



Technická univerzita v Liberci

Katedra sklářských strojů a robotiky

Vlastimil Hotař

Vedoucí Katedry sklářských strojů a robotiky Technické univerzity v Liberci

+420 485 352 929

vlastimil.hotar@tul.cz

Proč Katedra sklářských strojů a robotiky?

Technická univerzita v Liberci se nachází na severu Čech v tzv. Křišťálovém údolí.

- Má skvělou minulost
- Má skvělou přítomnost
- Mělo by mít i skvělou budoucnost.

Katedra sklářských strojů a robotiky se cítí zodpovědná za budoucnost sklářství v této oblasti a to jak po personální stránce, tak technologické i produktové.



Hlavní směry výzkumu v současnosti

- Výzkum a vývoj průmyslových robotů a nových typů efektorů pro speciální aplikace;
- Výzkum a vývoj servisních robotů;
- Vývoj a systémová integrace průmyslových robotů do robotizovaných technologických pracovišť;
- Výzkum a vývoj zařízení pro specifické výrobní podmínky, vývoj strojů, nástrojů a zařízení pro sklářský průmysl;
- Systémy strojního vidění, aplikace robot vision;
- Zdravotní a zdravotně rehabilitační aplikace;
- 3D tisk a metody mikrotavení skla; robocasting
- Počítačová simulace procesů tvarování a opracování skla;

Naše roboty, efektory a činnosti jsou prezentovány v této ukázce:

<https://www.youtube.com/watch?v=O0sjcBNy5f0&t=74s>

Výzkumné programy

Sklářské stroje a technologie pro 21. století

Pokročilé technologie a stroje pro výrobu, zpracování a zušlechťení skla a nové výrobky. **AV**

Bezkontaktní detekce a kontrola tvaru objektu z transparentních materiálů a popis jejich povrchu. **AV + ZV**

Aditivní technologie pro produkci výrobků ze skla (3D tisk ze skla). **ZV**

Robotizace a automatizace v průmyslu a servisní robotika

Robotická manipulace (především s velkými a/nebo horkými) objekty. Pokročilé efekторы. **AV**

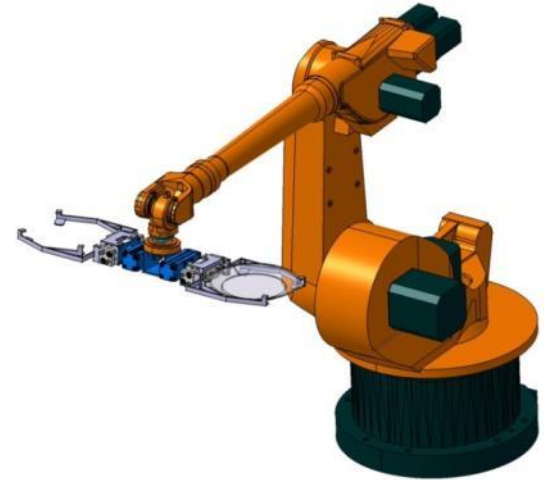
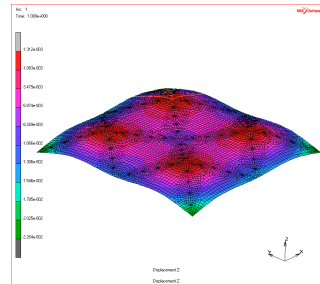
Získání 3D a 2D obrazu obtížně detekovatelných objektů (s lesklým povrchem a/nebo z transparentního materiálu). **AV**

Servisní robotika pro specifické aplikace (pro obtížné povrchy, do ztížených podmínek, pro zdravotní a zdravotně rehabilitační účely, robotická svítidla). **AV**

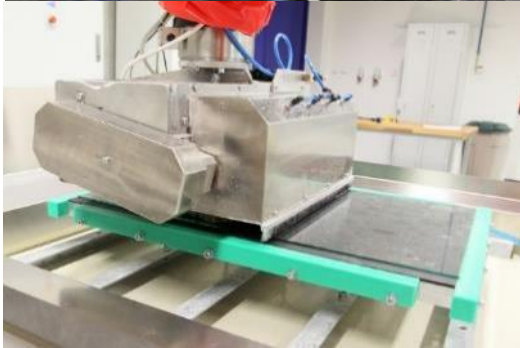
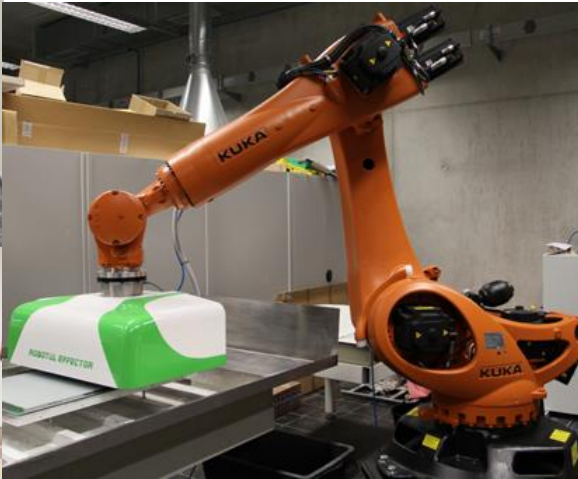
V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

Manipulace s tvarově složitými objekty

- Speciální úchopné hlavice do provozně těžkých (teplota, prach,...) a zvláštních (vakuum) provozních podmínek.
- Šetrná manipulace s křehkými a horkými tvarově nestabilními objekty.
- Počítačová analýza kontaktních úloh.



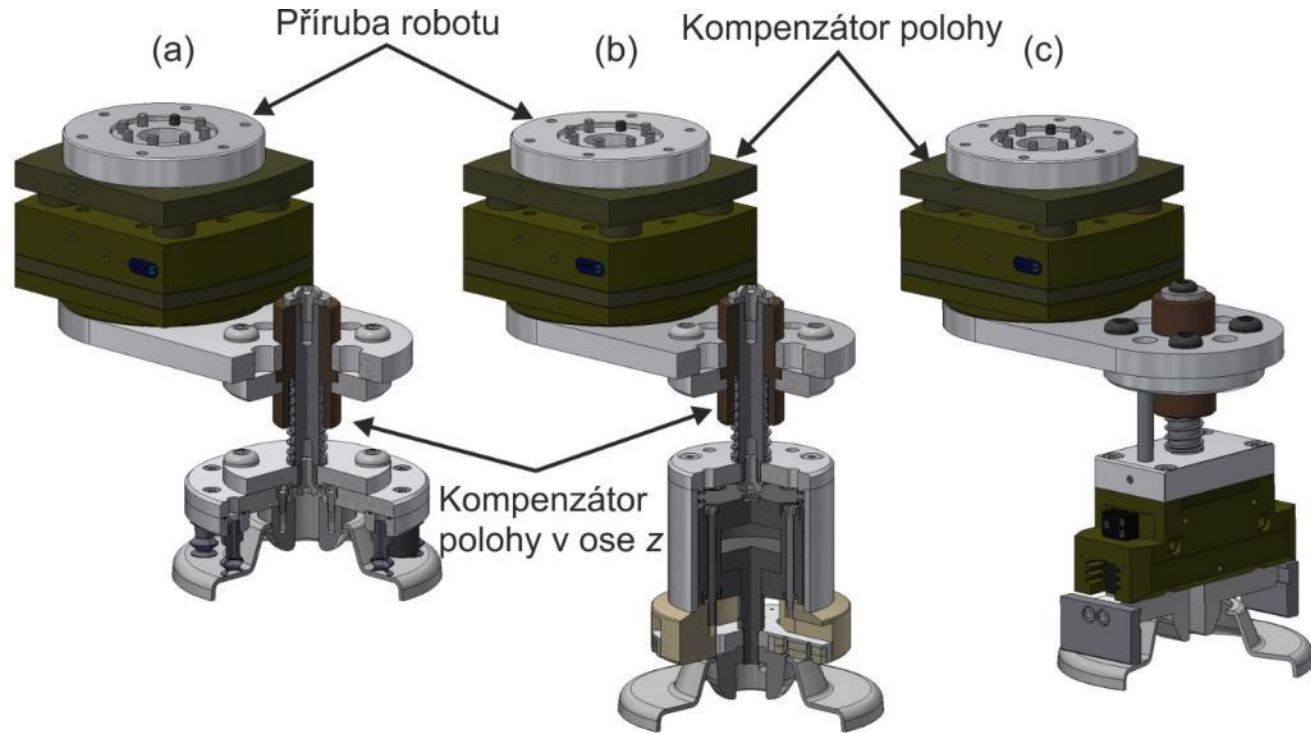
Technologické efekty



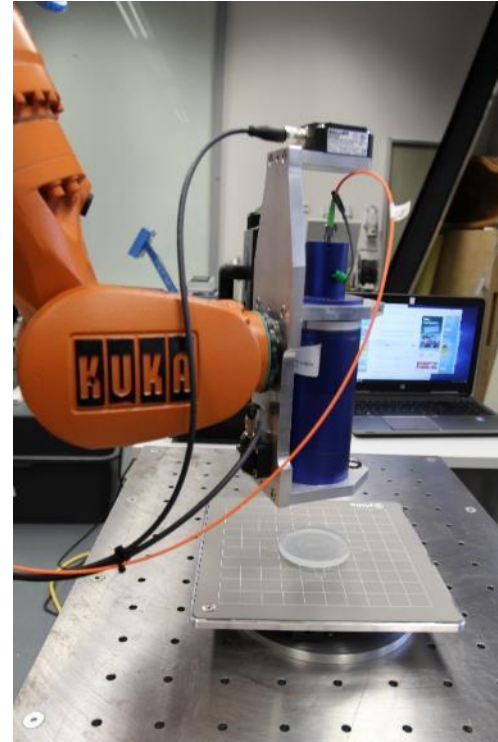
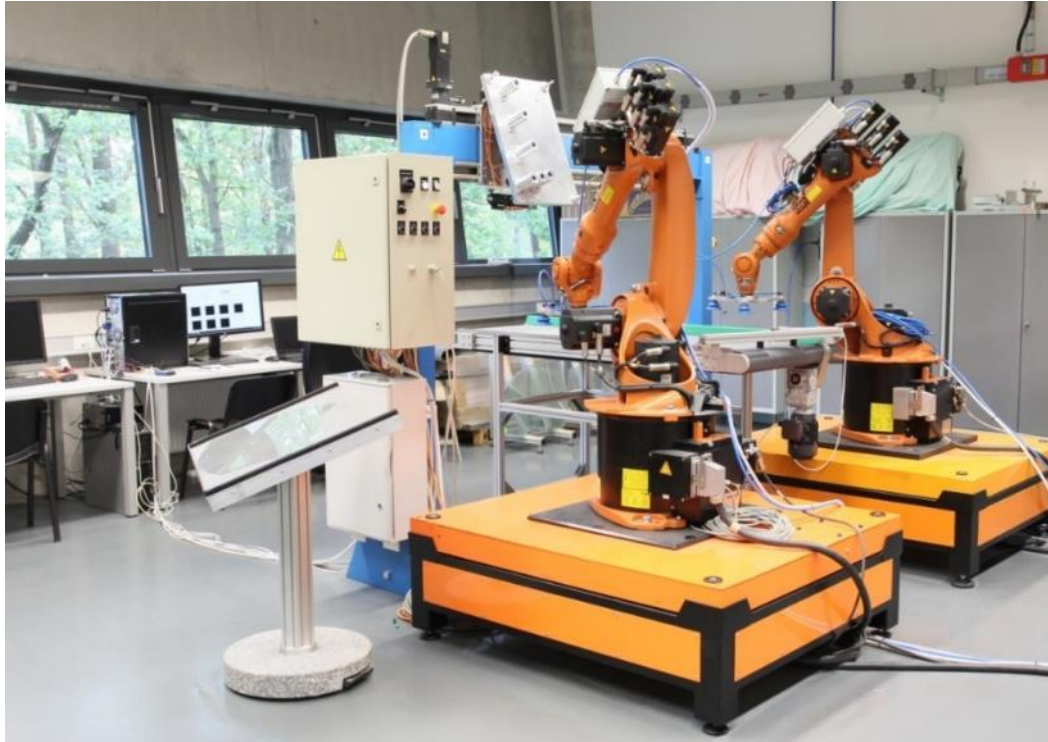
Technologické efekty



Aplikace Bin Picking



Kooperace robotů a fusion senzorika



V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

Vývoj autonomních mobilních robotů

(údržba skleněných opláštění budov, inspekční úlohy, ...).

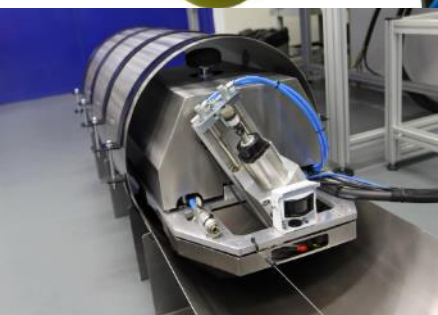
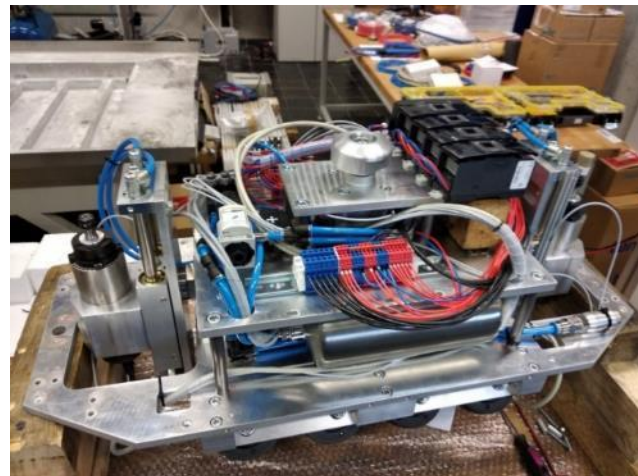
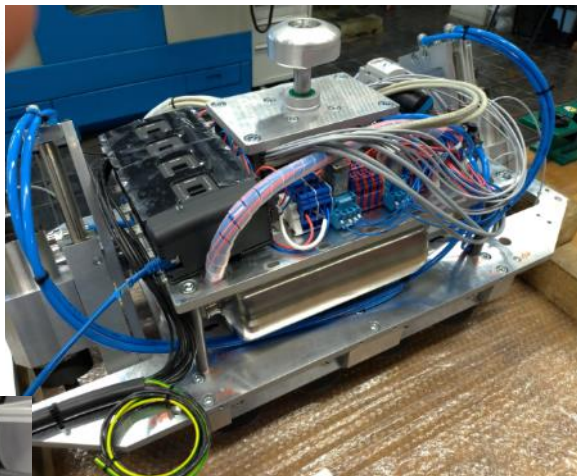
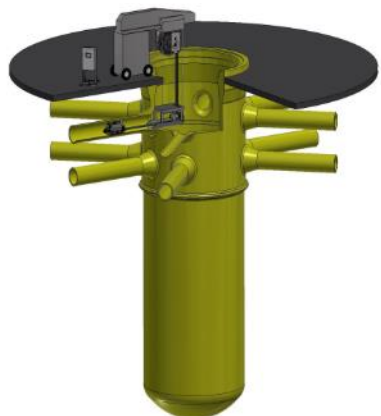
- Příkladem je mobilní servisní platforma ROBOTUL® Vertical Climber 02.
- Servisní robot k inspekčním účelům a pro čištění fasád opláštěných budov.



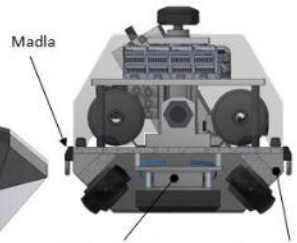
Autonomní robotika



Servisní robot v dekontaminačních procesech



Nosná deska Přídavné závaží



Madla
Sendvičový blok Segment s koly

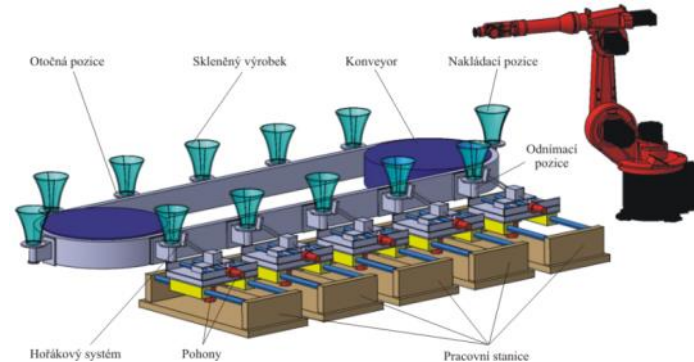


Obr. 8 Finální podoba konstrukčního řešení robotu

V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

Projektování a návrhy automatických zařízení

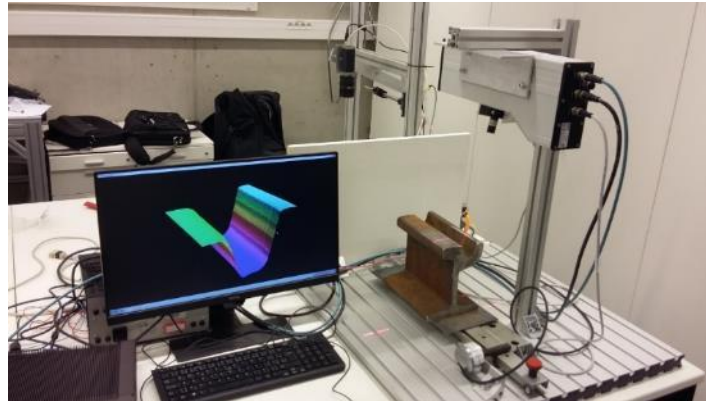
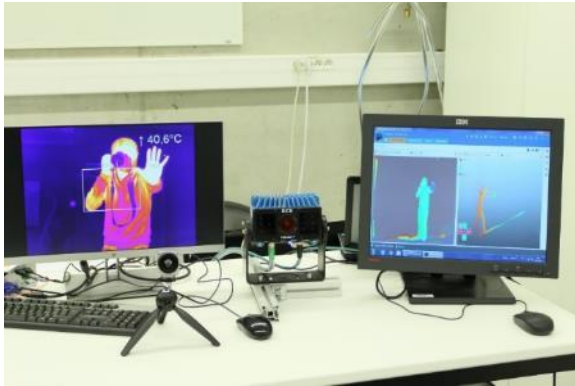
- Implementace automatizovaných a robotizovaných pracovišť do výrobních linek.
- Výzkum a vývoj zařízení pro specifické výrobní podmínky, vývoj strojů, nástrojů a zařízení pro sklářský průmysl



V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

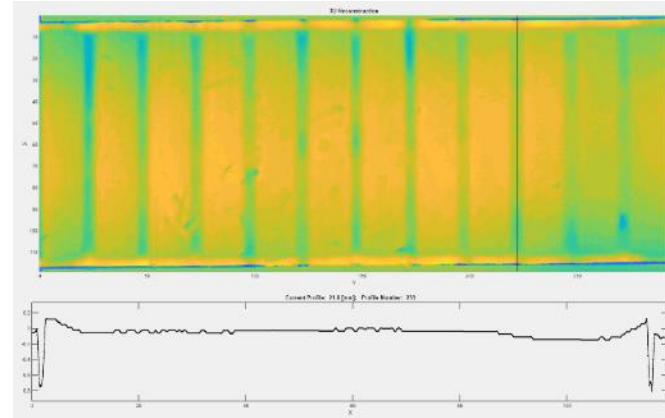
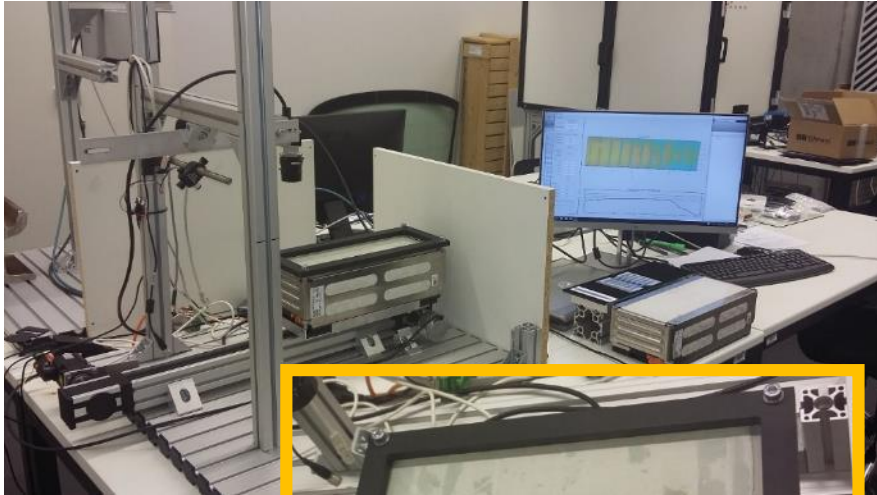
Vizualizace procesů a zpracování obrazu

- Obrazová analýza za použití nástrojů fraktální geometrie v kombinaci se statistikou a dalšími nástroji.
- Popis a vyhodnocení vad, vyhodnocení jakosti povrchů a monitorování jakosti produkce pro řízení technologických procesů.



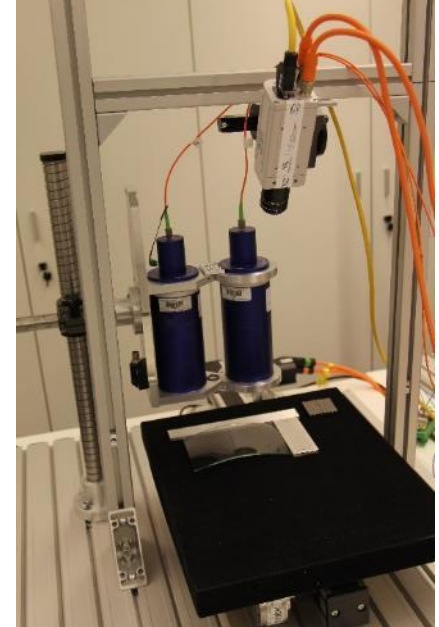
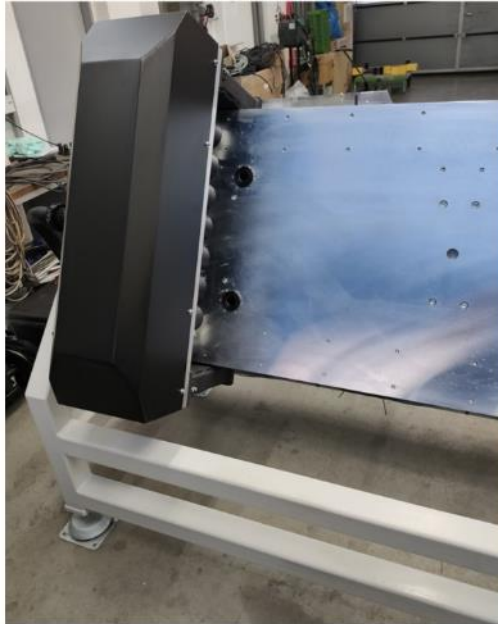
Kamerová kontrola teplovodivé folie

Získání 3D obrazu povrchu folie s komplikovaným odrazem.

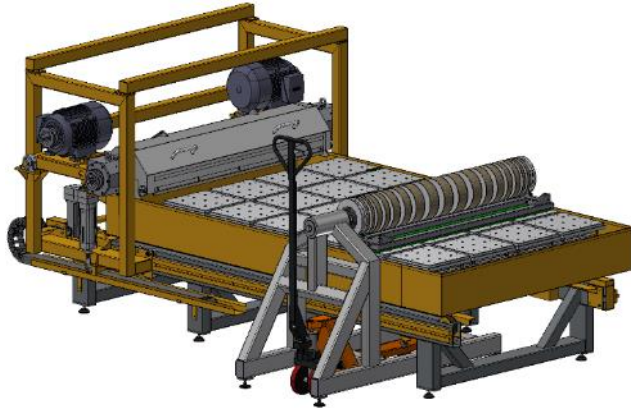
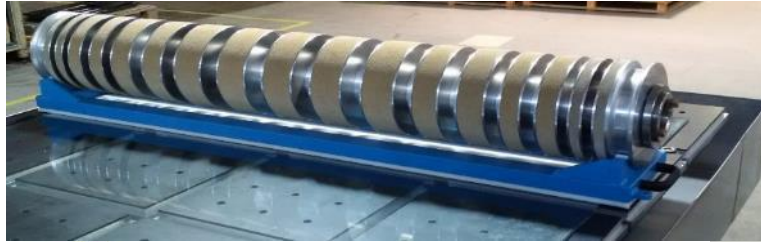


Kontrola tvaru pomocí konfokálních snímačů

Získání 3D obrazu povrchu automobilového skla (24 linií) v taktu 6 s.

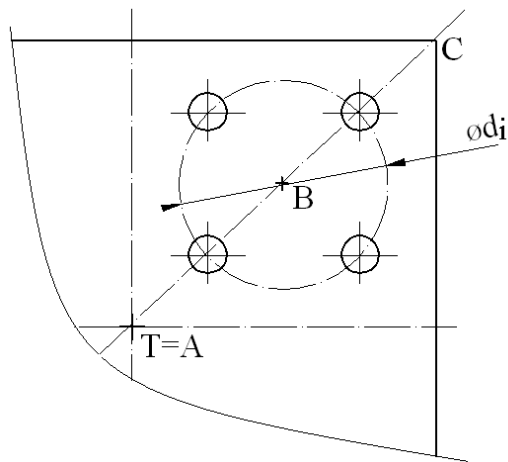


Zařízení pro mechanické matování velkoformátového plochého skla

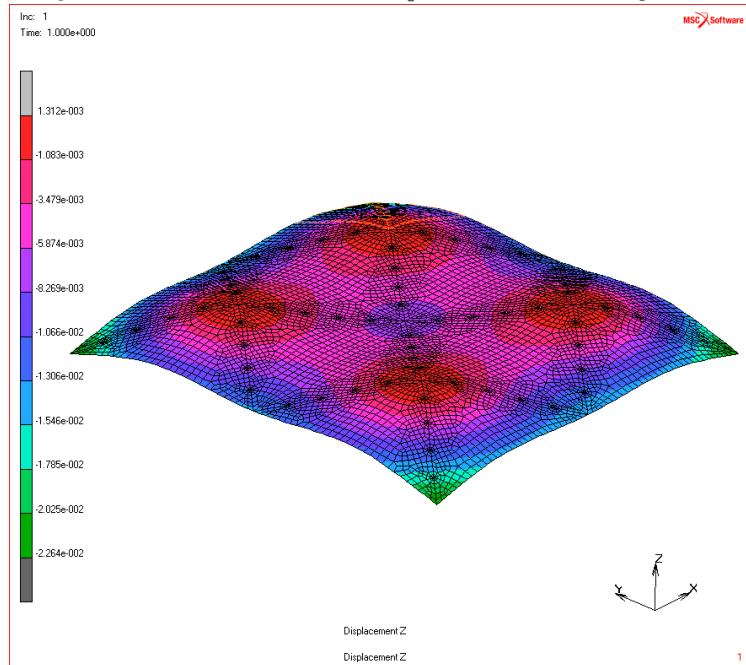


V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

Počítačová simulace kontaktních úloh (Podtlakové úchopné hlavice)



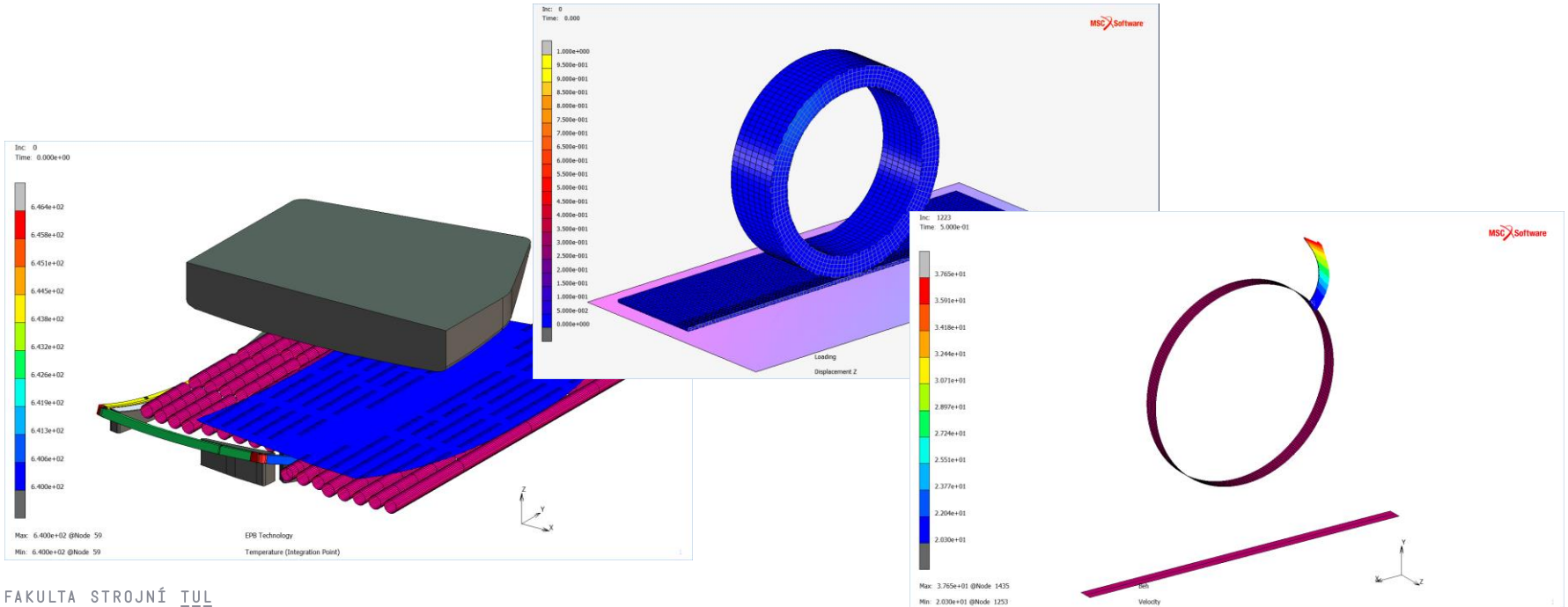
Rozměr tabule 3210 x 3000 mm



Roztečný průměr $d_i = 440$ mm

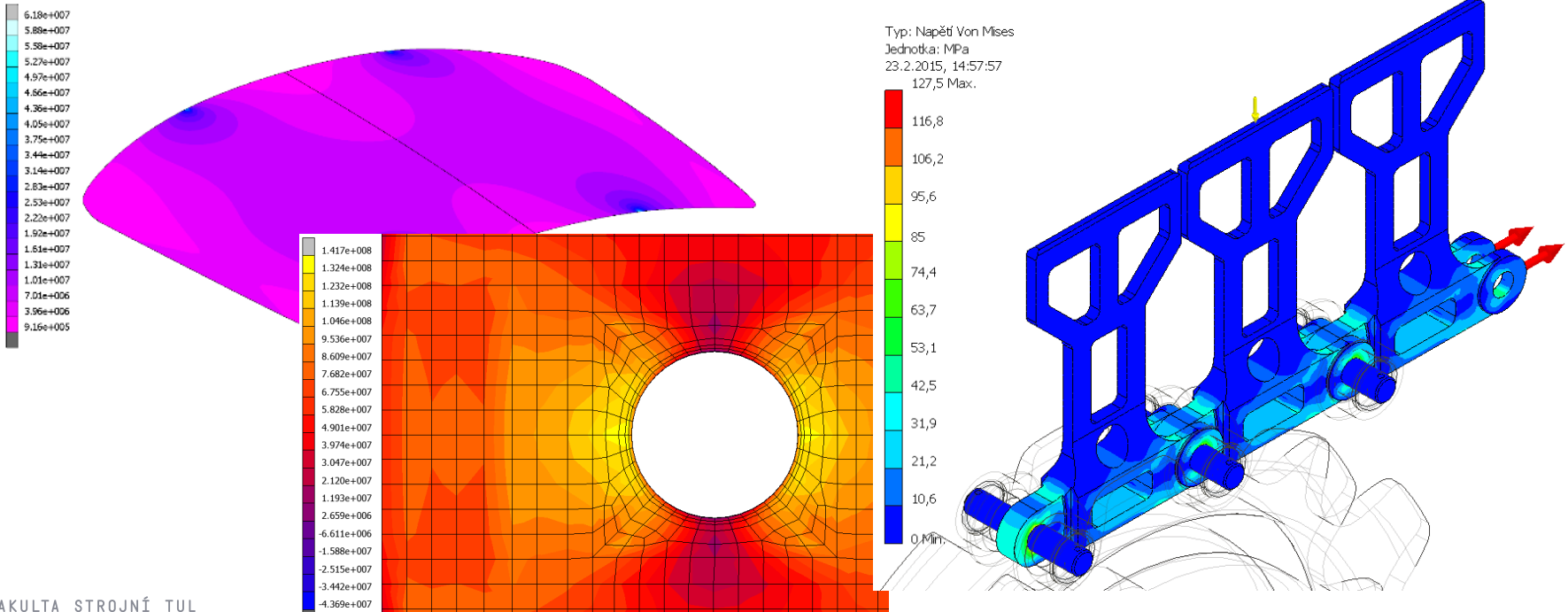
V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

Počítačová simulace technologických procesů ve sklářském průmyslu



V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

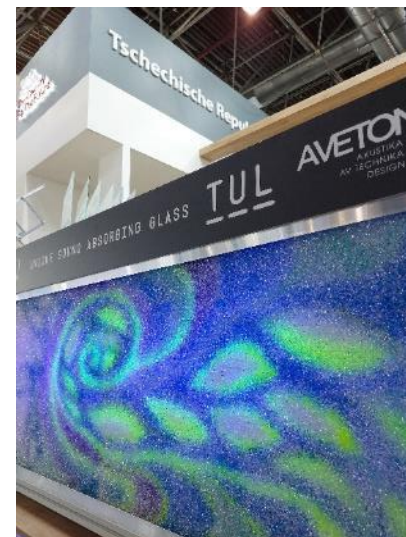
Počítačová simulace technologických procesů ve sklářském průmyslu



V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

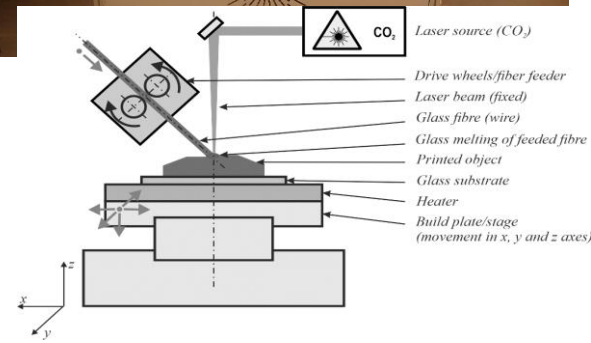
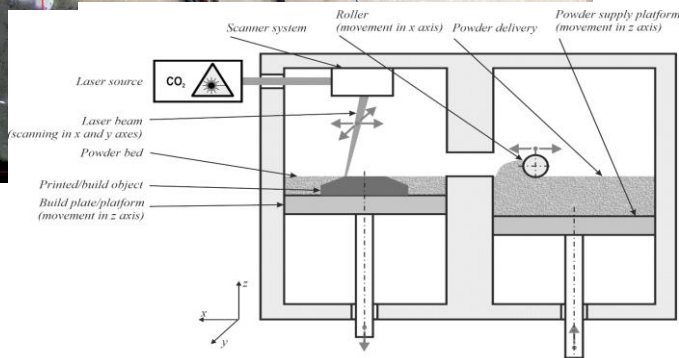
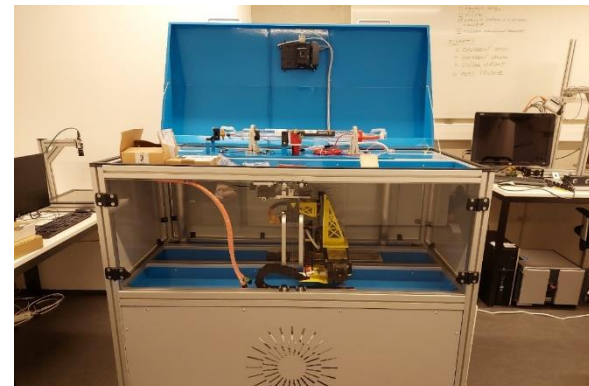
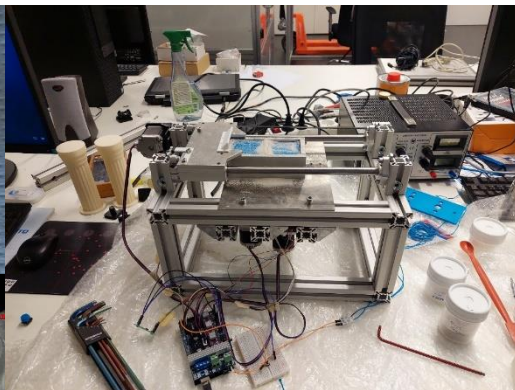
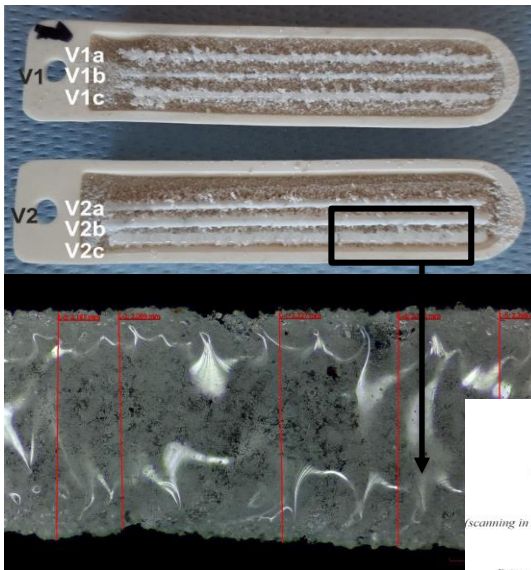
Technologie a materiály

Optimalizace vlastností akustických panelů z recyklovaného křišťálového skla
funkcionalizovaných nanovláknennými aditivami



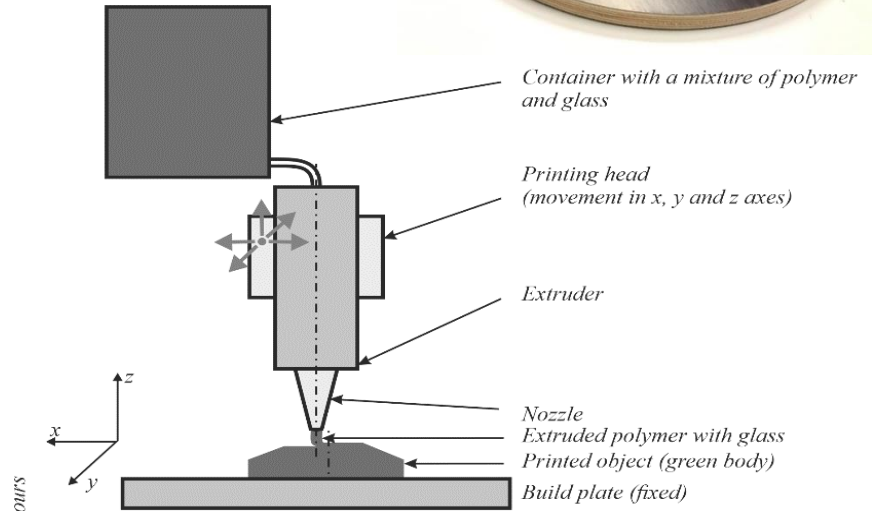
V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

3D tisk a metody mikrotavení skla (techniky SLM a DED)



V současnosti řešené oblasti vědy, výzkumu a vývoje

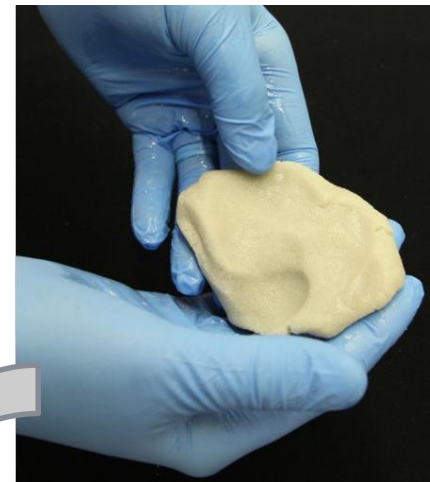
Materiálová extruze – Robocasting



GLASSTICINE (PGP)

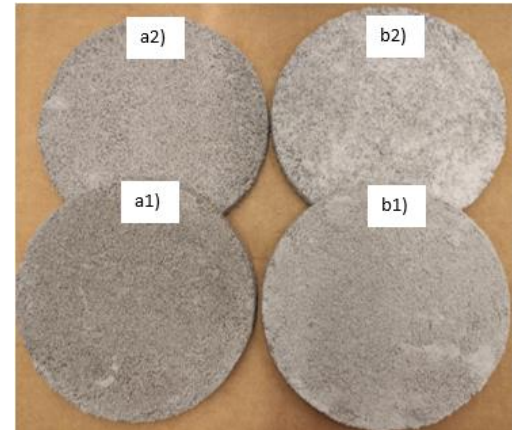
- Sklokeramická porézní hmota
- Vyvinutá na KSR
- Reologické vlastnosti umožňují volné tvarování
- Po sintraci má produkt pevný tvar
- Nese si řadu zajímavých vlastností
- Lze kombinovat se sklem
- Aplikace sklářských barviv

<http://www.baked.glass/>



GLASSTICINE (PGP) – dvě varianty

- PGP PURE
 - Inovativní materiál, čistý SiO_2
 - Barevné varianty – sklářská barviva
- PGP RECYCLED
 - Unikátní, ekologický materiál z odpadního skla



Proč s námi spolupracovat ve vědě, výzkumu a vývoji?

- Máme zkušenosti z řešení praktických problémů a zadaní z průmyslové praxe.
- Dokážeme výsledky základního výzkumu přenést do praxe.
- Širší pohled na danou problematiku nám umožňuje přijít s unikátním řešením.
- Náš přehled nám umožňuje zabývat se výzkumem, na který není v běžné praxi ve firmách čas.
- V rámci univerzity disponujeme dostatečným portfoliem strojů a zařízení.
- Umíme zajistit vše pro přípravu společného projektu nebo voucheru v rámci národních i mezinárodních výzev.
- Umíme řešit zakázky ve spolupráci se zadavatelem a jsme obvykle levnější než soukromé společnosti.

Co neumíme?

- Řešit zakázky na klíč se servisem 24/7.
- Neumíme řešit zakázky „hned“. Na časovém horizontu projektu se ale umíme domluvit.
- Vědu, výzkum a vývoj mimo naše zaměření, ale můžeme poradit, na koho se obrátit.

Současné projekty

- TAČR, TREND: Difúzní a abfúzní prvky z recyklovaného skla pro interaktivní a smart aplikace (FW06010700). Příjemce: Aveton, s.r.o. Řešitel za TUL: Ing. Marie Stará, Ph.D. (2023-2026).
- MPO, OP TAK: Flexibilní technologie robotického broušení a leštění velkoformátových skleněných objektů komplexních tvarů. Příjemce: Polpur™, spol. s r.o. Řešitel za TUL: Ing. Michal Starý, Ph.D. (2023-2026).
- **1. Spin-off na TUL GLASSITECA s.r.o.**



Děkuji za pozornost!



Vlastimil Hotař
Vedoucí Katedry sklářských strojů a robotiky

+420 485 352 929
vlastimil.hotar@tul.cz

