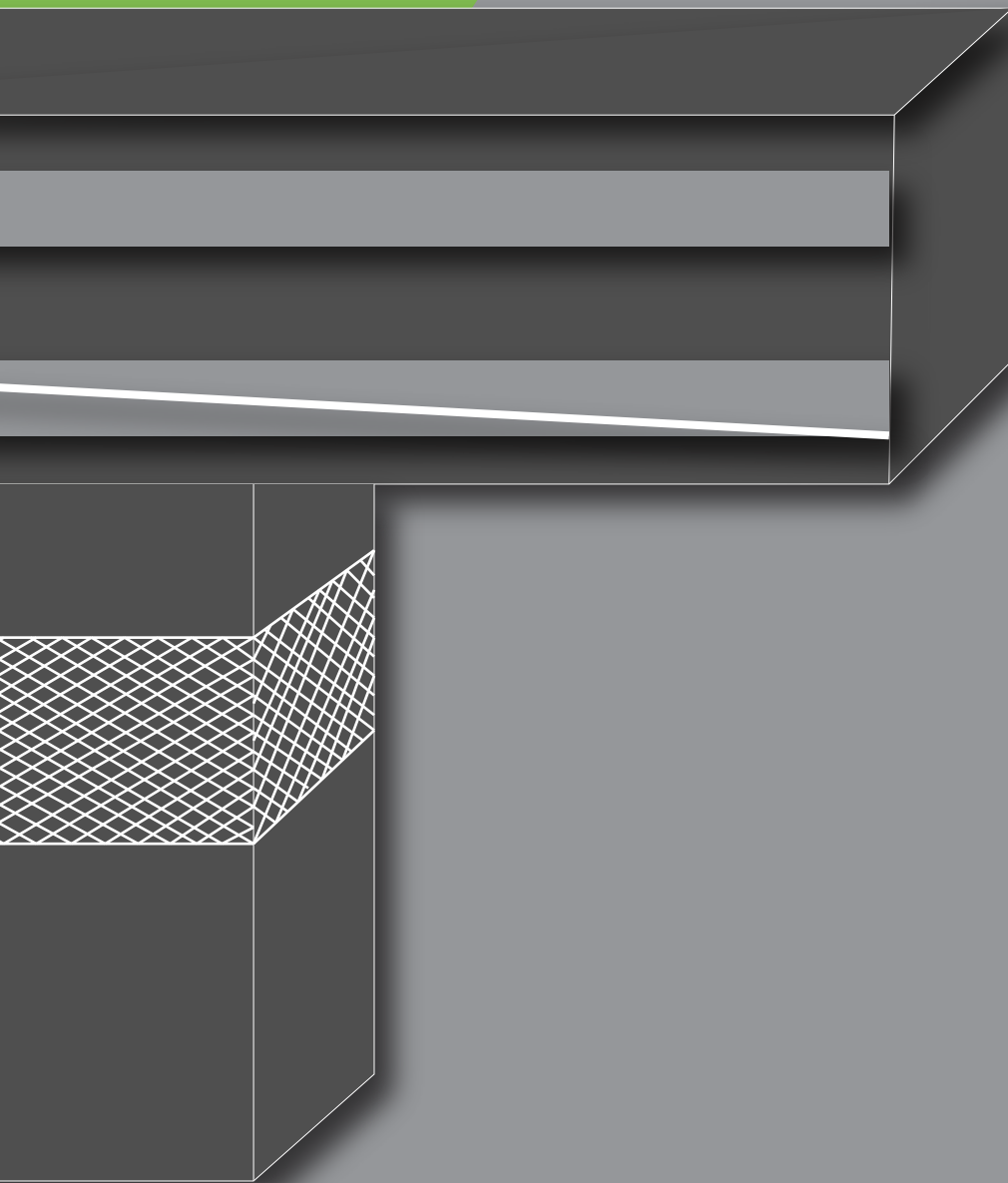


SANAX  [®]

CARBO SYSTEM



IV.

www.sanax.cz

1. Kompozitní materiály FRP
 - 1.1. Použití kompozitů ve stavebnictví
 - 1.2. Výhody kompozitních materiálů
 - 1.3. Navrhování FRP kompozitů
2. Produkty Carbo systém
 - 2.1. CarboLamela – uhlíková vlákna
 - 2.2. CarboBar – uhlíkové tyče
 - 2.3. CarboResin – epoxidové lepidlo
 - 2.4. CarboWrap – uhlíková tkanina
 - 2.5. WrapResin - epoxidové lepidlo pro lepení tkaniny
 - 2.6. Carbo předpínací systém
3. Testy a zkoušky
 - 3.1. Zkušební testy CarboLamel
 - 3.2. Zkušební testy tyčí CarboBar
 - 3.3. Předpínací systém
4. Požární ochrana CarboLamel nehořlavými deskami Grenamat
5. Reference

SANAX[®]

Carbo
system

1. Kompozitní materiály

Vlákna vyztužená polymery FRP (Fiber Reinforced Polymers) jsou složené materiály, které se skládají z vysoce pevnostního vlákna obaleného v polymerovém pojivu. Tato vysoce pevnostní vlákna přenášejí zatížení a vykazují velmi vysokou pevnost a tuhost při namáhání v tahu.

Laminát z FRP obsahuje několik miliónů těchto vláken. Polymerové pojivo zajišťuje svázání vláken, jejich ochranu a roznesení zatížení jednotlivých vláken v laminátu. Jsou používány různé typy vláken a pryskyřic pro výrobu FRP laminátů. Vlákna jsou vybírána podle pevnosti, tuhosti a trvanlivosti pro daný způsob využití. Pryskyřici je nutno vybrat pro dané prostředí, kterému bude laminát vystaven, a podle způsobu jeho výroby.

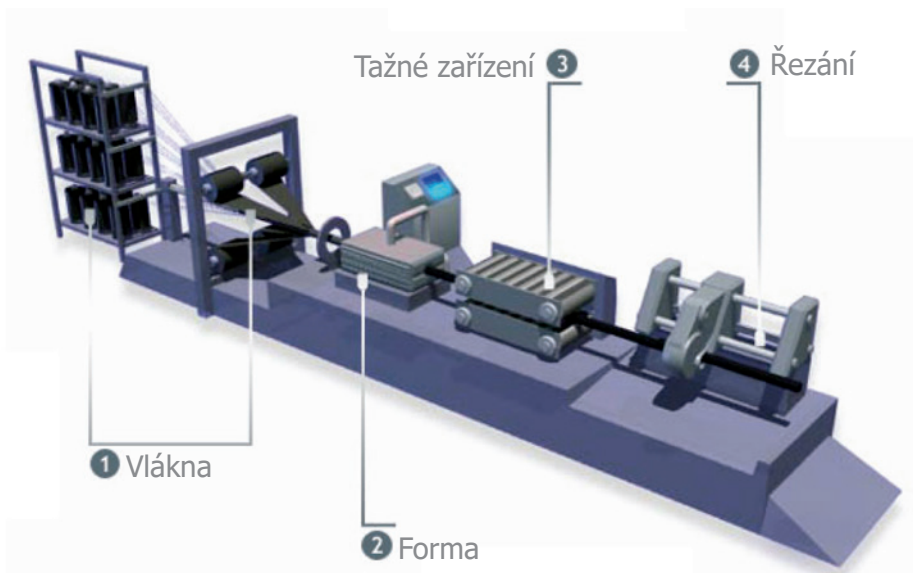
Pro stavební průmysl se nejvíce používají vlákna uhlíková, skleněná a aramidová.

Pultruze

Pultruze je kontinuální výrobní proces výroby FRP kompozitních materiálů různých tvarů a délek tažením. Vstupní materiál je směs tekuté pryskyřice a vysoce pevnostních vláken. Výrobní proces spočívá v tažení materiálu skrz vyhřívanou ocelovou formu pomocí tažného zařízení.

Vlákna navinutá na cívkách vstupují do srovnávače, který zajistí rovnoměrné rozmístění vláken. V dalším kroku se takto srovnaná vlákna ve vyhřívací formě smáčí směsí pryskyřice, plniva, barviva, katalyzátoru a mohou se přidat další přísady pro zlepšení vlastností výsledného profilu laminátu.

Ve vyhřívané formě proběhne termosetická reakce a profil se vytvrzuje. Z formy je tažen hotový profil, který je dělen na výsledný požadovaný rozměr.



1.1. Použití

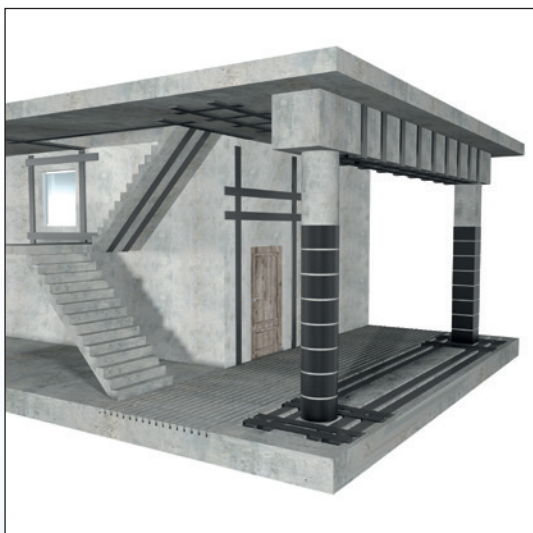
FRP materiály pro zpevnování stávajících betonových konstrukcí jsou čím dál více používány. Vlákna mohou být uhlíková, z aromatického polyamidu nebo skelná, přičemž lze použít vlákna buď z jednoho materiálu, nebo je možné použít jakoukoli kombinaci vláken z těchto materiálů, což závisí na konkrétním druhu užití výrobku. Stavby mohou potřebovat zesílení v důsledku stárnutí, chyb při projektování, poničení, změny použití nebo zatížení. Technologie FRP materiálů vytváří řešení jak posílit nosníky, podlahy, stěny, sloupy a jiné stavební prvky.

Při výběru typu kompozitů pro danou aplikaci musíme brát v potaz, že skleněná a aramidová vlákna jsou skvělá pro krátkodobá zatížení (např. seizmické jevy). Pro trvalé ohybové a smykové vyztužení jsou nejvhodnější vlákna z uhlíku. Tyto kompozity nazýváme zkráceně CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymers).

Spojení FRP kompozitů ke stavebním prvkům se provádí dvousložkovým lepidlem, jehož základní složka obsahuje směs modifikovaných epoxidových pryskyřic a anorganické plnivo, zatímco tvrdidlo je tixotropní upravený amin.

Tyto spoje pak mohou být použity jako:

- kompozitní desky vyrobené z vláken (většinou uhlíkových) a epoxidových pryskyřic, které se připevňují epoxidovými lepidly na vnitřní líc a nebo na strany nosníků a na vnitřní plochu nebo vrchní plochu betonové konstrukce
- pásové materiály, ovinuté okolo sloupů a podobných konstrukčních prvků nebo přikládáné na vnitřní stranu nosníků nebo betonové vrstvy; k vytvoření kompozitu jsou tyto pásové materiály spojeny pryskyřicí
- předtvarované skořepiny, nalepené okolo sloupů



1.2. Výhody kompozitních materiálů

Hlavní výhody používání kompozit před tradičními ocelovými deskami je jejich vysoká pevnost a nízká hmotnost. Tím pádem je jejich instalace jednodušší a rychlejší a snižuje či zcela eliminuje potřebu použít dočasných podpěr. Tyto materiály mohou být snadno nařezány na požadované délky přímo na pracovišti (stavbě). Dostupnost velkých rozměrů, tj. možnost nařezání na velké rozměry, a pružnost těchto materiálů též zjednoduší jejich instalaci, protože:

- Není zapotřebí žádných přesahů (přehybů) ani styčniců (spojek).
- Materiál se může přizpůsobit drobným nepravidlostem v povrchu betonu a může se tvarově přizpůsobit zakřivenému profilu, i když desky nebo pásy připevněné na konkávní plochy se zpočátku mohou odlepovat (oddělovat).
- Materiál může být kdykoli připevněn (instalován) za již existující technické zařízení budovy.
- Překrývání, kterého je zapotřebí při vyztužování (zpevňování) ve dvou směrech, není problém provést, neboť tloušťka materiálu je malá. Nicméně při použití desek (lamel) je potřeba zajistit dostatečně kvalitní provedení dané operace, hlavně okolo přesahů.

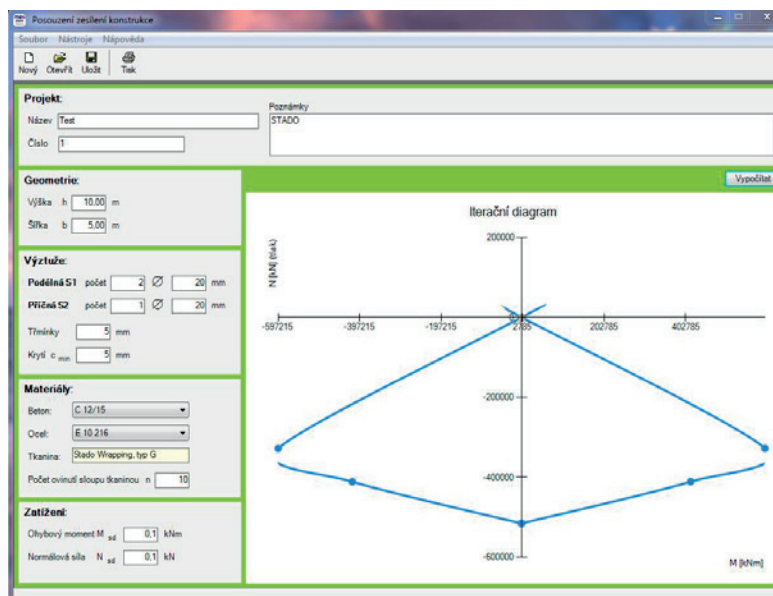
Dohromady tyto faktory vedou k podstatně jednoduššímu a rychlejšímu procesu zpevnění (vyztužení), než jak by se dosáhlo jinými metodami. Toto platí hlavně pro mosty z důvodu vysokých nákladů na vytvoření uzávěr na silničních komunikacích a též doby, po kterou tyto komunikace a železniční tratě jsou ve správě dané firmy. Další výhodou FRP systémů před jinými metodami zpevňování (vyztužování) je, že se nijak podstatně nezvýší hmotnost celé konstrukce ani rozměry konstrukčních prvků. To, že se výrazně nezmění rozměry konstrukčních prvků, je důležité hlavně pro mosty a jiné konstrukce s omezenou světlou výškou.

Další výhodou při zpevňování (vyztužování) historických staveb (konstrukcí) je ta, že výrazně nezmění vzhled těchto staveb. (Proto byly FRP materiály použity při zpevňování historických dřevěných, železných a zděných konstrukcí.)

1.3. Navrhování FRP kompozitů

Při návrhu zesílení prvků mají být zváženy všechny zatěžovací stavy, které přicházejí v úvahu. Návrh by měl respektovat požadovaný efekt zesílení prvku a schopnost redistribuce vnitřních sil v zesíleném prvku. Výpočet je založen na analytických nebo semiempirických modelech. Základem pro navrhování externí výztuže je stav konstrukce před zesilováním. Pokud existuje projektová dokumentace původní konstrukce, je nutno informativně ověřit, zda jí konstrukce odpovídá. Pokud projektová dokumentace neexistuje, je nutné provést diagnostický průzkum zesilované konstrukce, zjistit mechanické vlastnosti zesilované konstrukce, tj. pro beton: pevnost v tahu, provést odtrhovou zkoušku podkladu, určit tlakovou pevnost betonu a modul pružnosti. U výztuže je třeba určit druh výztuže, průměr výztuže (odhad plochy tažené výztuže), polohu výztuže v konstrukci (uspořádání) a rozsah koroze.

Pro navrhování FRP kompozitů vyvinula firma Sanax s.r.o. výpočetní software.



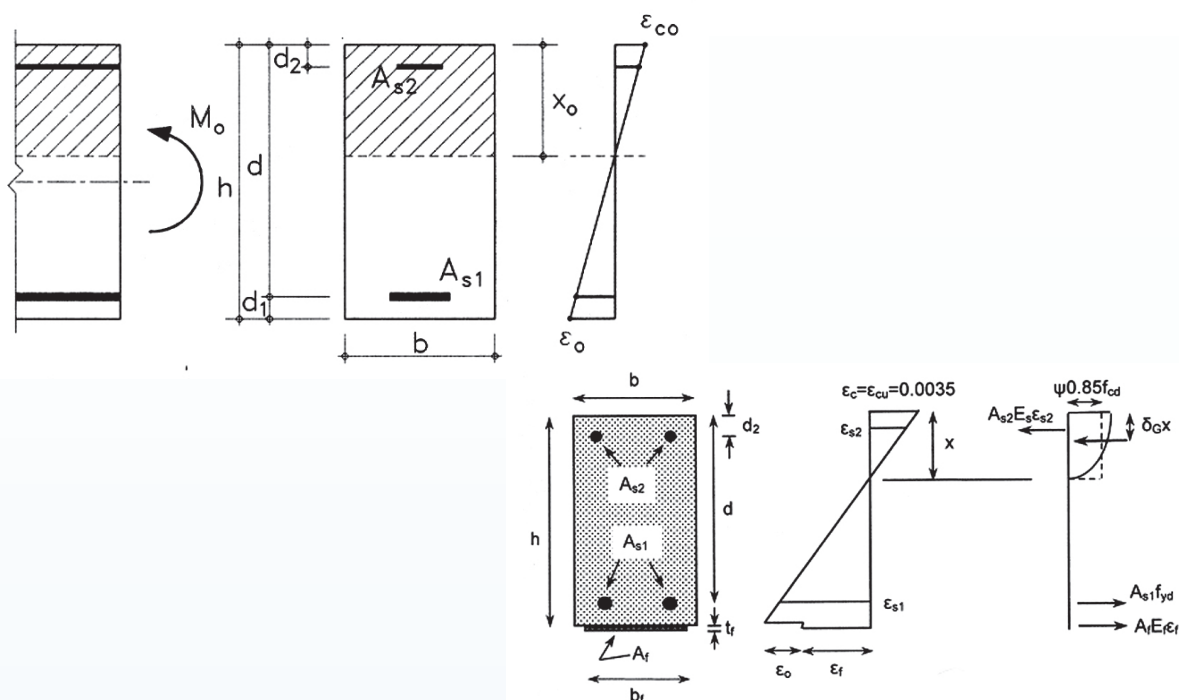
Výpočet založen na teorii pružnosti, použit charakteristický moment M_0 (nejsou použity součinitele spolehlivosti). Použito rozdělení napětí a přetvoření na tomto předpokladu viz. obr. Jelikož M_0 je typicky větší než moment, při němž vznikají trhliny M_{cr} , je výpočet proveden v oblasti trhlín.

Jestliže M_0 je menší než M_{cr} , vliv trhlín na zesilovanou konstrukci lze zanedbat. Přetvoření ϵ_0 odpovídá počátečnímu přetvoření průřezu v místě, kde je umístěn FRP materiál a které je potřeba pro návrh zesilovaného prvku uvažovat.

Návrhový ohybový moment zesilovaného průřezu je vypočten na základě metody mezních přetvoření.

Iteračním postupem se stanoví rovnováha sil a určí poloha neutrální osy x . Poloha neutrální osy je počítána z poměrných přetvoření průřezu a z vnitřní silové rovnováhy. Návrhový moment je spočten z momentové rovnováhy. Návrh by měl brát v úvahu, že zesilovaná konstrukce při montáži nemůže být plně odtížena, tudíž by mělo být uvažováno počáteční přetvoření ϵ_0 v nejvzdálenějších tažených vláknech vypočtené na průřezu před zesilováním, odpovídající zatížení konstrukce v době montáže a schématu jejího případného podepření (odlehčení).

Zesilující moment je pak závislý na skutečné síle přenesené přes kotevní oblast do zesilující FRP výztuže.



2. Produkty Carbo systém

2.1. Carbo lamela - uhlíková vlákna

Uhlíkovo-vláknité CFRP lamely jsou jednosměrná uhlíková vlákna laminovaná s minimálním obsahem vláken 68 %.

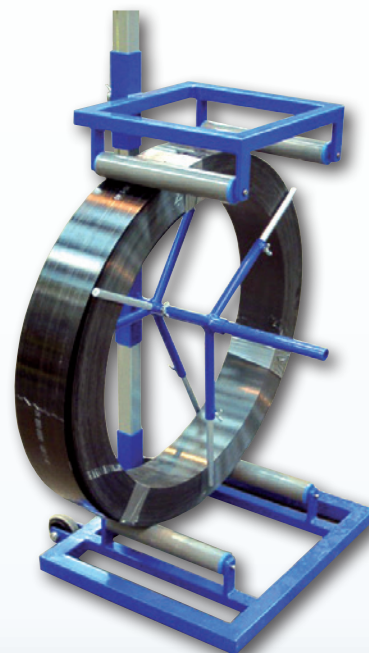
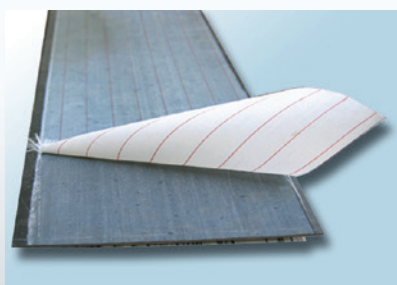
Typické aplikace:

- spolu s epoxidovým lepidlem jako dodatečný výztužný zesilovací systém pro stavební posílení betonových, zděných a dřevěných konstrukcí
- zesílení betonových nosníků, sloupů, plošných konstrukcí, mostovek, zdí, propustí a štol
- zesílení dodatečně vybouraných nebo vyřezaných otvorů

Výhody:

- váhově lehké a jednoduché na aplikaci
- minimální aplikační tloušťka
- vysoká pevnost v poměru k váze
- různé pevnosti a moduly pružnosti již ve standardní nabídce
- několik druhů standardních rozměrů – jiné šíře a tloušťky jen na speciální objednávku
- bez koroze, skvělá dlouhodobě ověřená životnost a minimální údržba

Technické informace	Typ S	Typ M
Rozměr (mm) šířka / tloušťka	30/1,4	30/1,4
	50/1,4	50/1,4
	60/1,4	60/1,4
	80/1,4	80/1,4
	90/1,4	90/1,4
	100/1,4	100/1,4
	120/1,4	120/1,4
	150/1,4	150/1,4
	50/1,2	50/1,2
	80/1,2	80/1,2
100/1,2		
Modul pružnosti (Yongův modul)	170 GPa (kN/mm ²)	210 GPa (kN/mm ²)
Mez pevnosti v tahu	2590 MPa (N/mm ²)	2420 MPa (N/mm ²)
Laminární smyková pevnost	60 MPa	65 MPa
Smyková pevnost v překrytí	11 MPa	11 MPa
Poměrné protažení při přetržení % ϵ_p	1,5	1,1



2.2. CarboBar - uhlíkové tyče

Uhlíkové tyče, navržené pro vyztužení či posílení betonových, zděných či dřevěných konstrukcí.

Typické aplikace:

- spolu s epoxidovým lepidlem jako dodatečný výztužný zesilovací systém pro stavební posílení betonových, dřevěných, cihlových a zděných konstrukcí
- zesílení betonových nosníků, plošných konstrukcí, mostovek, zdí, propustí a štol
- zesílení dřevěných konstrukcí
- sešívání trhlin

Výhody:

- váhově lehké a jednoduché na aplikaci
- minimální aplikační tloušťka
- vysoká pevnost v poměru k váze
- různé pevnosti a moduly již ve standardní nabídce
- několik druhů standardních rozměrů – jiné šíře a tloušťky jen na speciální objednávku
- bez koroze, skvělá dlouhodobě ověřená životnost a minimální údržba aplikace pod líc konstrukcí



Technické informace CarboBar						
Průměr (mm)	6	8	10	12	14	16
Modul pružnosti	170 GPa (kN/mm ²)	170 GPa (kN/mm ²)	170 GPa (kN/mm ²)	170 GPa (kN/mm ²)	170 GPa (kN/mm ²)	170 GPa (kN/mm ²)
Mez pevnosti v tahu	2300 MPa (N/mm ²)	2300 MPa (N/mm ²)	2300 MPa (N/mm ²)	2300 MPa (N/mm ²)	2300 MPa (N/mm ²)	2300 MPa (N/mm ²)
Maximální tahová pevnost	3000 MPa (N/mm ²)	3000 MPa (N/mm ²)	3000 MPa (N/mm ²)	3000 MPa (N/mm ²)	3000 MPa (N/mm ²)	3000 MPa (N/mm ²)
Poměrné protažení při přetržení	1,8 %	1,8 %	1,8 %	1,8 %	1,8 %	1,8 %
Průřezová plocha	28,28 (mm ²)	50,27 (mm ²)	78,80 (mm ²)	113,11 (mm ²)	153,86 (mm ²)	200,96 (mm ²)
Teoretická spotřeba při drážce o hraně Ø+4 mm	72 ml/bm	94 ml/bm	118 ml/bm	143 ml/bm	170 ml/bm	199 ml/bm

2.3. CarboResin - epoxidové lepidlo

Universální, tixotropní, dvousložkové epoxidové lepidlo pro použití na suché povrchy a vlhké povrchy pro lepení CarboLamel, CarboBar.

Typické aplikace:

- aplikace CarboLamely, uhlíkové tyče Carbo Bar
- pro lepení tenkých vrstev nebo pro opravy prefabrikovaných betonových prvků, dřeva, kovu, porézniho kamene, přírodního kamene atd.

Výhody:

- výborná přilnavost ke dřevu, kameni a betonu
- převyšuje soudržnost materiálu
- velmi dobré fyzikálně-mechanické vlastnosti
- vysoká odolnost proti obrusu a proražení
- vysoká chemická odolnost
- vytvrzuje bez smršťování
- snadná příprava k aplikaci a vlastní aplikace
- Carbo Resin W: vysoká reaktivita i při nízkých teplotách
- Carbo Resin W: pro vlhký a nevyzrálý
- neobsahuje organická rozpouštědla (VOC)



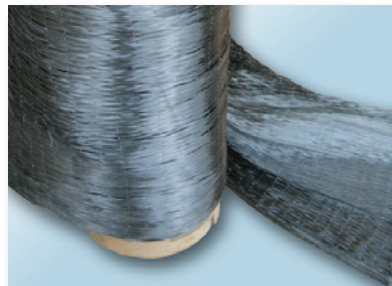
Technické informace	CarboResin	CarboResin W
Vzhled (natužená směs)	šedý tixotropní tmel	šedý tixotropní tmel
Hustota (natužená směs)	1,60 – 1,80 g/cm ³	1,60 – 1,80 g/cm ³
Pevnost v tlaku (po 14 dnech, 20 ± 2 °C)	min. 85 MPa	min. 75 MPa
Modul pružnosti v tlaku (po 14 dnech, 20 ± 2 °C)	7,8 GPa	7,0 GPa
Pevnost v tahu (po 14 dnech, 20 ± 2 °C)	min. 27 MPa	min. 24 MPa
Pevnost v ohybu (po 14 dnech, 20 ± 2 °C)	min. 45 MPa	min. 35 MPa
Pevnost ve smyku (po 14 dnech, 20 ± 2 °C)	min. 13 MPa	min. 13 MPa
Přidržitost k betonu	> 4 MPa (porušení v betonu)	> 4 MPa (porušení v betonu)
Teplota skelného přechodu T _g	64 °C / 86 °C (po teplotním dotvrzení)	48 °C
Součinitel teplotní roztažnosti	32 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ (-40 až +30 °C)	-
Objemové změny	smrštění max. 0,1% po teplotním dotvrzení	smrštění max. 0,1% po teplotním dotvrzení
Aplikační teplota	10 – 30 °C	5 – 25 °C
Orientační spotřeba	cca 350 g natužené směsi / bm	-
lamela šíře 50 mm	spotřeba může být vyšší v závislosti na profilu podkladu	-
Doba zpracovatelnosti při:		
5 °C	-	30 min.
10 °C	70 - 80 min.	25 min.
20 °C	50 - 55 min.	20 min,
30 °C	30 - 35 min.	-
Doba zatuhnutí při:		
5 °C	-	10 hodin
20 °C	6 – 8 hodin	4 hodiny
30 °C	4 – 5 hodin	-
Celkové vytvrzení	7 dní / 23 °C	7 dní / 23 °C; 14 dnů / 5 - 10 °C

2.4. CarboWrap - uhlíková tkanina

Unikátní vysoce pevný uhlíkový tkaninový materiál pro zesilování konstrukcí.

Typické aplikace:

- jako vnější výztužný systém pro stavební posílení těchto druhů staveb
- nosníky
- sloupy
- betonové plošné konstrukce
- propusti a štoly a komplikované detaily
- tunely



Výhody:

- váhově lehké a jednoduché na aplikaci
- minimální aplikační tloušťka
- jednoduchá aplikace pro hranaté a zaoblené prvky
- vysoká pevnost v poměru k váze
- odolnost proti proražení a proti násypu mohou být použity ve spojení s CFRP lamelami pro kombinované posílení a vyztužení
- možnost výběru mezi jednosměrnou a obousměrnou tkaninou podle potřeby

Technické informace CarboWrap			
Vlastnosti pásů			
	Typ G	Typ C	Typ D
Statické působení	jednosměrné	jednosměrné	dvousměrné
Šířka pásu	150 mm 300 mm* 500 mm	300 mm 600 mm	1250 mm
Barva	černá	černá	černá
Hmotnost pásu	300 g/m ²	600 g/m ² (±30)	245 g/m ² (±7)
Obsah vláken	100%	100%	100%
Hustota vlákna	1.80 g/cm ³	1.80 g/cm ³	1.79 g/cm ³
Efektivní tloušťka pletiva	0,167 mm	0,33 mm	0,5 mm
Typické mechanické vlastnosti vlákna			
Modul pružnosti	230 GPa	240 GPa	235 GPa
Pevnost v tahu	4300 MPa	3800 MPa	4410 MPa
Prodloužení do přetržení	1.8 %	1.4 %	1.9 %

* CarboWrap typ G je dodáván standardně v šířce 300 mm, ostatní rozměry možno dodat dle objednávky.

2.5. WrapResin - epoxidové lepidlo pro lepení tkaniny

Vysoce účinná epoxidová pryskyřice, navržená pro lepení tkaninové výztuže.

Typické aplikace:

- aplikace Wrapping systému (vyztužování konstrukcí tkaninami)

Výhody:

- přilnavost ke dřevu, kameni a betonu převyšuje soudržnost materiálu
- bez rozpouštědla
- rychlé tuhnutí i při nízkých teplotách
- velmi dobré mechanické vlastnosti
- vysoká odolnost proti obrusu a proražení
- tvrdne bez smršťování
- jednoduché na míchání a aplikace



Technické informace	
Vlastnosti smíchané pryskyřice a tvrdidla	
	WrapResin
Vzhled (natužená směs)	šedá tixotropní pasta
Hustota (natužená směs, 23 °C)	1,14 - 1,16 g/cm ³
Pevnost v tlaku (po 7 dnech, 23 °C)	min. 85 MPa ČSN EN 12190
Modul pružnosti v tlaku (po 7 dnech, 23 °C)	5,4 GPa ČSN EN 13412
Pevnost v tahu (po 7 dnech, 23 °C)	min. 25 MPa ČSN EN ISO 527-3
Pevnost ve smyku (po 7 dnech, 23 °C)	min. 13 MPa
Tahová přídržnost	≥ 4 MPa (porušení v betonu) ≥ 14 MPa (podklad: ocel)
Teplota skelného přechodu T _g	57 °C ČSN EN 12614
Koeficient teplotní roztažnosti	70,2 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ (-40 až +30 °C) ČSN EN 1770
Objemové změny	smrštění max. 0,1 % po teplotním dotvrzení ČSN EN 12617-1
Aplikační podmínky	Teplota podkladu a okolí: 10 - 35 °C Teplota podkladu musí být min. o 3 °C vyšší, než je teplota rosného bodu.
Doba zpracovatelnosti při:	ČSN EN ISO 9514 ČSN EN 12189 Zpracovatelnost Otevřená doba
10 °C	80 - 90 min. 90 - 100 min.
20 °C	55 - 60 min. 60 - 70 min.
30 °C	30 - 35 min. 40 - 50 min.
Doba zatuhnutí při:	
20 °C	8 hodin
30 °C	5 hodin
Celkové vytvrzení	7 dní / 23 °C
Doba zpracovatelnosti a doba gelace epoxidové pryskyřice se bude lišit v závislosti na množství natužené směsi - s rostoucím množstvím se doba zpracovatelnosti zkracuje. Uvedené doby jsou pouze orientační.	

Technické informace	
Vlastnosti smíchané pryskyřice a tvrdidla	
	WrapResin M
Vzhled (natužená směs)	bílá tixotropní
Poměr tužení (sl. A : sl. B, hmotn. díly)	100 : 30
Hustota (natužená směs, 23 °C)	1,12 - 1,14 g/cm ³
Pevnost v tlaku (po 14 dnech, 20±2 °C)	min. 85 MPa
Modul pružnosti v tlaku (po 14 dnech, 20±2 °C)	4,8 GPa
Pevnost v tahu (po 14 dnech, 20±2 °C)	min. 30 MPa
Pevnost v ohybu (po 14 dnech, 20±2 °C)	min. 80 MPa
Pevnost ve smyku (po 14 dnech, 20±2 °C)	min. 15 MPa
Přídržnost k betonu	> 4 MPa (porušení v betonu)
Přídržnost k oceli (po 7 dnech, 20±2 °C)	min. 15 MPa
Teplota skelného přechodu T _g (po teplotním dotvrzení 3 dny / 40 °C)	62 °C
Součinitel teplotní roztažnosti	77,6 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹ (-40 až +30 °C)
Objemové změny	smrštění max. 0,1% po teplotním dotvrzení
Aplikační teplota	10 - 30 °C
Doba zpracovatelnosti při:	
10 °C	80 - 90 min.
20 °C	55 - 60 min.
30 °C	30 - 35 min.
Doba zatuhnutí při:	
20 °C	8 hodin
30 °C	5 hodin
Celkové vytvrzení	7 dní / 20 °C
Chemická a teplotní odolnost	Dobrá celková chemická odolnost. Konkrétní případy konzultujte s naším technickým oddělením. Dlouhodobě odolává teplotnímu zatížení do +45 °C
Doba zpracovatelnosti a doba gelace epoxidové pryskyřice se bude lišit v závislosti na množství natužené směsi - s rostoucím množstvím se doba zpracovatelnosti zkracuje. Uvedené doby jsou pouze orientační.	

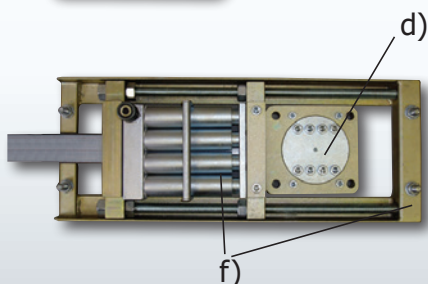
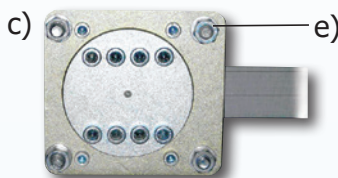
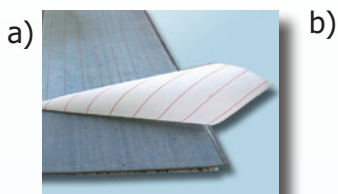
2.6. Carbo předpínací systém

Vysoce účinný systém pro předpínání CFRP lamel. Během posledních let bylo objeveno a vyvinuto používání předpínaných FRP kompozit na ohybové zesílení betonových konstrukcí.

Je několik důvodů pro zesilování betonových staveb pomocí předpínaných FRP kompozit:

- Zvýšení kapacity užitečného zatížení
- zmenšení deformace/ohybu vlastní tíhou (mobilizace zablokování v napětí/namáhání)
- zmenšení šíře trhlin a oddálení počátku praskání
- zmenšení namáhání konstrukcí na II. mezní stavy - nadměrný ohyb, vznik trhlin v betonu a omezení napětí v oceli stahu
- zlepšení únavové pevnosti pomocí snížením namáhání/napínání oceli v tahu
- obnovení tlakové rezervy u předpjatých konstrukcí, která mohla být ztracena poškozením původní předpínací výztuže

Předpínání umožňuje využít větší podíl pevnosti v tahu FRP kompozit, a proto může být více účinné než nepředpínané řešení. Uhlíkový FRP kompozit je nejvíce vhodným typem pro předpínací aplikace, a to díky jeho lepšímu dotvarování a vlastnostem přetržení pod napětím, než má třeba skleněný FRP kompozit nebo aramidový FRP kompozit. Nedoporučuje se použít pro předpínání skleněné FRP kompozity, výjimkou mohou být případy, kdy předpínací aplikovaná síla je docela nízká a kdy zlomení pod napětím nebude hlavním řešeným problémem (dá se totiž očekávat). Aramidové FRP kompozity mohou být použity na místo uhlíkových FRP kompozitů, jejich nižší elastický/pružný modul v tahu je výhodou při dosahování větší kontroly nad prodloužením během procesu předpínání. Jakkoliv, jak sklo tak aramid, oboje může být náchylné ke zlomení pod namáháním, a proto stupně předpínání by měly být omezeny.



Technické informace k předepínání CarboLamel		
	Typ S	Typ M
Rozměr (mm)	50/1,4 80/1,4 100/1,4 120/1,4	50/1,4 80/1,4 120/1,4
Modul pružnosti (Yongův modul)	170 GPa (kN/mm ²)	210 GPa (kN/mm ²)
Mez pevnosti v tahu	2600 MPa (N/mm ²)	2800 MPa (N/mm ²)
Laminární smyková pevnost	60 MPa	65 MPa
Smyková pevnost v překrytí	11 MPa	11 MPa
Poměrné protažení při přetržení % ϵ_p	1,3	1,1
Max. hodnota předpínací síly $F_p = A_f \cdot E_f \cdot 0,6 \cdot \epsilon_p$	90 kN 144 kN 180 kN 216 kN	97 kN 155 kN 196 kN 232 kN

Systém se skládá:

- | | |
|------------------|---------------------------------------|
| a) CarboLamely | d) aktivní kotva |
| b) CarboResin | e) kotevní šrouby |
| c) pasivní kotva | f) odnímatelné napínací zařízení CFRP |

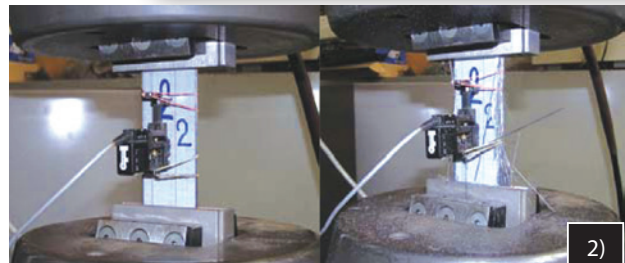
3. Testy a zkoušky

3.1. Zkušební testy CarboLamel

obr. 1 Ověření kotevní délky



obr. 2 Ověření vlastních materiálových parametrů, modulu pružnosti E_{frp} , pevnosti lamely při přetržení F_{frp} a poměrné deformace ϵ_{frp} .

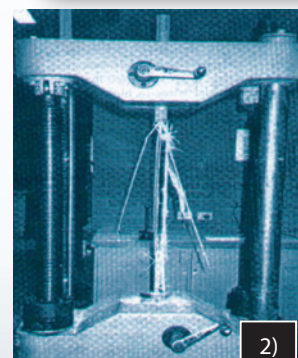


3.2. Zkušební testy tyčí CarboBar

obr. 1 Ověření kotevní délky

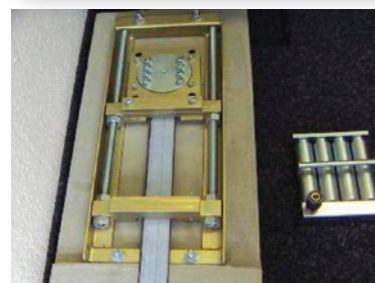


obr. 2 Ověření vlastních materiálových parametrů, modulu pružnosti E_{frp} , pevnosti lamely při přetržení F_{frp} a poměrné deformace ϵ_{frp} .



3.3. Předpínací systém

Obrázky zachycují předpínací systém tvořený mechanickým napínacím zařízením, které napíná lamelu prostřednictvím ručního hydraulického válce, napojeného na ruční čerpadlo s tlakoměrem.



4. Požární ochrana CarboLamel nehořlavými deskami Grenamat

Popis:

Nehořlavá deska dle reakce na oheň ČSN EN 13 501:1 v A1, vyrobená z expandovaného vermikulitu a anorganického pojiva lisováním. Pevná a relativně lehká deska s objemovou hmotností od 400 do 800 kg/m³ v závislosti na tloušťce desky. Neobsahuje žádná minerální či skleněná vlákna nebo azbest. Je ekologicky nezávadná a odolává teplotám do 1350 °C. Deska vykazuje velmi dobré zvukové a tepelně izolační vlastnosti. Opracování běžnými dřevoobráběcími nástroji. Deska je hydrofobizována pro zvýšení odolnosti proti vlhkému prostředí. Nehodí se do otevřeného venkovního prostředí. Desku je možno povrchově upravovat akrylátovými barvami, tenkostěnými omítkami nebo vysokotlakými lamináty (HPL), papírem či dýhovat.

Typické aplikace:

- ochrana stavebních konstrukcí před požárem, protipožární stěny a podhledy, ochrana ocelových prvků, vzduchotechnické potrubí apod.
- tepelné izolace pecí, krbů a kamen
- s povrchovou úpravou jako obklady únikových koridorů, požárních výtahů, revizní otvory apod.

Požární ochrana:

Jedná se o tepelnou izolaci uhlíkovo-vláknitých CFRP lamel nebo tkanin (Wrapping) nehořlavými deskami Grenamat AL. Tepelná ochrana deskami Grenamat AL je dimenzována tak, aby nedošlo po požadovanou dobu k ohřátí pryskyřice, kterou je lepena lamela nebo wrapping k betonovému podkladu, a to nad 130 °C. Zkouškou bylo prokázáno, že pryskyřice po dosažení této teploty začíná sklovatět a postupně ztrácet svoji schopnost přídržnosti. Proto byla tato teplota zvolena jako limit pro výpočet dimenze tloušťky desek Grenamat AL pro požadované požární odolnosti. Všechny podmínky obkladu se vztahují jak na stropní tak na stěnové obklady lamel a tkanin (CarboWrap).



Doklady:

Dimenzační tabulky, způsob montáže a vzdálenosti lamel od okrajů případných otvorů byly stanoveny na základě průkazné zkoušky v akreditované zkušebně 1026 PAVUS a.s., Veselí nad Lužnicí.

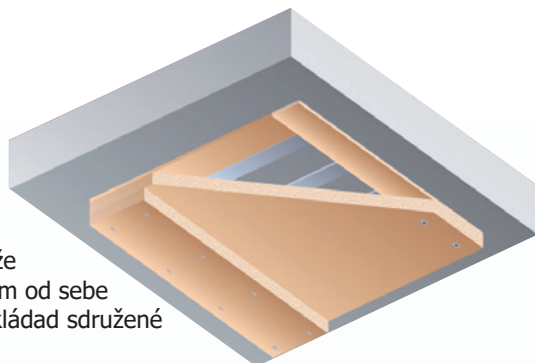
Protokol o zkoušce č.:

Pr.07-2.089 ze dne 10. 07. 2007, zkušební metoda ČSN EN 1363-1:2000

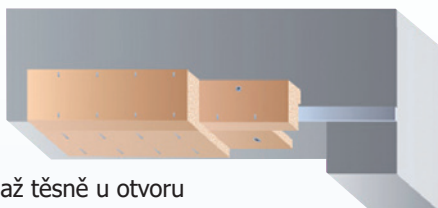
Podmínky pro aplikaci:

Návrh a montáž obkladů jako ochrana lamel deskami Grenamat AL podléhá písemnému souhlasu společnosti Grena a.s. a Sanax s.r.o., vydaného na základě proškolení.

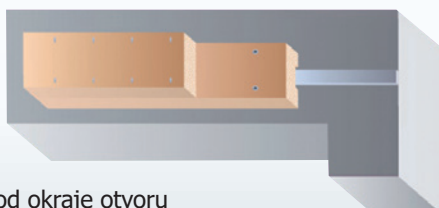
Dimenzace tepelné ochrany deskami Grenamat AL	
Požární odolnost R (min)	Tloušťka desek Grenamat AL (mm)
30	40
45	50
60	60
90	70
120	85



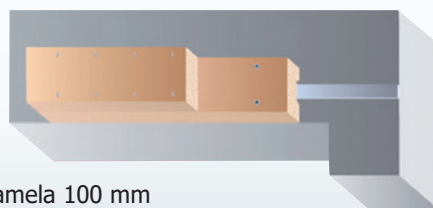
Lamely blíže než 100 mm od sebe možno obkládat sdužené



Lamela méně než 100 mm, až těsně u otvoru



Lamela více než 100 mm od okraje otvoru



Lamela 100 mm od okraje otvoru

Zpracováno na základě

- zkoušky požární odolnosti v PAVUS a.s., laboratoř Veselí nad Lužnicí, č. protokolu Pr-07-2.089 ze dne 10. 7. 2007
- protokolu o klasifikaci č. PK1-01-05-012-C-0 ze dne 18. 5. 2005
- expertizního posouzení č. 48092007 ze dne 20. 9. 2007

5. Reference



NÁZEV: ČOV Setuza
MÍSTO: Ústí nad Labem

POPIS:
Zesílení obvodového pláště nádrže pomocí FRP tkaniny

MATERIÁL:
600 m² CarboWrap typ C



NÁZEV: DDL Lukavec
MÍSTO: Lukavec

POPIS:
Plošné zesílení stropní konstrukce pomocí FRP lamel

MATERIÁL:
1500 bm CarboLamela typ S 50/1,4



NÁZEV: Ferox a.s.
MÍSTO: Děčín

POPIS:
Zesílení stropu pomocí FRP lamel

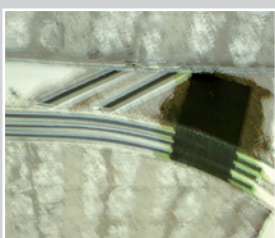
MATERIÁL:
500 bm CarboLamela typ S 50/1,4



NÁZEV: Panelový dům
MÍSTO: Meziboří

POPIS:
Nahrazení ocelové zkorodované ocelové výztuže lodžii FRP lamelami.

MATERIÁL:
1760 bm CarboLamela typ S 50/1,4



NÁZEV: Pražská konzervatoř

MÍSTO: Praha

POPIS:

Zesílení stopů a průvlaků pro následnou nástavbu pomocí FRP lamel a tkanin

MATERIÁL:

2950 bm CarboLamel typ S 50/1,4
200 m² CarboWrap typ G



NÁZEV: Škoda Auto-Pentagon

MÍSTO: Mladá Boleslav

POPIS:

Zesílení nadpraží dodatečně vyřezaných otvorů FRP lamelami

MATERIÁL:

30 bm CarboLamel typ S 50/14
149 bm CarboLamel typ H 80/1,4



NÁZEV: Škoda auto-Archív

MÍSTO: Mladá Boleslav

POPIS:

Zesílení stropní konstrukce FRP lamelami

MATERIÁL:

254 bm CarboLamel typ S 50/1,4
29 bm CarboLamel typ H 80/1,4



NÁZEV: CITY TOWER

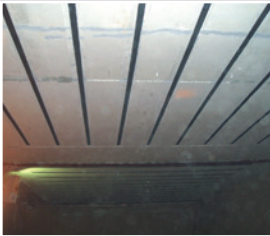
MÍSTO: Praha 4

POPIS:

Zesílení stropů a dodatečně vyřezaných otvorů pomocí FRP lamel a tkanin

MATERIÁL:

3500 bm CarboLamel typ S 100/1,4
550 bm CarboLamel typ S 50/1,4
100 m² CarboWrap typ G



NÁZEV: Obchodní centrum „Zlaté jablko“

MÍSTO: Zlín

POPIS:
Zesílení stropů pomocí FRP lamel

MATERIÁL:
75 bm CarboLamel typ S 50/1,4
80 bm CarboLamel typ S 80/1,4
135 bm CarboLamel typ S 100/1,4



NÁZEV: UNO Centrum

MÍSTO: Praha

POPIS:
Zesílení žb sloupů FRP tkaniny

MATERIÁL:
600 m² CarboWrap typ G



NÁZEV: ČOV Troja

MÍSTO: Praha

POPIS:
Zesílení obvodového pláště a vrchlíku pomocí FRP tkaniny

MATERIÁL:
2200 m² CarboWrap typ G



NÁZEV: II/150, most ev.č. 150-004

MÍSTO: Louňovice

POPIS:
Rekonstrukce nosné části mostu Louňovice: zesílení uhlíkovými materiály.

MATERIÁL:
240 bm CarboLamela M50/1,4
300 bm CarboLamela M50/1,4
564 m² CarboWrap
162 bm předpjatá lamela S100/1,4

SANAX[®]



Oldřichovská 194/16, 405 02 Děčín



+420 412 517 255



info@sanax.cz

www.sanax.cz