

# ATiCoS - Pokročilé konstrukční prvky na bázi dřeva a kompozitů pro objekty občanské výstavby

---

**TASK 1:** VUT v Brně - Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí +  
+ Kloboucká lesní, s.r.o. + Mendelova univerzita Brno - Lesnická a dřevařská fakulta,  
Ústav nauky o dřevě a dřevařských technologiích

**TASK 2:** VUT v Brně - Fakulta stavební, Ústav kovových  
a dřevěných konstrukcí + Agrop NOVA, a.s.

**TASK 3:** VUT - Fakulta stavební, Ústav betonových  
a zděných konstrukcí + PREFA KOMPOZITY, a.s.

**cameb**

CENTRE FOR ADVANCED MATERIALS  
AND EFFICIENT BUILDINGS

## TASK 1

- Výsledek V1:  $G_{funk}$  **Vyztužený kompozitní konstrukční prvek na bázi dřeva pro vodorovné nosné konstrukce**  
Dosaženo 06/2021 (posun termínu)
- Výsledek V4:  $G_{funk}$  **Vyztužený kompozitní konstrukční prvek na bázi kombinovaného lepeného dřeva**  
Plán dosažení 12/2022

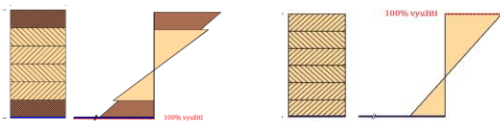
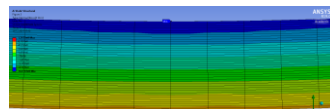


**Zapojení spolupracující firmy:** uplatnění a získání pozice na trhu s prvky z lepeného lamelového dřeva – vyšší únosnost díky vyztužení dřevěného profilu; moderní výrobní linka

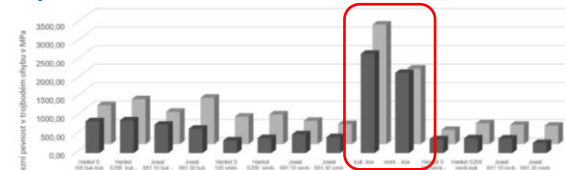
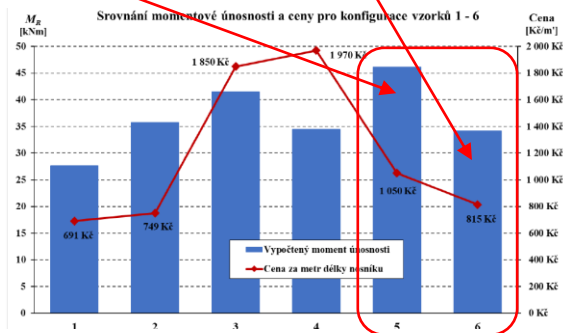
# TASK 1: Výsledek V1 - 2019–2020

Lepené lamelové smrkové/kombinované dřevo na ohyb  
s vyztužením ocelovým páskem: teorie → optimalizace průřezu

numerická  
analýza



výroba zkušebních těles – zkoušky lepení



experimentální verifikace → výsledky

**zvýšení únosnosti a tuhosti (až o 40 %)**  
**dobry poměr cena/únosnost**



# TASK 1: Výsledek V1 - 2019–2020

Lepené lamelové smrkové/kombinované dřevo na **ohyb**  
s vyztužením **ocelovým páskem**: experimentální verifikace



dvě etapy zatěžovacích zkoušek – 105 testů

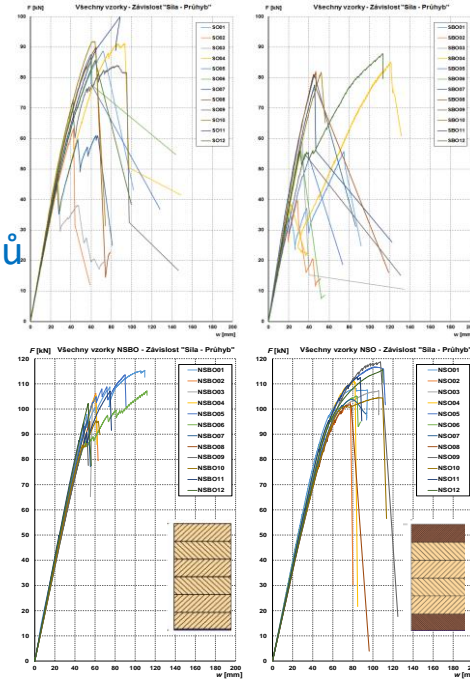
skutečné působení

- mechanismus přetváření a porušování
- objektivní mezní únosnost

vyhodnocení výsledků zatěžovacích zkoušek

→ návrhové únosnosti

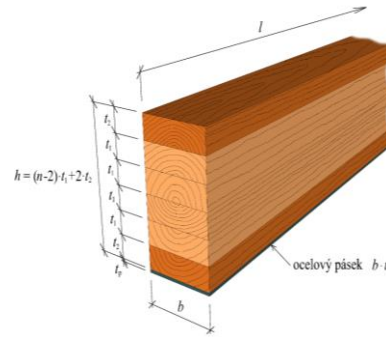
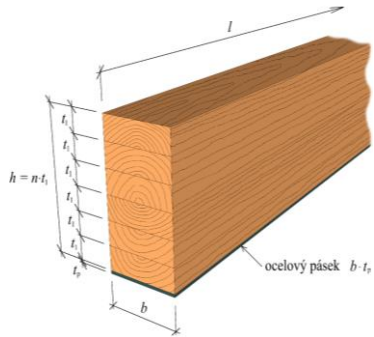
**zvýšení únosnosti a tuhosti (až o 40 %)**



# TASK 1: Výsledek V1 - 2019–2020

## $G_{funk}$ Vyztužený kompozitní konstrukční prvek na bázi dřeva pro vodorovné nosné konstrukce

**Přínosy:** technické a technologické hledisko - vyšší únosnost v ohybu → větší rozpětí, příznivý poměr cena/únosnost (ve srovnání s vyztužením FRP); využití moderní výrobní linky pro spolupracující firmu – vstup a uplatnění na trhu s lepenými lamelovými profily, rozšíření sortimentu výroby, zvýšení konkurenceschopnosti



# TASK 1: Výsledek V4 - 2021–2022

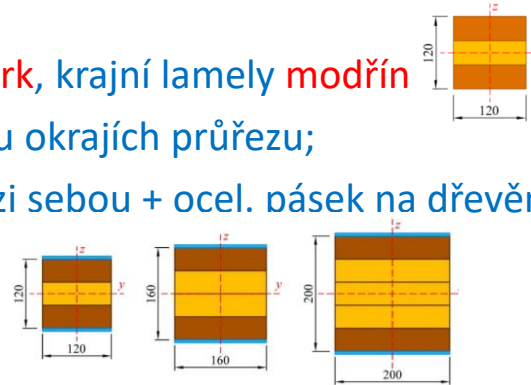
**Nosný konstrukční prvek z lepeného lamelového kombinovaného/smrkového dřeva zesíleného ocelovým páskem: použití i pro sloupy – (vzpěrný) tlak**

lamelové kombinované dřevo – ověření – základ **smrk**, krajní lamely **modřín**

**tlačené prvky** – vyztužení ocelovým páskem na obou okrajích průřezu;

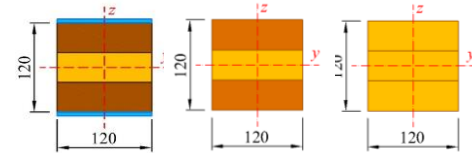
výroba zkušebních těles – **lepení** (různé dřeviny mezi sebou + ocel. pásek na dřevěný prvek);

teoretické studie → **optimální konfigurace průřezů**  
konstrukčních prvků – s ohledem na délku;



experimentální verifikace – **zatěžovací zkoušky** tlačených prvků;

# TASK 1: Výsledek V4 - 2021–2022



Lepené lamelové kombinované/smrkové dřevo na tlak  
s vyztužením ocelovým páskem: experimentální verifikace



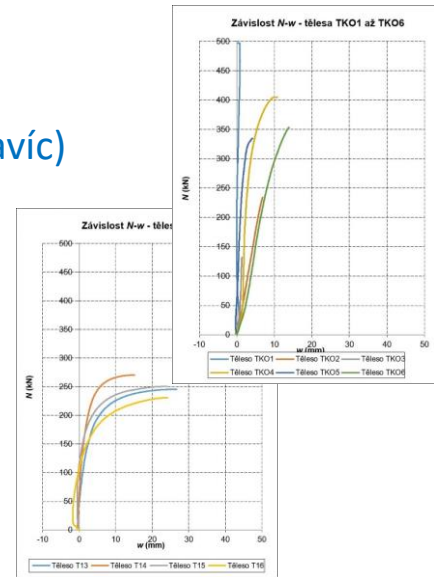
dvě etapy zatěž. zkoušek – 40 testů (+ 12 navíc)

skutečné působení

- mechanismus přetváření a porušování
- objektivní mezní únosnost

vyhodnocení výsledků zatěžovacích  
zkoušek

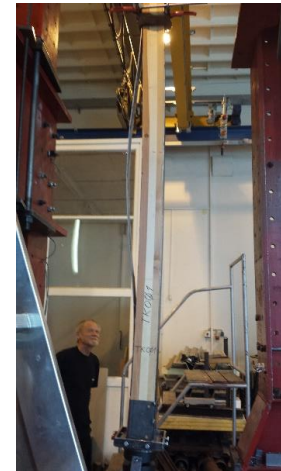
- návrhové únosnosti při vzpěrném tlaku
- zvýšení vzpěrné únosnosti (o 40 až 50 %)**



# TASK 1: Výsledek V4 - 2021–2022

**G<sub>funk</sub> Vyztužený kompozitní konstrukční prvek na bázi kombinovaného dřeva – dosažení 12/2022**

**Přínosy:** technické a technologické hledisko - vyšší vzpěrná únosnost → možnost větší vzpěrné délky; využití moderní výrobní linky pro spolupracující firmu – vstup a uplatnění na trhu s lepenými lamelovými profily, rozšíření sortimentu výroby, zvýšení konkurenceschopnosti





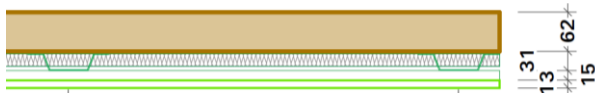
## ATiCoS – Task 2

### *Velkoformátový stěnový konstrukční prvek s vylepšenými akustickými vlastnostmi*

Podstatou funkčního vzorku jsou velkoformátové stěnové panely vyrobené s použitím základních prvků Novatop Solid tloušťky 62, 84 nebo 124 mm v kombinaci s dalšími izolačními a velkoplošnými materiály.

Bylo analyzováno a experimentálně ověřováno 8 uspořádání stěn, na které byly akreditovanou zkušební laboratoří vystaveny certifikáty o provedených zkouškách.

### Funkční vzorek – Mezipokojevá příčka na základě prvku NOVATOP Solid 62 (dosaženo 12/2020)



- NOVATOP Solid 62 mm
- Izolace Steico Therm 20 mm
- Akustická deska EOLF PhoneStar TRI 15 mm
- Sádkartonová deska RIGIPS RF(DF) 12,5 mm



**Bylo dosaženo vzduchové neprůzvučnosti 47 dB**

(požadavek ČSN EN 73 0532 „Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky“ je 42 dB). Byl získán certifikát s platností v evropských zemích (Institut pro testování a certifikaci, a.s., Divize CSI Zlín).

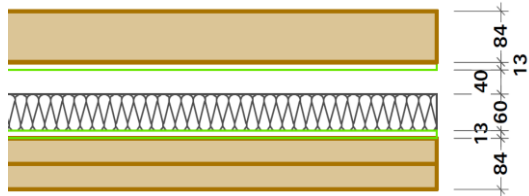
## ATiCoS – Task 2

### *Velkoformátový stěnový konstrukční prvek s vylepšenými akustickými vlastnostmi*

## **Funkční vzorek – Mezibytová oboustranně pohledová stěna na základě prvku NOVATOP Solid 84**

**(dosaženo 12/2020)**

Zachovává oboustranně pohledovou kvalitu dřevěné stěny a zároveň splňuje požadované hodnoty vzduchové neprůzvučnosti pro mezibytové stěny.



- NOVATOP Solid 84 mm
- Fermacell 12,5mm
- Vzduchová mezera 40 mm
- Izolace Isover AKU 60mm
- Akustická deska EOLF PhoneStar TRI 15 mm
- Fermacell 12,5 mm
- NOVATOP Solid 84 mm



**Bylo dosaženo vzduchové neprůzvučnosti 58 dB**

(požadavek ČSN EN 73 0532 „Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky“ je 52 dB). Byl získán certifikát s platností v evropských zemích (Institut pro testování a certifikaci, a.s., Divize CSI Zlín).

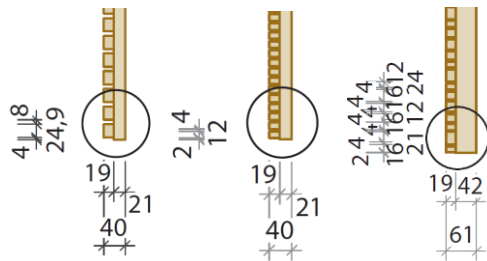
**Aplikace a další využití:**

Certifikovaná skladba rozšíří sortiment nabízených prvků výrobce pro vícepodlažní budovy na trhu v ČR i dalších evropských zemích.

## ATiCoS – Task 2

### Reakce plošných systémových prvků na oheň - NOVATOP Acoustic

Vývoj prvků akustických obkladových panelů s požadovanou klasifikací (B) podle výsledků zkoušek reakce na oheň podle ČSN EN 13501-1 Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň



Akustické panely NOVATOP ACOUSTIC:  
MARILYNE 8/25 (vlevo), MARILYNE 4/12  
(uprostřed), MARILYNE SPECIAL (vpravo)  
s požárním nástřikem ImpreCORE

**Uvažovaná klasifikace reakce na oheň: B – s1, d0**



#### Aplikace a další využití:

- Získány poznatky ohledně vlivu velikosti spáry na efektivitu protipožárního nástřiku (návrh nových tvarových uspořádání)
- Sledován byl vliv zvoleného materiálu smrk – jedle (návrh nových materiálových variant)
- Výsledky experimentů pomohly identifikovat klíčový parametr pro dosažení třídy reakce na oheň B

## ATiCoS – Task 2

### Vývoj plošných stropních / střešních nosných prvků systému NOVATOP Element se zvýšenou únosností

Vývoj stropních panelů na bázi systémových prvků Novatop Element s vylepšenými akustickými vlastnostmi a splnění požární odolnosti REI 60, a to při zvýšení požadované úrovně mechanické odolnosti a současném zachování celkové tloušťky konstrukce stropu. Řešení je inovativní zejména v zamýšleném vložení vápencového vsypu do vnitřní konstrukce stropu (vzduchové mezery), který zajistí požadovanou úroveň akustických vlastností stropu.

### Funkční vzorek – bude dosaženo 12/2022

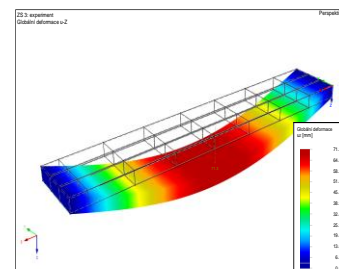
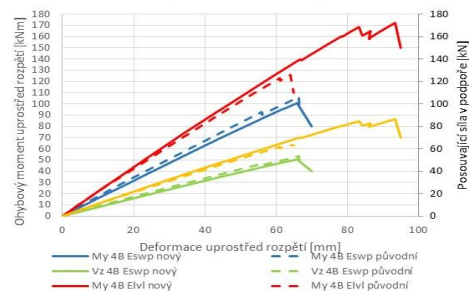
Mechanická odolnost stropního panelu:

V rámci analýz stávajících provedení panelů NOVATOP Element byly navrženy konstrukční úpravy panelů, vedoucí ke zvýšení únosnosti panelu při zachování jeho výšky.

Byly nově navrženy konfigurace panelů NOVATOP Element s nosnými prvky – žebry z SWP a LVL .

Panely byly ověřovány standardními zkouškami 4-bodových ohybem i zkouškami vakuováním, simulujícími celoplošně působící rovnoměrné zatížení.

Přepočtené vnitřní síly

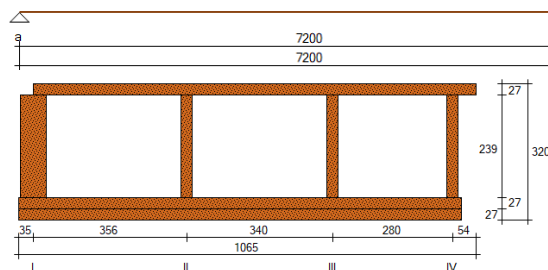


## ATiCoS – Task 2

### Vývoj plošných stropních / střešních nosných prvků systému NOVATOP Element se zvýšenou únosností

#### Funkční vzorek – bude dosaženo 12/2022

Zkouška požární odolnosti inovovaného stropního panelu (PAVUS, a.s.)



- horní deska SWP 9-9-9
- vápencový vsyp (drť 4-8) 40kg/m<sup>2</sup>
- žebra
- vložky SWP 9-9-9
- spodní deska 2x SWP 9-9-9



Byla získána požární klasifikace REI 60 / RE 60

Aplikace a další využití:

Vyšší úroveň neprůzvučnosti inovovaného stropního panelu zvyšuje míru prefabrikace a přináší úsporu ve skladbě stropní / podlahové konstrukce a zjednodušení provádění. Inovovaný panel zvýší konkurenceschopnost partnera projektu, výrobní program bude rozšířen o nový výrobek.

Kritérium	Dílicí kritérium	Naměřená hodnota	Hodnocení kritéria
Nosnost	Mezní průhyb ( $D_{lim}$ )	82 min	82 min
	Mezní rychlost průhybu	82 min	
	$1,5 \times D_{lim}$	82 min	82 min
Celistvost	Bavínový polštářek	83 min, bez porušení	82 min <sup>1)</sup>
	Průchod měřky spár	83 min, bez porušení	
	Trvalé plamenné hoření	83 min, bez porušení	
Izolace	Průměrná teplota	83 min, bez dosažení	82 min <sup>1)</sup>
	Maximální teplota	83 min, bez dosažení	



## TASK 3

Zapojená pracoviště: **VUT v Brně, FAST ÚBZK  
PREFA KOMPOZITY, a.s.**

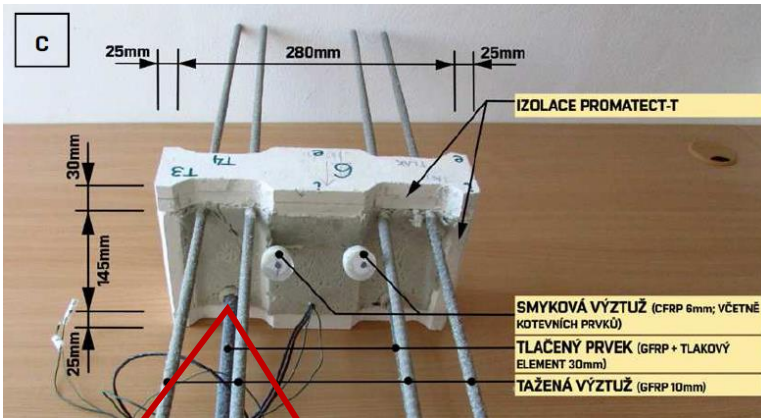
➤ Výsledek V3: **Kompozitní opěrný tlačný prvek na bázi FRP se zvýšenou odolností v kondenzační zóně ( $G_{funk}$ )**  
Dosaženo 12/2020

➤ Výsledek V6: **Funkční vzorek odolného kompozitního nosníku na větší rozpětí s vylehčenou stojinou ( $G_{funk}$ )**  
Bude dosaženo 12/2022



Výsledek V3, dosaženo 12/2020

**Kompozitní opěrný tlačný prvek na bázi FRP se zvýšenou odolností v kondenzační zóně**



**tlakový prvek (ložisko) vložený v dolní části  
vyvinutého TI segmentu**

- Součást sestavy elementů pro zajištění úplného přerušení tepelného mostu – **plně kompozitní provedení**
- Výhradně z moderních kompozitních materiálů na bázi FRP - **dosaženo nižší tepelné vodivosti celé sestavy**
- Lze realizovat na nosné FRP výztuži, nebo samostatně. Materiálové složení, průměr i délka ložiska jsou variabilní.
- Díky zvolenému složení vykazuje výhodné krátkodobé i dlouhodobé mechanické charakteristiky.
- Unikátní výrobek plně vyvinutý a vyráběný v ČR

## Kompozitní opěrný tlačný prvek na bázi FRP se zvýšenou odolností v kondenzační zóně

Provedeny krátkodobé a dlouhodobé testy

Navržen a ověřen **unikátní postup pro stanovení dlouhodobé tlakové únosnosti FRP materiálu**

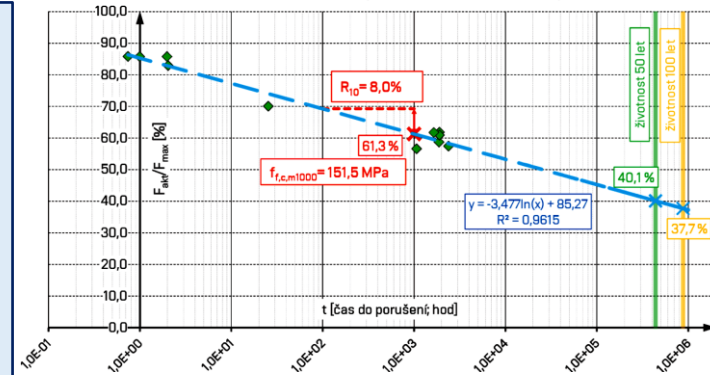
Sestaveny návrhové podklady pro projekční praxi

Výrobek **implementován do výrobního sortimentu fy PREFA KOMPOZITY, a.s.**; realizovány zkoušky finálního produktu – celého TI dílce

V mezinárodním měřítku **dosaženy unikátní výstupy/poznatky o chování FRP kompozity v tlaku** – potenciál pro budoucí publikační výstupy týmu



Závislost životnosti na působící hladině zatížení (creep)



označení a popis vzorku	průměr [mm]	výška [mm]	tlaková pevnost			modul pružnosti v tlaku		
			střední hodnota [MPa]	simultánní odchylna [MPa]	variáční koeficient	střední hodnota [GPa]	simultánní odchylna [GPa]	variáční koeficient
<b>GFRP30-ST-T+V14.X</b> <small>vnější obal tvořený skláčenou tkaninou se značnou orientací nosných vláken + jádro z GFRP výtkaže Ø14</small>	30	60	247,38	13,11	0,05	13,84	1,35	0,10
<b>charakteristická hodnota pevnosti v tlaku [MPa]</b> <small>(dle ČSN EN 1990, přílohy D; 5% kvantil normálního rozdělení)</small>	220,00							
<b>návrhová hodnota pevnosti v tlaku [MPa]</b> <small>(dle ČSN EN 1990, přílohy D; 0,1% kvantil normálního rozdělení)</small>	180,00							
<b>parciální součinitel pevnosti v tlaku <math>\gamma_{F2}</math></b> <small>(střední hodnota; 80% kvantil)</small>	1,30							
<b>Modul pružnosti v tlaku [GPa]</b> <small>(střední hodnota; 80% kvantil)</small>	13,80							



Výsledek V6, termín dosažení 12/2022

## Odolný kompozitní nosník na větší rozpětí s vylehčenou stojinou (funkční vzorek)

**Potřeba nahradit** v sortimentu firmy PREFA KOMPOZITY, a.s. aktuálně nabízený profil DWB pro aplikace na velké rozpory

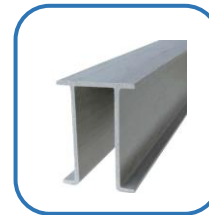


### stávající DWB nosník

výroba Itálie; velmi špatný poměr  
cena/výkon; nelze využít pro rozpon  $\geq 7,5$  m)

Požadováno využití řešení pro **širokou škálu rozpětí a vyšší zatížení**; aplikace v environmentálně exponovaných oblastech (např. pro technologické provozy vodního hospodářství apod.)

**Vyvinut unikátní kompozitní nosník s vylehčenou stojinou s vysokou ohybovou tuhostí**



Navržené řešení



## Odolný kompozitní nosník na větší rozpětí s vylehčenou stojinou (funkční vzorek)

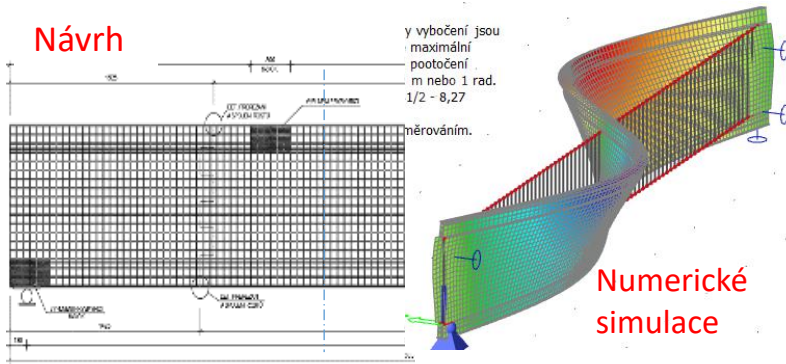
Teoretický návrh → numerické simulace → výroba → experiment → návrhové podklady pro projekční praxi

Řešeno chování celého kompozitního nosníku i jeho dílčích částí (komponent, styků, ...)

Experimentálně ověřeno chování nosníků na rozpon 1 m, 3 m, 6 m a 8 m v testované kompozici; rovinné i stabilitní chování

**Finální produkt: nosník délky 8 m; výšky 1,2 (0,9) m**

Návrh



výroba



zatěžovací zkouška



## Odolný kompozitní nosník na větší rozpětí s vylehčenou stojinou (funkční vzorek)

Provedeny krátkodobé zatěžovací zkoušky v odlišných schématech

Vyvinut funkční vzorek nosníku s vylehčenou stojinou a zvýšenou ohybovou tuhostí pro rozpon 8 – 12 m (přímo testováno 8 m)

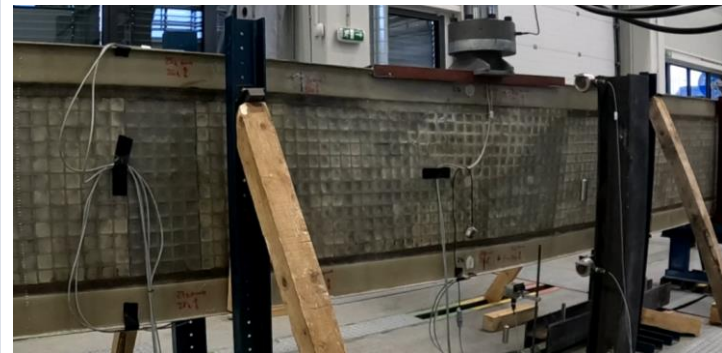
**Ohybová tuhost cca 4x vyšší; únosnost cca 2x vyšší v porovnání se stávajícím nabízeným řešením (DWB vs. 0,9m vysoký vyvinutý nosník; při zabrání vybočení); cca srovnatelné výrobní náklady; výroba plně v ČR**

**Výrobek s vysokým aplikačním potenciálem**

Po ukončení řešení bude **implementován do výrobního sortimentu fy PREFA KOMPOZITY, a.s.**



DWB nosník



vyvinutý nosník

Děkuji za pozornost