



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA

SOUČASNÝ STAV A ROZVOJ
SILNIČNÍ INFRASTRUKTURY STÁTU A REGIONŮ

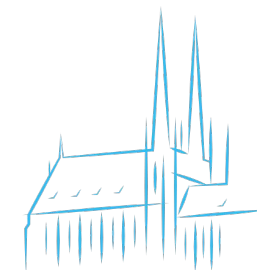
KOMPOZITNÍ SLOUPEK DOPRAVNÍHO ZNAČENÍ FiberSign

Ing. Pavel Simon, Ph.D

výzkum-vývoj

GDP KORAL, s.r.o.

Silnička 32



CÍLE PROJEKTU

Cílem projektu bylo na základě výzkumu nehod se svislými konstrukcemi dopravního značení a díky úpravě tuhosti vláknem vyztuženého polymeru zvýšit pasivní bezpečnost svislých prvků konstrukcí zasahujících do dopravního prostoru.

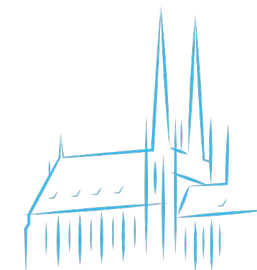
Byly vyvinuty dva sloupky systému FiberSign, a patka FiberSign Base, které tyto podmínky splňují.

Projekt CK03000012 Bezpečné sloupky v dopravě, získal podporu programu TAČR DOPRAVA 2020 a byl řešen ve spolupráci s Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. v letech 2022-2024.



T A
Č R

Program **Doprava 2020+**



ANALÝZA NEHODOVOSTI

Analýza dopravních nehod zranitelných účastníků se sloupky dopravního značení šetřených v rámci projektu HADN. A dále zpracování statistik z databáze dopravních nehod PČR. Statistika byla zpracována za období 1. 1. 2015 až 31. 12. 2022. Ve sledovaném období se v ČR stalo 1565 střetů jízdních kol s pevnou překážkou a v případě motocyklů šlo o 2512 střetů.

Počet zraněných PČR x UZIS (2014 – 2021)

28 090 x 178 084

6x více zraněných v evidenci UZIS než PČR

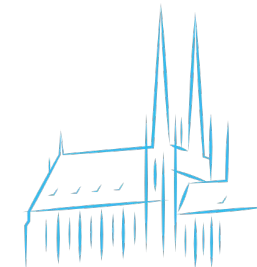




BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA

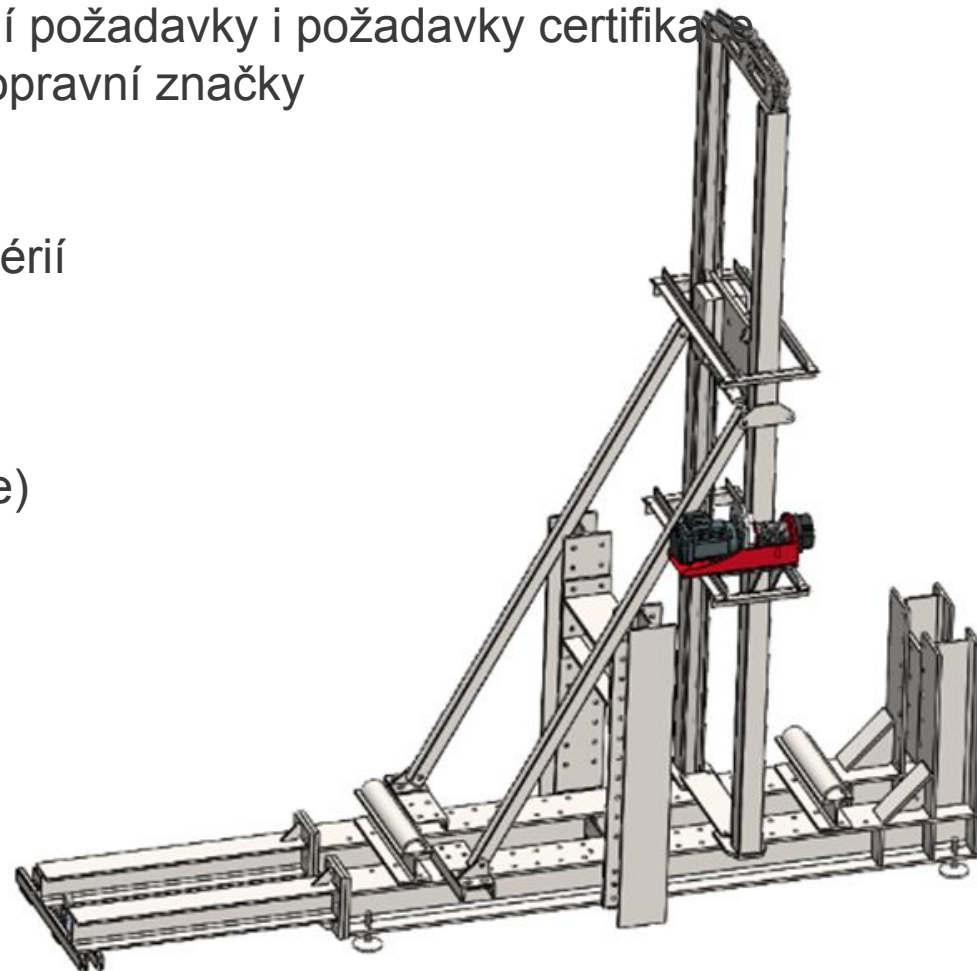


Normové a legislativní požadavky

ČSN EN 12899 Stálé svislé dopravní značení - funkční požadavky i požadavky certifikace
Vyhláška č. 294/2015 sb. Pravidla provozu na PK – dopravní značky
Technické podmínky MD ČR –TP 65

Kritéria pro pasivní bezpečnost / dle biometrických kritérií

Vývoj testovací stolice (ohyb, kroucení, rázová energie)

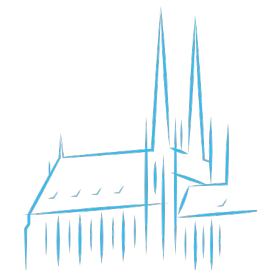




BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA

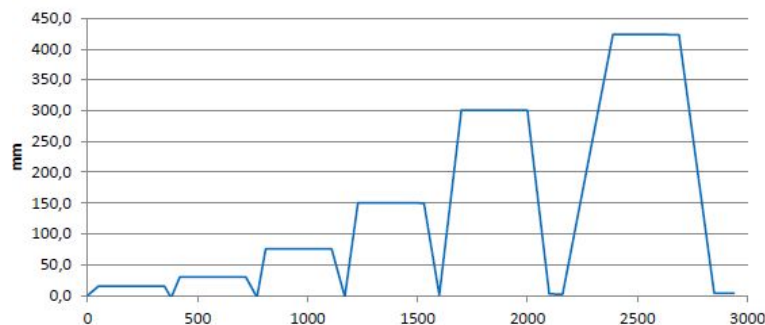


Základní testy dle ČSN EN 12 899-1

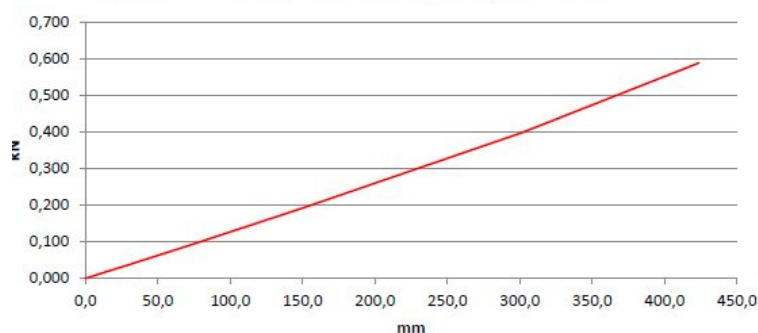
Test v ohybu (od větru) řeší postupné zvyšování zatížení, vratnou deformaci a poměr a pružné deformace.

Test v kroucení (od větru) řeší pootočení sloupku s ohledem na nesymetrické zatížení a stav po odtížení.

Průhyb 3 000 mm od patky v čase testu



Zatížení v kN ve vztahu k průhybu v mm



Srovnání GFRP variant s ocelovou trubkou

Průžná deform.	20% Průžné deform.	Trvalá deform.	poměr defrom.
30,1	6,02	0,1	0,4%
75	15,04	0,8	1,1%
150	30,02	12,3	8,2%

TR ϕ 60x1,8-ocel

Průžná deform.	20% Průžné deform.	Trvalá deform.	poměr defrom.
150,6	30,12	7,4	4,9%
300	60,06	8,8	2,9%
410	82,00	14,8	3,6%

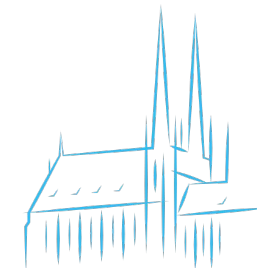
FiberSign TR ϕ 60x2,35



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Základní testy dle ČSN EN 12 899-1

Ocelový sloupek má ohybový modul 210GPa. Varianty z kompozitu mají E mezi 35-40GPa. Jsou tedy 5-6x měkčí než ocelový sloupek. **Lépe a pomaleji pohltí energii při srážce.** Mají také výrazně větší deformační kapacitu a vrací se po zatížení do původního stavu.



Referenční ocelová trubka –limit pružné deformace



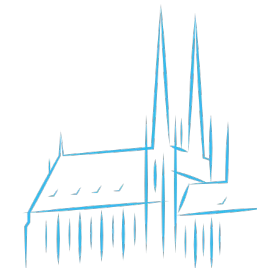
FiberSign –limit pružné deformace



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA

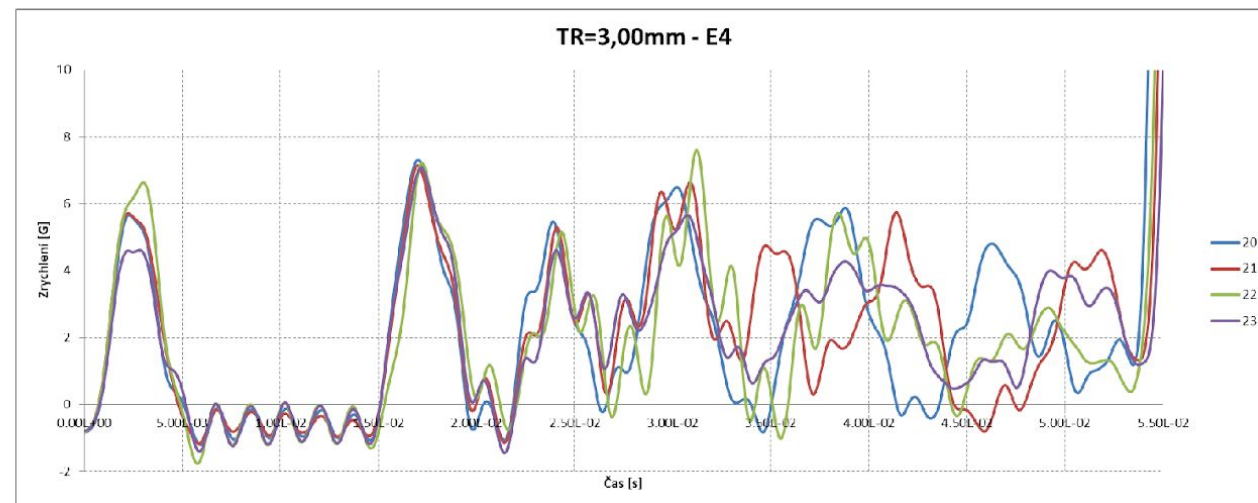


Nárazové testy -padostrojo

Byly simulovány podmínky srážky cyklisty a automobilu se sloupkem. Bylo měřeno zrychlení v závislosti na pozici střetu a energii (hmotnost x rychlost)



Měření chování sloupku při nárazu



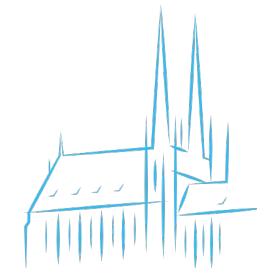
Varianta	TR=3,00mm – E4				
Vzorek	20	21	22	23	Průměr
Průměrná tloušťka [mm]	3.03	3.01	3.02	3.02	3.02
Čas vzniku trhliny [ms]	30.6	31.7	36.5	32.2	32.75



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

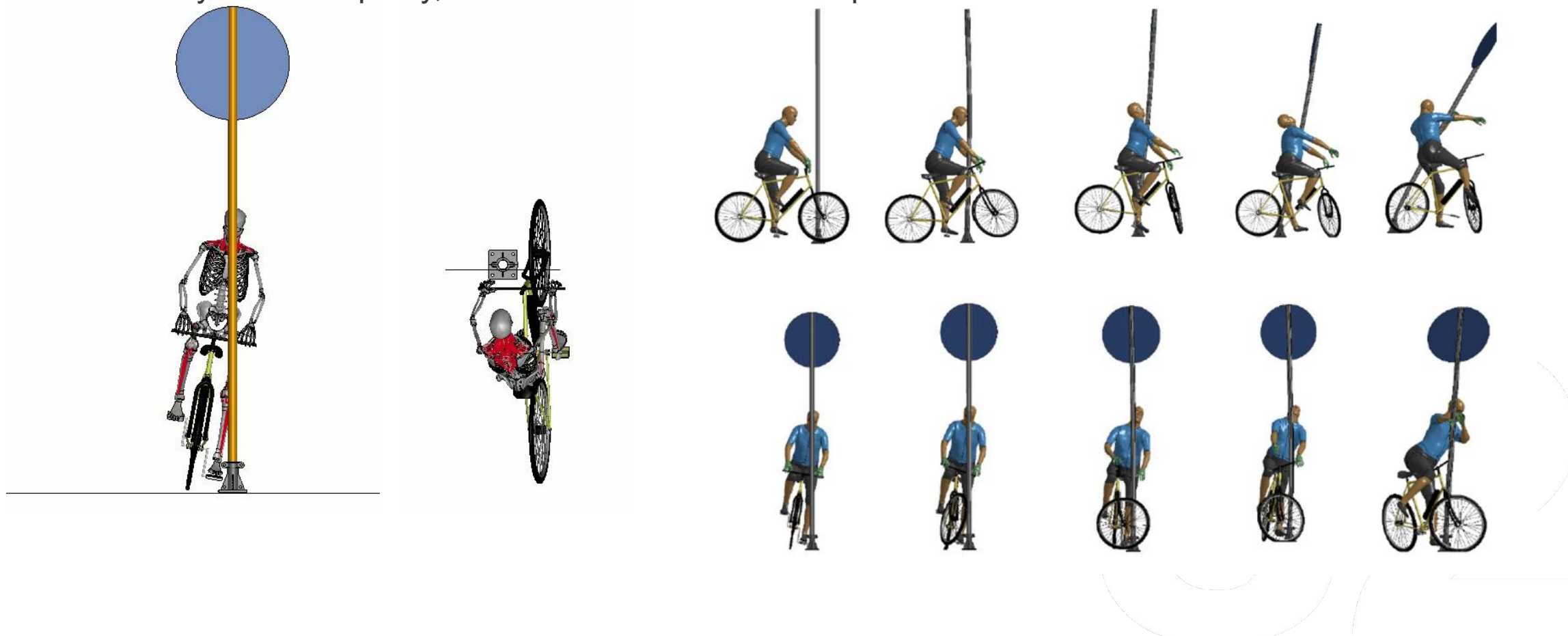
INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Numerické simulace střetu s pevnou

překážkou

Cyklista, dospělí a dítě jedoucí rychlostí 25 km/h ve čtyřech variantách čelního střetu. Důležitý scénář: cyklista bez přilby, 25km/h střet hlavou se sloupkem

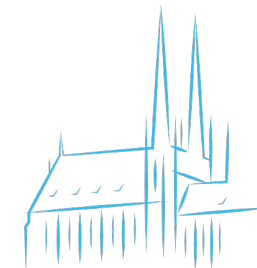




BRNO 10.-11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Numerické simulace střetu s pevnou

překážkou

Pro vyhodnocení virtuálních nárazových zkoušek s použitím modelu lidského těla je potřeba zvolit vhodná jednotná kritéria pro hodnocení zranění v simulovaných nárazech zranitelných účastníků silničního provozu. Pro vzájemné porovnání virtuálních nárazových zkoušek mezi referenčním sloupkem (ocelovým) a navrhovaným kompozitním byla vybrány 3 hodnotící biomechanická kritéria.

Kritérium AIS (Abbreviated Injury Scale) určuje závažnost zranění. Je to systém klasifikace zranění, který se používá k určení stupně závažnosti konkrétního poranění nebo kombinace poranění u člověka po nehodě či nárazu. Získané výsledky pomáhají posuzovat závažnost zranění založených na základě pravděpodobnostní analýzy závažnosti poranění sledované části lidského těla. **Tento systém rozděluje zranění do šesti kategorií (AIS 1 - mírné, AIS 2 - střední, AIS 3 - vážné, AIS 4 - závažné, AIS 5 - kritické, AIS 6 - smrtelné).** .

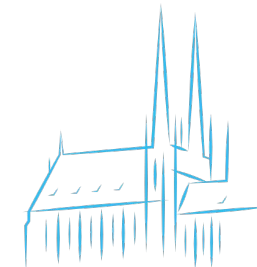




BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Numerické simulace střetu s pevnou

překážkou

Pro vyhodnocení virtuálních nárazových zkoušek s použitím modelu lidského těla je potřeba zvolit vhodná jednotná kritéria pro hodnocení zranění v simulovaných nárazech zranitelných účastníků silničního provozu. Pro vzájemné porovnání virtuálních nárazových zkoušek mezi referenčním sloupkem (ocelovým) a navrhovaným kompozitním byla vybrány 3 hodnotící biomechanická kritéria.

Kritérium HIC (Head Injury Criterion) je způsob měření a hodnocení možného rizika zranění hlavy při nárazech či nehodách. Je to standardizovaný parametr, který se používá k posouzení rizika poranění hlavy v automobilech a dalších dopravních prostředcích. **Čím vyšší je hodnota HIC, tím vyšší je pravděpodobnost zranění hlavy.**

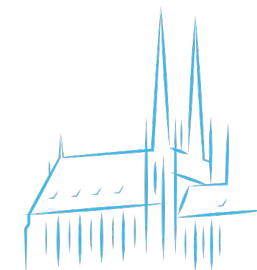
Kritérium CSI (Chest Severity Index) se používá k hodnocení závažnosti zranění hrudníku v důsledku nárazu nebo nehody, zejména v automobilovém průmyslu. CSI je jedním z parametrů určujících riziko zranění hrudníku a vnitřních hrudních orgánů. Zahrnuje několik faktorů, jako je síla, která působí na hrudník během nárazu, časový průběh této síly a další parametry související se zraněním hrudníku a posuzuje pravděpodobnost a míru zranění hrudníku v závislosti na této síle. **Čím vyšší je hodnota CSI, tím vyšší je riziko závažných zranění hrudníku.**



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Numerické simulace střetu s pevnou překážkou

Materiál	Tloušťka stěny	HIC	Rel.rozdíl HIC vůči ref.sloupku	AIS hlava	CSI	Rel.rozdíl CSI vůči ref.sloupku	AIS hrudník
ocel	1,8 mm	1002	0%	3	284,8	0%	2
FiberSign	2,35 mm	231	-77%	1	62,65	-78%	1
FiberSign	3,0 mm	416	-59%	1	262,7	-8%	2

Jak je patrné z výsledků v tabulce, přináší řešení **FiberSign** výrazné zvýšení **pasivní bezpečnosti**, a to vše **za dodržení běžných funkčních požadavků** sloupků.

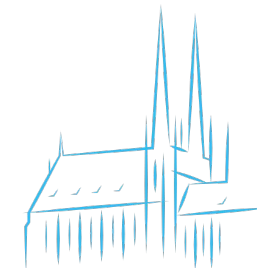
Silnička 32



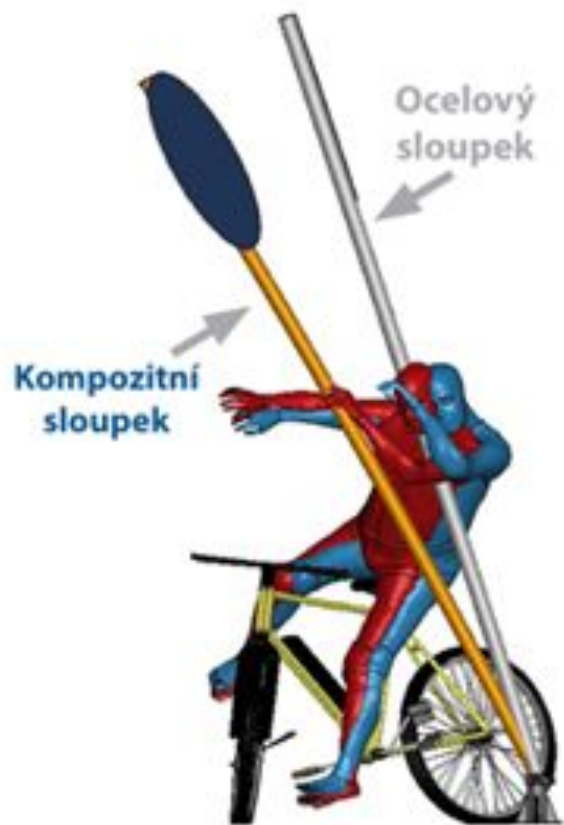
BRNO 10.-11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Numerické simulace střetu s pevnou překážkou



OCELOVÝ SLOUPEK
(HIC 1002)

AIS 3
závažné zranění



KOMPOZITNÍ SLOUPEK
(HIC 416.3)

AIS 1
lehké zranění



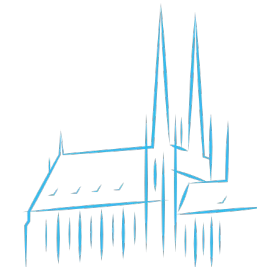
Silnička 32



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



FiberSign – výroba a optimalizace profilu

Po výrobě a testech polymerních matric, tedy pojiv s aditivy a plnivy, jsme přistoupili k výrobě zkušebních vzorků. Nejprve s tloušťkou stěny 4,0mm pro vybrané matrice na bázi polyesterových i vinyl esterových pryskyřic. **Sloupky jsou vyráběny vysoce efektivní metodou pultruze**, neboli tažením skrz formu, kde se vytvrzují tepelnou reakcí. Dále jsme postupovali s různými druhy skelné i PP výztuže a měnili tloušťky stěn (4,0; 3,0; 2,35) mm.

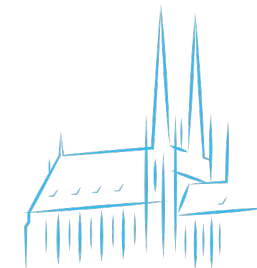




BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

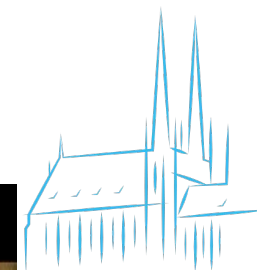
INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



FiberSign – modifikace tuhosti po průřezu

Pro sloupek FiberSign 60x3,0 mm bylo vložení vláken z polypropylenu docíleno snížení kritéria AIS hlava o dalších 10%. Jedná se o řešení modifikace tuhosti po průřezu a je chráněno užitným vzorem UV 38 301.





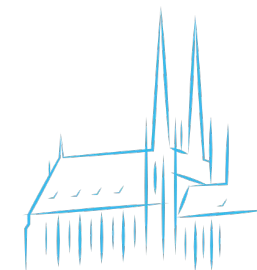
Zpomalené záběry nárazu a řízeného rozvoje trhlin FiberSign TR60x3,0



BRNO 10.–11. 9. 2025

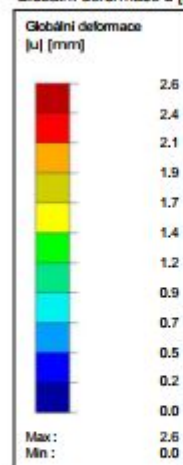
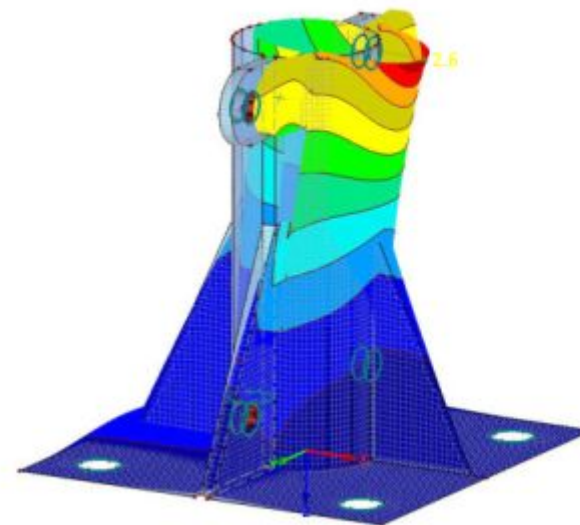
32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



FiberSign Base

Při testech kroucení nesymetrické značky ukotvené ve standardní hlinkové odlévané patce docházelo k prokluzu sloupku vůči dvěma stavěcím šroubům. V případě ocelového sloupku dochází při utahování šroubů k plastickému deformování sloupku a tím je tedy zabráněno prokluzu. Kónický kuželový otvor v patce není vhodný pro kompozitní trubku, daleko vhodnějším způsobem fixace je sevření celého

ZS1: VODOROVNĚ 1
Globální deformace u [mm]Max u: 2.6, Min u: 0.0 [mm]
Součinitel pro deformace: 10.00



BRNO 10.-11. 9. 2025

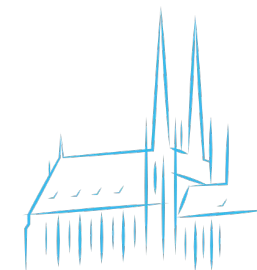
32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA

EFEKTIVITA

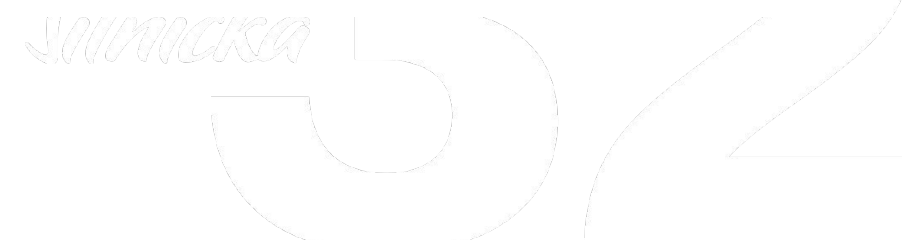
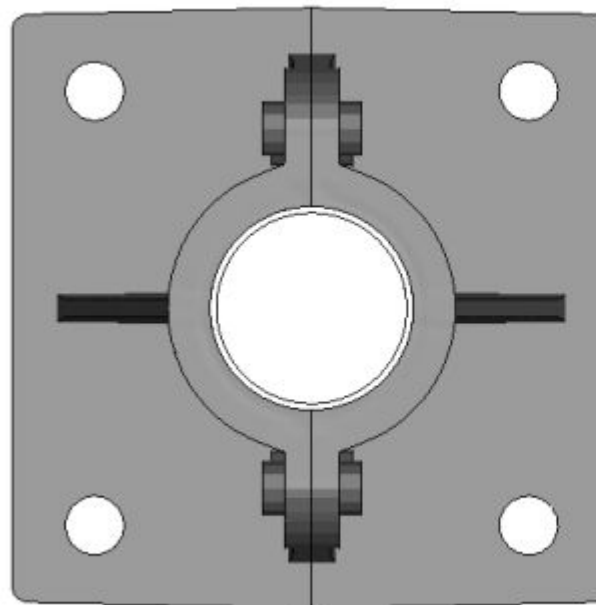
UDRŽITELNOST

INOVACE



FiberSign Base

- ✓ U jednosloupkového provedení dopravního značení je vhodné použít **dělenou patku**.
- ✓ Náročnost montáže a **cena je plně srovnatelná** s klasickou patkou.
- ✓ V případě dvousloupkového provedení dopravního značení je možné použít **klasickou patku**.

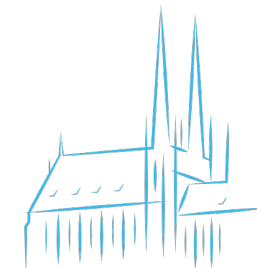




BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



FiberSign Certifikace

08/2025 – Dva certifikované sloupky FiberSign 60 x 3,0 a FiberSign 60 x 2,35

 Oznámený subjekt č. 1388
Silniční vývoj – ZDZ spol. s r.o.
Jílkova 76, 615 00 Brno, Česká republika

**OSVĚDČENÍ
O STÁLOSTI VLASTNOSTÍ**
certificate of constancy of performance
č. 1388-CPR-18.2/2025

V souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011 (nařízení o stavebních výrobcích nebo CPR) se vydává toto osvědčení pro stavební výrobek:

FiberSign 60 x 3,0

tvořený kompozitním kruhovým profilem, sestávajícího ze sklené a polypropylenové výztuže, plniva a pryskyřice. Je určen k trvalé instalaci na pozemních komunikacích. Na sloupek jsou pomocí objímek osazovány štíty svislých dopravních značek.

Tridy a hodnocení výrobku dle EN 12899-1:2007 jsou uvedeny v příloze č. 1, která je nedílnou součástí tohoto osvědčení.

uvedený na trh pod jménem výrobce:

GDP KORAL, s.r.o.
Za Mlýnem 5
666 01 Třnov
IČ: 27663256

a vyrobený ve výrobním závodě:

GDP KORAL, s.r.o.
Za Mlýnem 5
666 01 Třnov

Toto osvědčení prokazuje, že všechna ustanovení týkající se posuzování a ověřování stálosti vlastností popsaná v příloze ZA normy

EN 12899-1:2007

podle systému 1 pro vlastnosti uvedené v tomto osvědčení byla uplatněna a že řízení výroby u výrobce zajišťuje

stálost vlastností stavebního výrobku.

Toto osvědčení bylo poprvé vydáno dne 5. srpna 2025 a zůstává v platnosti dokud se harmonizovaná norma, stavební výrobek, postupy posuzování a ověřování stálosti vlastností ani výrobní podmínky v místě výroby výrazně nezmění nebo pokud oznámený subjekt pro osvědčení výrobku nepozastaví nebo nezruší platnost tohoto osvědčení.

Razítko oznámeného subjektu 1388
Brno, 5. srpna 2025




Ing. Martin Tóth, MBA
vedoucí oznámeného subjektu

 Oznámený subjekt č. 1388
Silniční vývoj – ZDZ spol. s r.o.
Jílkova 76, 615 00 Brno, Česká republika

**OSVĚDČENÍ
O STÁLOSTI VLASTNOSTÍ**
certificate of constancy of performance
č. 1388-CPR-19.2/2025

V souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011 (nařízení o stavebních výrobcích nebo CPR) se vydává toto osvědčení pro stavební výrobek:

FiberSign 60 x 2,35

tvořený kompozitním kruhovým profilem, sestávajícího ze sklené výztuže, plniva a pryskyřice. Je určen k trvalé instalaci na pozemních komunikacích. Na sloupek jsou pomocí objímek osazovány štíty svislých dopravních značek.

Tridy a hodnocení výrobku dle EN 12899-1:2007 jsou uvedeny v příloze č. 1, která je nedílnou součástí tohoto osvědčení.

uvedený na trh pod jménem výrobce:

GDP KORAL, s.r.o.
Za Mlýnem 5
666 01 Třnov
IČ: 27663256

a vyrobený ve výrobním závodě:

GDP KORAL, s.r.o.
Za Mlýnem 5
666 01 Třnov

Toto osvědčení prokazuje, že všechna ustanovení týkající se posuzování a ověřování stálosti vlastností popsaná v příloze ZA normy

EN 12899-1:2007

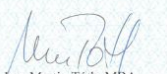
podle systému 1 pro vlastnosti uvedené v tomto osvědčení byla uplatněna a že řízení výroby u výrobce zajišťuje

stálost vlastností stavebního výrobku.

Toto osvědčení bylo poprvé vydáno dne 5. srpna 2025 a zůstává v platnosti dokud se harmonizovaná norma, stavební výrobek, postupy posuzování a ověřování stálosti vlastností ani výrobní podmínky v místě výroby výrazně nezmění nebo pokud oznámený subjekt pro osvědčení výrobku nepozastaví nebo nezruší platnost tohoto osvědčení.

Razítko oznámeného subjektu 1388
Brno, 5. srpna 2025




Ing. Martin Tóth, MBA
vedoucí oznámeného subjektu

FiberSign 60 x 3,0 –
srovnatelné s ocelovým
sloupkem TR 60x1,8

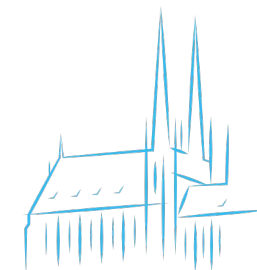
FiberSign 60 x 2,35 –
nejlehčí a nejbezpečnější při
střetu s cyklistou. Určené pro
menší štíty, běžené
samostatně stojící značky na
cyklostezkách a v intravilánu
měst a obcí.



BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



FiberSign – srovnání s ocelovým sloupkem

- ✓ **Vyšší pružnost**, která zajišťuje lepší schopnost **pohlčení kinetické energie při nárazu**.
- ✓ Výrazně **nižší hmotnost** – **4x lehčí** než ocelový sloupek.
- ✓ **Odolnost proti korozi** díky přirozeným vlastnostem materiálu.
- ✓ **Vyšší bezpečnost pro zranitelné účastníky silničního provozu**, jako jsou cyklisté a motocyklisté.
- ✓ Z hlediska cenového srovnání dosahuje FiberSign sloupek přibližně **stejně cenové úrovně** jako sloupek ocelový.
- ✓ Sloupek **FiberSign** je vhodné osadit do patky **FiberSign Base** v případě jedno-sloupkových dopravních značek, pro dvojsloupkové lze využít standardní hliníkovou patku.
- ✓ Výrobní závod GDP KORAL, s.r.o je v Tišnově a produkty FiberSign včetně patky se vyrábí v ČR.

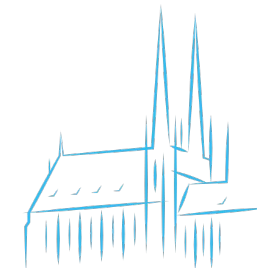




BRNO 10.–11. 9. 2025

32. SILNIČNÍ KONFERENCE

INOVACE, UDRŽITELNOST, EFEKTIVITA



Užití FRP kompozitů v dopravě

Kryt potrubí
CNG

Kryt
klimatizačního
kanálu



Vnější
boční kryt

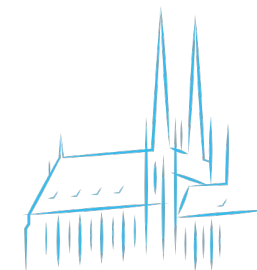
Dno
zavazadlového
koše

Exteriérové díly pro nízkoemisní vozy

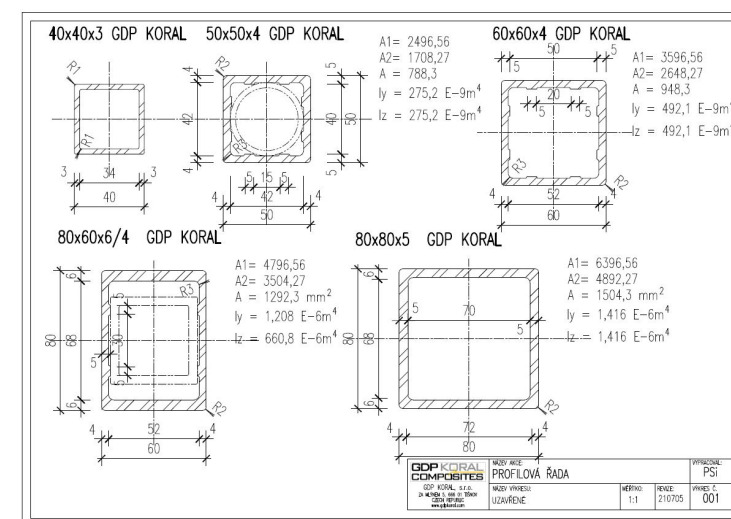


Interiérové díly pro nízkoemisní
vozy

Silnička

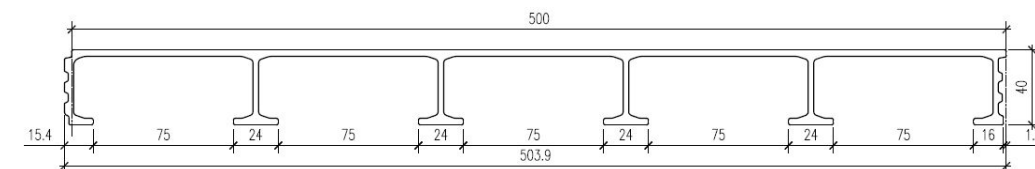


Užití FRP kompozitů v dopravě



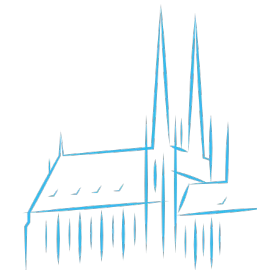
PLANK 40–100MM

$A = 2960 \text{ mm}^2$



Demontovatelná lávka v Nymburku – rozpětí 11m

Vlastní řady profilů a mostovek



Užití FRP kompozitů v dopravě



Nosné prvky šachet – stupně



Nosné prvky instalačních šachet



Kompozitní sloupky dopravního značení FiberSign



Silnička
**Děkuji za
pozornost**