



MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍCH A MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ

CO NABÍZÍME?

WE CREATE YOUR MACHINES

-  INDIVIDUÁLNÍ ŘEŠENÍ PRO ZÁKAZNÍKA
-  MĚŘENÍ MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ DLE NOREM
-  MĚŘENÍ PARAMETRŮ MATERIÁLOVÝCH MODELŮ PRO FEM
-  MĚŘENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ PROTOTYPŮ
-  NÁVRHY TESTOVACÍCH METOD
-  KONSTRUKCI A VÝROBU MĚŘÍCÍCH PŘÍPRAVKŮ
-  MOŽNOST MĚŘENÍ U ZÁKAZNÍKA

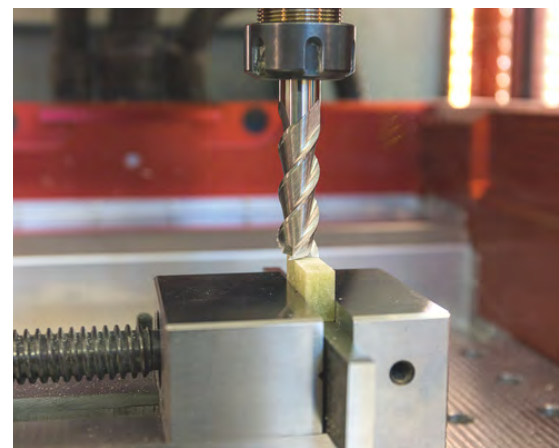
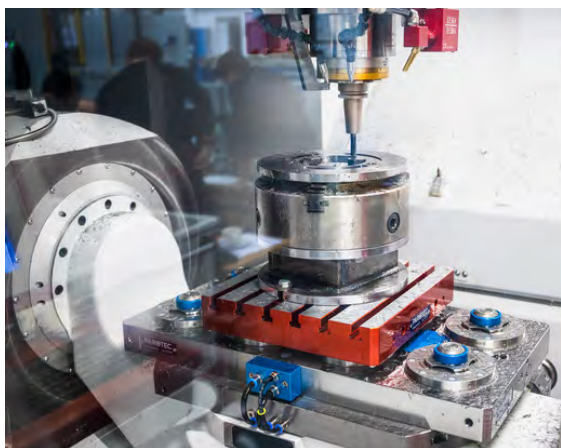


PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES

PROTOTYPOVÁ DÍLNA

Pro přípravu zkušebních těles využíváme stroje a zařízení z naší prototypové dílny.

Jedná se zejména o CNC obráběcí zařízení (frézka RÖDERS RXP950 DSH, Deckel Maho DMF 180), soustruh GILDEMEISTER NEF 400, drátořez FANUC F1iE a robot ABB IRB 4400.



PŘÍPRAVA ZKUŠEBNÍCH TĚLES

PŘESNÉ DĚLENÍ

Přesné dělení homogenních i nehomogenních materiálů a sestav bez teplotního ovlivnění řezu.



- kovy
- kompozity
- plasty
- sklo
- keramika
- guma apod.

EXAKT 300 CP



PARAMETRY

- bez tepelného ovlivnění řezu
- čisté a přesné řезы (metalografické)
- nehomogenní a velmi tvrdé materiály
- dělení sestav
- možnost dělení na tenké plátky o tloušťce pod 0,2 mm
- maximální výška řezu 100 mm
- délka řezu 70 mm



STATICKÉ ZKOUŠKY

Zařízení INSTRON 3369 slouží k provádění:

- statických zkoušek v tahu, tlaku, ohybu a smyku
- kríkových a relaxačních zkoušek



INSTRON 3369 + KLIMAKOMORA

INSTRON 3369



- klimakomora s rozsahem teplot -70 °C až +350 °C (vnitřní rozměry 240 x 230 x 560 mm)



**UNIVERZÁLNÍ ZKUŠEBNÍ
ZAŘÍZENÍ NA MECHANICKÉ
TESTY**



ROZSÁHLÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ



**INTEGROVANÝ 2D
VIDEO-EXTENZOMETR
S DIC ANALÝZOU**



**TESTOVÁNÍ ZA NÍZKÝCH
A VYSOKÝCH TEPLOT
V KLIMAKOMOŘE**

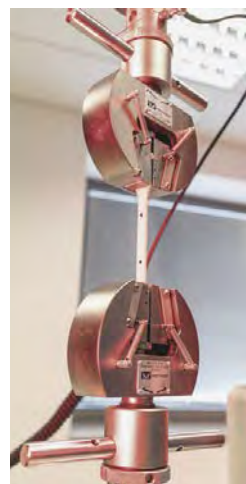
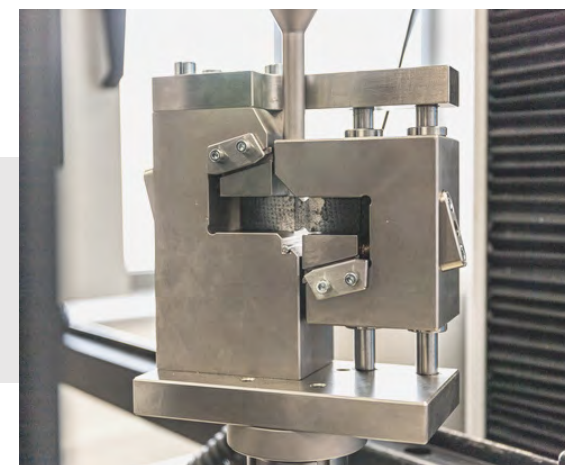
STATICKÉ ZKOUŠKY

PARAMETRY ZAŘÍZENÍ INSTRON 3369

- maximální zatížení ± 50 kN
- maximální rychlost 500 mm/min
- horizontální testovací prostor 420 mm
- maximální pozice příčnicku 1193 mm
- minimální pozice příčnicku 71 mm

ZKUŠEBNÍ NORMY

- | | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| • ČSN EN ISO 6892-1 | • ASTM D3410 | • ASTM D5379 | • ČSN EN ISO 14129 |
| • ČSN EN ISO 527-2 | • ASTM D6641 | • ASTM D7078 | • ASTM D7264 |
| • ČSN EN ISO 527-4 | • ČSN EN ISO 14126 | • ČSN EN ISO 899-1 | • ČSN EN ISO 14130 |
| • ASTM D3039 | • ČSN EN ISO 178 | • ČSN EN ISO 899-2 | • ASTM D2344 |
| • ČSN EN ISO 604 | • ČSN EN ISO 14125 | • ASTM D7291 | |
| • ASTM D695 | • ČSN ISO 37 | • ASTM D3518 | |



STATICKÉ ZKOUŠKY

Zařízení INSTRON 5982 slouží k provádění:

- statických zkoušek v tahu, tlaku, ohybu a smyku
- krépových a relaxačních zkoušek



INSTRON 5982



Přídavný torzní modul **EM TORSION ADD-ON**

Biaxialní měřící hlava:

- max. axiální síla ± 10 kN
- max. torzní moment ± 100 Nm

Rotační pohon:

- max. torzní moment ± 40 Nm
- max. rychlost rotace 30 RPM



STATICKÉ ZKOUŠKY

PARAMETRY INSTRON 5982

- maximální zatížení ± 100 kN
- maximální rychlost 1000 mm/min
- horizontální testovací prostor 575 mm
- maximální pozice příčniku 1410 mm
- minimální pozice příčniku 100 mm

ZKUŠEBNÍ NORMY

- ČSN EN ISO 6892-1
- ČSN EN ISO 527-2
- ČSN EN ISO 527-4
- ASTM D3039
- ČSN EN ISO 604
- ASTM D695
- ASTM D3410
- ASTM D6641
- ČSN EN ISO 14126
- ČSN EN ISO 178
- ČSN EN ISO 14125
- ČSN ISO 37
- ASTM D5379
- ASTM D7078
- ČSN EN ISO 899-1
- ČSN EN ISO 899-2
- ASTM D7291
- ASTM D3518
- ČSN EN ISO 14129
- ASTM D7264
- ČSN EN ISO 14130
- ASTM D2344



UNIVERZÁLNÍ ZKUŠEBNÍ
ZAŘÍZENÍ NA MECHANICKÉ
TESTY



ROZSÁHLÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ



INTEGROVANÝ 2D
VIDEO-EXTENZOMETR
S DIC ANALÝZOU



TESTOVÁNÍ ZA NÍZKÝCH
A VYSOKÝCH TEPLOT
V KLIMAKOMOŘE

CYKICKÉ A DYNAMICKÉ ZKOUŠKY

Zařízení INSTRON ELECTROPULS E3000 slouží k provádění zkušebních metod pro:

- dynamické (cyklické) zkoušky v tahu, tlaku, ohybu a smyku (max. amplituda je závislá na velikosti zatížení a frekvenci)
- DMA analýza
- statické, kríповé a relaxační zkoušky (max. posuv 60 mm)

INSTRON ELECTROPULS E3000



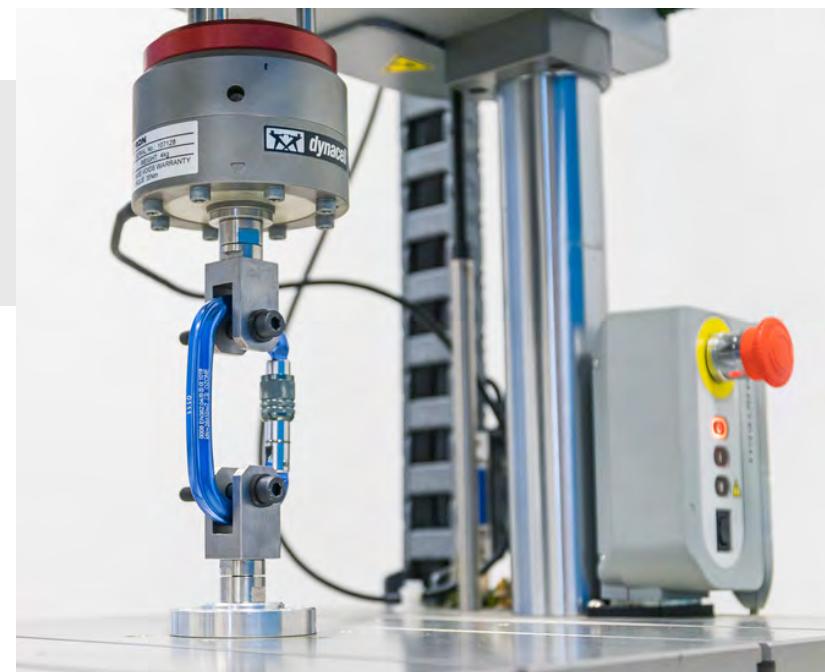
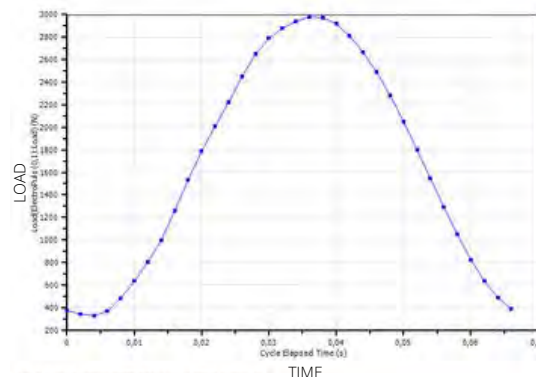
CYKICKÉ A DYNAMICKÉ ZKOUŠKY

PARAMETRY INSTRON ELECTROPULS E3000

- maximální zatížení ± 3 kN
- maximální frekvence 100 Hz
- horizontální testovací prostor 455 mm
- maximální střední pozice zatěžovacího pístu 793 mm
- minimální střední pozice zatěžovacího pístu 88 mm
- T-drážky v základně zkušebního stroje 8 mm

ZKUŠEBNÍ NORMY

- ČSN ISO 6943
- ČSN EN ISO 3385
- ČSN EN ISO 9664



CYKICKÉ TESTY
S MAXIMÁLNÍM ZATÍŽENÍM
AŽ 3000 N



DMA ANALÝZA



MOŽNOST STATICKÉHO
ZATĚŽOVÁNÍ

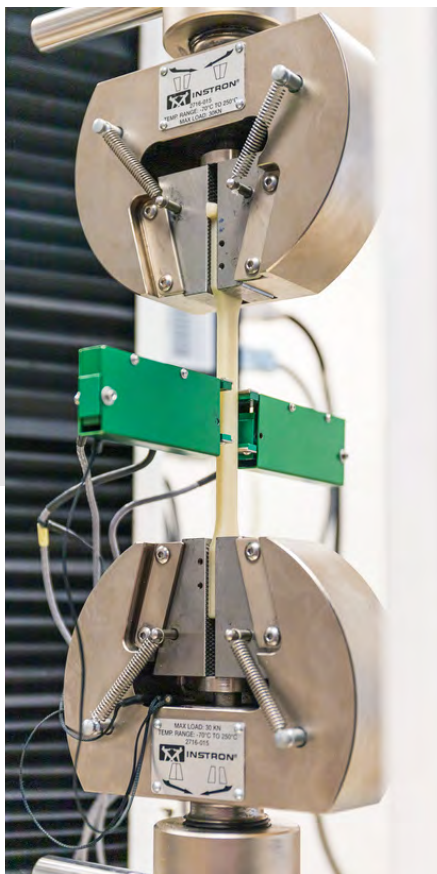


ROZSÁHLÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ



TESTOVÁNÍ ZA NÍZKÝCH
A VYSOKÝCH TEPLOT
V KLIMAKOMOŘE

MĚŘENÍ DEFORMACÍ



BIAXIÁLNÍ EXTENZOMETR

- dráha v ose $\pm 2,5$ mm
- příčná dráha ± 1 mm
- teplota -40 °C až $+100$ °C
- maximální testovací frekvence 5 Hz
- rozměry zkušebních těles:
šířka 2,5 mm – 25 mm, tloušťka do 15 mm



JEDNOOŠÝ EXTENZOMETR

- dráha ± 5 mm
- teplota -80 °C až $+200$ °C
- maximální testovací frekvence 50 Hz
- rozměry zkušebních těles:
kruhový 3 mm – 25 mm, obdélníkový
3 mm – 12,5 mm (tloušťka) x 25 mm
(šířka), čtvercový 3 mm – 12 mm



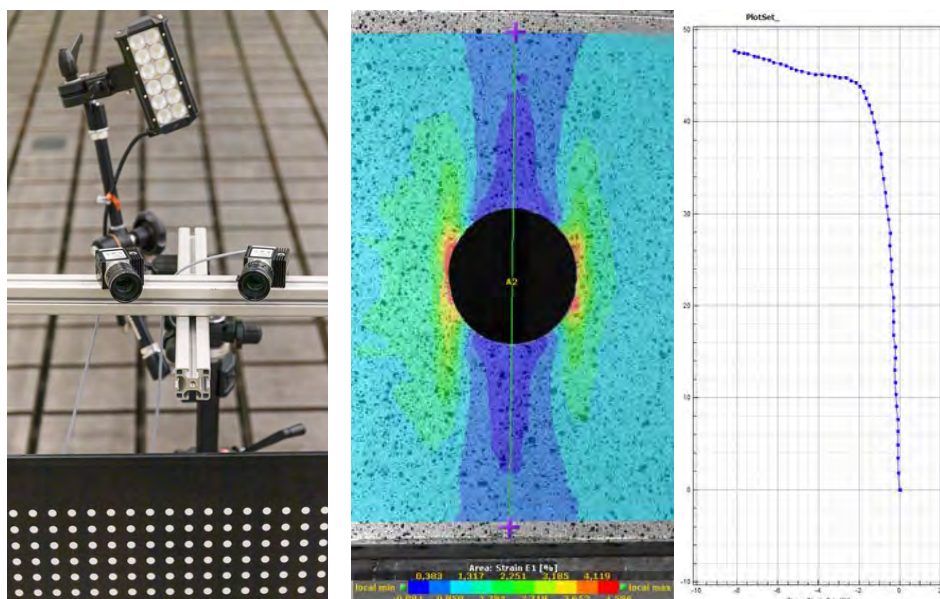
VIDEO-EXTENZOMETR + DIC

- měření v axiálním a příčném směru v reálném čase
- vyhodnocení deformací pomocí DIC analýzy
- zorné pole 100 x 13 – 670 x 85 mm (f35 – f6)
- minimální měřená délka 5 – 15 mm (f35 – f6)
- přesnost ± 1 μ m – ± 9 μ m (f35 – f6)

MĚŘENÍ DEFORMACÍ

Dvoukamerový 3D optický měřicí systém slouží pro měření prostorových deformací a deformací zakřivených povrchů. 3D DIC systém je založen na technice digitální korelace obrazu (DIC = digital image correlation).

- bezkontaktní vyhodnocení bodových i plošných posuvů a deformací na povrchu zkoušených dílů
- možnost současného záznamu externích veličin pomocí A/D převodníku (například záznam síly ze zařízení INSTRON apod.)



VIDEO – EXTENZOMETR MONET 3D



PARAMETRY

- dvě 5 MPx kamery Basler
- max. snímkovací frekvence v plném rozlišení 20 Hz
- objektivy s ohniskovou vzdáleností 16 mm, 35 mm
- zorné pole 150 mm (rozlišení 0,6 μm) až 1000 mm (rozlišení 3,9 μm)
- pracovní vzdálenost 190 mm až 2800 mm



**3D DIC
ANALÝZA**



**VELKÝ ROZSAH
ZORNÉHO POLE**

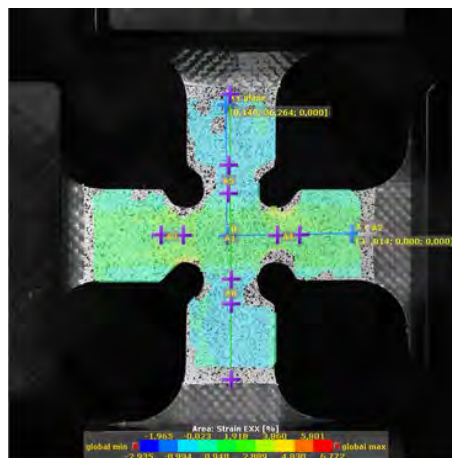
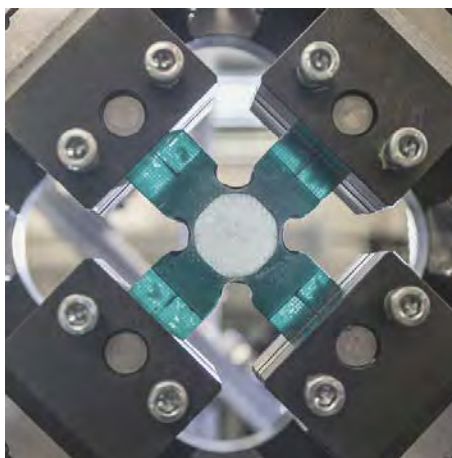
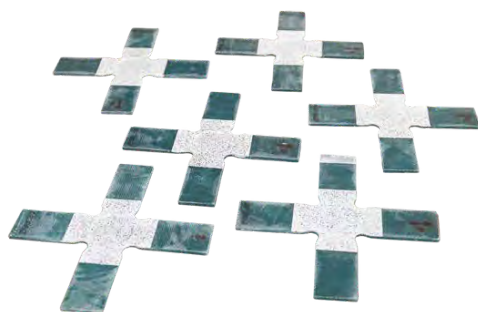


**PŘENOSITELNOST
ZAŘÍZENÍ**

BIAXIÁLNÍ ZKOUŠKY

Dvouosé zkušební zařízení BIAX10.

Validace pevnostních kritérií pro kompozitní materiály.
Stanovení parametrů tenkostěnných laminátů, pryží, plastů, atd.



BIAX10



PARAMETRY

- maximální zatížení 10 kN
- maximální rychlost posuvu 100 mm/min
- zdvih 0 – 400 mm
- rozměry zkušebních těles: křížový tvar, min 150 x 150 mm
- DIC měření poměrné deformace
- tenzometrické měření poměrné deformace



**NEZÁVISLÉ ZATĚŽOVÁNÍ
VE 4 RAMENECH STROJE**



**VELKÝ ROZSAH
POSUVŮ**



**ZATĚŽOVÁNÍ
POSUVEM / SILOU**

MĚŘENÍ TEPLOTNÍ ROZTAŽNOSTI

Vertikální dilatometr LINSEIS DIL L75 VERTICAL slouží k měření:

- teplotní dilatace
- koeficientu teplotní roztažnosti

ZKUŠEBNÍ NORMY

- ASTM E228
- ČSN 640528
- ČSN ISO 7991
- ČSN 640143



LINSEIS DIL L75 VERTICAL



PARAMETRY

- rozsah teplot -150 °C až +1600 °C
- dvě komory: a) -150 °C až +700 °C, b) RT až +1600 °C
- vakuově těsněný systém
- plynová jednotka pro dva plyny
- maximální rozměry zkušebního tělesa: průměr 12 mm a délka 50 mm



**VERTIKÁLNÍ
USPOŘÁDÁNÍ**



**VELKÝ ROZSAH
TEPLOT**

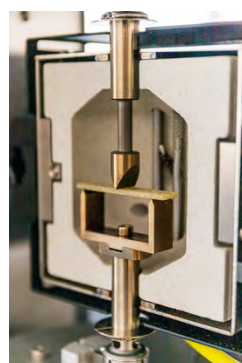
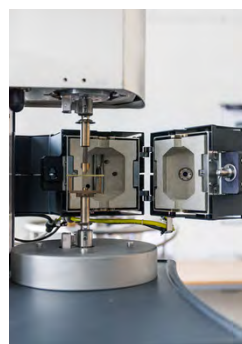


**PLNĚ
ELEKTRONICKÉ
ŘÍZENÍ**

DYNAMICKO-MECHANICKÉ ANALÝZY

Zařízení DMA RSA-G2 slouží k provádění:

- dynamicko-mechanických analýz*
- kríkových a relaxačních zkoušek
- zkoušek únavy



DMA RSA-G2

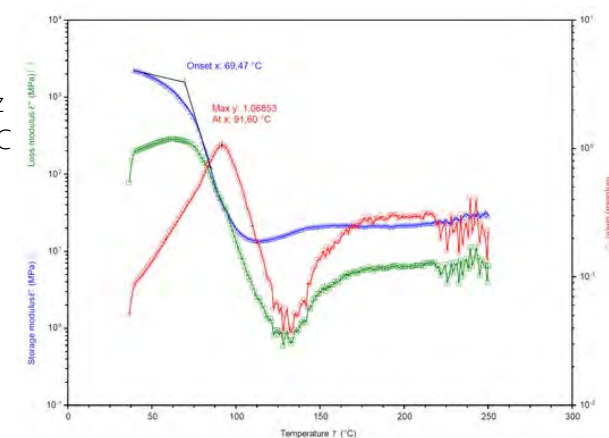


PARAMETRY

- maximální síla ± 35 N
- maximální frekvence 100 Hz
- minimální frekvence 0,00002 Hz
- rozsah teplot -150 °C až $+600$ °C

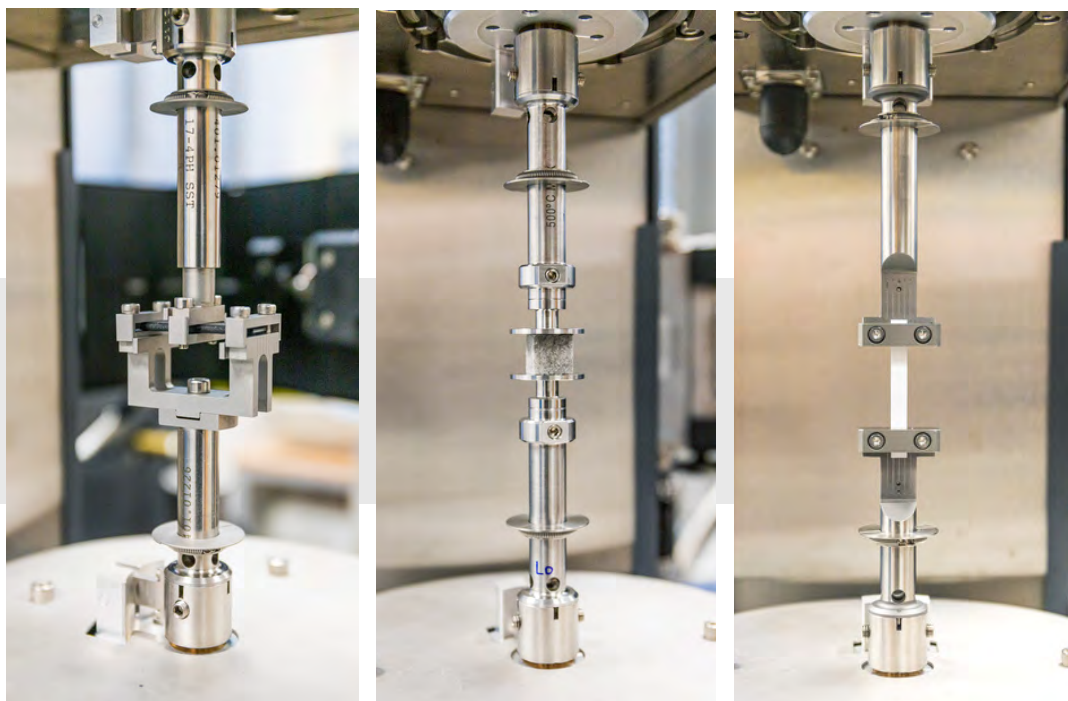
ZKUŠEBNÍ NORMY

- EN ISO 6721-1
- ASTM D4065
- ASTM 7028
- ASTM E1640



*Dynamická mechanická analýza (DMA) slouží pro stanovení materiálových vlastností v závislosti na frekvenci zatěžování a teplotě. Pomocí DMA se stanovují moduly pružnosti, materiálové charakteristiky útlumu, přechodové teploty (např. teplota skelného přechodu T_g), teplotní odolnost, apod.

DYNAMICKO-MECHANICKÉ ANALÝZY



ZKUŠEBNÍ GEOMETRIE

TAH

- zkušební tělesa jsou fólie a vlákna

3-BODOVÝ OHYB

- vzdálenost podpor 10 mm, 25 mm, 40 mm

OHYB VETKNUTÉHO NOSNÍKU

- délka zkušebního tělesa 30 mm, 38 mm

SMYK - SENDVIČ

- dvě stejná zkušební tělesa
- tloušťka 0,5 mm až 1,5 mm
- plocha 15 mm²

TLAK

- paralelní desky s průměrem 8 mm, 15 mm, 25 mm
- maximální tloušťka zkušebního tělesa 15 mm

ZKUŠEBNÍ GEOMETRIE PRO TĚLESA PONOŘENÁ V KAPALINĚ

(teplota -10 °C až +200 °C)

TAH

- zkušební tělesa do délky 25 mm

3-BODOVÝ OHYB

- vzdálenost podpor 10 mm, 15 mm, 20 mm

TLAK

- průměr tělesa 15 mm, tloušťka 10 mm



VELKÝ
ROZSAH TEPLOT
A FREKVENCÍ



MOŽNOST
DYNAMICKÉHO
ZATĚŽOVÁNÍ



MOŽNOST
STATICKEHO
ZATĚŽOVÁNÍ

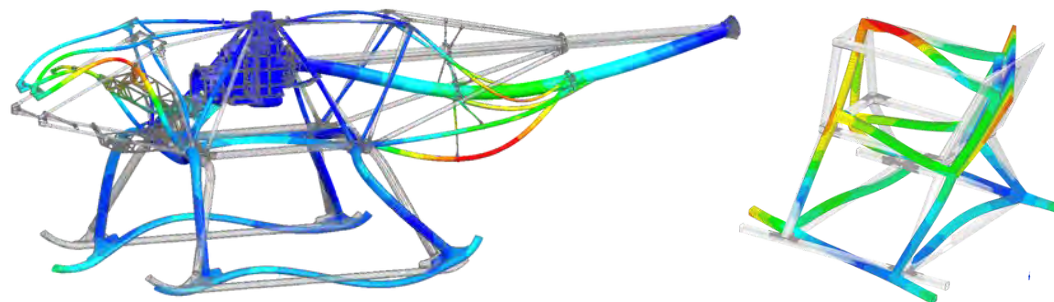


ROZSÁHLÉ
PŘÍSLUŠENSTVÍ

MODÁLNÍ ANALÝZY

Porovnání vlastních tvarů kmitů dvou struktur:

- určení míry shody vlastních tvarů pomocí MAC (Modal Assurance Criterion)
- vlastní software pro výpočet matice MAC
- FEM simulace vs. měření: validace simulační modální analýzy
- 2 FEM simulace vůči sobě: umožňuje porovnat dvě podobné struktury (např. před a po modifikaci)



SIMULAČNÍ MODÁLNÍ ANALÝZA

- FEM simulace na základě CAD geometrie

EXPERIMENTÁLNÍ MODÁLNÍ ANALÝZA

- měření na reálné struktuře



		MAC matice (modal assurance criterion)										
Model		Referenční										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Závěsy		Ω[Hz]	16.7	99.5	104.4	292.1	500.5	572.0	613.4	944.8	1409.9	1504.0
	1	30.0	1	0	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0,01	0
	2	112.1	0	1	0	0	0	0	0,01	0	0	0
	3	187.6	0,01	0	1	0,01	0	0,01	0	0,01	0,01	0
	4	461.1	0	0,01	0	0	0,98	0	0,01	0	0	0
	5	523.4	0,01	0	0,01	1	0	0,01	0	0,01	0,01	0
	6	682.4	0	0,01	0	0	0,04	0	0,95	0	0	0,01
	7	1020.4	0,01	0	0,01	0,01	0	1	0	0,01	0,01	0
	8	1393.0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0,95
	9	1675.8	0,01	0	0,01	0,01	0	0,01	0	1	0,01	0
	10	1795.0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,11



MAC METODA PRO
POROVNÁNÍ
VLASTNÍCH TVARŮ



VALIDACE FEM
MODÁLNÍ ANALÝZY
POMOCÍ MĚŘENÍ



URČENÍ Vlivu MODIFIKACE
GEOMETRIE
NA VLASTNÍ TVARY KMITŮ

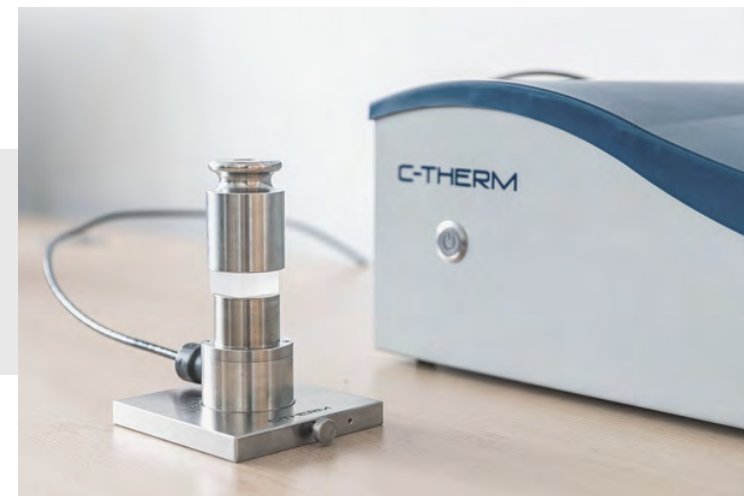
ANALÝZY TEPELNÉ VODIVOSTI

Zařízení C-THERM TCI slouží k měření:

- tepelné vodivosti
- měrné tepelné kapacity
- tepelné jímavosti



C-THERM TCI



PARAMETRY

- rozsah teplot -50 °C až +200 °C
- rozsah tepelné vodivosti do 220 W/mK
- doba testu 0,8 až 2,5 sekund
- minimální rozměr zkušebního tělesa průměr 17 mm
- nelimitovaný rozměr zkušebního tělesa
- minimální tloušťka zkušebního tělesa nominálně 0,5 mm (závislá na tepelné vodivosti materiálu)
- nelimitovaná tloušťka zkušebního tělesa
- měřené materiály pevné, kapaliny, prášky, pasty

ZKUŠEBNÍ NORMY

- ASTM D7984



**VELKÝ
ROZSAH TEPELNÉ
VODIVOSTI**



**VELMI RYCHLÝ
TEST**



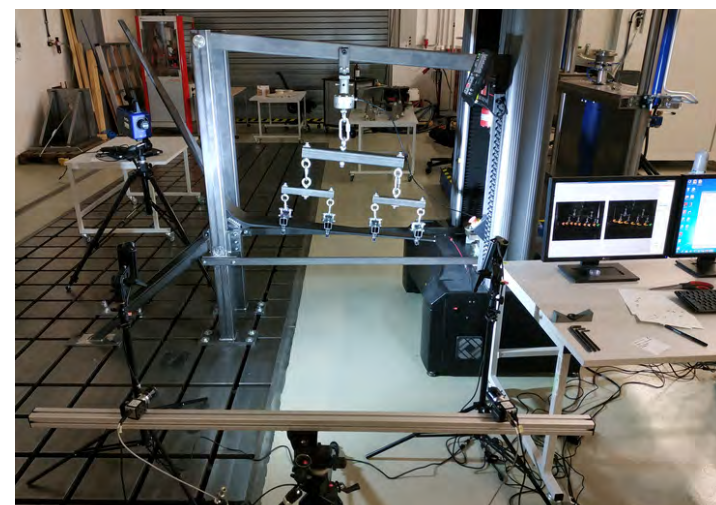
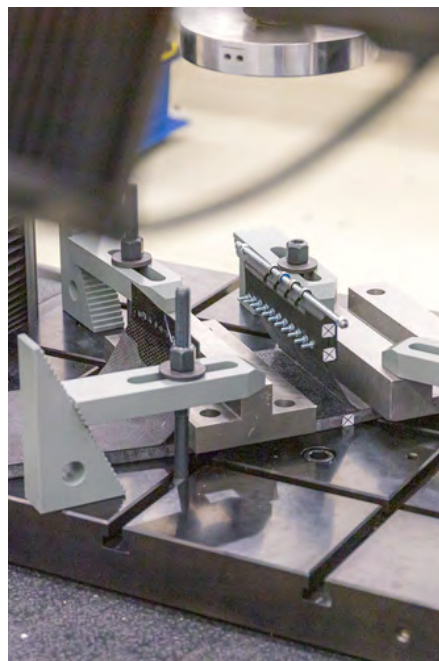
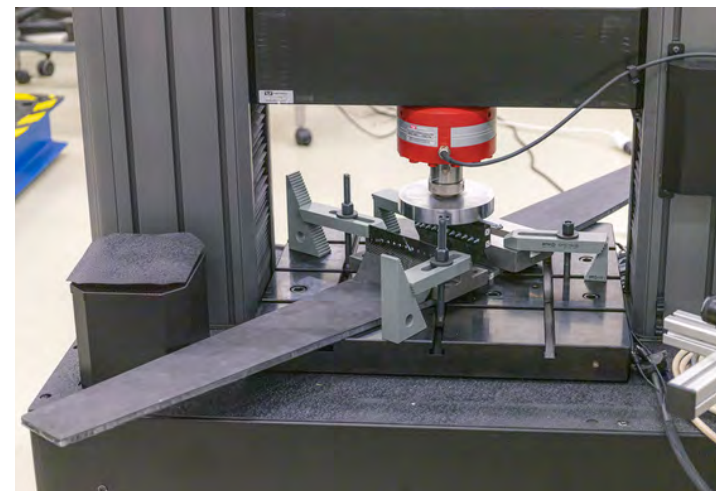
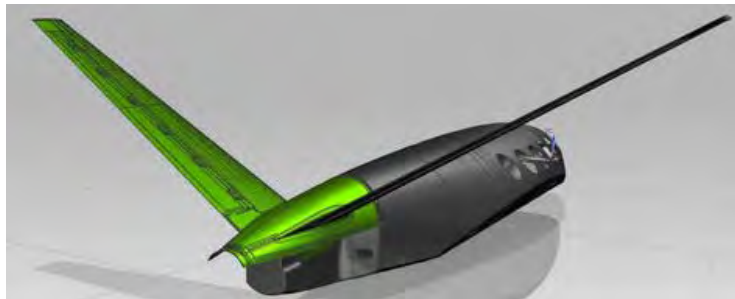
**MALÁ I VELKÁ
ZKUŠEBNÍ
TĚLESA**

PORTFOLIO ZÁKAZNÍKŮ



PROTOTYPOVÉ ZKOUŠKY

- vývoj, výroba prototypu, FEM simulace a testování kompozitního křídla



ZÁKAZNICKÉ
ZKOUŠKY



VÝVOJ ZKOUŠEK



VALIDACE FEM
SIMULACÍ



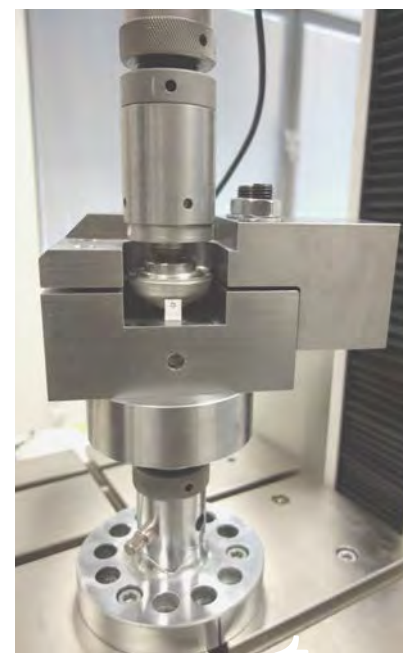
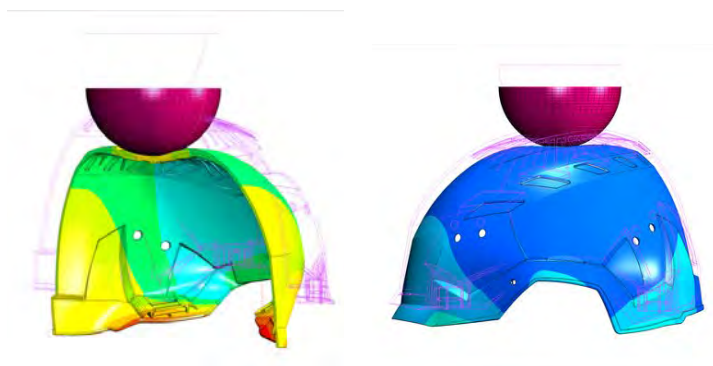
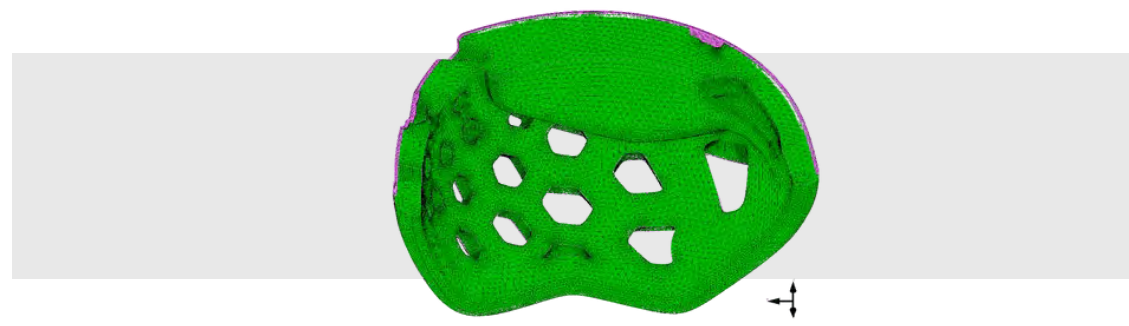
KORELACE S FEM
SIMULACEMI



VYHODNOCENÍ
NOSNOSTI,
DEFORMACÍ, PORUŠENÍ

PROTOTYPOVÉ ZKOUŠKY

- FEM simulace a měření pádového testu ochranné helmy



👍
VYHODNOCENÍ
NOSNOSTI, DEFORMACÍ,
PORUŠENÍ

👍
VÝVOJ ZKOUŠEK

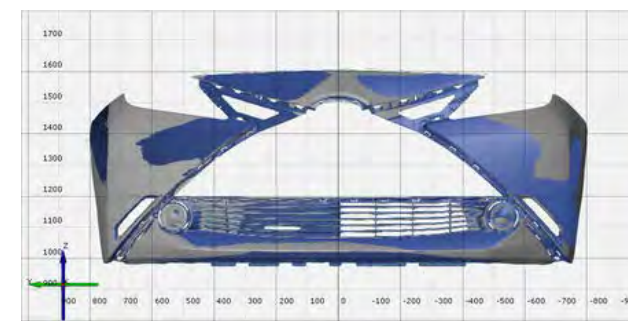
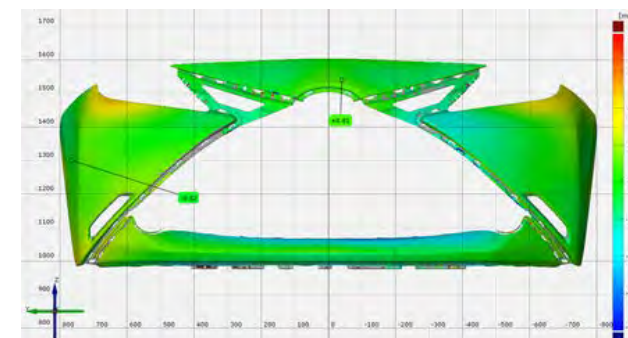
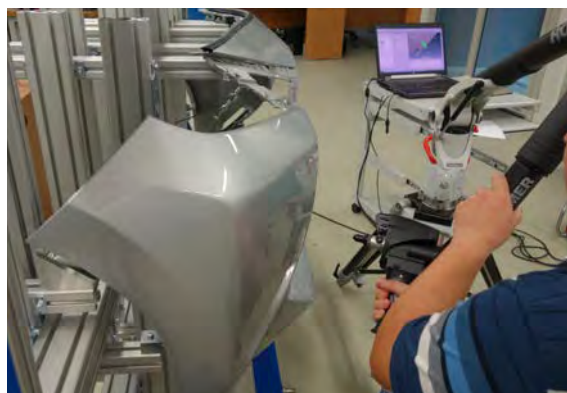
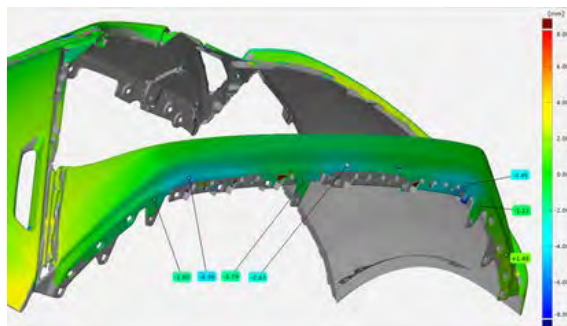
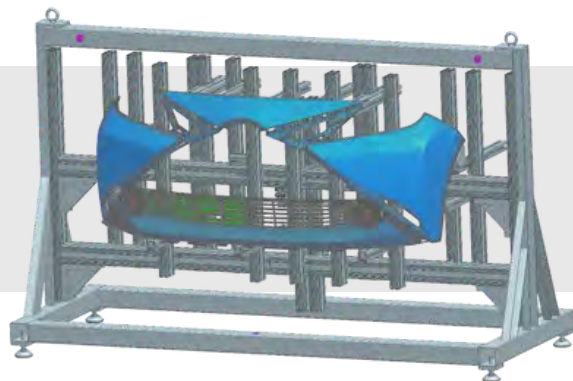
👍
VALIDACE FEM
SIMULACÍ

👍
KORELACE S FEM
SIMULACEMI

👍
ZÁKAZNICKÉ
ZKOUŠKY

PROTOTYPOVÉ ZKOUŠKY

Měření posuvů rozměrného poddajného dílu pomocí optického 3D skenování a variabilního zkušebního rámu pro přesné uchycení testovaného dílu, porovnání s FEM simulací



SOUHRNNÁ TABULKA STANDARDIZOVANÝCH TESTŮ

KOMPOZITY	VLASTNOSTI	NORMY
	Youngův modul pružnosti v tahu v podélném směru (směr 1)	ČSN EN ISO 527-4 ASTM D3039
	Youngův modul pružnosti v tahu v příčném směru (směr 2)	ČSN EN ISO 527-4 ASTM D3039
	Youngův modul pružnosti v tahu ve směru normály (směr 3)	ASTM D7291
	Poissonův poměr v rovině 12	ČSN EN ISO 527-4 ASTM D3039
	Poissonův poměr v rovině 13	ASTM D3039
	Poissonův poměr v rovině 23	ASTM D3039
	Pevnost v tahu v podélném směru (směr 1)	ČSN EN ISO 527-4 ASTM D3039
	Pevnost v tahu v příčném směru (směr 2)	ČSN EN ISO 527-4 ASTM D3039
	Pevnost v tahu v normálovém směru (směr 3)	ASTM D7291
	Tahové vlastnosti příze impregnované pryskyřicí	ČSN EN ISO 10618
	Youngův modul pružnosti v tlaku v podélném směru (směr 1)	ASTM D3410 ČSN EN ISO 14126 ASTM D6641
	Youngův modul pružnosti v tlaku v příčném směru (směr 2)	ASTM D3410 ČSN EN ISO 14126 ASTM D6641

PLASTY	VLASTNOSTI	NORMY
	Napětí	ČSN EN ISO 527-2
	Poměrné prodloužení	ČSN EN ISO 527-2
	Jmenovité poměrné prodloužení	ČSN EN ISO 527-2
	Modul	ČSN EN ISO 527-2
	Poissonův poměr	ČSN EN ISO 527-2
	Modul pružnosti v tlaku	ČSN EN ISO 604 ASTM D695
	Mez pevnosti v tahu	ČSN EN ISO 604 ASTM D695
	Stanovení krípodvého chování v tahu	ČSN EN ISO 899-1
	Stanovení krípodvého chování v ohybu	ČSN EN ISO 899-2
	Modul pružnosti v ohybu	ČSN EN ISO 178
	Pevnost v ohybu	ČSN EN ISO 178

KOMPOZITY	VLASTNOSTI	NORMY
	Youngův modul pružnosti v tlaku ve směru normály (směr 3)	ČSN EN ISO 604 ASTM D695
	Pevnost v tlaku v podélném směru (směr 1)	ASTM D3410 ČSN EN ISO 14126 ASTM D6641
	Pevnost v tlaku v příčném směru (směr 2)	ASTM D3410 ČSN EN ISO 14126 ASTM D6641
	Pevnost v tlaku v normálovém směru (směr 3)	ČSN EN ISO 604 ASTM D695
	Modul pružnosti ve smyku v rovině 12	ASTM D3518 ČSN EN ISO 14129 ASTM D5379 ASTM D7078
	Modul pružnosti ve smyku v rovině 13	ASTM D5379 ASTM D7078
	Modul pružnosti ve smyku v rovině 23	ASTM D5379 ASTM D7078
	Pevnost ve smyku 12	ASTM D5379 ASTM D7078
	Pevnost ve smyku 13	ASTM D5379 ASTM D7078
	Pevnost ve smyku 23	ASTM D5379 ASTM D7078

KOVY	NÁZEV NORMY	
	Kovové materiály - Zkoušení tahem - Část 1: Zkušební metoda za pokojové teploty	ČSN EN ISO 6892-1

ELASTOMERY	VLASTNOSTI	NORMY
	Tahové napětí Poměrné prodloužení Pevnost v tahu	ČSN ISO 37

KOMPOZITY	VLASTNOSTI	NORMY
	Modul pružnosti v ohybu	ČSN EN ISO 14125 ASTM D7264
	Průhyb	ČSN EN ISO 14125 ASTM D7264
	Pevnost v ohybu	ČSN EN ISO 14125 ASTM D7264
	ILSS (mezilaminární smyková pevnost)	ČSN EN ISO 14130 ASTM D2344
	Tg - teplota skelného přechodu pomocí DMA	ASTM D7028
	DMA - dynamicko mechanická analýza	ASTM D4065
	Koeficient lineární teplotní roztažnosti ve směru 1	ASTM E228
	Koeficient lineární teplotní roztažnosti ve směru 2	ASTM E228
	Koeficient lineární teplotní roztažnosti ve směru 3	ASTM E228
	Součitel tepelné vodivosti - rovina 12	ASTM D7984
	Součitel tepelné vodivosti - rovina 13	ASTM D7984
	Součitel tepelné vodivosti - rovina 23	ASTM D7984
	Měrná tepelná kapacita	ASTM D7984
	Objemový podíl	ASTM D3171
	Hustota	ASTM D792 ČSN EN ISO 1183-1

LEPENÉ SPOJE	NÁZEV NORMY	
	Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplatovaných lepených sestav	ČSN EN 1465
	Stanovení pevnosti tupých spojů v tahu	ČSN EN 15870
	T-zkouška v odlupování lepených sestav z ohebných adherendů	ČSN EN ISO 11339



Ing. Pavel PEUKERT

pavel.peukert@vuts.cz

+420 722 981 980

VÚTS, a.s.

Svárovská 619

Liberec XI- Růžodol

460 01 Liberec



www.vuts.cz