

UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA

Výpočetní software Sika[®] CarboDur[®]

ZALOŽENÝ NA TR55 (2012) A EUROKÓDU 2.

ČERVEN 2016 V1.2.

OBSAH

1	ÚVOD	4
2	TEORETICKÝ ZÁKLAD	4
2.1	OBECNÉ ZÁSADY PRO DIMENZOVÁNÍ	4
2.1.1	Dílčí součinitele pro kompozity FRP (TR55, 5.6.3, 5.6.4 a 5.65)	4
2.1.2	Limity pro zesílení (TR55, 6.2.2)	5
2.1.3	Návrh FRP pro případ požáru (TR55, 5.7.1)	6
2.2	ZESÍLENÍ V OHYBU	7
2.2.1	Limity pro zesílení	9
2.2.2	Použitelnost (TR55, 6.9)	9
2.3	ZESÍLENÍ VE SMYKU	9
2.3.1	Limity pro zesílení	12
2.4	ZESÍLENÍ SLOUPŮ	12
2.4.1	Limity pro zesílení	14
2.4.2	Použitelnost (TR55, kap. 8.8)	14
3	POUŽÍVÁNÍ SOFTWARE SIKA® CARBODUR® A SIKAWRAP®	14
3.1	INSTALACE A AKTIVACE	14
3.2	ÚVOD	15
3.3	ÚVODNÍ INFORMACE	16
3.4	ZESÍLENÍ SLOUPŮ	19
3.4.1	Průřez	19
3.4.2	Výztuž	20
3.4.3	Zatížení	21
3.4.4	Lamináty	22
3.4.5	Posouzení průřezu	23
3.4.6	Odolnost proti požáru	25
3.4.7	Výtisk	26
3.5	ZESÍLENÍ V OHYBU (JEDNODUCHÝ PRŮŘEZ)	27
3.5.1	Průřez	27
3.5.2	Výztuž	28
3.5.3	Zatížení	29
3.5.4		30
3.5.5	Lamináty	31
3.5.6	Posouzení průřezu	33
3.5.7	Odolnost proti požáru	33
3.5.8	Výtisk	34
3.6	ZESÍLENÍ V OHYBU (SLOŽENÝ PRŮŘEZ)	35
3.6.1	Geometrie	35
3.6.2	Průřez	36
3.6.3	Výztuž	36
3.6.4	Působící síly	37
3.6.5	Lamináty	38

3.6.6	Posouzení průřezu	38
3.6.7	Posouzení soudržnosti	38
3.6.8	Odolnost proti požáru	39
3.6.9	Výtisk	40
3.7	ZESÍLENÍ VE SMYKU (JEDNODUCHÝ PRŮŘEZ)	41
3.7.1	Průřez	41
3.7.2	Zatížení	42
3.7.3	Lamináty	44
3.7.4	Odolnost proti požáru	46
3.7.5	Výtisk	46
3.8	ZESÍLENÍ VE SMYKU (SLOŽENÝ PRŮŘEZ)	46
3.8.1	Geometrie	46
3.8.2	Průřez	46
3.8.3	Působící síly	47
3.8.4	Lamináty	49
3.8.5	Odolnost proti požáru	49
3.8.6	Výtisk	50
<hr/>		
	Právní poznámka	51

1 ÚVOD

Cílem tohoto softwaru je pomoci uživateli při dimenzování prvků z polymerů vyztužených uhlíkovými vlákny (tzv. „CFRP“), které umožňují dosahovat (a) vyšší pevnosti v ohybu, (b) vyšší pevnosti ve smyku a (c) vyšší vzpěrné pevnosti. Tato tři témata jsou předmětem diskuze v následujících kapitolách, kde jsou uvedeny také teoretické základy výpočtů.

Výpočetní postupy, použité v tomto programu, jsou založeny na Technickém věstníku č. 55 Mezinárodní federace pro konstrukční beton, 3. vydání (2012): *"Design guidance for strengthening concrete structures using fibre composite materials"*.

Doplňkové výpočetní metody jsou přejety z následujících norem:

- Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí.
- Zpráva EMPA č. 116/7.

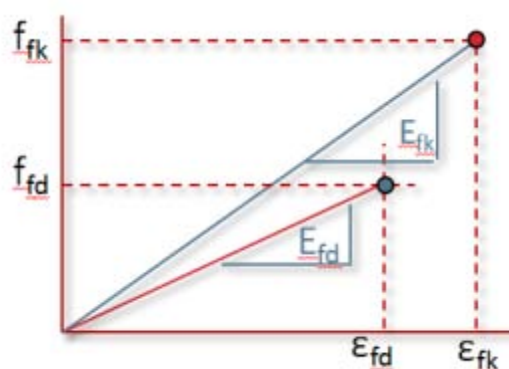
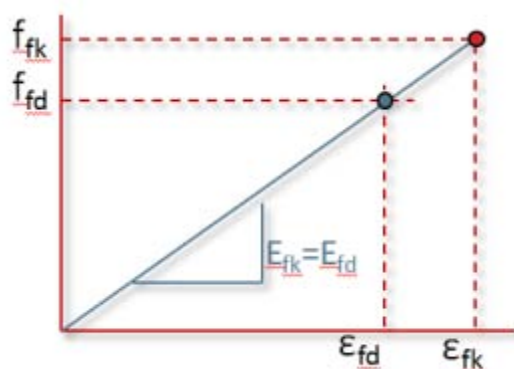
2 TEORETICKÝ ZÁKLAD

2.1 OBECNÉ ZÁSADY PRO DIMENZOVÁNÍ

2.1.1 Dílčí součinitele pro kompozity FRP (TR55, 5.6.3, 5.6.4 a 5.65)

V TR55 se uvažují kombinace součinitelů spolehlivosti podle následujících parametrů. Součinitele spolehlivosti se stanoví z následujících zdrojů:

- Typy materiálů FRP: Tabulka 1 a 3
- Typ systému FRP (metoda aplikace / výroby): Tabulka 2



Stávající přístup v ostatních směrnících pro FRP: Návrhové hodnoty, použité ve výpočtech, se týkají pevnosti v tahu a přetvoření FRP. Ovšem charakteristická nebo střední hodnota se uvažuje jako návrhový modul pružnosti E.

Přístup TR55 : Na rozdíl od ostatních pokynů k FRP zde součinitele spolehlivosti nejen omezují návrhovou pevnost v tahu a přetvoření, ale také vedou ke snížení návrhového modulu pružnosti E.

Součinitele spolehlivosti lze najít v následujících tabulkách:

TABULKA 1

Součinitele pro Youngův modul pružnosti pro mezní stav únosnosti (všechny návrhové kombinace):

$\gamma_{FRP,E}$

FRP s uhlíkovými vlákny	1,1
FRP s aramidovými vlákny	1,1
FRP se skleněnými vlákny (AR)	1,6
FRP se skleněnými vlákny (E)	1,8
FRP s čedičovými vlákny	1,8

TABULKA 2

Doplňující dílčí součinitele spolehlivosti podle metody výroby nebo aplikace: $\gamma_{FRP,m}$ **Desky**

Laminát zhotovený tažením	1,05
Přednasyčená tkanina	1,05
Lisované prvky	1,1

Tkaniny nebo lamely

Aplikace strojem	1,05
Podtlaková infuze	1,1
„Mokrý“ proces	1,2

Prefabrikované (tovární) výlisky

Svitky vlákna	1,05
Pryskyřice odlévaná do formy	1,1
Ruční pokládání	1,2
Ruční aplikace nástřikem	1,5

TABULKA 3

Doplňující dílčí součinitele spolehlivosti pro napětí při mezním stavu únosnosti: $\gamma_{FRP,\varepsilon}$

FRP s uhlíkovými vlákny	1,25
FRP s aramidovými vlákny	1,35
FRP se skleněnými vlákny AR	1,85
FRP se skleněnými vlákny (E)	1,95
FRP s čedičovými vlákny	1,95

Při použití příslušných součinitelů spolehlivosti se návrhové hodnoty pro FRP stanoví takto:

Rovnice z TR55

$$E_{fd} = \frac{E_{fk}}{\gamma_{FRP,mE}} = \frac{E_{fk}}{\gamma_{FRP,E} \gamma_{FRP,m}} \quad (2.1.a)$$

kde E_{fd} je návrhový modul pružnosti FRP a E_{fk} je jeho charakteristická hodnota,

$$\varepsilon_{fd} = \frac{\varepsilon_{fk}}{\gamma_{FRP,m\varepsilon}} \quad (2.1.b)$$

kde ε_{fd} návrhové přetvoření FRP při mezním stavu pevnosti a ε_{fk} je jeho charakteristická hodnota, proto se návrhová pevnost f_{fd} vypočte takto:

$$f_{fd} = E_{fd} \cdot \varepsilon_{fd} \quad (2.1.c)$$

2.1.2 Limity pro zesílení (TR55, 6.2.2)

Před provedením zesílení musí projektant posoudit pravděpodobný následek v případě nežádoucí ztráty účinku zesílení následkem nehody, nárazu apod. Proto ztráta pevnosti nevede k selhání konstrukce.

Proto se o zesílení prvku uvažuje pouze tehdy, pokud je pevnost nezesíleného (stávajícího) prvku na mezi únosnosti při nehodě, jak je definovaná v *Eurokódu 2, část 1-1, odst. 2.4.2.4*, nejméně tak velká jako pro kombinaci případů uvedenou v *Eurokódu 0, odst. A.1.4.1 a A.1.4.2*. Toto posouzení významně omezuje přídavné zatížení, o němž lze uvažovat pro zesílený prvek nezávisle na únosnosti systému FRP.

$$R_d \geq E_d$$

(2.1.d)

2.1.3 Návrh FRP pro případ požáru (TR55, 5.7.1)

Požár představuje mimořádný jev, který vyžaduje aplikaci speciálních podmínek pro dimenzování konstrukce i užitého zatížení.

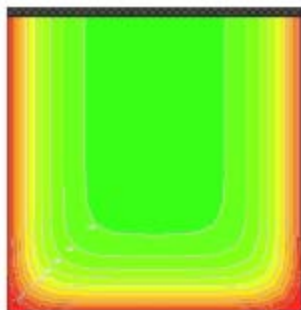
V případě požáru se předpokládá ztráta únosnosti prvků CFRP v důsledku působení vysokých teplot. Proto je nutno u nevyztuženého prvku uvažovat o kombinaci redukovaného návrhového zatížení, například o kombinaci dlouhodobého užitého zatížení, jak je uvedeno v *Eurokódu 1, část 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire (Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, odst. 4.3.1.)*.

Software zahrnuje předběžné stanovení pevnosti nevyztuženého prvku v případě požáru. Pevnost prvku pro mezí stav únosnosti se určuje na základě skutečných pevností betonu a oceli s uvažováním dílčích součinitelů pro tyto materiály $\gamma_{M,fi} = 1$ (*Eurokód 2, část 1-2: General rules – Structural fire design (Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru) odst. 2.3*) a musí být větší než kombinace zatížení při požáru (*Eurokód 1, část 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire (Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru), odst. 4.3.1.)*).

$$R_{d,fi} \geq E_{d,fi}$$

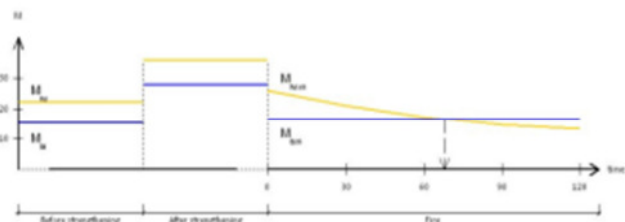
(2.1.e)

Za této podmínky už se v případě požáru s únosností CFRP nepočítá, proto se nevyžaduje žádná ochrana. Může však být vyžadována určitá ochrana ŽB prvku k dosažení určité ochrany před účinky požáru. Software také zahrnuje volitelný podrobný výpočet, který umožňuje stanovit požární odolnost prvku bez příspěvku FRP podle teplotních profilů pro tyče, nosníky a sloupy, resp. výpočet podle metody Isotherm 500 (*Eurokód 2, část 1-2: General rules – Structural fire design (Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru), Příloha A a Příloha B*).



Při požáru se průřez prvku intenzivně ohřívá. V důsledku toho se v průřezu vyskytují různé hodnoty teplotních gradientů, což vede k poklesu mechanické pevnosti betonu a ocelové výztuže.

Isotherm 500 je zjednodušená metoda, neuvažující příspěvek mechanické pevnosti betonového průřezu, jehož teplota překročila 500 °C.



V důsledku zmenšení plochy účinného průřezu klesá pevnost, která však musí být dostačující pro kombinaci zatížení v případě požáru. Posouzení požární odolnosti prvků vychází z doby, po kterou byla tato podmínka splněná.

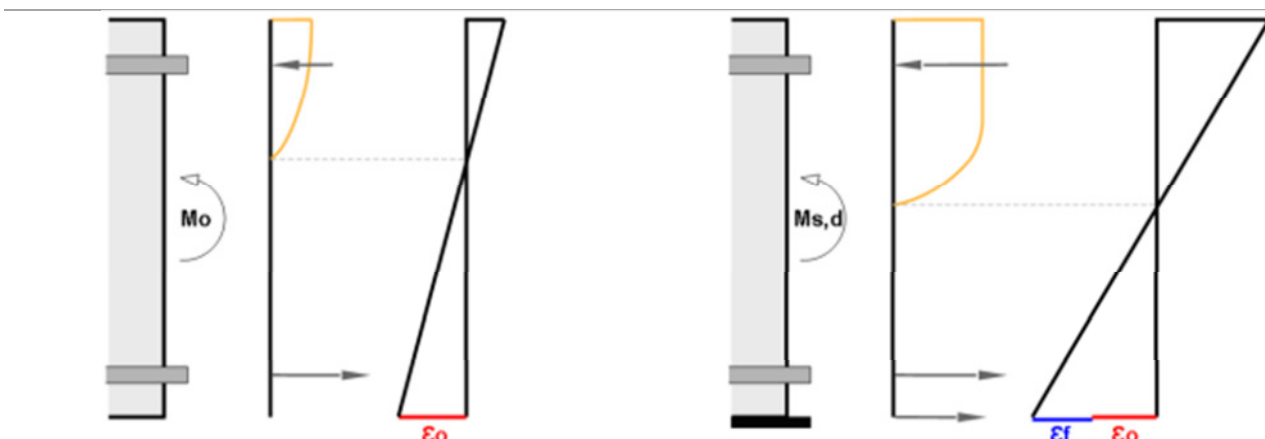
Software Sika CarboDur® posoudí únosnost nezesíleného nosníku v případě požáru na základě očekávaných průběhů teplot v betonovém průřezu a skutečné požární odolnosti podle zatížení požárem podle TR55, odst. 5.7.1.

2.2 ZESÍLENÍ V OHYBU

Vyztužené betonové prvky, např. nosníky, pruty a sloupy, mohou být vyztužené ohybovou výztuží, vytvořenou z kompozitních prvků FRP a přilepenou pomocí epoxidu k taženým oblastem průřezu tak, aby výztužná vlákna byla rovnoběžná se směrem hlavního napětí v tahu (s podélnou osou prvku). Následně popsané výpočty jsou zaměřené na mezní stavy únosnosti a na mezní stav použitelnosti.

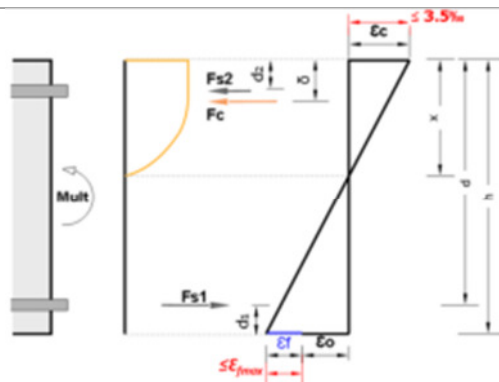
U prvků zesílených v ohybu je nutno uvažovat následující aspekty:

- Stanovení skutečných přetvoření průřezu ohybem při aplikaci zesílení, s uvažováním vlivu dotvarování betonu na modul pružnosti E . Software pro toto posouzení stanoví modul pružnosti E jako $\frac{E_{cm}}{1+\varphi_{ef}}$, kde φ_{ef} je součinitel vlivu dotvarování.



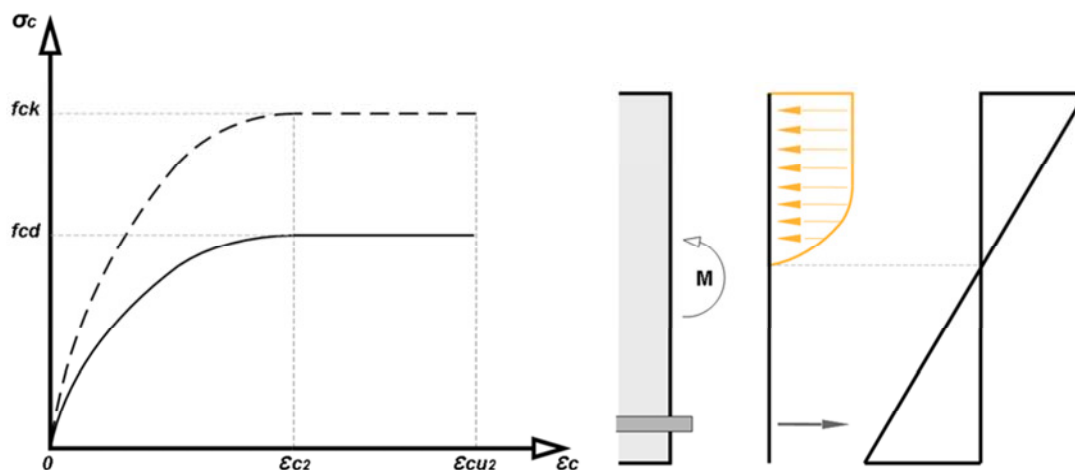
Stanovení původního přetvoření v krajních vláknech průřezu (vlevo) a jeho vlivu na zatížený zesílený nosník (vpravo)

- Musí být splněná rovnováha sil v zesílené části s přihlédnutím ke skutečné deformaci krajních vláken betonového průřezu během zesilování, ε_0



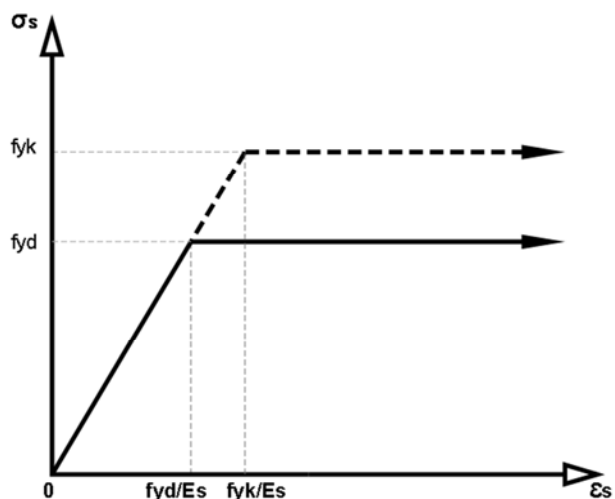
Průběhy napětí a přetvoření při mezním stavu únosnosti na zesíleném nosníku. Přetvoření (červeně) je v tlačené oblasti omezeno hodnotou maximálního přetvoření betonu (3,5 % pro beton třídy ≤ 50 MPa) a mezním přetvořením CFRP, ε_{fmax} , které lze uvažovat hodnotou 0,8 % (TR55, 6.3.3C).

- Mezní únosnost zesílené části může být omezená drcením betonu v tlačené oblasti (odpovídá přetvoření 0,35 %) nebo ztrátou přilnavosti laminátu CFRP (oddělení trhlinami od smykového napětí, extrémní podélné smykové podél FRP nebo nedostatečná kotevní délka laminátu). V případě podpovrchové aplikace je nutno posoudit další mechanismy porušení (např. ztrátu přilnavosti lepidla, rozvolnění povrchu betonu nebo oddělení krycí vrstvy).
- Pružnost zesíleného prvku.
- Splnění podmínek pro mezní napětí pro různé materiály (beton, ocel a FRP) v relevantních mezních stavech použitelnosti.



Parabolicko-rektangulární průběh napětí pro tlačnou část betonového průřezu (vlevo) a průřez nosníku namáhaného ohybem (vpravo)

Vyztužené betonové prvky, např. nosníky, pruty a sloupy, mohou být vyztužené ohybovou výztuží, vytvořenou z kompozitních prvků FRP a přilepenou pomocí epoxidu k taženým oblastem průřezu tak, aby výztužná vlákna byla rovnoběžná se směrem hlavního napětí v tahu (s podélnou osou prvku).



Zjednodušený návrhový graf závislosti napětí na přetvoření v ocelové výztuži (tah a tlak)

Software při návrhu používá metodu parabolicko-rektangulárního průběhu ke stanovení přetvoření tlakem a pro průběh napětí po výšce průřezu. Návrhová pevnost betonu se stanoví takto:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} \quad (2.2.a)$$

Zde je γ_c součinitel spolehlivosti betonu a α_{cc} je součinitel uvažující dlouhodobé nepříznivé účinky ze zatížení tlakem podle Eurokódu 2.

Návrhové hodnoty pro ocelovou výztuž jsou odvozené z charakteristických hodnot oceli f_{yk} . V případě posouzení mezních stavů únosnosti software používá zjednodušený bilineární graf, kde vodorovná část vychází z bodu f_{yd} .

$$\sigma_s = E_s \varepsilon_s \quad (2.2b)$$

Pro návrhovou hodnotu modulu pružnosti E_s se jako výchozí uvažuje hodnota 200 GPa.

Výpočet ohybové výztuže FRP vychází ze zásad uvedených v Eurokódu 2 a TR55(2012), kap. 6, s následujícími modifikacemi:

- V případě dodatečně předpínaných desek Sika® Carbodur® S je maximální účinné přetvoření laminátu CFRP omezeno na 1,26 % (hodnota experimentálně stanovená pro systém Sika® CarboStress).

$$\varepsilon_{fd,dodat.předp.} \leq 1,26 \%$$

2.2.1 Limity pro zesílení

Viz odst.2.1.2.

2.2.2 Použitelnost (TR55, 6.9)

Porušení tlakem:

Pokud při charakteristické kombinaci účinků přenáší FRP dlouhodobé zatížení, maximální úroveň napětí v laminátu nesmí překročit následující hodnoty:

Maximální napětí ve FRP při užitém zatížení ve vztahu k návrhové pevnosti:

FRP s uhlíkovými vlákny	65% x f_{fd}
FRP s aramidovými vlákny	40% x f_{fd}
FRP se skleněnými vlákny	45% x f_{fd}
FRP s čedičovými vlákny	35% x f_{fd}

Vyztužení pro dynamické zatížení:

Pokud lze během vytvrzování lepidla očekávat působení dynamického zatížení, může dojít k negativnímu ovlivnění funkce lepidla (TR55, 6.9.4). V takovém případě, pokud je redukováná přilnavost lepidla menší než návrhová pevnost betonu v centrickém tahu, je nutno během vytvrzování lepidla omezit užité zatížení.

Přetvoření od užitého zatížení na rozhraní FRP – beton během vytvrzování (10^{-6})	Snížení přilnavosti lepidla proti odtržení
20	10%
50	12%
100	16%
150	22%
200	32%

Železobetonové prvky (Eurokód 2, část 1-1, kap. 7.2):

Účinné tahové napětí v ocelové výztuži v zesíleném prvku FRP při charakteristické kombinaci zatížení se omezuje na:

$$\leq 0,80 f_{yk} \text{ v případě ocelové výztuže}$$
$$\leq 0,75 f_{pk} \text{ v případě předpínací výztuže}$$

Pokud je konstrukční prvek vystavený působení chloridů nebo opakovaným zmrazovacím cyklům, tlakové napětí v betonu (prvku zesíleného pomocí FRP) při kvazi-stálé kombinaci zatížení je třeba omezit na $0,45 f_{ck}$.

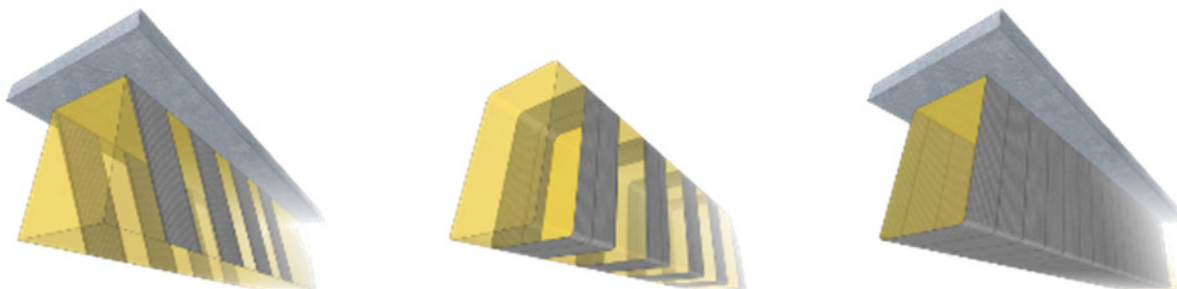
Dodatečně předpjaté lamináty CFRP:

Účinné přetvoření laminátu při užitém zatížení se omezuje na 0,92 % (hodnota experimentálně stanovená pro systém Sika® CarboStress).

2.3 ZESÍLENÍ VE SMYKU

Zesílení ŽB prvků pomocí FRP lze provést aplikací vnějšího zesílení tak, aby hlavní vlákna byla co nejpřesněji rovnoběžná se směry hlavních tahových napětí, a tedy aby byl účinek FRP maximální. Pro nejběžnější případy konstrukčních prvků, vystavených bočnímu zatížení, svírají trajektorie hlavních tlakových napětí v zónách, které se nacházejí v oblastech kritických z hlediska smykového namáhání, s podélnou osou nosníku zhruba úhel 45° , který lze uvažovat po obou stranách nosníku, na který se FRP aplikuje.

Ovšem při úplném ovinutí nebo při ovinutí ve tvaru „U“ je z hlediska praktického provádění vhodnější přiložit zesílení FRP tak, aby hlavní vlákno směřovalo kolmo k ose nosníku.



Namísto otevřeného uspořádání, kdy lze očekávat předčasnou ztrátu soudržnosti s následným snížením účinku, je třeba preferovat ovinutí celého obvodu nebo řádně ukotvené lamely. Umístění na dvou protilehlých stranách je nejméně účinné z důvodu menší účinné hloubky a rizika ztráty soudržnosti.

Při konfiguraci jednotlivých lamel je maximální rozteč sousedních lamel omezená na nejmenší z hodnot:

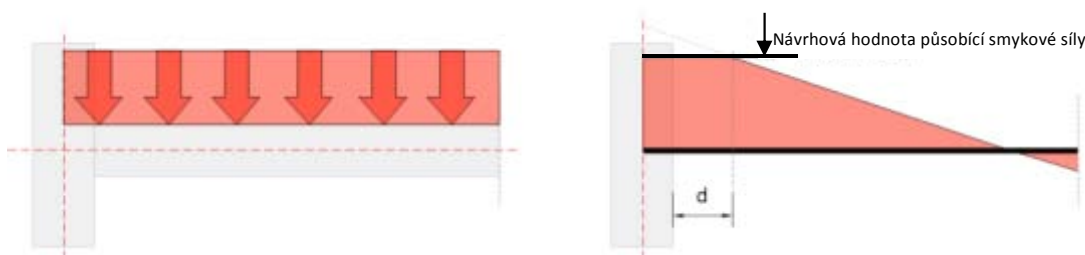
- $0,8d_f$
- $d_f - (n_s / 3) l_{t,max} \cos \beta$
- $b_f + d_f / 4$

kde:

- d_f je účinná hloubka smykové výztuže FRP
- n_s součinitel ukotvení smykové výztuže (TR55, kap. 7.2.). Hodnoty součinitele jsou následující:
 - 0 pro úplně ovinutý nosník,
 - 1,0 pro spojitě sprážen s FRP po stranách a na spodní straně nosníku (tvar písmene „U“),
 - 2,0 pro přiložení pouze po stranách nosníku.
- $l_{t,max}$ je maximální délka ukotvení FRP na prvku (TR55, kap. 6.3),
- b_f je šířka laminátu FRP,
- β je úhel mezi směrem hlavních vláken FRP a přímkou kolmou k podélné ose nosníku.

Tato omezení vylučují použití jednotlivých lamel u nosníků s omezenou využitelnou výškou nebo v případě širokých pásů FRP.

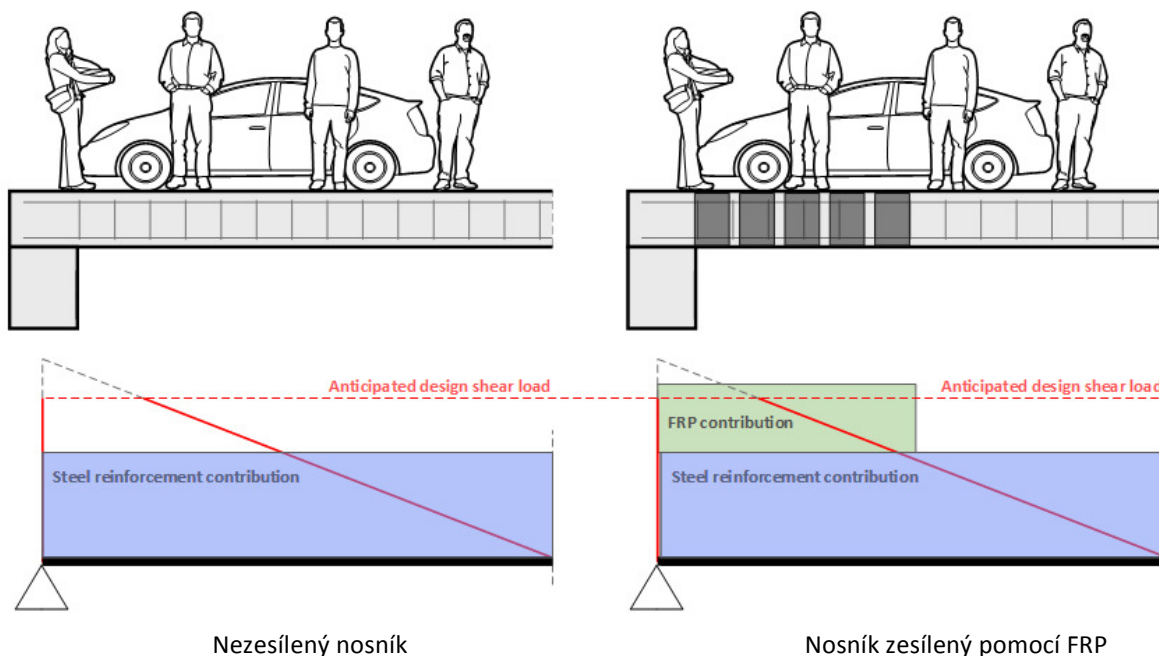
U nosníků zatížených převážně rovnoměrným zatížením není nutno posuzovat návrhovou smykovou sílu pro stanovení potřebného průřezu FRP ve vzdálenosti menší než d od líce podpěry.



Vnější zesílení FRP lze posuzovat analogicky k vnitřní ocelové výztuži (za předpokladu, že FRP přenáší pouze normálová napětí ve směru hlavních vláken materiálu) za podmínky, že při mezním stavu únosnosti ve smyku dochází ve FRP ve směru hlavních vláken materiálu k účinnému přetvoření ϵ_{fse} , které nesmí překročit:

- $\varepsilon_{fd}/2$, kde ε_{fd} odpovídá návrhovému přetvoření na mezi pevnosti FRP.
- $0,5 \sqrt{\frac{f_{ck}}{E_{fd} t_f}}$, kde E_{fd} je návrhový modul pružnosti FRP a t_f je celková tloušťka systému FRP.
- 0,4%

Smyková pevnost vyztuženého prvku se stanoví ze superpozice příspěvků oceli a FRP při zatížení smykem, při současném omezení napětí v oceli, betonu a FRP tak, aby nedošlo k překročení návrhových hodnot.



Dále je nutno ověřit, zda je únosnost nosníku dostatečná k přenesení smykové síly vzhledem k porušení betonu tlakem (čl. 6.2.3 Eurokódu 2, část 1-1).

Konečná pevnost nosníku při zatížení smykem Příspěvek FRP při zatížení smykem se stanoví takto:

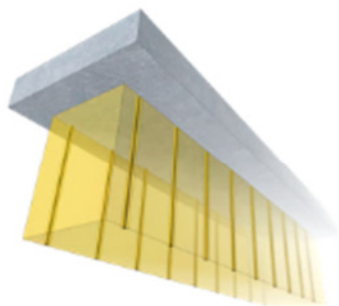
$$\frac{A_{fw}}{s_f} \left(d_f - \frac{n_s}{3} \cdot l_{t,max} \cdot \cos\beta \right) E_{fd} \varepsilon_{fse} (\sin\beta + \cos\beta) \quad (2.3.a)$$

kde:

- A_{fw} je plocha FRP (mm^2) smykové výztuže, měřená kolmo ke směru vláken. Pokud se laminát FRP aplikuje symetricky na obou stranách nosníku, A_{fs} je součet ploch v obou vrstvách laminátu.
- s_f odpovídá podélné rozteči vrstev FRP, použitých k zesílení ve smyku (mm). Pro souvislé pokrytí tkaninou FRP se s_f uvažuje hodnotou 1,0.

- d_f je účinná hloubka zesílení FRP, měřená od povrchu smykového zesílení FRP až po taženou ocelovou výztuž (mm).

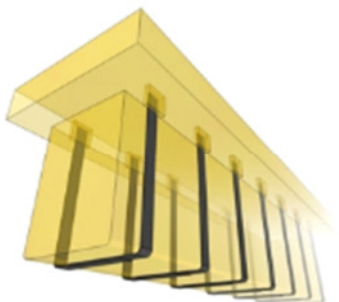
Software Sika CarboDur® může vypočítat také další varianty zesílení, které nejsou založené na vnějším zesílení pomocí FRP:



Podpovrchové smykové zesílení pomocí FRP

Podpovrchové lamely se aplikují do drážek vyříznutých do boků vyztužovaného nosníku.

Pro smykovou výztuž z podpovrchových lamel, instalovaných do boků nosníku, lze použít podobný přístup, spočívající v kombinaci příspěvku oceli (předpokládá se proměnný úhel ohybů) a podpovrchových lamel (předpokládá se úhel 45°). Další informace lze nalézt v TR55, kap. 7.5.



Sika CarboShear® L

Profily CarboShear® L jsou prvky vysokopevnostní smykové výztuže ve formě třmínků z uhlíkových vláken. Profily s průřezem L se lepí k nosníku a kotví se do horní plochy nebo k horní pásnici.

Další informace lze najít v následujících zkušebních protokolech od Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (EMPA):

- Zkušební protokol EMPA č. 169'219
- Zkušební protokol EMPA č. 116/7

2.3.1 Limity pro zesílení

Viz odst.2.1.2.

2.4 ZESÍLENÍ SLOUPŮ

Cílem zesílení je:

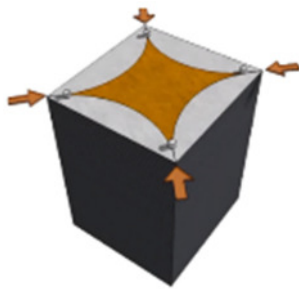
- zvýšit pevnost a stabilitu betonového prvku,
- poskytnout boční podepření podélné výztuži,
- zabránit odpryskávání krycí vrstvy betonu.

U sloupů s kruhovým průřezem se těchto cílů dosahuje aplikací externího pláště z FRP. U sloupů s obdélníkovým průřezem lze ovinutí docílit pomocí prizmatického pláště, který se aplikuje po předchozím zaoblení rohů sloupu. Obdélníková ovíjená výztuž je méně účinná, protože hlavní efekt ovinutí se projevuje převážně v rozích průřezu. Současně je k omezení boulení na bocích sloupu nutná významně větší tloušťka ovíjeného pláště.



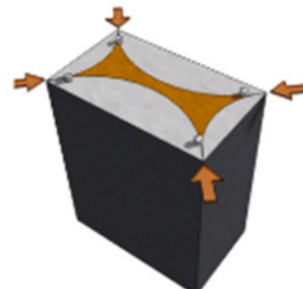
Sloup s kruhovým průřezem

Účinný průřez sloupu zesíleného ovinutím FRP je roven vlastnímu průřezu konstrukčního prvku.



Sloup se čtvercovým / obdélníkovým průřezem

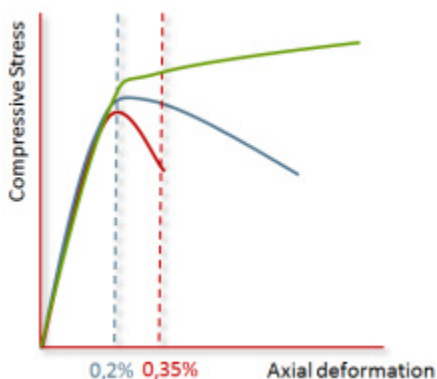
Účinek ovinutí se spíše než po celém obvodu koncentruje v rozích a proto účinnost ovinutí závisí na tvaru průřezu s tím, že ve velké části obvodu průřezu je účinek ovinutí nízký.



Sloup s protáhlým obdélníkovým průřezem

Účinek dále klesá tím více, čím je průřez protáhlejší. Při poměru stran obdélníka 2:1 nebo větším je přínos ovinutí téměř zanedbatelný.

Vliv ovinutí CFRP na průběh napětí v betonovém prvku lze schématicky znázornit následovně:



- Betonový prvek s masivním ovinutím. Bylo dosaženo zvýšení pevnosti při protažení 0,2 %. Navíc je beton schopný přenést další zatížení. Zatížení na mezi pevnosti je vyšší než tzv. špičkové zatížení. Toto schéma odpovídá modelu ovinutí, použitého v TR55.
- Ovinutý betonový prvek. Extrém napětí zůstává v úrovni protažení cca 0,2 %. Došlo k významnému zvýšení pružnosti.
- Původní betonový prvek. Špičkové napětí odpovídá deformaci 0,2 % a přetvoření na mezi pevnosti se nachází na cca 0,35 %.

Graf zobrazuje téměř bilineární průběh se zřetelným přechodem mezi oblastmi v úrovni napětí, které je blízké pevnosti nevyztuženého betonu f_{co} . Nad touto hodnotu se mění sklon tečny, až beton dosáhne své meze pevnosti f_{ccd} , kdy ovinutí dosahuje přetvoření při porušení $\epsilon_{h,rup}$.

Limitující přetvoření při porušení se vypočte takto:

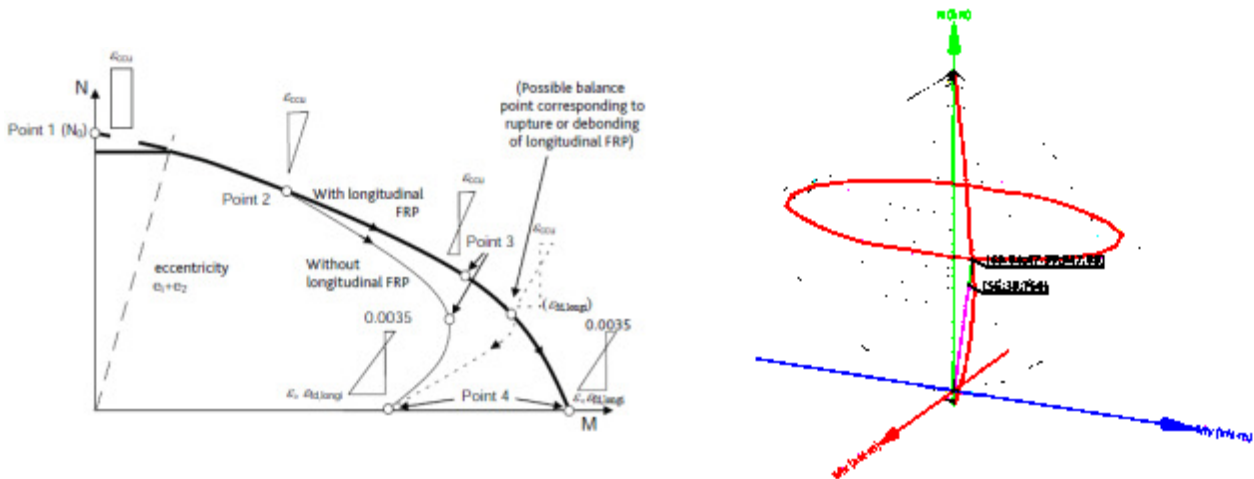
- $0,6 \epsilon_{fd}$ pro sloupy s kruhovým průřezem
- $\epsilon_{fd} \left(0,46 \left(\frac{2R_c}{h} \right) + 0,14 \right)$, kde h je délka delší strany a R_c je poloměr zaoblení rohu.

Stanovení návrhové pevnosti ovíjeného sloupu se provádí podle TR55, kap. 8.3 a 8.5.

Software umožňuje provádět výpočty sloupů zatížených centrickým tlakem a ohybovými momenty ve dvou různých směrech pomocí metody, která je uvedena v TR55 (kap. 8.4) pro sloupy zatížené ohybovými momenty v jednom směru. Proto software vypočítává úplné 2D a 3D interakční grafy (grafy 1 a 2) namísto zjednodušených 2D grafů podle zadání v TR55, obr. 34.

GRAF 1

GRAF 2



2.4.1 Limity pro zesílení

Viz odst.2.1.2.

2.4.2 Použitelnost (TR55, kap. 8.8)

Omezení stanovená v Eurokódu 2, část 1-1, kap. 7.2, musí být splněná následovně:

Účinné napětí v tahu v ocelové výztuži nosníku zesíleného pomocí FRP při charakteristické kombinaci zatížení je omezeno na $0,80 f_{yk}$.

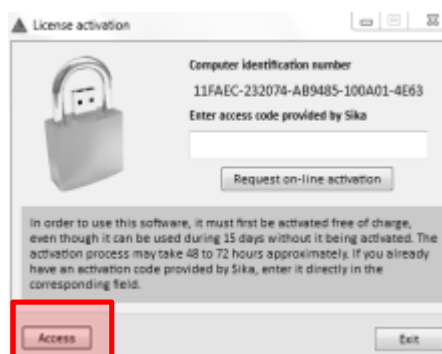
Pokud je konstrukční prvek vystavený působení chloridů nebo opakovaným zmrazovacím cyklům, tlakové napětí v betonu (prvku zesíleném pomocí FRP) při kvazi-stálé kombinaci zatížení je třeba omezit na $0,45 f_{ck}$.

3 POUŽÍVÁNÍ SOFTWARE SIKA® CARBODUR® A SIKAWRAP®

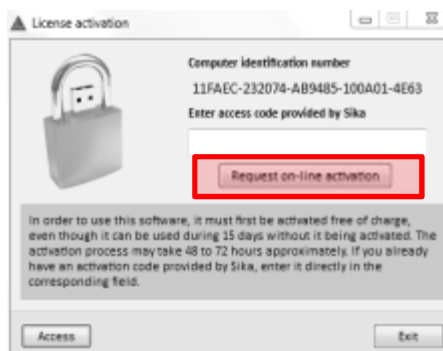
3.1 INSTALACE A AKTIVACE

Rozbalte zabalený adresář a spusťte instalační soubor *Install Sika Carbodur.exe*. Nyní je software plně funkční pro účely vyzkoušení po dobu 15 dní.

Uživatel může po zkušební dobu přistupovat k softwaru volně po stisku tlačítka Acces (Přístup) v levém dolním rohu:



Pokud chce uživatel aktivovat bezplatnou licenci, zvolí možnost Request on-line aktiv (Provést aktivaci online) a vyplní aktivační formulář. Společnost Sika provede vzdálenou aktivaci během 48 až 72 hodin (zadání přístupového kódu není nutné, pokud k tomu nevyzve společnost Sika).



Poté už software nezobrazuje aktivační pole.

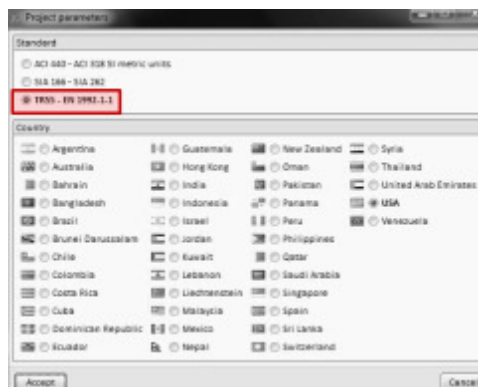
Pokud vaše licence k softwaru není aktivovaná během následujících 72 hodin, kontaktujte svého zástupce společnosti Sika a předejte mu kopii identifikačního čísla pro daný počítač.



3.2 ÚVOD

Software **Sika® CarboDur®** je uživatelsky přívětivý, jednoduchý a spolehlivý nástroj pro navrhování požadovaných rozměrů CFRP za účelem zesílení v ohybu, zesílení ve smyku nebo ovinutí průřezů železobetonových nebo předpjatých konstrukcí.

Po spuštění programu je uživatel vyzván k volbě jazyka a jako výchozí stav se automaticky načte poslední výpočet. Pokud je požadováno provedení nového výpočtu, musí uživatel zvolit kódy betonu a FRP, použitého pro návrh.

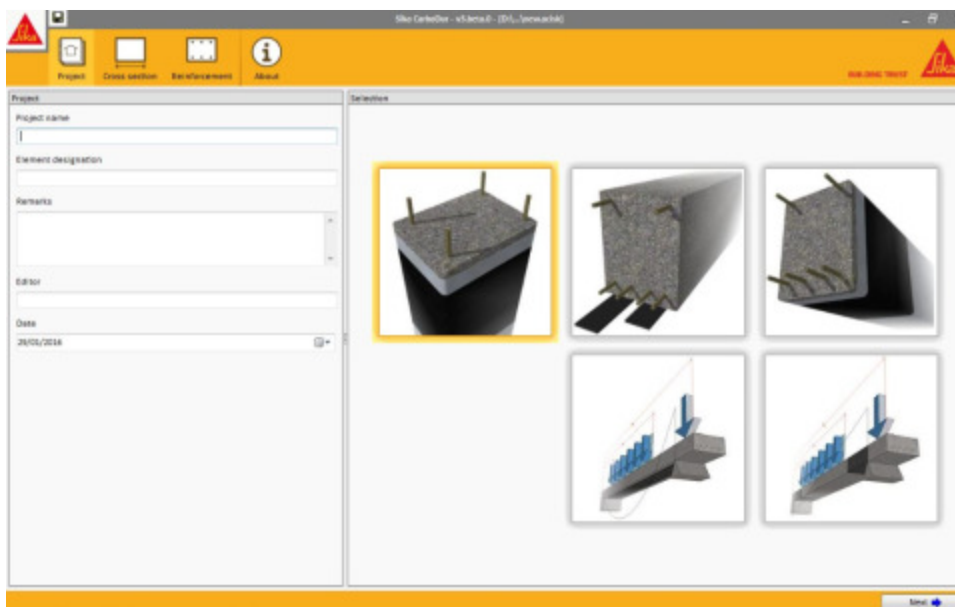


Po výběru země se databáze softwaru aktualizuje podle nabídky dostupných produktů Sika® v dané zemi.

Tato uživatelská příručka odpovídá verzi TR55 a Eurokódu. Další konstrukční kódy nebo směrnice k FRP lze získat od místního zástupce Sika.

3.3 ÚVODNÍ INFORMACE

V dalším okně je uživatel vyzván k volbě konkrétního typu výpočtu a k zadání všeobecných informací o projektu.

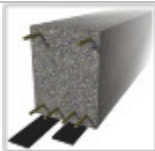


Volba typu zesílení se provádí výběrem jednoho z obrázků na hlavní obrazovce:



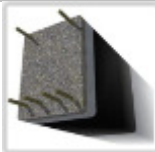
Zesílení sloupu ovinutím CFRP

Provede se výpočet mechanického zesílení ŽB prvku při axiálním zatížení. Při dimenzování ovinutí SikaWrap® se uvažuje buď jen osové zatížení nebo kombinace osového zatížení a ohybu (v ose X, v ose Y nebo v obou).



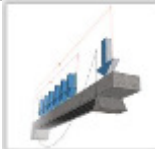
Zesílení v ohybu v kritickém průřezu nosníku

Výpočet zahrnuje návrh potřebného FRP na základě očekávaných ohybových momentů, působících v kritickém průřezu železobetonového nebo předpjatého nosníku.



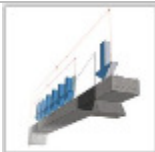
Zesílení ve smyku v kritickém průřezu nosníku s obdélníkovým průřezem

Výpočet zahrnuje návrh potřebného FRP na základě očekávaných smykových sil, působících v kritickém průřezu železobetonového nebo předpjatého nosníku.



Zesílení nosníku v ohybu

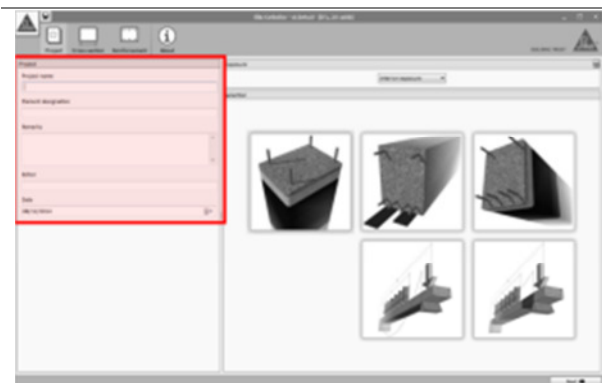
Software stanoví distribuci očekávaných ohybových momentů v železobetonovém nebo předpjatém nosníku a vypočte potřebné průřezy FRP a jejich uspořádání podél nosníku.



Zesílení nosníku ve smyku

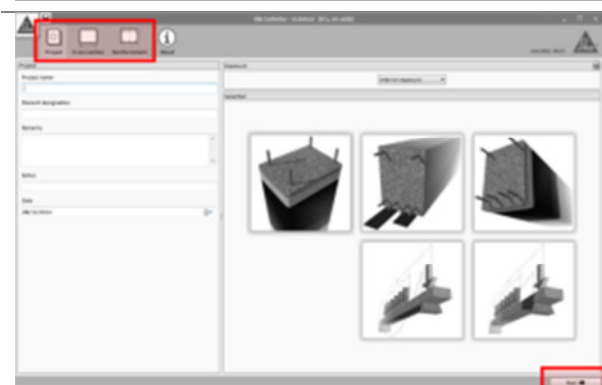
Software stanoví distribuci očekávaných smykových sil v železobetonovém nebo předpjatém nosníku a vypočte potřebné průřezy FRP a jejich uspořádání podél nosníku.

Všechny výše uvedené výpočty pro dimenzování nosníků nebo desek lze provádět pro prostý, spojitý nebo konzolový nosník.



Oblast vlevo obsahuje informace o projektu (název, označení prvku, poznámky, datum a uživatele), které se použijí v následně vytištěné dokumentaci.

V důsledku toho může být délka zadávaného textového řetězce omezená.



Proces výpočtu je nezávisle na typu zvoleného zesílení rozdělený do postupných kroků, které jsou označeny pomocí ikon v horní části okna. Typ a počet kroků závisí na zvolené metodě zesílení a na údajích zadaných uživatelem.

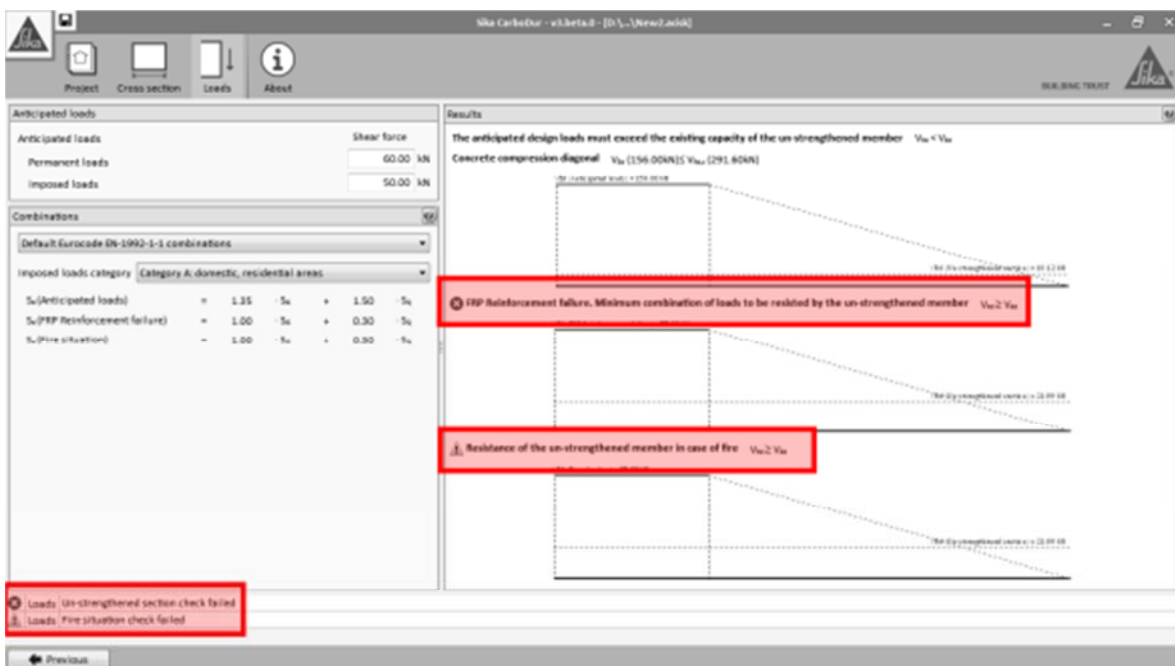
Uživatel může procházet jednotlivé kroky vpřed nebo vzad kliknutím na tlačítko v pravém nebo levém dolním rohu: Next (Další) nebo Previous (Předchozí).



Během provádění výpočtu může uživatel otevřít nebo uložit odpovídající soubor projektu kliknutím na logo Sika v levém horním rohu. Případně lze k okamžitému uložení do souboru použít ikonu se symbolem diskety.

Během výpočtu mohou některé hodnoty překračovat stanovené limity nebo logické parametry.

Tato informace se zobrazuje v hlavním okně a v dolní části:



Tento symbol značí, že podmínka není splněná. Uživatel může dokončit výpočet, ovšem tato situace bude vyznačena ve výtisku dokumentu.



Tento symbol značí, že některá kritická nebo logická podmínka není splněná. Ve výpočtu lze pokračovat až po provedení opravy.



U některých zobrazení tato skupina symbolů umožňuje přiblížit a oddálit obraz nebo jej exportovat do souboru s běžným formátem (CAD, Bitmap, EMF apod.).

3.4 ZESÍLENÍ SLOUPŮ

Tento modul zahrnuje výpočet potřebného zesílení pomocí FRP pro ŽB sloupy s obdélníkovým nebo kruhovým průřezem, zatížené axiální silou nebo axiální silou a ohybovým momentem. Plášť z FRP zvyšuje pevnost a pružnost konstrukčních prvků vůči špičkovému napětí.

3.4.1 Průřez



Uživatel musí definovat základní pevnost betonu v tlaku (f_{ck}). Tuto hodnotu lze zadat na základě válcové nebo krychelné pevnosti.

Při zadání krychlové pevnosti provede software převod na ekvivalentní válcovou pevnost podle Eurokódu 2.

Výsledky uvedené v protokolech o výpočtu odpovídají válcové pevnosti.

Dále může uživatel definovat charakteristickou pevnost betonu v tahu (odvozenou z odtrhových zkoušek in situ).



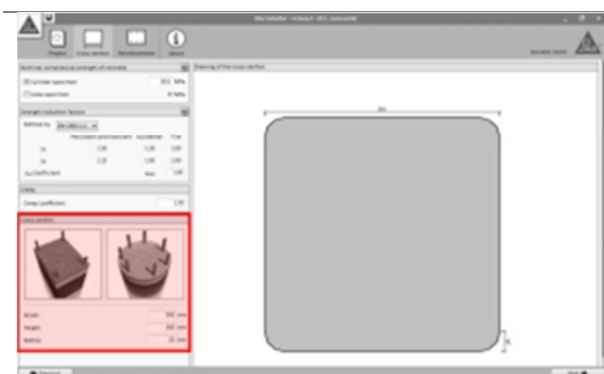
Součinitele spolehlivosti oceli a betonu (γ_c a γ_s) musí zadat uživatel podle Eurokódu 2, aby bylo možno stanovit návrhovou pevnost konstrukčního prvku. Dále může uživatel změnit hodnotu součinitele dlouhodobých nepříznivých účinků ze zatížení tlakem (výchozí hodnota $\alpha_{cc} = 1$).



Pro určité podmínky musí software posoudit očekávané přetvoření oceli a betonu. Při následujících podmínkách je nutno uvažovat vliv creepu:

- Stanovení stávajícího přetvoření prvku v okamžiku zesílení.
- Posouzení mezního stavu použitelnosti při kvazistálé kombinaci zatížení.

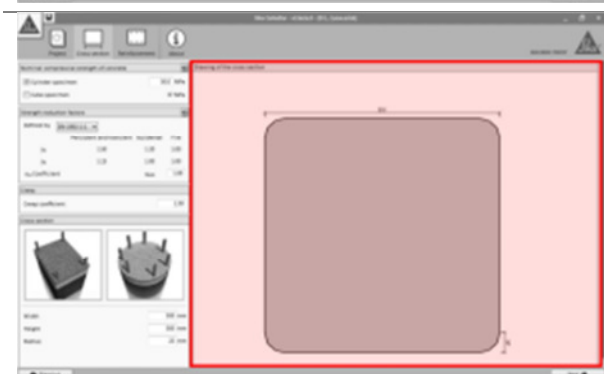
Pro tento účel musí být známý součinitel vlivu dotvarování (výchozí hodnota = 2).



Schémata ve zvýrazněné levé části okna slouží k volbě průřezu nosníku.

Rozměry průřezu se zadávají do polí pod zobrazením.

Maximální poměr stran u pravouhlých průřezů je podle doporučení z ACI440.2R omezený na 2:1.



Hlavní okno zobrazuje konečný tvar průřezu definovaného uživatelem.

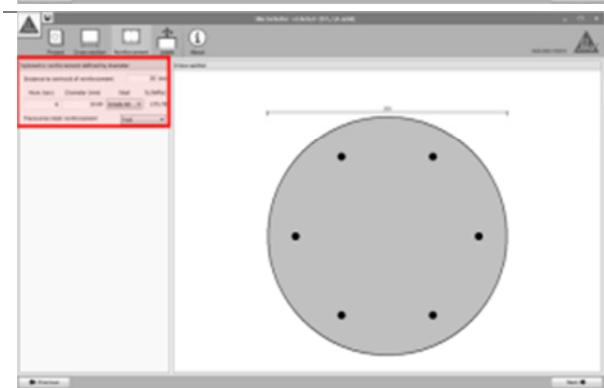
3.4.2 Výztuž



U pravouhlých průřezů je výztuž definovaná ocelovými pruty v rozích. Podél svislých a vodorovných stran průřezu lze zobrazit také mezilehlé prvky ocelové výztuže.

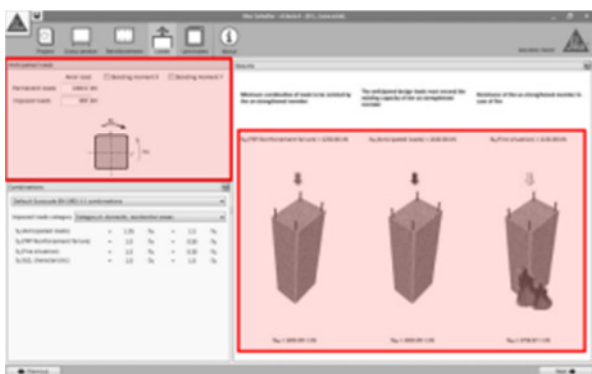
Třidu oceli lze zadat buď výběrem z dostupných tříd nebo ji lze definovat uživatelsky.

Nezadává se rozměr krycí vrstvy, ale fyzický rozměr, který se vypočte z polohy těžiště výztuže.



U sloupů s kruhovým průřezem je výztuž rovnoměrně rozdělena po obvodu.

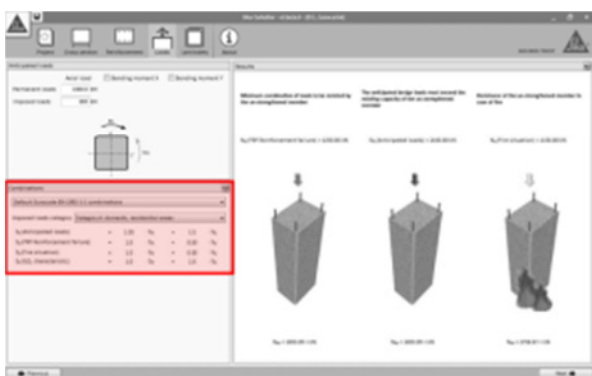
3.4.3 Zatížení



Ve výchozím nastavení se vyžaduje jen osově zatížení. Volitelně může uživatel aktivovat nabídky odpovídající „Bending Moment X / Y” (Ohybový moment X / Y), které umožňují zadat přídavné ohybové momenty působící v jednom směru nebo ve dvou různých směrech.

Při volbě pouze „Axial load” (Osově zatížení) se v okně zobrazí několik schémat, označujících 3 počáteční podmínky, které software vyhodnotí automaticky pro stávající nezesílený prvek.

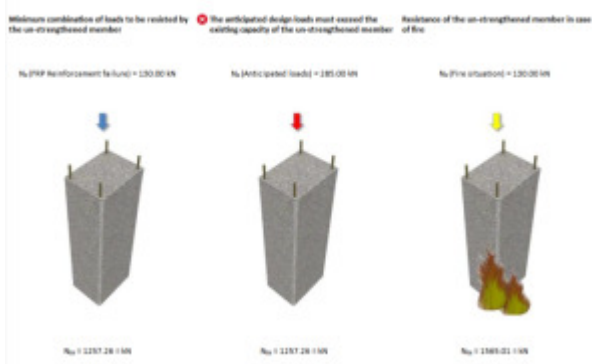
Informace zobrazené u každého schématu označují různé kombinace zatížení (deklarované uživatelem), které mají být posouzené. Obrázek dole zobrazuje hodnoty, které je třeba dodržet.



V levé části obrazovky jsou vyznačené různé kombinace zatížení se zobrazením výchozích hodnot součinitelů kombinace podle Eurokódu 2, část 1-1.

- **FRP reinforcement failure (Poškození zesílení FRP):** Označuje minimální hodnotu zatížení, kterou je nutno pro ŽB prvek uvažovat při poškození systému FRP. Další informace viz odst. 2.1.2.
- **Anticipated loads (Očekávané zatížení)** označuje návrhové zatížení, které lze očekávat po ztužení pomocí FRP.
- **Serviceability Limit State (Mezní stav použitelnosti)** zobrazuje hlavní kombinace užitečného zatížení.
- **Fire situation (Situace při požáru)** zobrazuje hodnotu zatížení při požáru.

Uživatel může v případě potřeby nastavit kombinaci součinitelů pro každý případ ručně.



První schéma (vlevo) slouží k posouzení, zda je stávající prvek schopen přenést minimální kombinaci zatížení (vyznačenou ve schématu) při poškození FRP. Dole se zobrazuje přípustné zatížení. Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu (další informace viz odst. 2.1.2).

Schéma uprostřed slouží k posouzení, zda požadované zatížení, zadané uživatelem (nahore), nepřekračuje pevnost stávajícího nezesíleného prvku (dole). Tuto podmínku je nutno ověřit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.

Schéma vpravo umožňuje posoudit, zda lze působící zatížení v případě požáru přenést nezesíleným prvkem (předpokládá se poškození nechráněného FRP vysokými teplotami). Jinak software umožní provést výpočet, ale v protokolu o výpočtu bude uživatel upozorněn na nutnost ochrany FRP (doplňující informace viz kap. 2.1.3).



Při kombinaci osového zatížení a ohybových momentů software zobrazí 2D interaktivní P-M diagram, zobrazující mezní oblasti pro různé situace zobrazené pod ním.

Předchozí 3 posouzení se zobrazují v horní části hlavní obrazovky. Odpovídající interaktivní diagramy pro jednotlivé případy lze přepínat kliknutím na přepínací tlačítka v horní části.



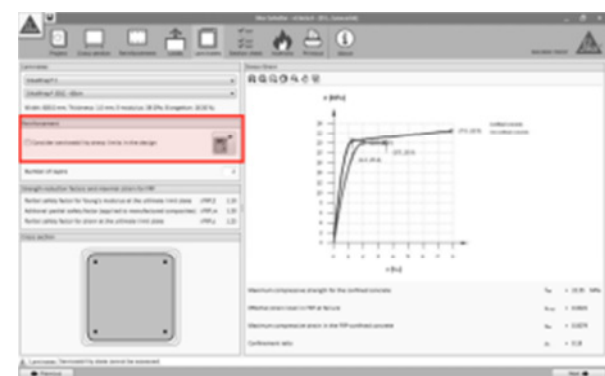
Uživatel může kliknutím na tlačítka na obrazovce interaktivní diagramy přiblížit a oddálit nebo exportovat do souboru s běžným formátem (CAD, Bitmap, EMF, ...).

3.4.4 Lamináty



Nabídku produktů z výrobní řady Sika® obsahují rozbalovací seznamy v levém horním rohu.

Dále jsou zjednodušené informace o zvoleném systému a o stanovení součinitelů spolehlivosti pro dané schéma FRP zobrazené hned pod seznamy (viz odst. 2.1.1).

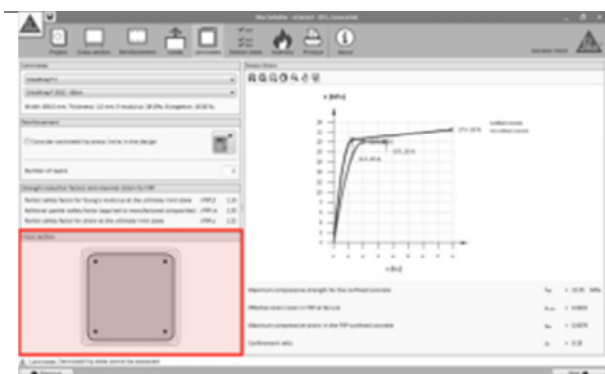


Výpočet se provede kliknutím na ikonu kalkulátoru, poté se zobrazí nezbytný počet vrstev zvoleného laminátu SikaWrap®.

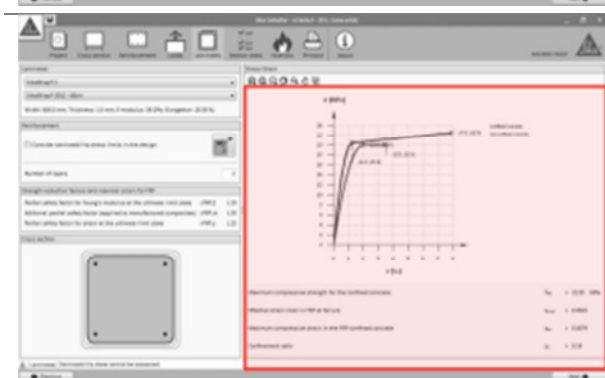
Nabídka zobrazená vlevo (mezní stavy použitelnosti) automaticky zahrne do výpočtu mezní napětí různých materiálů (doplňující informace viz str. 14).

V některých případech může být nutné pro splnění těchto mezí použít tkaninu s vysokou hustotou nebo velký počet vrstev.

Pokud je tato volba neaktivní, výpočet bude založený na mezním stavu únosnosti nosníku. Software však zobrazí upozornění na tuto skutečnost.



Schematický výkres vlevo zobrazuje potřebný počet vrstev tkaniny SikaWrap®.



V hlavní okně se zobrazuje model „napětí / přetvoření“, odpovídající zesílenému a nezesílenému betonu. Axiální přetvoření se zobrazuje na vodorovné ose a napětí na svislé.

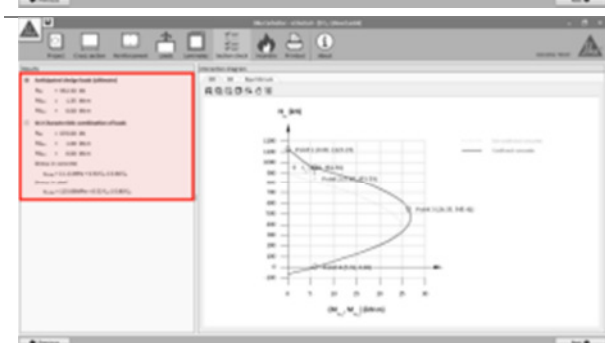
Údaje zobrazované ve spodní části obsahují doplňující informace o nejdůležitějších parametrech pro výpočet.

3.4.5 Posouzení průřezu

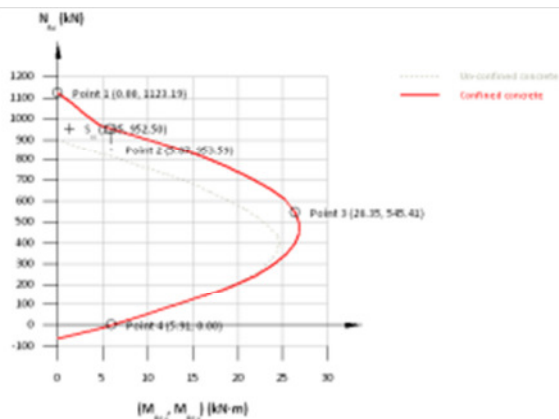


Tato část umožňuje uživateli získat průběhy přetvoření a napětí pro daný průřez při kombinaci návrhových zatížení (s dílčími součiniteli) nebo při užitém zatížení.

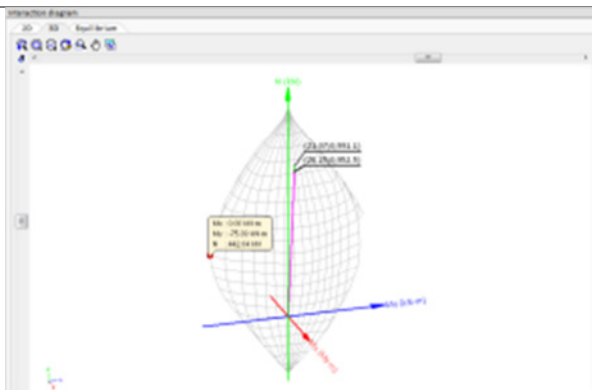
V hlavní části okna se zobrazuje grafická a numerická informace.



Pokud osově zatížení a ohybové momenty působí současně (s excentricitou menší než $0,1h$), bude informace o průběhu vnitřních sil v prvku při návrhovém zatížení nahrazená interaktivním diagramem.



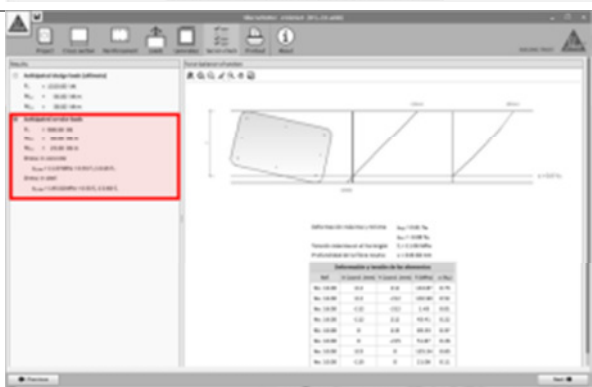
Volba „2D“ zobrazuje současně pevnost v tahu nezesíleného (tečkovaně) a zesíleného (červeně) nosníku a dále nejdůležitější body diagramu (TR55, obr. 34). Aktuální kombinace návrhových zatížení se zobrazuje v témže diagramu jako symbol křížku.



Volba 3D zobrazuje pevnost v tahu zesíleného nosníku a pozici odpovídající kombinaci návrhových zatížení. Uživatel získá informaci o různých kombinacích momentů a osových zatížení umístěním ukazatele do kteréhokoliv průřezu na povrchové mřížce. 3D model lze otáčet a přibližovat nebo exportovat do různých grafických formátů.

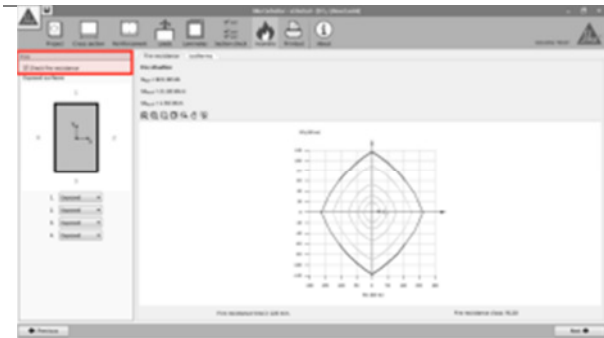


Karta označená Equilibrium (Rovnováha) zobrazuje průběh napětí jako funkci přetvoření v průřezu pro danou kombinaci návrhových zatížení.

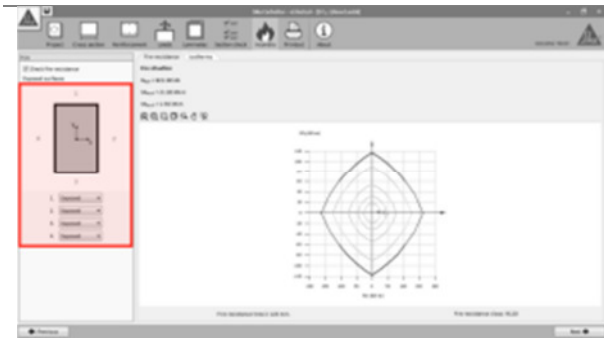


Stejně tak se při ověření pro odpovídající očekávaná užitná zatížení zobrazuje průběh napětí a přetvoření v zesíleném průřezu za těchto podmínek.

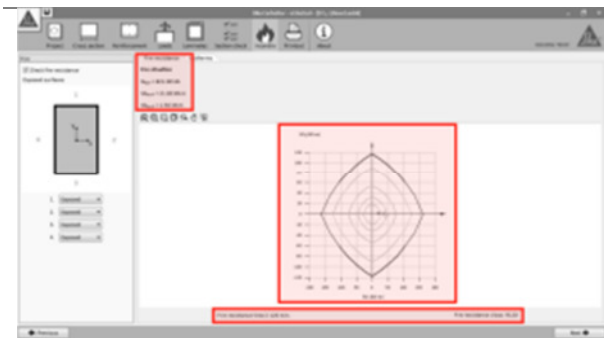
3.4.6 Odolnost proti požáru



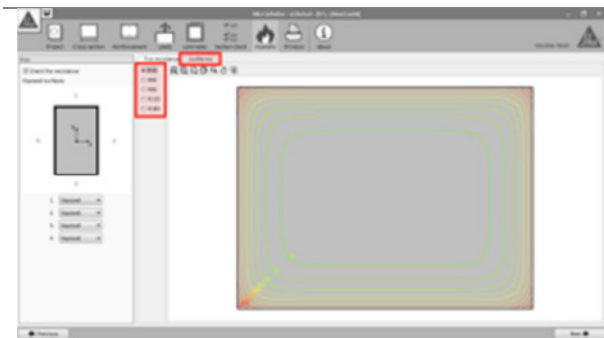
Uživatel může volitelně posoudit požární odolnost prvku při ztrátě funkce FRP v důsledku působení vysokých teplot (další informace viz odst. 2.1.3). Tato možnost se aktivuje kliknutím do pole v levém horním rohu.



Okraje průřezu, vystavené požáru, lze definovat pomocí výběrových polí v levé části okna.



Pro výslednou kombinaci zatížení při požáru software automaticky vypočte pevnost nosníku po 30, 60, 90... minutách jako 2D horizontální interaktivní diagram (to znamená: diagram $M_x - M_y$ pro výsledné osově zatížení). Kombinace zatížení je označena symbolem „X“.



Dále lze po kliknutí na kartu Isotherms (Izotermy) zkontrolovat průběh izoterm v průřezu při požáru.

3.4.7 Výtisk



Lze tisknout nebo exportovat 2 různé typy dokumentů. Souhrnný dokument zahrnuje stručnou informaci o výchozím stavu a nezbytném zesílení pomocí FRP (typ a množství). Kompletní varianta navíc zahrnuje všechny průběžné výpočty a kontroly.



Ikona v levém horním rohu umožňuje zobrazovat náhled, konfigurovat dokument, tisknout jej nebo prohledávat.



Ikona v pravém horním rohu umožňuje exportovat dokument do různých formátů:

- Textový dokument
- Dokument PDF
- Dokument DOCX
- Dokument RTF
- Dokument HTML.

3.5 ZESÍLENÍ V OHYBU (JEDNODUCHÝ PRŮŘEZ)

3.5.1 Průřez



Uživatel musí definovat základní pevnost betonu v tlaku (f_{ck}). Tuto hodnotu lze zadat na základě válcové nebo krychelné pevnosti.

Při zadání krychlové pevnosti provede software převod na ekvivalentní válcovou pevnost podle Eurokódu 2.

Výsledky uvedené v protokolech o výpočtu odpovídají válcové pevnosti.

Dále může uživatel definovat charakteristickou pevnost betonu v tahu (odvozenou z odtrhových zkoušek in situ).



Součinitele spolehlivosti oceli a betonu (γ_c a γ_s) musí zadat uživatel podle Eurokódu 2, aby bylo možno stanovit návrhovou pevnost konstrukčního prvku. Dále může uživatel změnit hodnotu součinitele dlouhodobých nepříznivých účinků ze zatížení tlakem (výchozí hodnota $\alpha_{cc} = 1$).



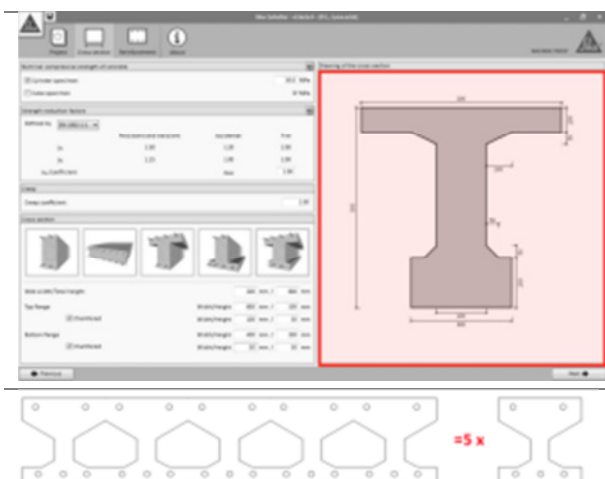
Uživatel může pro prvek volit některý z následujících základních průřezů:

- Obdélník
- Deska
- Nosník „T“
- Obrácený nosník „T“
- Dvojitý nosník „T“

Při volbě Slab (Deska) se rozvržení ocelové výztuže a zesílení pomocí laminátů definuje pomocí osové rozteče namísto počtu kusů.



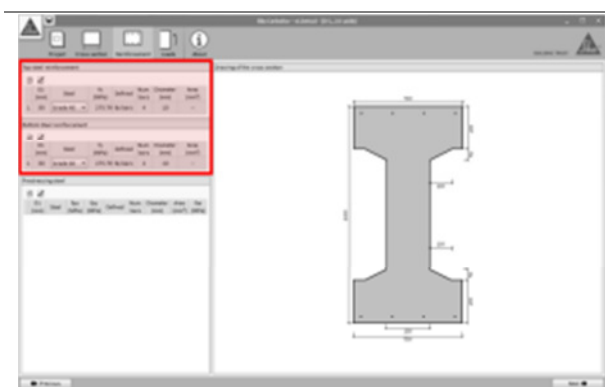
Hlavní rozměry průřezu se zadávají do polí pod schématem. Pro některé průřezy lze dále zobrazit zkosení rohů, pokud je to přípustné z hlediska složitosti geometrie průřezu.



Výsledný průřez včetně rozměrů se zobrazuje v hlavní části okna.

Volbou vhodných geometrických útvarů může uživatel vytvářet části složitějších průřezů.

3.5.2 Výztuž



Definice ocelové výztuže v horních a dolních vláknech průřezu se provádí jednotlivě pro každou vrstvu s přihlédnutím k následujícím parametrům:

- Vzdálenost od těžiště k povrchu betonu.
- Třída ocel nebo mez kluzu (definuje uživatel).
- Průřez ocelové výztuže, vypočtený z počtu a z průměrů v celkovém průřezu.

Počet vrstev ocelové výztuže není omezený.

U desek je rozvržení výztuže definováno pomocí rozteče namísto počtem kusů.



Dále lze definovat předpjatou ocelovou výztuž.

Uživatel musí ověřit mechanické vlastnosti předpjatých ocelových prvků a stanovit účinné napětí v oceli v průběhu zesilování (f_{se}), které typicky koresponduje s výchozím předpínacím napětím minus ztráta předpětí v okamžiku zesilování.

3.5.3 Zatížení



Uživatel musí stanovit, zda je nosník staticky určitý nebo neurčitý.

- V případě staticky určitého nosníku software automaticky určí předpínací sílu a moment způsobené předepnutím. Dále jsou k dispozici řešení spočívající na dodatečně předpínaných systémech Sika® CarboStress®.

V opačném případě musí uživatel ručně zadat působící sílu a moment v průřezu předpjatého nosníku. V tomto případě budou k dispozici jen řešení s FRP, založená na povrchové nebo podpovrchové instalaci.



Vyztužení pomocí FRP lze použít pro kladné i záporné ohybové momenty. Způsob výpočtu je nutno zvolit pomocí rozbalovacího seznamu.



- Výchozí zatížení při provádění zesílení bez uvažování součinitelů budou pro většinu situací odpovídat stálému zatížení.
- Dlouhodobé a nahodilé zatížení odpovídá očekávaným užitným zatížením (bez uvažování součinitelů), pro která má být provedeno posouzení zesíleného prvku.

V levé části obrazovky jsou vyznačené různé kombinace zatížení se zobrazením výchozích hodnot součinitelů kombinace podle Eurokódu 2, část 1-1.



- **FRP reinforcement failure** (Porušení zesílení FRP) označuje minimální zatížení, které je nutno uvažovat pro ŽB prvek pro případ poškození systému FRP. Další informace viz odst. 2.1.2.
- **Anticipated loads** (Očekávané zatížení) označuje návrhové zatížení, které lze očekávat po ztužení pomocí FRP.
- **Serviceability Limit State** (Mezní stav použitelnosti) zobrazuje hlavní kombinace užitného zatížení.
- **Fire situation** (Situace při požáru) zobrazuje hodnotu zatížení v případě požáru.

Uživatel může v případě potřeby nastavit kombinaci součinitelů pro každý případ ručně.



Hlavní okno zobrazuje předběžné posouzení nosnosti nevyztuženého nosníku vzhledem k očekávanému zatížení, zadanému uživatelem.

První posouzení zahrnuje výchozí zatížení během zesilování. Software ověří, zda tyto síly nepřekračují výchozí pevnost nezesíleného nosníku. Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.



Druhý krok představuje posouzení únosnosti stávajícího prvku při minimální kombinaci zatížení při poškození FRP. Zobrazuje se přípustné zatížení vzhledem k očekávanému zatížení. Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu (další informace viz odst. 2.1.2).



Třetí výpočetní schéma ověří, zda požadované zatížení nepřekračuje pevnost stávajícího nezesíleného nosníku. Tuto podmínku je nutno ověřit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.

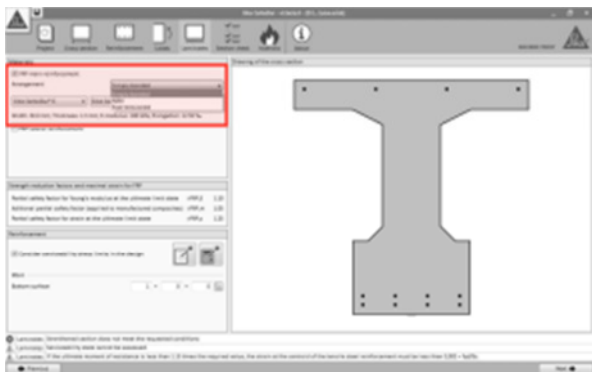


Poslední schéma slouží k posouzení, zda lze působící zatížení v případě požáru přenést nezesíleným prvkem (předpokládá se poškození nechráněného FRP vysokými teplotami). Software umožní provést výpočet, ale vytištěný dokument bude obsahovat upozornění na nutnost zajistit ochranu FRP.

Další informace viz odst. 2.1.3.

3.5.4

3.5.5 Lamináty



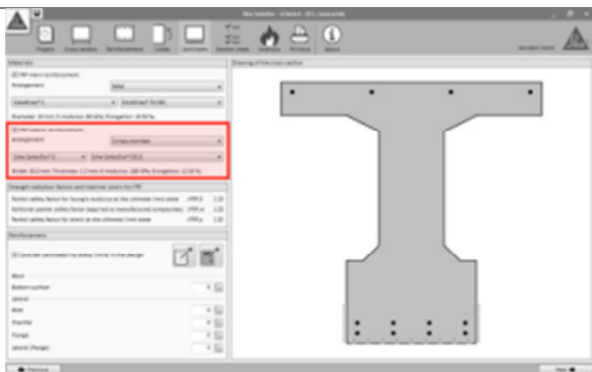
Hlavní zesílení pomocí FRP:

Uživatel musí zvolit typ FRP, který se má zobrazit v tažené části průřezu (hlavní zesílení). Tato část odpovídá dolní oblasti průřezu v případě kladných ohybových momentů, resp. horní oblasti průřezu v případě záporných ohybových momentů.

První volba spočívá ve výběru zobrazení FRP:

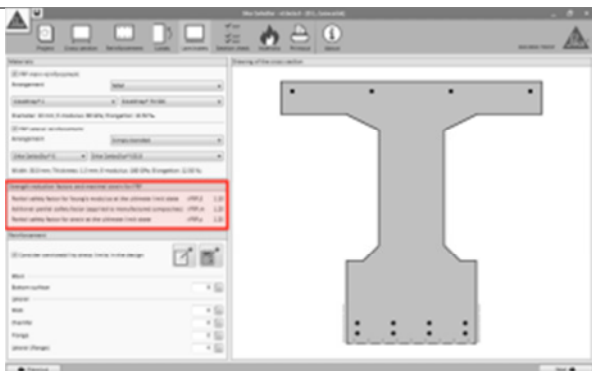
- Aplikace na vnější povrch
- Podpovrchová aplikace, pokud ji lze použít.
- Dodatečně předpínaný CFRP (Sika® CarboStress) pro staticky určité nosníky, pokud se v konstrukci vyskytují.

Po dokončení výběru je uživatel vyzván k volbě řady FRP (např. SikaWrap®, Sika CarboDur® apod.) a typu průřezu použitého pro výpočet.

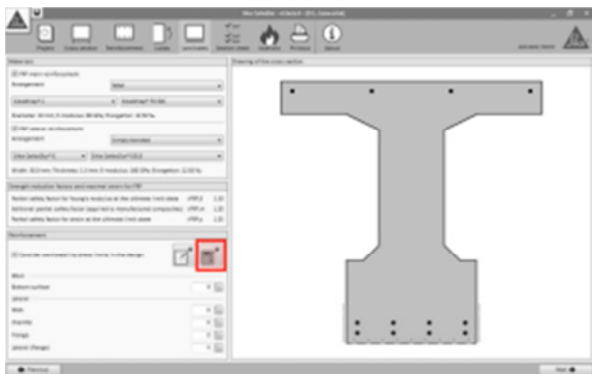


Postranní zesílení:

Druhý krok představuje výběr zobrazení laminátů FRP v alternativních oblastech průřezu (např. po obou stranách nosníku, po obvodu pásnic apod.). Tato volba spočívá na stejném principu a provádějí se stejné kroky jako v případě hlavního zesílení.



Výsledné součinitele pro zvolené schéma FRP se zobrazují pod schématem (viz odst. 2.1.1).

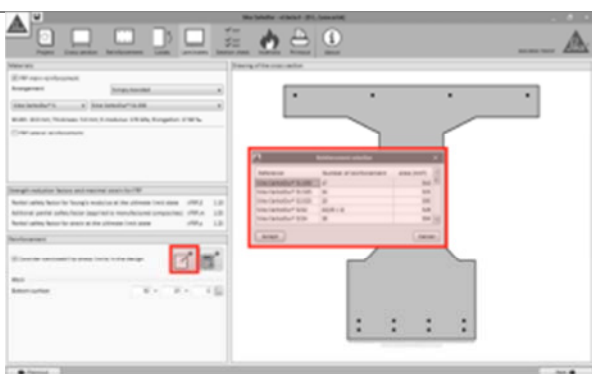


Aktivací odpovídající nabídky lze do návrhu rozměrů zesílení FRP zahrnout také napětí při mezním stavu použitelnosti (v opačném případě se výpočet provede jen na základě mezních stavů únosnosti nosníku).

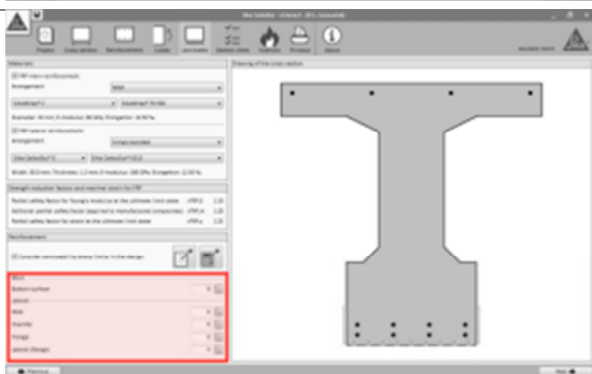
Výpočet lze provádět třemi různými způsoby:

1. Automatický výpočet po kliknutí na ikonu kalkulačky. Software automaticky určí nutný počet lamel nebo vrstev FRP na základě průřezu, zvoleného uživatelem v předchozím kroku.

Nezbytný počet lamel nebo vrstev, určený softwarem, představuje tzv. hlavní zesílení. Pokud hlavní zesílení nepostačuje k dosažení nezbytné pevnosti, software automaticky zobrazí doplňující laminát FRP jako postranní výztuž.

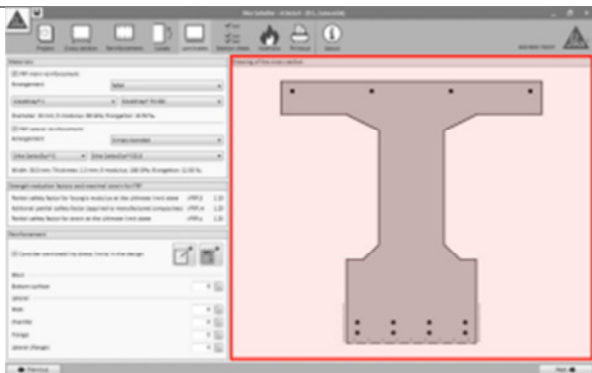


2. Poloautomatický výpočet Po kliknutí na ikonu „Stránka papíru“ zobrazí software různé kombinace FRP, které lze použít jako hlavní ztužení, protože umožňují dosáhnout požadované pevnosti. Tyto kombinace vycházejí z produktové řady Sika®, zvolené uživatelem v odstavci „Hlavní zesílení“.



3. Návrh FRP uživatelem: Uživatel může definovat ručně počet a typ zobrazeného zesílení FRP.

Zámky zobrazené vedle polí se používají k zablokování hodnot pro automatický výpočet. Pokud je dané pole uzamčeno, zůstane příslušná proměnná při automatickém výpočtu beze změny a software nabídne platné řešení s využitím její hodnoty.



Na závěr se v okně zobrazí nezbytné uspořádání na základě výsledků výpočtu.

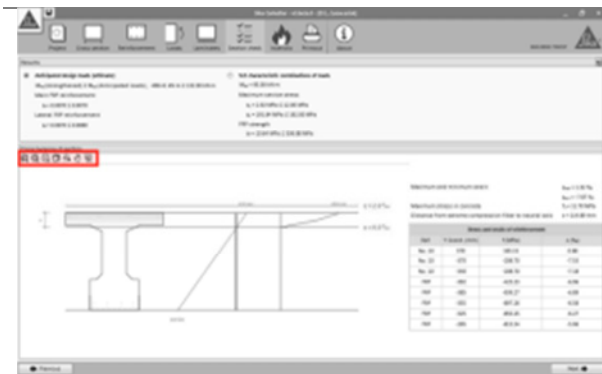
3.5.6 Posouzení průřezu



Tato část nabízí uživateli přehled výsledných průběhů „přetvoření – napětí“ v daném průřezu pro kombinace návrhových zatížení (s dílčími součiniteli) nebo pro užité zatížení.



V hlavní části okna se zobrazuje grafická a numerická informace.



Pomocí ikon v levém rohu lze graf posouvat, přibližovat nebo exportovat do různých formátů.

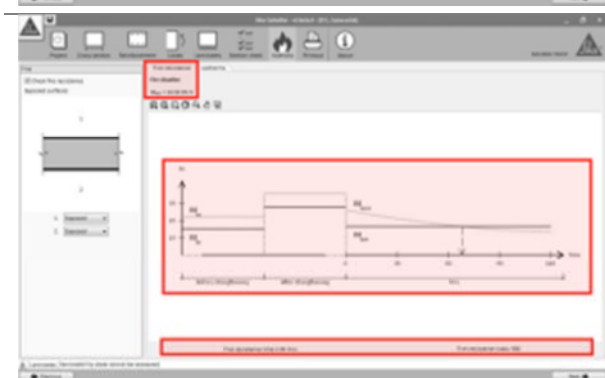
3.5.7 Odolnost proti požáru



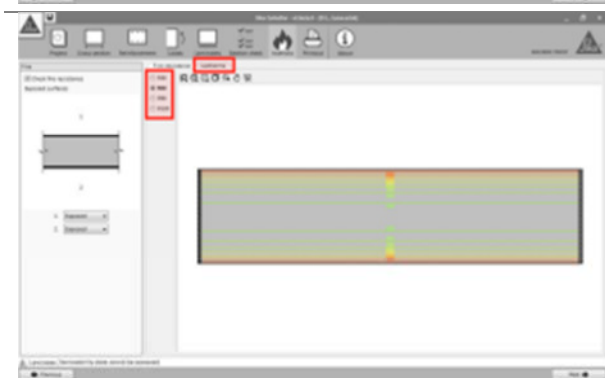
Uživatel může volitelně posoudit požární odolnost prvku při ztrátě funkce FRP v důsledku působení vysokých teplot (další informace viz odst. 2.1.3). Tato možnost se aktivuje kliknutím do pole v levém horním rohu.



Okraje průřezu, vystavené požáru, lze definovat pomocí výběrových polí v levé části okna.



Pro vyznačený průřez v případě požáru software automaticky stanoví očekávané zatížení a vypočte pevnost nosníku před požárem a při požáru.



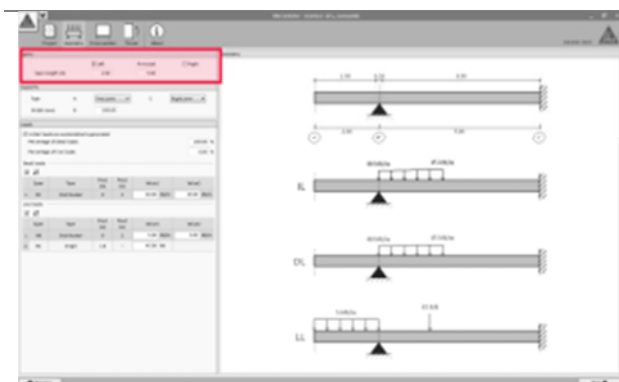
Dále lze po kliknutí na kartu Isotherms (Izotermy) zkontrolovat průběh izoterm v kritickém průřezu při požáru.

3.5.8 Výtisk

Viz odst.3.4.7

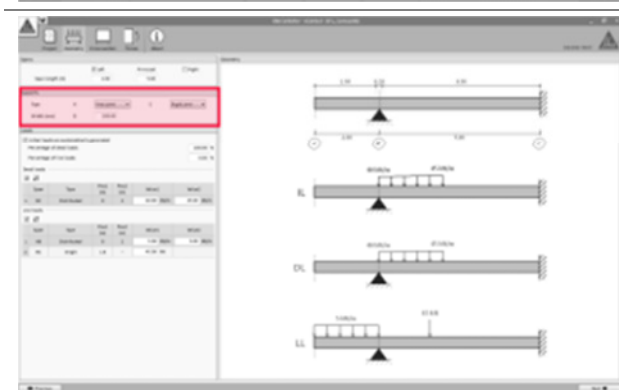
3.6 ZESÍLENÍ V OHYBU (PARAMETRY KONSTRUKCE)

3.6.1 Geometrie



Výpočet se provede pro jedno (hlavní) pole rozpětí. Lze ovšem definovat také pole vlevo a vpravo, což umožňuje zahrnout vliv zatížení a momentů na nich působících.

Tato volba se provádí aktivací nebo deaktivací polí umístěných v levém horním rohu okna. Následně je nutno zadat rozpětí hlavního pole i vedlejších polí nosníku.

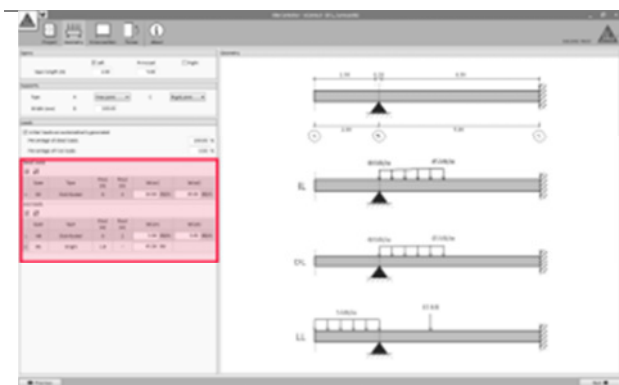


Druhý krok představuje definování podpěr.

- Volný konec (krakorec)
- Kloubová podpěra
- Pevné vetknutí

Nyní je nutno zadat vzdálenosti podpěr po obou stranách hlavního pole nosníku (pokud se jedná o kloubové poděpření).

Výpočet prvků s předem předpínanou ocelovou výztuží nebo s následně předpínaným ztužením CFRP (Sika® CarboStress) lze provádět jen pro prostě podepřené nosníky s jedním hlavním polem.



Rozmístění zatížení (bez vlivu součinitelů) po podélné ose nosníku se provádí takto:

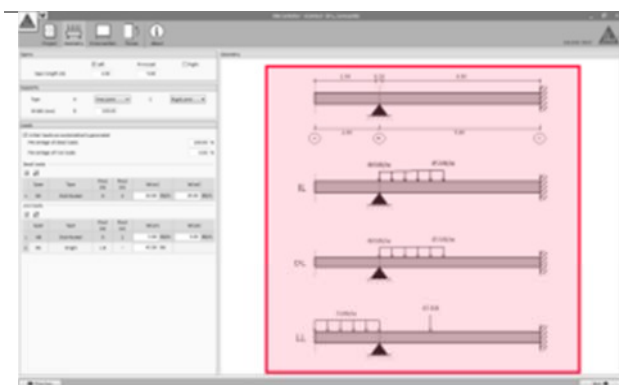
- Poloha: Uživatel musí zvolit polohu, ve které se zobrazí zatížení.
- Typ zatížení
 - Spojité zatížení (pro obdélníkový, trojúhelníkový nebo lichoběžníkový průběh se definuje počáteční a koncový průřez působícího zatížení).
 - Osamělé břemeno. Je nutno zadat polohu a velikost.
 - Ohybový moment: Je nutno zadat polohu a velikost.



Dále je nutno definovat zatížení (bez vlivu součinitelů) během instalace zesílení.

Software nabízí zjednodušenou variantu, založenou na procentuálně stanovených podílech ze stálého a užitečného zatížení, definovaných uživatelem (obvykle 0 % užitečného zatížení a 100% stálého zatížení).

V opačném případě musí uživatel ručně zadat polohy a velikosti počátečních sil.



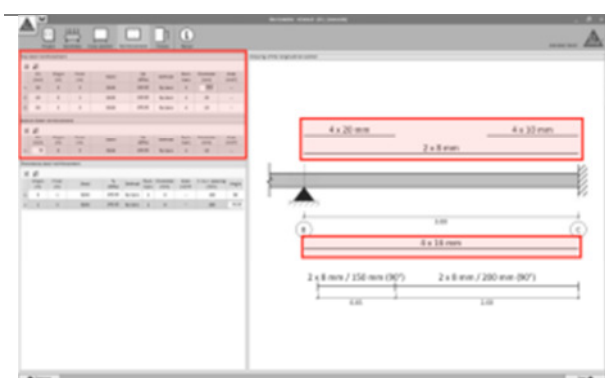
V hlavním okně se zobrazuje rozmístění břemen definované uživatelem, rozdělené takto:

- Geometrie
- Výchozí zatížení (bez součinitelů)
- Stálé zatížení (bez součinitelů)
- Užité zatížení (bez součinitelů)

3.6.2 Průřez

Viz odst. 3.5.1.

3.6.3 Výztuž



Rozmístění stávající ocelové podélné výztuže se provádí podle principů uvedených v odst. 3.4.2.

Na rozdíl od rozvržení v jediném průřezu zde musí uživatel zadat polohy a délky různých ocelových prvků včetně jejich geometrických a mechanických parametrů.

Definování ocelových prvků se provádí jen pro hlavní pole, protože při výpočtu stávající pevnosti a zesílení FRP se neuvažují vedlejší pole, jejichž posouzení je nutno v případě potřeby provést samostatně.



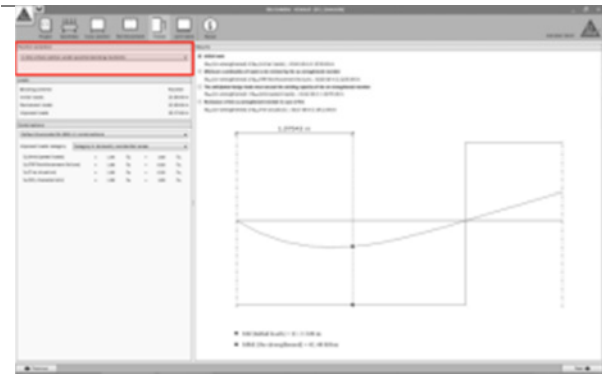
Pro prvky založené na prostě uloženém nosníku s jedním polem software umožní používat předem předpjatou ocelovou výztuž. Uživatel musí stanovit hodnotu napětí v předpjaté ocelové výztuži, která odpovídá původnímu předpínacímu napětí, sníženému o ztrátu relaxací v okamžiku zesilování.

Do výpočtu lze zahrnout pouze předem předepjatou výztuž, probíhající vodorovně ve směru rozpětí.



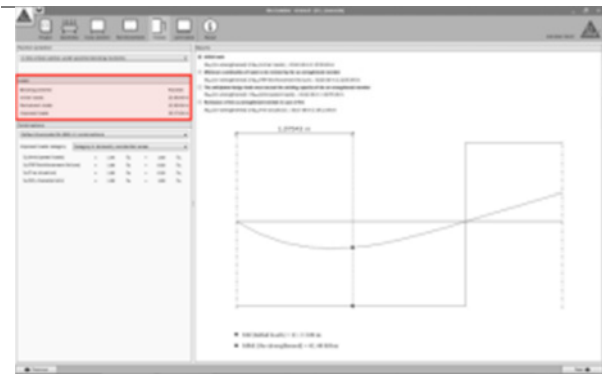
Jeden z mechanismů porušení FRP zahrnuje oddělení FRP trhlinami od smyku a ohybu (TR55, odst. 6.3.3.B). Proto je nutno vypočítat únosnost vyztuženého prvku proti tvorbě trhlin od smyku a ohybu s uvažováním příspěvku příčné výztuže. Pro tento účel musí uživatel zadat rozmístění vnitřní smykové ocelové výztuže (viz odst. ...

3.6.4 Působící síly

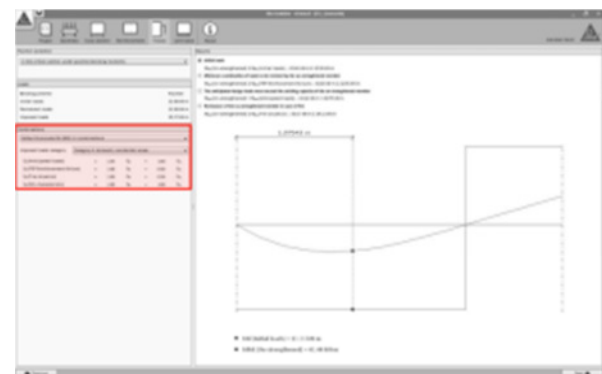


Výpočet nezbytného zesílení FRP je založený na kritickém průřezu v místě kladných nebo záporných ohybových momentů, které automaticky stanoví software.

Alternativně může uživatel stanovit pro výpočet jiný průřez, ve kterém se provede návrh FRP analogicky. Tím se ovšem připraví o možnost definovat globální uspořádání lamel podél nosníku (viz krok „Posouzení soudržnosti“ níže), protože získaný výsledek neposkytne dostatečnou pevnost pro kritické průřezy.



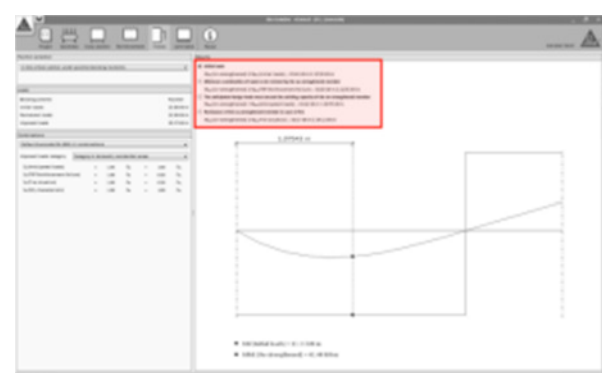
Po odpovídající volbě lze zobrazit informaci o očekávaných ohybových momentech, působících ve zvoleném průřezu.



V levé části obrazovky jsou vyznačené různé kombinace zatížení se zobrazením výchozích hodnot součinitelů kombinace podle Eurokódu 2, část 1-1.

- **FRP reinforcement failure (Poškození zesílení FRP):** Označuje minimální hodnotu zatížení, kterou je nutno pro ŽB prvek uvažovat při poškození systému FRP. Další informace viz odst. 2.1.2.
- **Anticipated loads (Očekávané zatížení)** označuje návrhové zatížení, které lze očekávat po ztužení pomocí FRP.
- **Serviceability Limit State (Mezní stav použitelnosti)** zobrazuje hlavní kombinace užitečného zatížení.
- **Fire situation (Situace při požáru)** zobrazuje hodnotu zatížení v případě požáru.

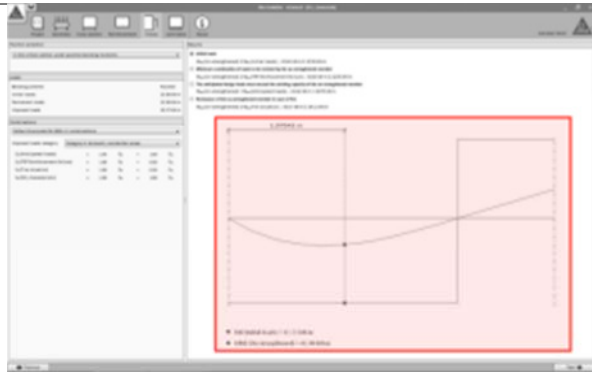
Uživatel může v případě potřeby nastavit kombinaci součinitelů pro každý případ ručně.



Hlavní okno zobrazuje předběžné posouzení nosnosti nevyztuženého nosníku vzhledem k očekávanému zatížení, zadanému uživatelem. Uživatel může přepínat grafy zobrazené v hlavním okně.

- První posouzení zahrnuje výchozí zatížení během zesilování. Software posoudí, zda tyto síly nezpůsobí překročení počáteční pevnosti nevyztuženého prvku. Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.
- Druhá podmínka představuje ověření únosnosti stávajícího prvku při redukované kombinaci zatížení, zadané uživatelem (viz odst. 2.1.2). Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.

- Ve 3. kroku se posuzuje, zda při požadovaném zatížení nedojde k překročení pevnosti stávajícího nezesíleného nosníku. Tuto podmínku je nutno ověřit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.
- Poslední schéma slouží k posouzení, zda lze působící zatížení v případě požáru přenést nezesíleným prvkem (předpokládá se poškození nechráněného FRP vysokými teplotami). Software umožní provést výpočet, ale vytištěný dokument bude obsahovat upozornění na nutnost zajistit ochranu FRP. Další informace viz odst. 2.1.3.



Informace o průhybové křivce pro každou kombinaci zatížení se v hlavním okně zobrazuje zeleně.

Hodnota pevnosti nosníku v různých situacích se zobrazuje červenou čarou.

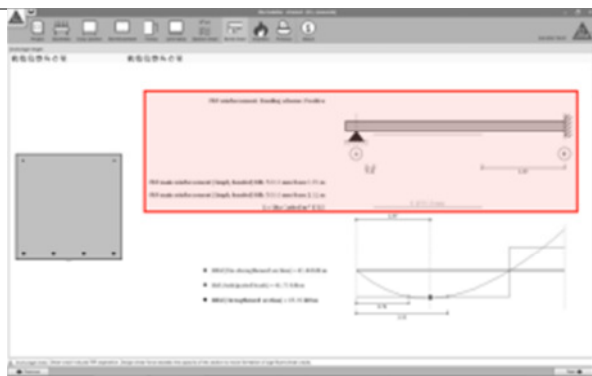
3.6.5 Lamináty

Viz odst. 3.5.5.

3.6.6 Posouzení průřezu

Viz odst. 3.5.6.

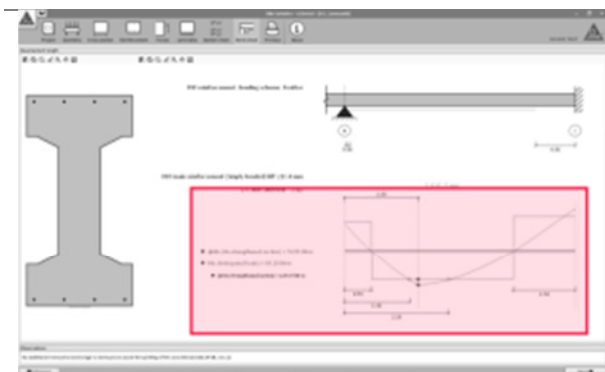
3.6.7 Posouzení soudržnosti



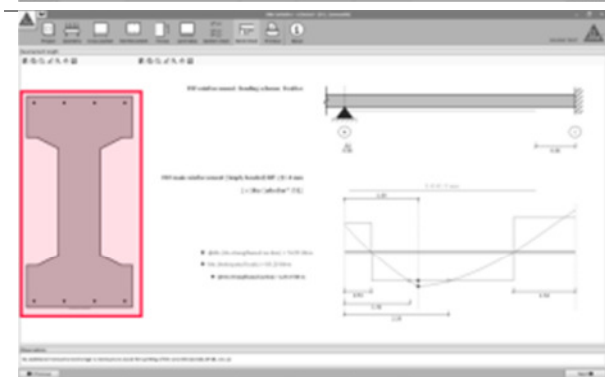
Software stanoví nezbytné uspořádání FRP podél nosníku podle TR55, odst. 6.3 a 6.4.

Různé varianty FRP se v okně zobrazují schématicky s uvedením polohy a potřebné délky.

Výpočet se provádí pro nosníky s jedním polem. Proto se v případě zesílení pro negativní ohyb ve schématu uspořádání zobrazuje pouze nezbytná délka pro posuzované pole (zesílení FRP je pak následně nutno rozšířit na sousední pole nebo zajistit řádné ukotvení).



Křivka průhybu v hlavním okně zobrazuje rozdělení ohybových momentů podle očekávaného návrhového zatížení a podle původní pevnosti nezesíleného nosníku. Pevnost odpovídající zesílenému průřezu se zobrazuje v textu vlevo spolu s dalšími doplňujícími informacemi.

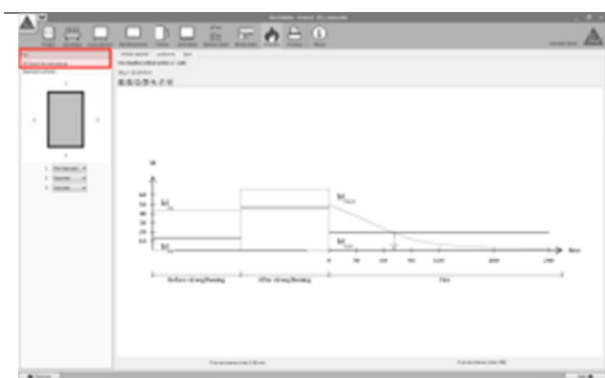


Celkový obrázek zesíleného průřezu se zobrazuje vlevo.

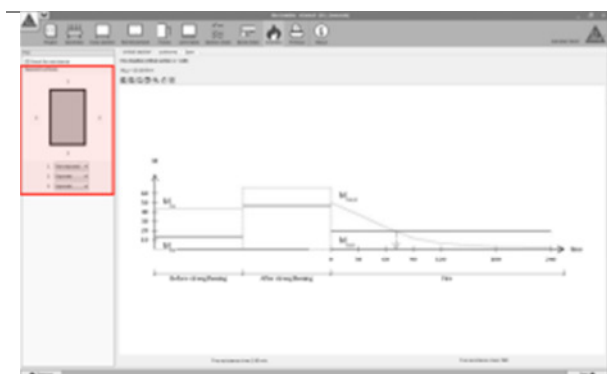


Posouzení ztráty soudržnosti FRP trhlinami od smyku a ohybu (TR55, odst. 6.3.3.B) se může zobrazovat v dolní části okna. Pokud lze na podélně umístěné lamely FRP aplikovat příčné dílčí ovinutí FRP (ve tvaru „U“), zobrazí se také oblast potřebná k ukotvení podélného zesílení FRP (další informace viz TR55, obr. 26).

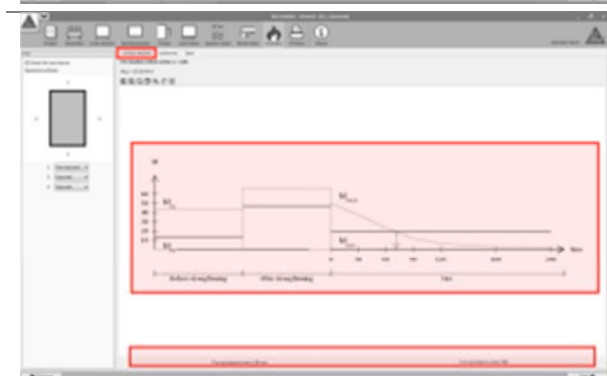
3.6.8 Odolnost proti požáru



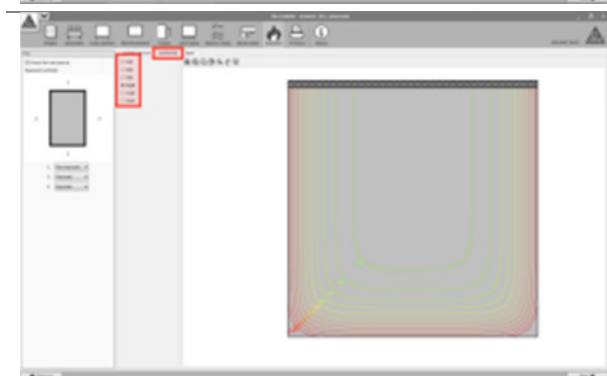
Uživatel může volitelně posoudit požární odolnost prvku při ztrátě funkce FRP v důsledku působení vysokých teplot (další informace viz odst. 2.1.3). Tato možnost se aktivuje kliknutím do pole v levém horním rohu.



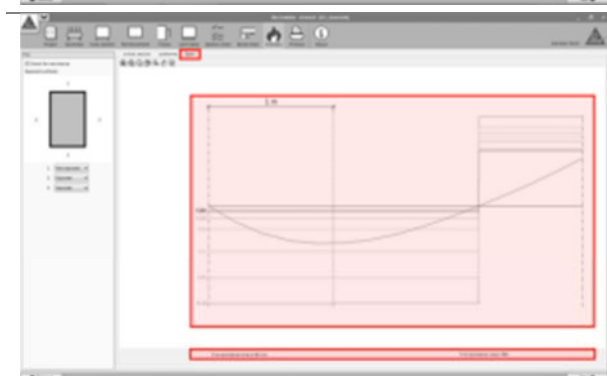
Okraje průřezu, vystavené požáru, lze definovat pomocí výběrových polí v levé části okna.



Pro kritický průřez v případě požáru software automaticky stanoví očekávané zatížení a vypočte pevnost nosníku před požárem a při požáru.



Dále lze po kliknutí na kartu Isotherms (Izotermy) zkontrolovat průběh izoterm v kritickém průřezu při požáru.



Po volbě karty Span (Rozpětí) software zobrazí celý obrazec ohybových momentů a různé hodnoty únosnosti nosníku při požáru.

3.6.9 Výtisk

Viz odst. 3.4.7.

3.7 ZESÍLENÍ VE SMYKU (JEDNODUCHÝ PRŮŘEZ)

3.7.1 Průřez



Uživatel musí definovat základní pevnost betonu v tlaku (f_{ck}). Tuto hodnotu lze zadat na základě válcové nebo krychlové pevnosti.

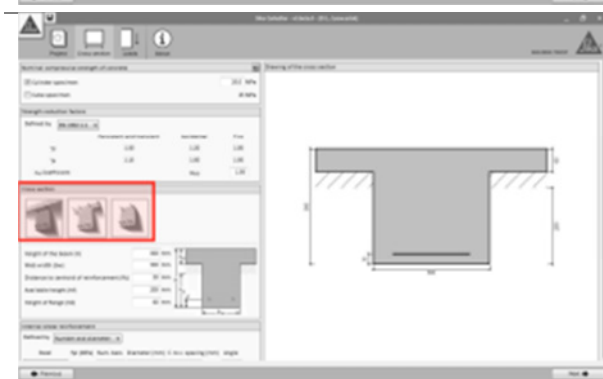
Při zadání krychlové pevnosti provede software převod na ekvivalentní válcovou pevnost podle Eurokódu 2.

Výsledky uvedené v protokolech o výpočtu odpovídají válcové pevnosti.

Dále může uživatel definovat charakteristickou pevnost betonu v tahu (odvozenou z odtrhových zkoušek in situ).



Součinitele spolehlivosti oceli a betonu (γ_c a γ_s) musí zadat uživatel podle Eurokódu 2, aby bylo možno stanovit návrhovou pevnost konstrukčního prvku. Dále může uživatel změnit hodnotu součinitele dlouhodobých nepříznivých účinků ze zatížení tlakem (výchozí hodnota $\alpha_{cc} = 1$).



Grafy vlevo od zvýrazněné oblasti slouží k volbě průřezu nosníku.

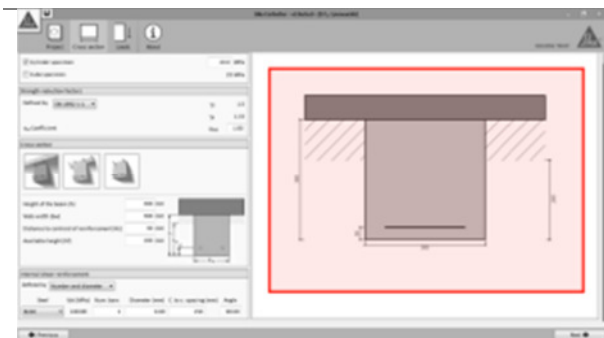
- Desky s pravoúhlými trámy nebo jiné prvky, u kterých není přístupná horní část průřezu.
- Nosníky „T“ nebo pravoúhlé průřezy betonované současně s deskou.
- Pravoúhlé trámy.



Hlavní geometrické parametry nosníků se definují v textových polích vlevo. Využitelná výška ovinutí FRP může být omezená stěnou nebo podobnou konstrukcí pod deskou nebo pod trámem. Geometrie průřezu omezuje volbu možných schémat FRP.



Vnitřní smykovou výztuž lze definovat v rámci průřezu nebo pomocí roztečí a geometrie prutů výztuže.



V hlavním okně se zobrazuje výsledná geometrie průřezu, která se použije pro výpočet.

3.7.2 Zatížení



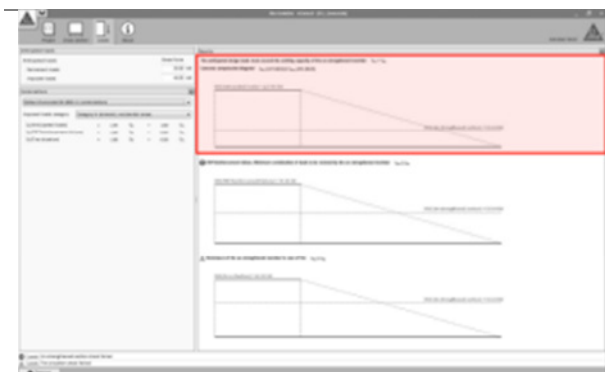
Očekávané smykové síly bez součinitelů (od stálého a užitného zatížení) se zadávají do textových polí v levém horním rohu.



V levé části obrazovky jsou vyznačené různé kombinace zatížení se zobrazením výchozích hodnot součinitelů kombinace podle Eurokódu 2, část 1-1.

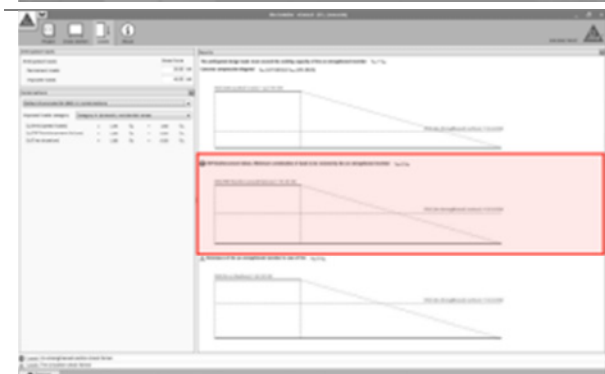
- **Anticipated loads** (Očekávané zatížení) označuje výsledné návrhové zatížení, které lze očekávat po ztužení pomocí FRP.
- **FRP reinforcement failure (Poškození zesílení FRP):** Označuje minimální hodnotu zatížení, kterou je nutno pro ŽB prvek uvažovat při poškození systému CFRP. Další informace viz odst. 2.1.2.
- **Fire situation** (Situace při požáru) zobrazuje hodnotu zatížení v případě požáru.

Uživatel může v případě potřeby nastavit kombinaci součinitelů pro každý případ ručně.



Hlavní okno zobrazuje předběžné posouzení nosnosti nevytuzeného nosníku vzhledem k očekávanému zatížení, zadanému uživatelem.

Požadovaná pevnost musí být vyšší než pevnost stávajícího nezesíleného prvku. Tuto podmínku je nutno ověřit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.



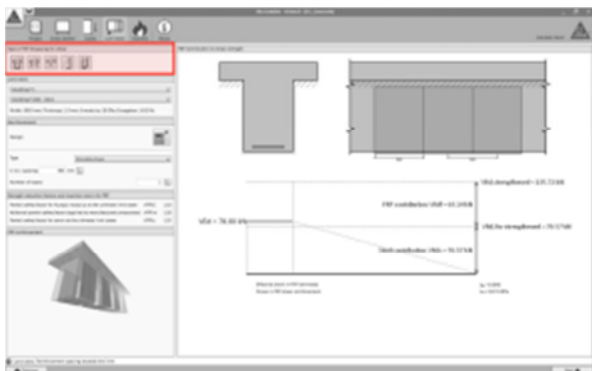
Druhý krok představuje posouzení únosnosti stávajícího prvku při minimální kombinaci zatížení při poškození FRP. Zobrazuje se přípustné zatížení vzhledem k očekávanému zatížení. Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu (další informace viz odst. 2.1.2).



Poslední schéma slouží k posouzení, zda lze působící zatížení v případě požáru přenést nezesíleným prvkem (předpokládá se poškození nechráněného FRP vysokými teplotami). Software umožní provést výpočet, ale vytištěný dokument bude obsahovat upozornění na nutnost zajistit ochranu FRP.

Další informace viz odst. 2.1.3.

3.7.3 Lamináty

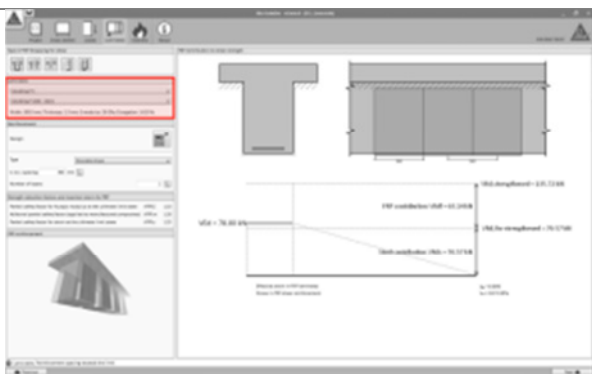


Možná schémata FRP se zobrazují v levém horním rohu okna.

Uživatel musí definovat schéma ovinutí FRP, které se má použít pro výpočet (doplňující informace viz odst. 2.3).

Dostupná schémata jsou:

- Plné ovinutí (tkanina SikaWrap®) pro případy, kdy jsou přístupné všechny 4 strany pravoúhlého průřezu.
- Dílčí ovinutí ve tvaru „U“ (tkanina SikaWrap®), použitelné pro jakoukoliv geometrii.
- Aplikace na bocích průřezu (tkanina SikaWrap® nebo lamely CarboDur®), použitelné pro jakoukoliv geometrii.
- Lamely CarboShear® L (pokud je lze aplikovat), umístěné na jedné nebo na dvou stranách průřezu, použitelné pro nosníky „T“ s výškou stojiny nebo dolní pásnice alespoň 100 mm.
- Podpovrchová instalace do drážek (pokud je lze aplikovat). Výpočet této konfigurace může být neproveditelný v případě nosníků se sníženou výškou.



Produktovou řadu Sika® a odpovídající produkt, který se má použít, vybírá uživatel v příslušných rozbalovacích seznamech.

Některé produktové řady lze použít jen pro omezený počet konfigurací FRP.

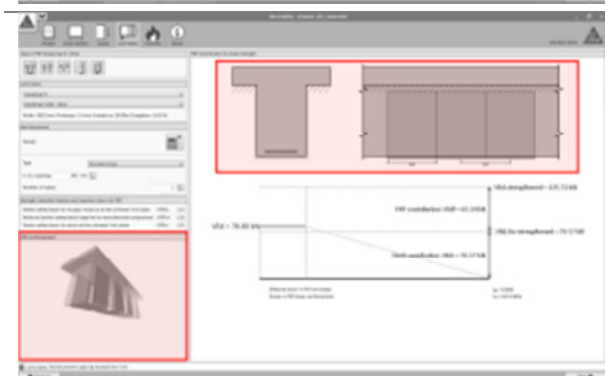


Dále může uživatel navrhnout uspořádání pro daný produkt FRP definováním následujících hodnot:

- Souvislé ovinutí nebo jednotlivé lamely, počet vrstev v případě ovinutí SikaWrap®.
- Úhel lamel FRP (jen při 2stranné aplikaci lamel SikaWrap® nebo CarboDur®).
- Vodorovnou rozteč středů ve všech ostatních případech.

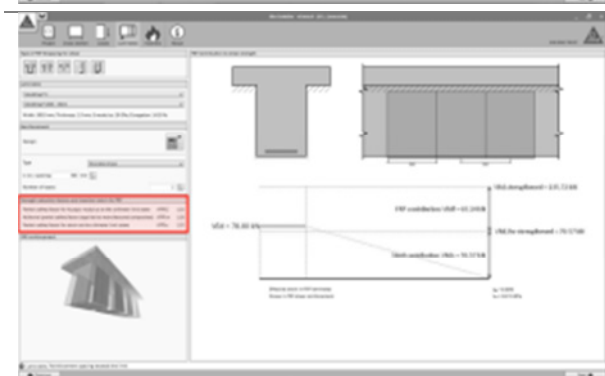


Automatický výpočet FRP (ikona kalkulátoru) bude provedený na základě zvoleného schématu FRP, zvoleného typu FRP a uspořádání (lamely nebo ovinutí). Dále bude automatický výpočet vycházet z doplňujících parametrů, uzamčených uživatelem (zámek), a z úhlu zadaného uživatelem pro dvoustrannou aplikaci SikaWrap®.

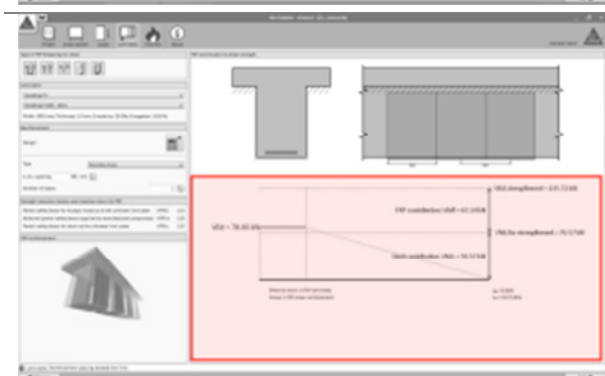


Software zobrazí doplňující schémata pro podporu volby uživatele:

- 3D model vlevo,
- schéma 2D vpravo.



Výsledné součinitele pro zvolené schéma FRP se zobrazují pod schématem (viz odst. 2.1.1).

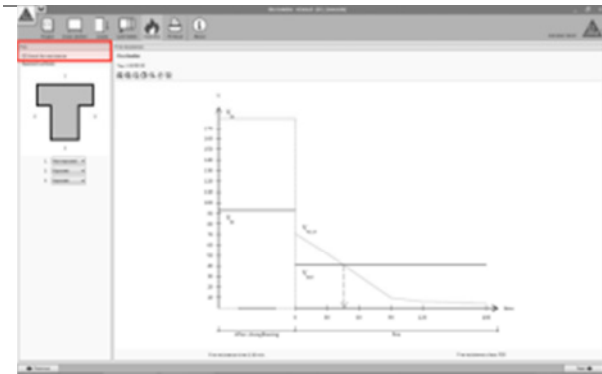


V konečné fázi se zobrazí příspěvek FRP k celkové pevnosti současně s pevností dosahovanou pomocí stávající ocelové výztuže.

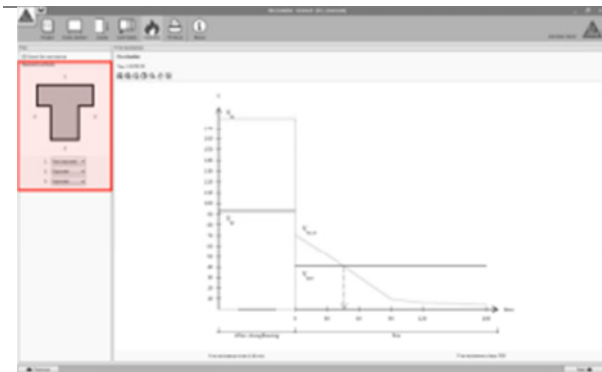
Zobrazuje se celková pevnost zesíleného a nezesíleného nosníku a dále očekávané návrhové síly v průřezu.

Podrobnosti viz odst. 2.3.

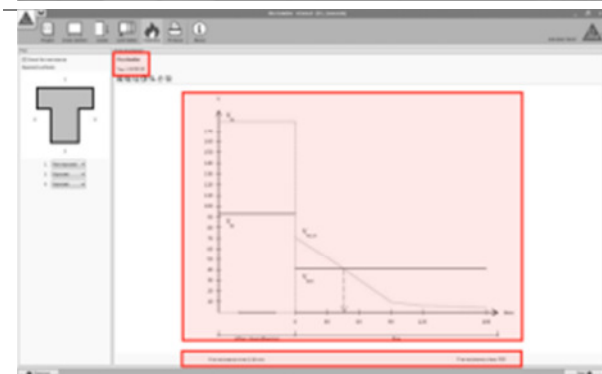
3.7.4 Odolnost proti požáru



Uživatel může volitelně posoudit požární odolnost prvku při ztrátě funkce FRP v důsledku působení vysokých teplot (další informace viz odst. 2.1.3). Tato možnost se aktivuje kliknutím do pole v levém horním rohu.



Okraje průřezu, vystavené požáru, lze definovat pomocí výběrových polí v levé části okna.



Pro vyznačený průřez v případě požáru software automaticky stanoví očekávané zatížení a vypočte pevnost nosníku před požárem a při požáru.

3.7.5 Výtisk

Viz odst. 3.4.7.

3.8 ZESÍLENÍ VE SMYKU (SLOŽENÝ PRŮŘEZ)

3.8.1 Geometrie

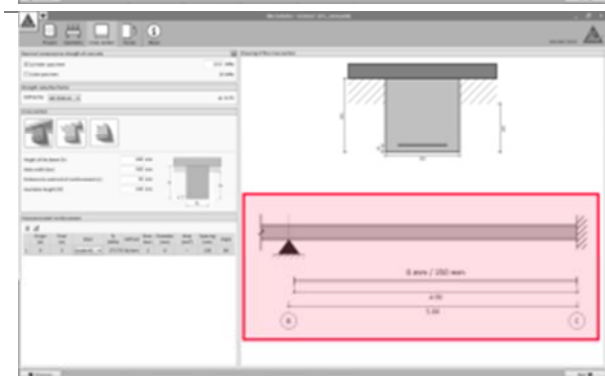
Viz odst. 3.6.1.

3.8.2 Průřez

Definice průřezu nosníku se provádí podle stejných principů jako v odst. 3.7.13.7.1 s následujícím doplněním:



Příčná ocelová výztuž musí být definovaná pro celé rozpětí. Při tom může uživatel pro různé části rozpětí zadávat různé parametry rozmístění ocelové výztuže (rozteč, průměr, úhel, třída oceli...).



Výsledné rozdělení se zobrazí v pravé části okna.

3.8.3 Působící síly



Výpočet potřebného zesílení FRP bude založený na kritickém průřezu pod smykovými silami, který automaticky stanoví software.

Uživatel může alternativně vyznačit určitý průřez k provedení výpočtu. Tím se ovšem připraví o možnost definovat globální uspořádání lamel podél nosníku, protože získaný výsledek neposkytne dostatečnou pevnost pro kritické průřezy.



Po odpovídající volbě lze zobrazit informaci o očekávaném zatížení ve zvoleném průřezu.

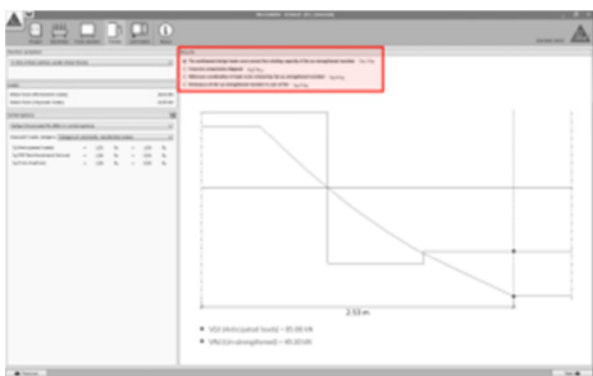


V levé části obrazovky jsou vyznačené různé kombinace zatížení se zobrazením výchozích hodnot součinitelů kombinace podle Eurokódu 2, část 1-1.

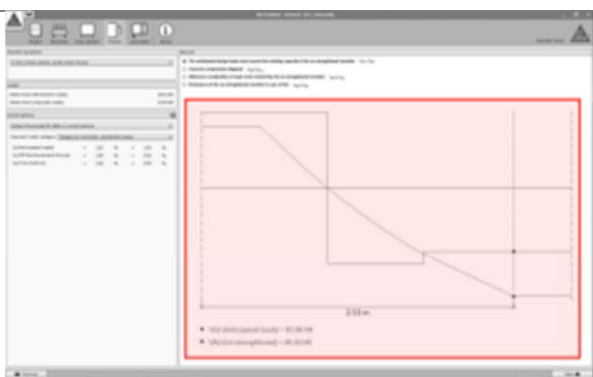
- **Anticipated loads** (Očekávané zatížení) označuje výsledné návrhové zatížení, které lze očekávat po ztužení pomocí FRP.
- **FRP reinforcement failure (Poškození zesílení FRP):** Označuje minimální hodnotu zatížení, kterou je nutno pro ŽB prvek uvažovat při poškození systému FRP. Další informace viz odst. 2.1.2.
- **Fire situation** (Situace při požáru) zobrazuje hodnotu zatížení v případě požáru.

Uživatel může v případě potřeby nastavit kombinaci součinitelů pro každý případ ručně.

Hlavní okno zobrazuje předběžné posouzení nosnosti nevyztuženého nosníku vzhledem k výslednému zatížení v jednotlivých případech. Uživatel může přepínat grafy zobrazené v hlavním okně.



- V první podmínce se ověřuje, zda je požadovaná pevnost vyšší než pevnost stávajícího nezesíleného prvku. Tuto podmínku je nutno ověřit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.
- Druhá volba posuzuje únosnost nosníku ve smyku vzhledem k omezení danému porušením betonu tlakem za ohybu (odst. 6.2.3 Eurokódu 2, část 1-1).
- Ve třetím kroku se posuzuje únosnost stávajícího nosníku při redukované kombinaci zatížení, zadaného uživatelem podle odst. 2.1.2. Tuto podmínku je nutno splnit, aby bylo možno pokračovat ve výpočtu.
- Poslední volba slouží k posouzení, zda lze působící zatížení v případě požáru přenést nezesíleným prvkem (předpokládá se poškození nechráněného FRP vysokými teplotami). Jinak software umožní provést výpočet, ale v protokolu o výpočtu bude uživatel upozorněn na nutnost ochrany FRP. Další informace viz odst. 2.1.3.

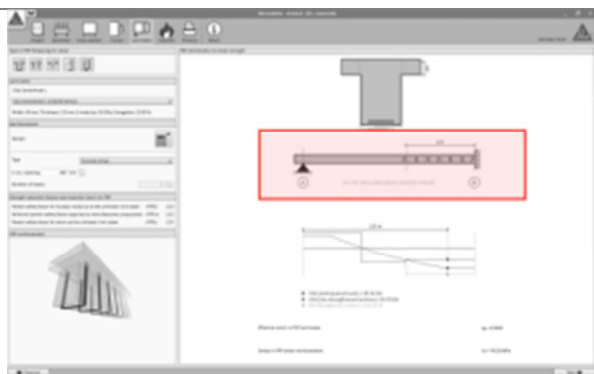


V hlavním okně se zobrazuje graf smykových napětí pro všechny kombinace zatížení.

Hodnota pevnosti nosníku při různých variantách zatížení se zobrazuje červenou čarou.

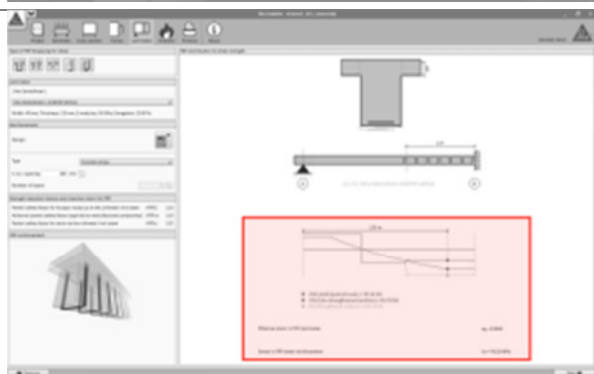
3.8.4 Lamináty

Uspořádání a výpočet lamel FRP vychází z kritérií uvedených v odst. 3.7.3. Jsou zde následující rozdíly:



Software stanoví nezbytné rozvržení lamel FRP podle očekávaného zatížení a pevnosti původního prvku.

V okně se schematicky zobrazují různé systémy FRP s uvedením pozice a konfigurace.

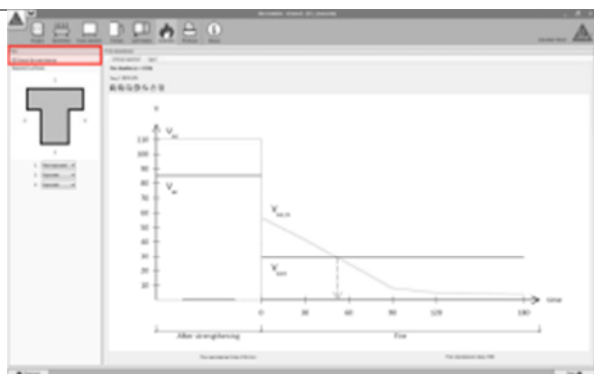


Obrazec smykových napětí zobrazuje rozdělení smykových sil podle očekávaného návrhového zatížení a dále původní pevnost nezesíleného nosníku.

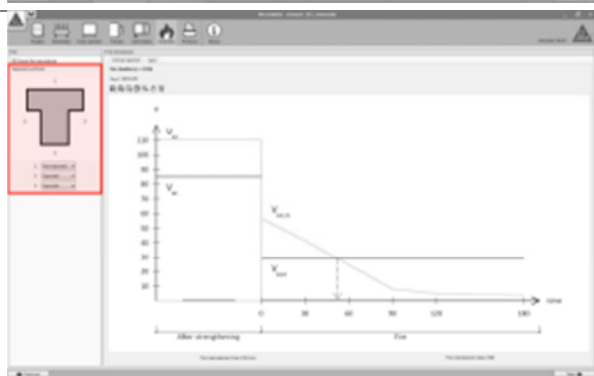
Příspěvek FRP ke zvýšení smykové pevnosti je zobrazený modrou čarou.

Dále se zobrazují doplňující numerické informace.

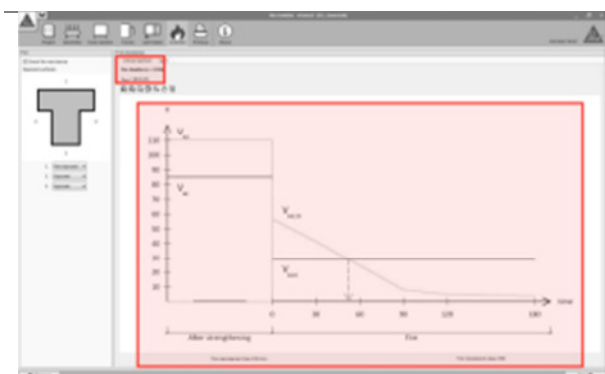
3.8.5 Odolnost proti požáru



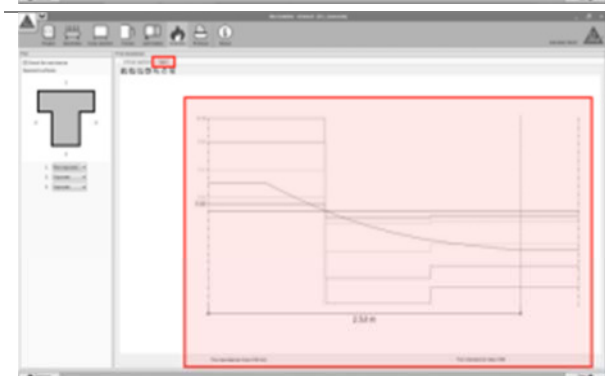
Uživatel může volitelně posoudit požární odolnost prvku při ztrátě funkce FRP v důsledku působení vysokých teplot (další informace viz odst. 2.1.3). Tato možnost se aktivuje kliknutím do pole v levém horním rohu.



Okraje průřezu, vystavené požáru, lze definovat pomocí výběrových polí v levé části okna.



Pro kritický průřez v případě požáru software automaticky stanoví očekávané zatížení a vypočte pevnost nosníku před požárem a při požáru.



Po volbě karty Span (Rozpětí) software zobrazí celý obrazec ohybových momentů a různé hodnoty únosnosti nosníku při požáru.

3.8.6 Výtisk

Viz odst. 3.4.7.

PRÁVNÍ DODATEK

Tato softwarová aplikace je chráněna autorským právem a mezinárodními dohodami o autorském právu. Aplikace je neprodejná, poskytuje se k ní licence.

TATO SOFTWAREVÁ APLIKACE A VÝSLEDKY ODVOZENÉ Z JEJÍHO VYUŽÍVÁNÍ JSOU ZAMÝŠLENY POUZE PRO POUŽITÍ PROFESIONÁLNÍMI UŽIVATELI S ODBORNOU ZNALOSTÍ V OBLASTI ZAMÝŠLENÉ APLIKACE. UŽIVATELÉ MUSÍ VEŠKERÉ VÝSLEDKY PŘED JAKÝMKOLI JEJICH UŽITÍM NEZÁVISLE OVĚŘIT A VZÍT V ÚVAHU STAV STAVENIŠTĚ, PODMÍNKY APLIKACE, TECHNICKÝ LIST A DOKUMENTACI VÝROBKU, TECHNOLOGICKOU VYSPĚLOST I PŘÍSLUŠNÉ MÍSTNÍ NORMY A PŘEDPISY.

Pokud se týká softwarové aplikace a výsledků odvozených z jejího užívání, **SPOLEČNOST SIKA NEPOSKYTUJE ŽÁDNOU ZÁRUKU PŘESNOSTI, SPOLEHLIVOSTI, ÚPLNOSTI, PRODEJNOSTI NEBO VHODNOSTI PRO JAKÝKOLI ÚČEL. SOFTWAREVÁ APLIKACE JE POSKYTNUTA „TAK, JAK JE“ A SPOLEČNOST SIKA VÝSLOVNĚ ODMÍTÁ JAKÉKOLI ZÁRUKY S OHLEDEM NA SOFTWAREVOU APLIKACI A VÝSLEDKY ODVOZENÉ Z JEHO POUŽÍVÁNÍ.**

Společnost Sika neodpovídá za žádné následné, penalizované, náhodné, exemplární nebo zvláštní škody (zejména ne za ztrátu obchodní příležitosti nebo ušlý zisk) vzniklé z vyhodnocení nebo použití softwarové aplikace a výsledků odvozených z jejího používání.

Informace a zejména doporučení týkající se aplikace a konečného použití výrobků společnosti Sika jsou poskytovány v dobré víře; jsou založeny na aktuálních znalostech a zkušenostech společnosti Sika s výrobky, pokud jsou tyto řádně skladovány, zpracovány a použity v souladu s doporučeními společnosti Sika. V praxi existují takové rozdíly v materiálech, podkladech a konkrétních podmínkách na staveništi, že z těchto informací ani z žádného písemného doporučení nebo poskytnuté rady nelze dovozovat žádnou záruku co do obchodovatelnosti nebo vhodnosti pro určitý účel. Uživatel produktu musí ověřit vhodnost produktu pro zamýšlenou aplikaci a účel. Sika si vyhrazuje právo na změnu vlastností svých produktů. Musí být dodržena vlastnická práva třetích stran. Veškeré objednávky jsou přijímány na základě našich aktuálních obchodních a dodacích podmínek. Uživatelé musí vždy vycházet z nejnovějšího vydání místního technického listu výrobku, jehož kopie budou na požádání zaslány.

Tato licence má být vykládána a uplatňována v souladu s hmotným právem Švýcarska. Nepovinné konfliktní klauzule se z ní vyjmají. Věcně příslušným soudem budou soudy v Curychu ve Švýcarsku.

Zásady ochrany osobních údajů:

Při první aktivaci a při každé aktualizaci softwaru nebo při změně relevantních informací o uživateli tato softwarová aplikace shromažďuje, ukládá a odesílá společnosti Sika registrační informace poskytnuté uživatelem.

Zpracování osobních údajů se provádí jen pro účely správy licence k softwarové aplikaci. Kromě toho můžeme v některých případech použít osobní údaje k zaslání informací uživatelům o aktualizacích nebo doplňcích, resp. k provádění průzkumů v souvislosti se softwarovou aplikací.

Sika důsledně chrání vaše osobní údaje. Svě osobní údaje můžete kdykoliv změnit. Sika po zpracování osobní údaje smaže.

Sika®, Sikadur®, CarboDur® a SikaWrap® jsou registrované obchodní značky společnosti Sika AG.

Všechny ostatní názvy produktů a značek mohou být obchodní nebo registrované značky příslušných vlastníků.

Copyright Sika Services AG 2015

Sika Services AG
TM Refurbishment

Verzi poskytl
Vázquez David
Tel.:
Fax:
e-mail: vazquez.david@es.sika.com

Uživatelská příručka
Výpočetní software Sika® Carbodur® -TR55
červen 2016, v.1.2

Česká verze

Sika / Znáte?

STAVÍME NA DŮVĚŘE



NOVÝ PROGRAM PRO CHEMICKÉ KOTVY



Sika AnchorFix® Calculation Software

- Nový, profesionální, uživatelsky přívětivý výpočetní nástroj
- Navrhuje kotvení závitových tyčí a dodatečně vlepovaných výztužných ocelových prutů
- 3D grafika s možností přímého vkládání všech vstupních parametrů
- V jednotkách metrického systému i v imperiálních jednotkách

NÁVRHY DLE PLATNÝCH EVROPSKÝCH A US PŘEDPISŮ

- EOTA TR029
- EOTA TR023
- ACI 318-08
- ACI 318-11

www.sika.cz



STÁHNĚTE SI ZDARMA

www.anchorfix.cz

