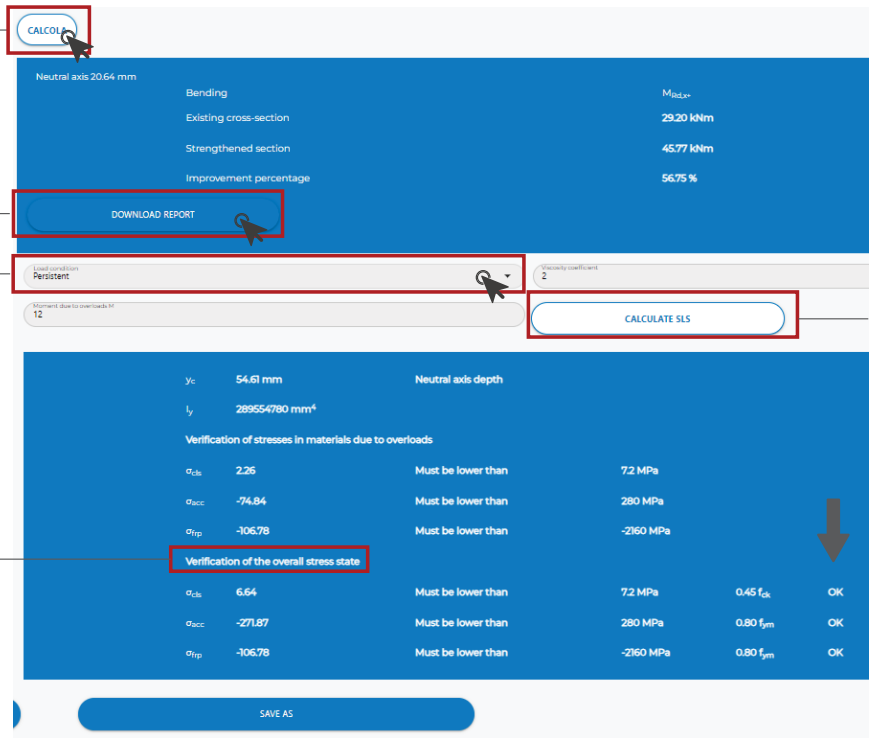
6.

7.

8.

M – ОТ ПОЛЕЗЕН ТОВАР

НАПРЕЖЕНИЯ В SLS



9.

MRd > MEd !
(ULS)

!

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRd > MEd

ВАРИАНТ 1. УСИЛВАНЕ С КАРБОНОВА ЛАМЕЛА CARBOPLATE E 170 GPa (W)

ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

DOWNLOAD REPORT — 10.

MECHANICAL PROPERTIES OF THE STRENGTHENING SYSTEM

lamina CARBOPLATE E 170 for the flexural strengthening

Width of the FRP strengthening b_f	200.0mm
Equivalent thickness t_f	1.4 mm
Characteristic tensile strength at failure $f_{f,vk}$	2700.0 MPa
Elastic modulus E_f	160000.0 MPa
Characteristic ultimate strain at failure ε_{fk}	1.6 %
Number of layers n_f	1.0
Safety factor for FRP γ_f	1,1
Environmental factor η_a	I – 0.95

Summarizing, the strains at the U.L.S for the reinforced section are:

$$\varepsilon_c = 4.0E-4$$
$$\varepsilon_{s1} = 0.0025$$
$$\varepsilon_{s2} = 0.0$$
$$\boxed{\varepsilon_f = 0.0023}$$
$$x = 20.64\ mm$$

DESIGN ULTIMATE FLEXURAL CAPACITY OF THE STRENGTHENED SECTION

$$M_{Rd} = 45.77kNm$$

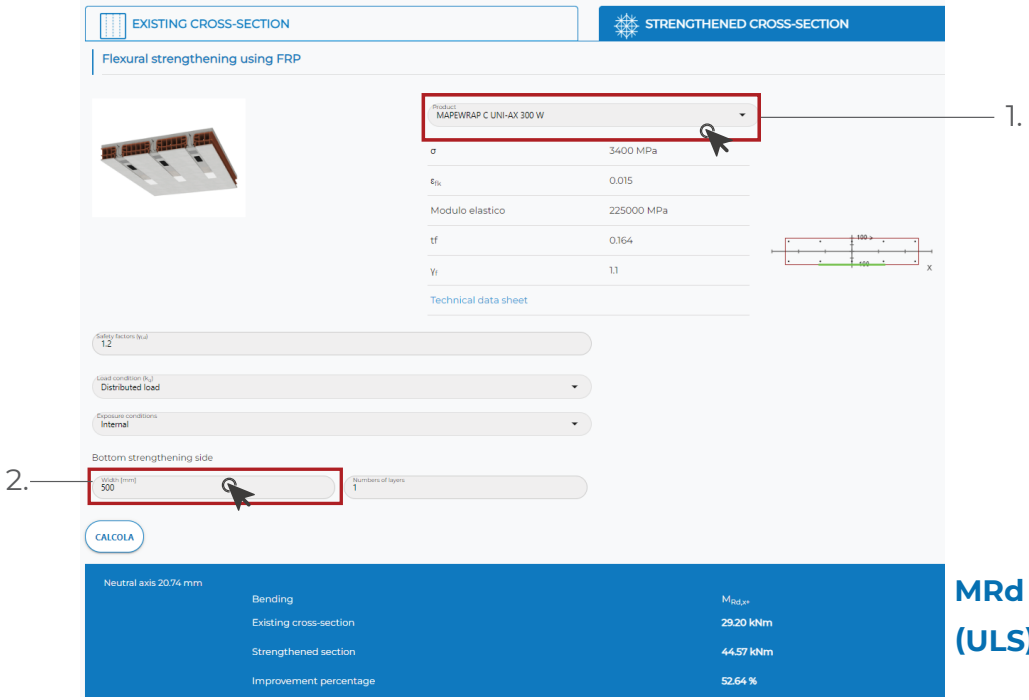
0,0023 * 160 000 MPa = 368 MPa (СПРЯМО 2700 MPa) → **Деламинацията е настъпила далеч преди достигане на опънния капацитет на карбоновата ламела.**

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRd > MEd

ВАРИАНТ 2. УСИЛВАНЕ С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)

2. 1. ЕДИН СЛОЙ В ИВИЦА ОТ 500 mm (=5*100 mm) за m'



MRd > MEd !
(ULS)

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRd > MEd

ВАРИАНТ 2. УСИЛВАНЕ С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)

2. 1. ЕДИН СЛОЙ В ИВИЦА ОТ 500 mm (=5*100 mm) за m'

M – ОТ ПОЛЕЗЕН ТОВАР

Load condition: Persistent

Viscosity coefficient: 2

Moment due to overloads M: 12

CALCULATE SLS

y_c	48.61 mm	Neutral axis depth			
I_y	225351666 mm^4				
Verification of stresses in materials due to overloads					
σ_{cls}	2.59	Must be lower than	7.2 MPa		
σ_{acc}	-100.96	Must be lower than	280 MPa		
σ_{frp}	-200.91	Must be lower than	-2720 MPa		
Verification of the overall stress state					
σ_{cls}	6.96	Must be lower than	7.2 MPa	0.45 f_{ck}	OK
σ_{acc}	-297.99	Must be lower than	280 MPa	0.80 f_{ym}	NO
σ_{frp}	-200.91	Must be lower than	-2720 MPa	0.80 f_{ym}	OK

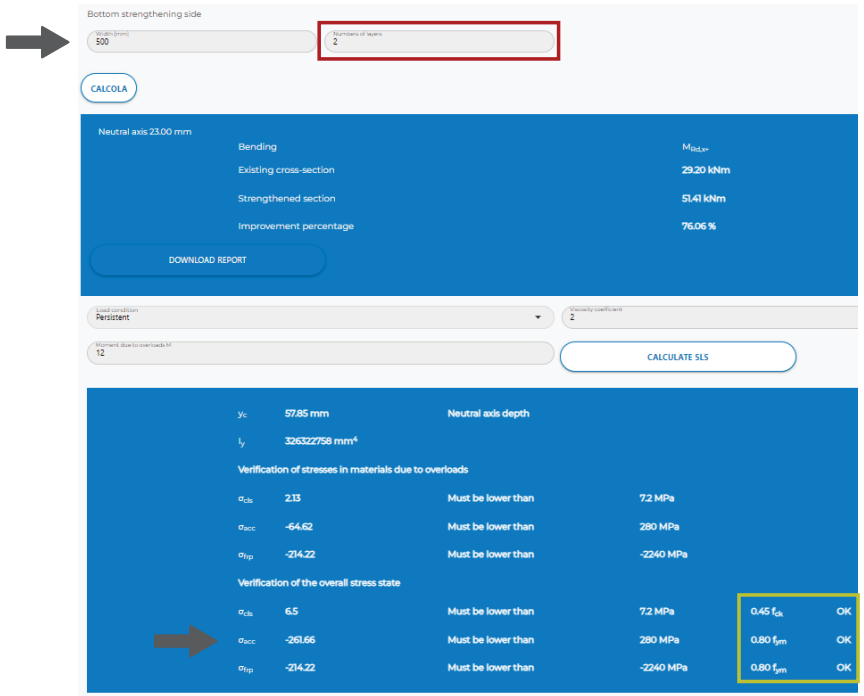
Напрежения в армировката не са удовлетворени! Преминава се към Вариант 2.2

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRd > MEd

ВАРИАНТ 2. УСИЛВАНЕ С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX 300 (W)

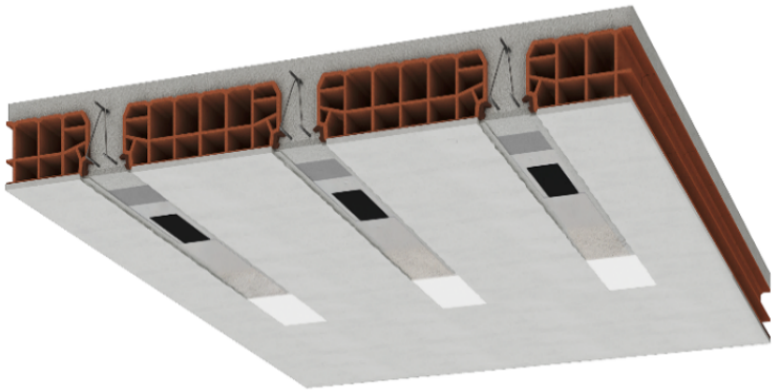
2. 2. ДВА СЛОЯ В ИВИЦА ОТ 500 mm (=2*5*100 mm) за m'

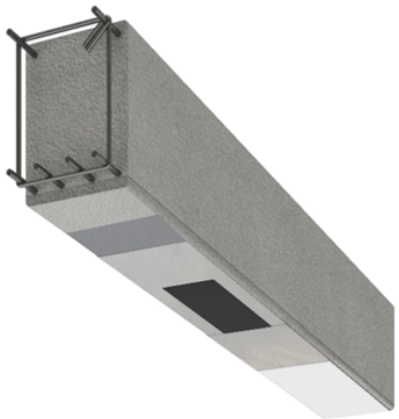


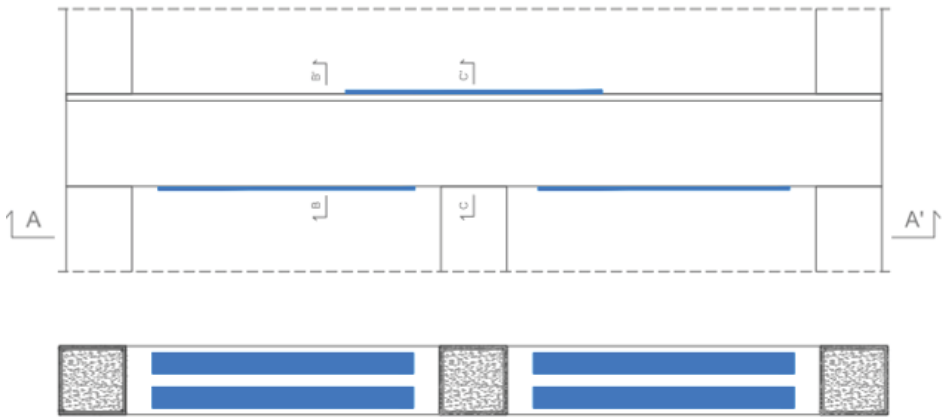
Повишаване на MRd

Напрежения в армировката са удовлетворени!

ДЕТАЙЛИРАНЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ НА ПЛОЧА (ИЛИ ГРЕДА) С КАРБОНОВИ ЛАМЕЛИ CARBOPLATE E (W)





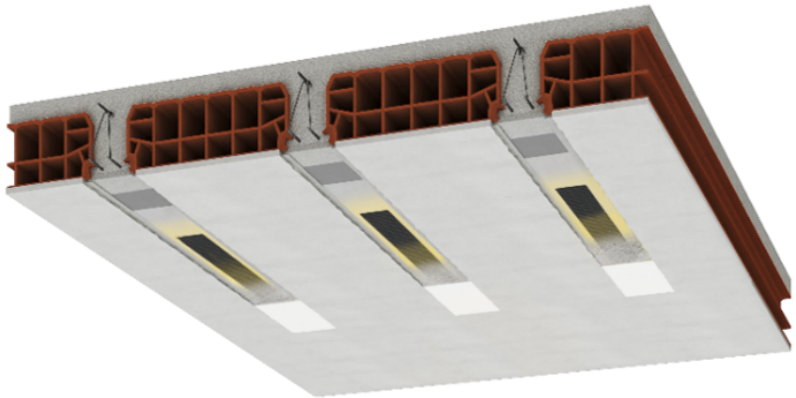


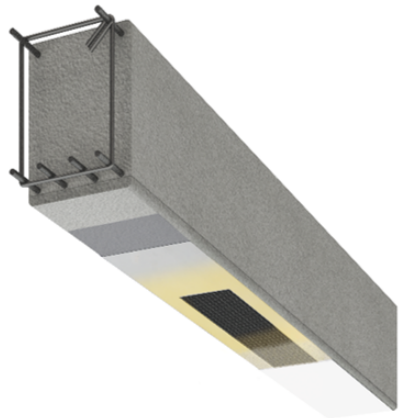
1. Съществуваща СТБ плоча (или греда).
2. Грунд MapeWrap Primer 1
3. Шпакловка MapeWrap 11 или Adesilex PG1
4. Карбонова ламела Carboplate E (W)

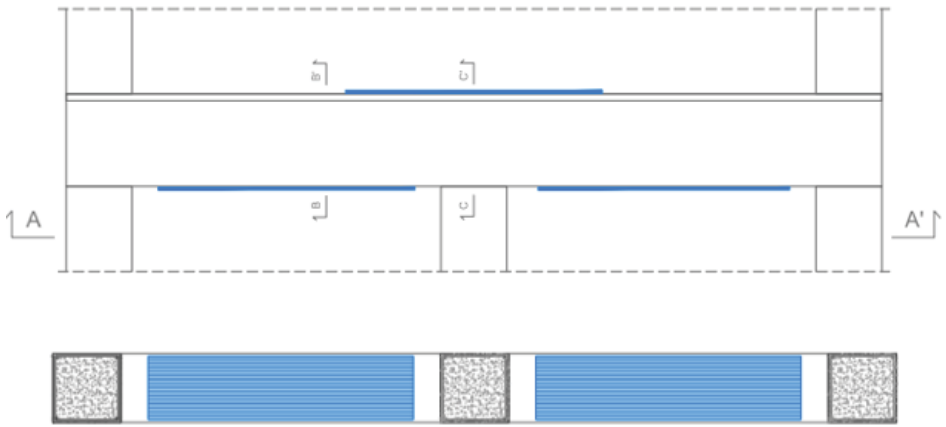
В СЛУЧАЙ ЧЕ КАРБОНОВАТА ЛАМЕЛА ЩЕ БЪДЕ В АДХЕЗИЯ СЪС СЛЕДВАЩИ СЛОЕВЕ:

5. Тънък филм от шпакловка MapeWrap 11 или Adesilex PG1
6. Кварцов пясък Quartz 1,2
7. Защитна шпакловка Planitop 210 или друг финиш

ДЕТАЙЛИРАНЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ОГЪВАНЕ НА ПЛОЧА (ИЛИ ГРЕДА) С КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX (W)







1. Съществуваща СТБ плоча (или греда)
2. Грунд MapeWrap Primer 1
3. Шпакловка MapeWrap 11
4. Първи слой импрегниращa смола MapeWrap 31
5. Карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)
6. Втори слой импрегниращa смола MapeWrap 31
7. Операции 5-6 се повтарят за всеки следващ слой тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)

В СЛУЧАЙ ЧЕ КАРБОНОВАТА ТЪКАН ЩЕ БЪДЕ В АДХЕЗИЯ СЪС СЛЕДВАЩИ СЛОЕВЕ:

8. Кварцов пясък Quartz 1,2
9. Защитна шпакловка Planitop 210 или друг финиш

ИЗВОДИ:

1. ЦЕЛТА (MRd > MEd) БЕ ПОСТИГНАТА С 2 ВАРИАНТА НА FRP СИСТЕМА, ЗА КОИТО МОЖЕМ ДА ОТБЕЛЕЖИМ, ЧЕ:

- Усилване на огъване с карбонови ламели Carboplate E (W) е по-практично от гледна точка на изпълнението, в сравнение с карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)
- Мерките за повишаване на носимоспособността могат да бъдат в посока:
  - ✓ Повишаване на якостите от Carboplate E170 (W) към по-високоякостната Carboplate E200 (W) или най-високоякостната Carboplate E250 (W).
  - ✓ Повишаване на якостите от MapeWrap C UNI-AX 300 (W) към по-високоякостната MapeWrap C UNI-AX 600 (W) или най-високоякостната MapeWrap C UNI-AX HM

2. ДЕЛАМИНАЦИЯТА КАРБОН-БЕТОН Е КРИТИЧНА И СЕ РЕАЛИЗИРА ПРЕДИ ДОСТИГАНЕ ЯКОСТНИЯТ КАПАЦИТЕТ НА КАРБОНА.

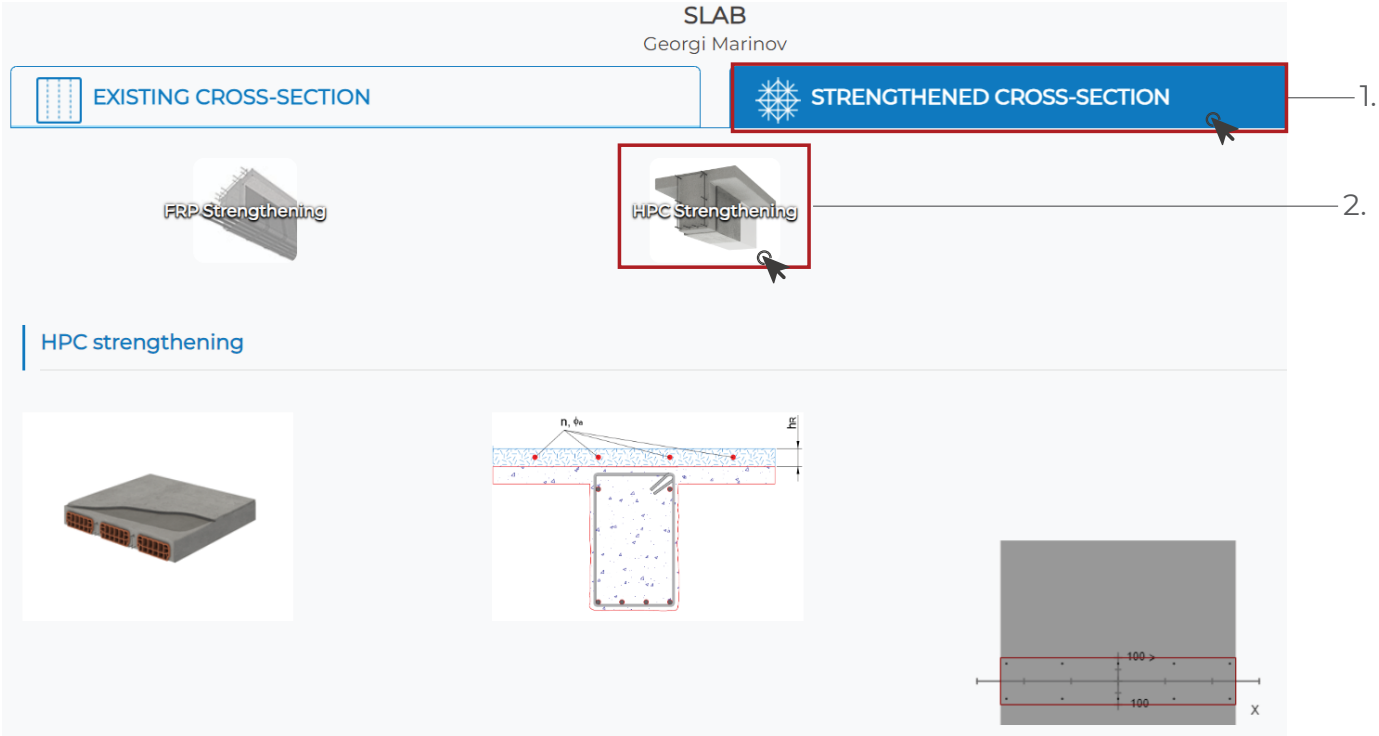
- Стандартите препоръчват контролирано повишаване на носимоспособността с цел избягване на крехко разрушение

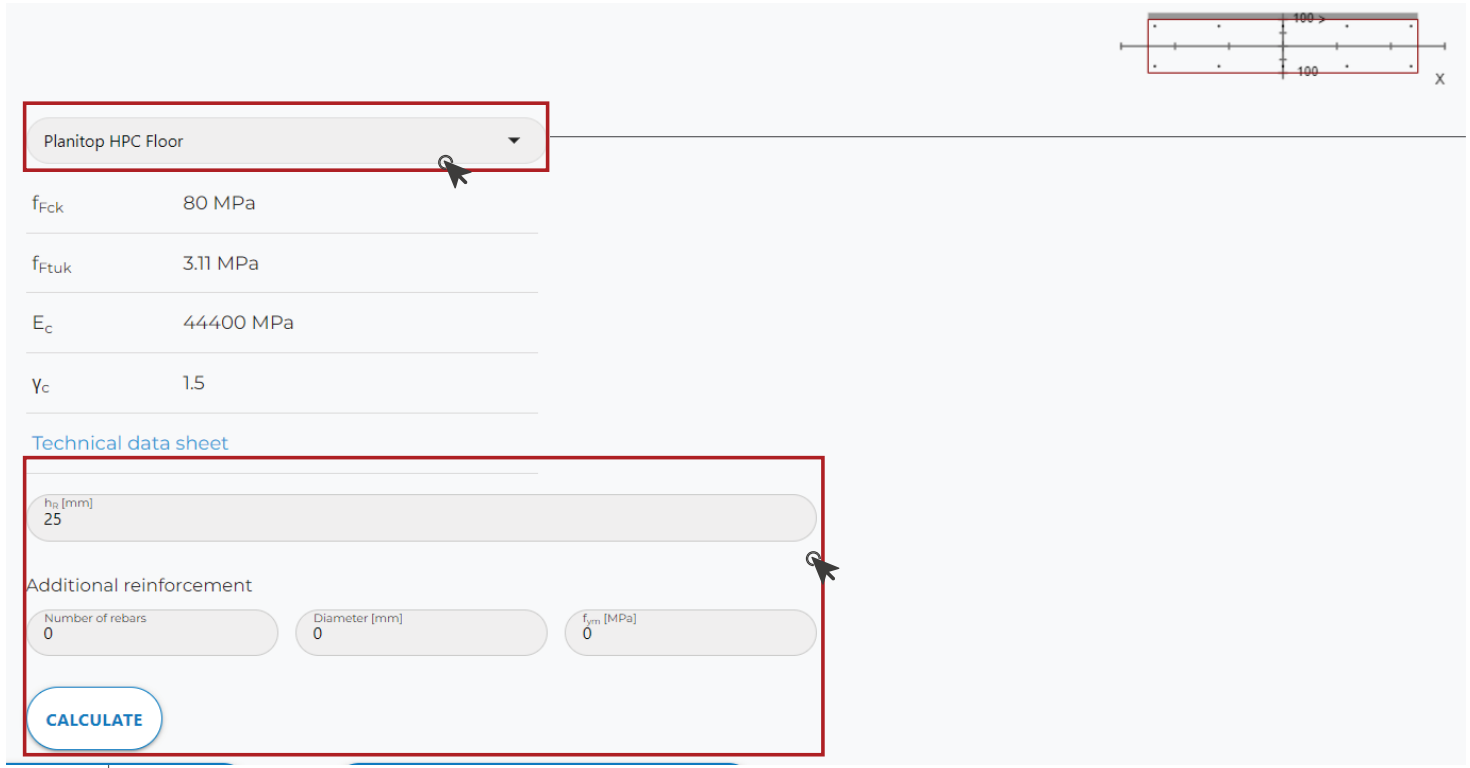
3. ВЪЗМОЖНО Е ДА СЕ МОДЕЛИРА РАЗТОВАРВАНЕ НА КОНСТРУКЦИЯТА ПРЕДИ УСИЛВАНЕ (С ТЕЛЕСКОПИЧНИ ПОДПОРИ, ХИДРАВЛИЧНИ КРИКОВЕ И ДР), ОТЧИТАЙКИ „НУЛЕВ“ МОМЕНТ ПРИ СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ И СУПЕРПОНИРАН M0+M СЛЕД УСИЛВАНЕТО

II. УСИЛЕНО СЕЧЕНИЕ

ЦЕЛ: MRD > MED

ВАРИАНТ 3. УСИЛВАНЕ НА ПЛОЧА С ДОЛИВКА ВИСОКОЯКОСТЕН БЕТОН С ФИБРИ PLANITOP HPC FLOOR





ВИСОЧИНА НА ДОЛИВКАТА (25 mm)

- PLANITOP HPC FLOOR, MAX. 40 mm
- PLANITOP HPC FLOOR 46, MAX. 80 mm
- PLANITOP HPC (ЗА КОЛОНИ)

АРМИРОВКА ПРИ ОПОРИТЕ (ОПЦИОНАЛНО):

1. РЕДУЦИРАНЕ НА СЪСЪХВАНЕ
2. ТРАНСФЕР НА УСИЛИЯТА ОТ ПЛОЧАТА КЪМ ВЕРТИКАЛНИТЕ НОСЕЩИ ЕЛЕМЕНТИ

РЕЗУЛТАТ ПРИ ВИСОЧИНА НА ДОЛИВКАТА (25 mm):

ПРОВЕРКАТА НЕ Е УДОВЛЕТВОРЕНА: MEd > MRd

В СЛЕДВАЩИЯ СЛАЙД ВИСОЧИНАТА НА ДОЛИВКАТА Е ПОВИШЕНА НА 40 mm

Shear capacity of the existing member 12.72 mm

	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,x-}$
Existing cross-section	29.20 kNm	-29.20 kNm
Strengthened section	40.08 kNm	-39.03 kNm
Improvement percentage	37.26 %	33.66 %

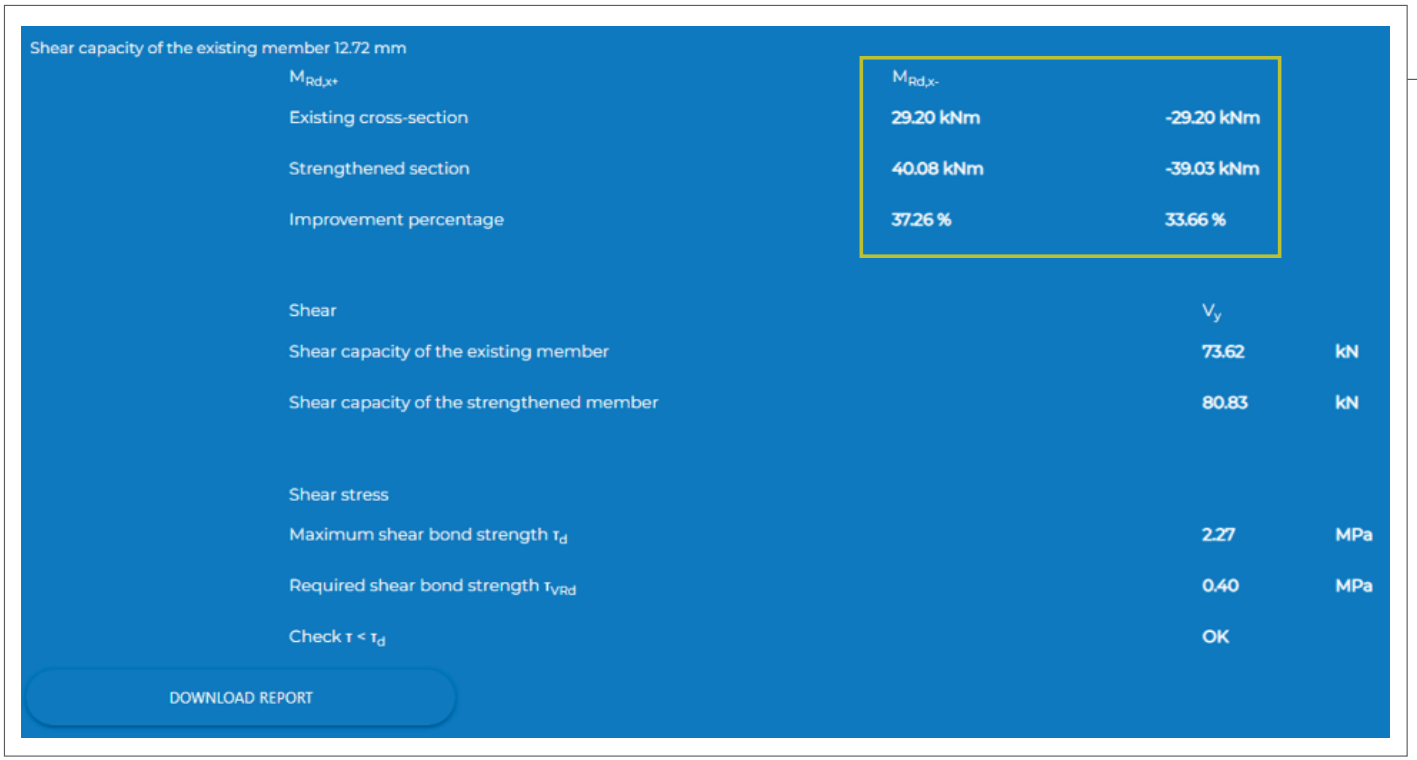
Shear	V_y	
Shear capacity of the existing member	73.62	kN
Shear capacity of the strengthened member	80.83	kN

Shear stress		
Maximum shear bond strength τ_d	2.27	MPa
Required shear bond strength τ_{VRd}	0.40	MPa
Check $\tau < \tau_d$	OK	

DOWNLOAD REPORT

С увеличаване височината на доливката до достигане на желаната носимоспособност, следва да се повиши и постоянния товар от собственото тегло на доливката в секцията СЪЩЕСТВУВАЩО СЕЧЕНИЕ / EXISTING SECTION при дефиниране на натоварването.

- **0,04 * 24,5 = 0,98 kN/m → MEd' = 3,35 kNm (=0,98*1,35*4,5^2/8)**
- **Общо от постоянен товар (ULS) → MEd + MEd'**



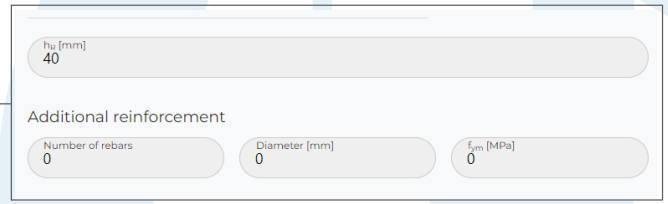
Shear capacity of the existing member 12.72 mm

	$M_{Rd,x+}$	$M_{Rd,x-}$	
Existing cross-section	29.20 kNm	-29.20 kNm	
Strengthened section	40.08 kNm	-39.03 kNm	
Improvement percentage	37.26 %	33.66 %	
Shear		V_y	
Shear capacity of the existing member		73.62	kN
Shear capacity of the strengthened member		80.83	kN
Shear stress			
Maximum shear bond strength τ_d		2.27	MPa
Required shear bond strength τ_{VRd}		0.40	MPa
Check $\tau < \tau_d$		OK	

DOWNLOAD REPORT

РЕЗУЛТАТ ПРИ ВИСОЧИНА НА ДОЛИВКАТА (40 mm):

ПРОВЕРКАТА Е УДОВЛЕТВОРЕНА: MEd > MRd



ВИСОЧИНА НА ДОЛИВКАТА (40 mm)

- Planitop HPC Floor, max. 40 mm
- Planitop HPC Floor 46, max. 80 mm

СНИМКИ ОТ ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕТО

ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ГРЕДА

С КАРБОНОВИ ЛАМЕЛИ CARBOPLATE ЗА ОГЪВАНЕ И КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP С UNI-AX ЗА СРЯЗВАНЕ

1. Подготовка на основата:

- Възстановяване на сечението с Mapegrout Thixotropic E
- Шлайфане с диамантени дискове

MAPEI STRUCTURAL DESIGN SOFTWARE - СНИМКИ ОТ ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕТО

ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ГРЕДА

С КАРБОНОВИ ЛАМЕЛИ CARBOPLATE ЗА ОГЪВАНЕ И КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP С UNI-AX ЗА СРЯЗВАНЕ

2. Епоксиден грунд MapeWrap Primer 1

3. Епоксидна шпакловка MapeWrap 11

ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ГРЕДА

С КАРБОНОВИ ЛАМЕЛИ CARBOPLATE ЗА ОГЪВАНЕ И КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP С UNI-AX ЗА СРЯЗВАНЕ

4. Карбонови ламели Carboplate E (W)

ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕ ПРИ УСИЛВАНЕ НА ГРЕДА

С КАРБОНОВИ ЛАМЕЛИ CARBOPLATE ЗА ОГЪВАНЕ И КАРБОНОВА ТЪКАН MAPEWRAP C UNI-AX ЗА СРЯЗВАНЕ

5. Импрегниращa епоксидна смола MapeWrap 31

- ПРЕДИ полагане на тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)

6. Полагане на карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)

- Обезвъздушаване

ПРИЛОЖЕНИЕ НА FRP

7. Импрегниращa епоксидна смола MapeWrap 31

- СЛЕД полагане на тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)
- Стъпки 6-7 се повтарят при полагане на последващи слоеве тъкан MapeWrap C UNI-AX (W)
- Системата завършва с поръсване на кварцов пясък

ПРИЛОЖЕНИЕ НА FRP

Усилване на огъване с карбонови ламели Carboplate

ПРИЛОЖЕНИЕ НА FRP

Усилване на стоманобетонен комин с карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX и въглеродни дюбели MapeWrap C Fiocco

ПРИЛОЖЕНИЕ НА FRP

Усилване на срязване с карбонова тъкан MapeWrap C UNI-AX и въглеродни дюбели MapeWrap C Fiocco

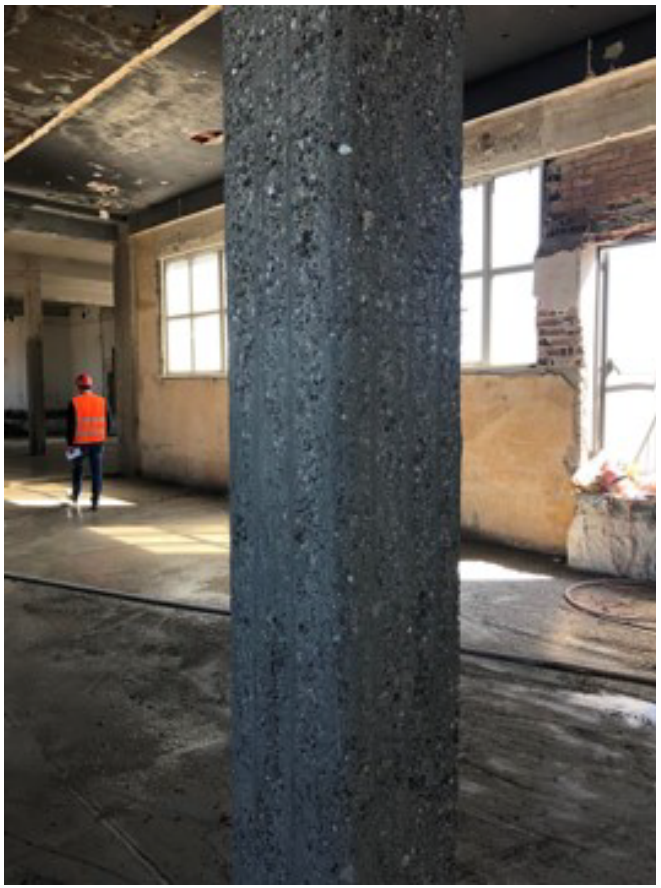
ПРИЛОЖЕНИЕ НА FRP

Усилване на възел “колона-греда” с карбонови тъкани MapeWrap C UNI-AX и MapeWrap C QUADRI-AX

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC

MAPEI STRUCTURAL DESIGN SOFTWARE - СНИМКИ ОТ ЕТАПИ НА ИЗПЪЛНЕНИЕТО

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC



ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC

Усилване на виренделова греда с Planitop HPC Floor

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC

Усилване на виренделова греда с Planitop HPC Floor

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИСОКОЯКОСТНИ БЕТОНИ PLANITOP HPC

Усилване на виренделова греда с Planitop HPC Floor

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!

OFFICE@MAPEI.BG