



Škoda Auto Vysoká škola

# Materiálová udržitelnost aditivní výroby

Dílčí projekt Národního centra kompetence  
pro průmyslový 3D tisk realizován v období  
2023 - 2024

prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D. – vedoucí dílčího  
projektu za ŠAVŠ

# Základní informace o projektu



Škoda Auto Vysoká škola

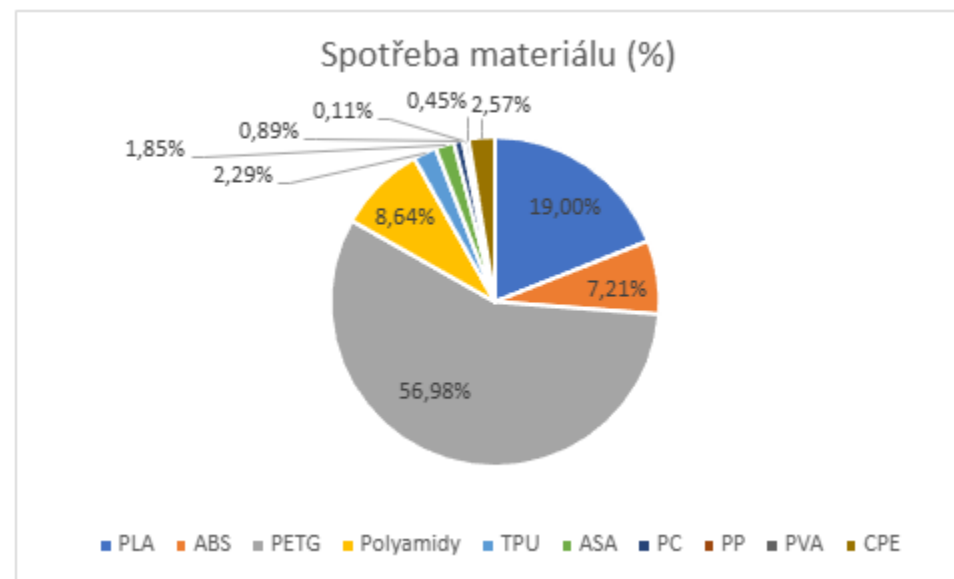
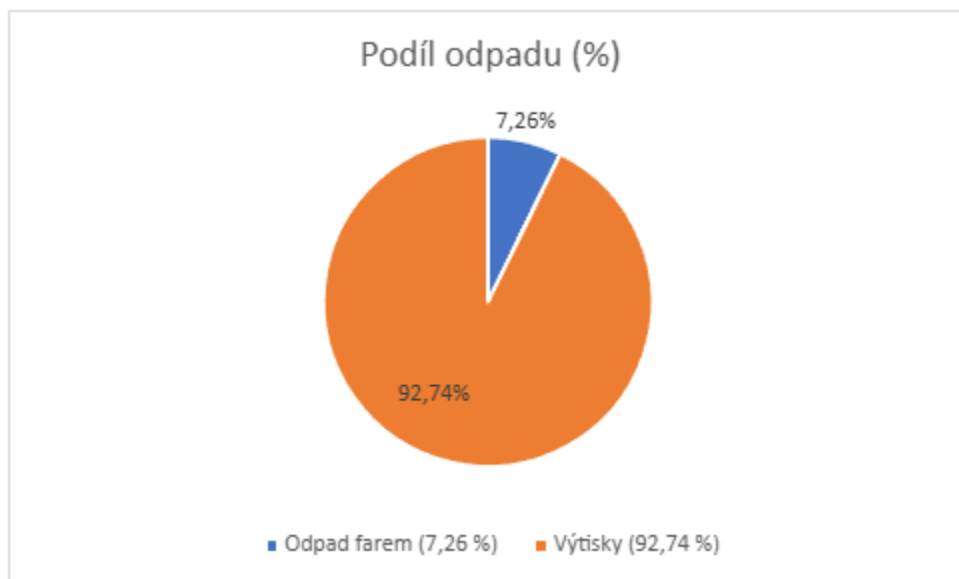
- Cílem bylo minimalizovat odpadní produkty 3D tisku technologií FFF/FMD a jejich negativní environmentální dopady formou návrhu modelu cirkulární ekonomiky založeného na recyklaci odpadu
- Partneři projektu: Technická univerzita v Liberci (koordinátor), Škoda Auto Vysoká škola (ŠAVŠ), Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, České vysoké učení technické v Praze, Škoda Auto a.s. (ŠA), Prusa Polymers a.s.
- Výstupy projektu:
  - Recyklovaný PA 12 ve formě filamentu pro 3D tisk technologií FFF (užitný vzor)
  - Recyklovaná směs PLA/PETg ve formě filamentu pro 3D tisk technologií FFF (užitný vzor)
  - Recyklovaná směs ve formě granulátu pro vstřikování (užitný vzor)
- Členové řešitelského kolektivu za ŠAVŠ: prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D., prof. Ing. Vojtěch Dinybyl, Ph.D., doc. Ing. Pavel Wicher, Ph.D., Ing. Josef Bradáč, Ph.D., Ing. David Staš, Ph.D., Ing. Iveta Němečková, Ph.D., Ing. Marie Tichá (MT KONZULT)
- Projektové aktivity týmu ŠAVŠ a ŠA:
  - Analýza odpadu 3D tisku v oblasti Výroba a logistika ŠA
  - Identifikace typu odpadu a pilotní sběr odpadu
  - Testování filamentu z recyklované směsi PLA/PETg
  - Návrh modelu cirkulární ekonomiky 3D tisku
  - Posouzení environmentálních dopadů odpadu 3D tisku

# Analýza odpadu 3D tisku v oblasti Výroba a logistika ŠA



Škoda Auto Vysoká škola

- Realizace dotazníkového šetření za účasti 20 farem
- Odpad 3D tisku zahrnuje odpad vznikající při tisku (nepovedené výtisky, odstraněné podpory a přetoky při výměně filamentů či začátku výroby apod.) a výtisky po době životnosti, které tvoří majoritní podíl
- V oblasti Výroba a logistika má z pohledu materiálu největší podíl odpad z PETg a PLA





# Identifikace typů odpadu a pilotní sběr odpadu

- Z pohledu legislativy je nutné odpad z 3D tisku separovat do tří skupin:
  - Odpad vznikající při tisku:
    - Odpad není nijak kontaminován a je možné jej recyklovat
    - Pilotní sběr na farmách oblasti Výroba a logistika ukázal, že lze sbírat 100 % uvedeného odpadu
    - Sběr a separace tohoto odpadu jsou bezproblémové
  - Výtisky po době životnosti určené pro stroje a zařízení:
    - Hrozí riziko znečištění odpadu (např. mazivy) a proto je nutné s ním nakládat jako s nebezpečným odpadem
    - Sběr tohoto typu odpadu a jeho separace od ostatního nebezpečného odpadu není v praxi realizovatelná
    - Odpad byl klasifikován jako nerecyklovatelný
  - Ostatní výtisky po době životnosti (výtisky pro přípravu výroby, logistiku apod.):
    - Nehrozí riziko znečištění, a proto je možné je recyklovat
    - Pilotní sběr ukázal, že lze zajistit sběr většiny tohoto odpadu (cca 80 %)

# Testování filamentu z recyklované směsi PLA/PETg

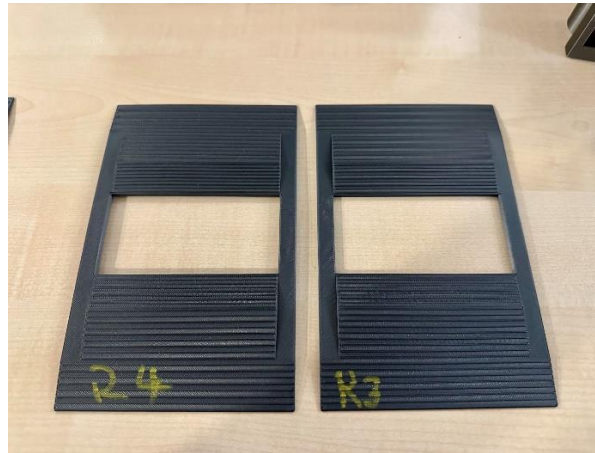


Škoda Auto Vysoká škola

- Vyvinutý recyklovaný filament na bázi PLA/PETg byl testován na vybraných aplikacích v ŠA
- Byla posuzována tisknutelnost a kvalita výtisků ve srovnání s dosud využívanými originálními filamenty
- Celkově lze konstatovat, že recyklovaný filament je srovnatelný s originálními filamenty



Držák digitálního štítku



Zarážka vozíků

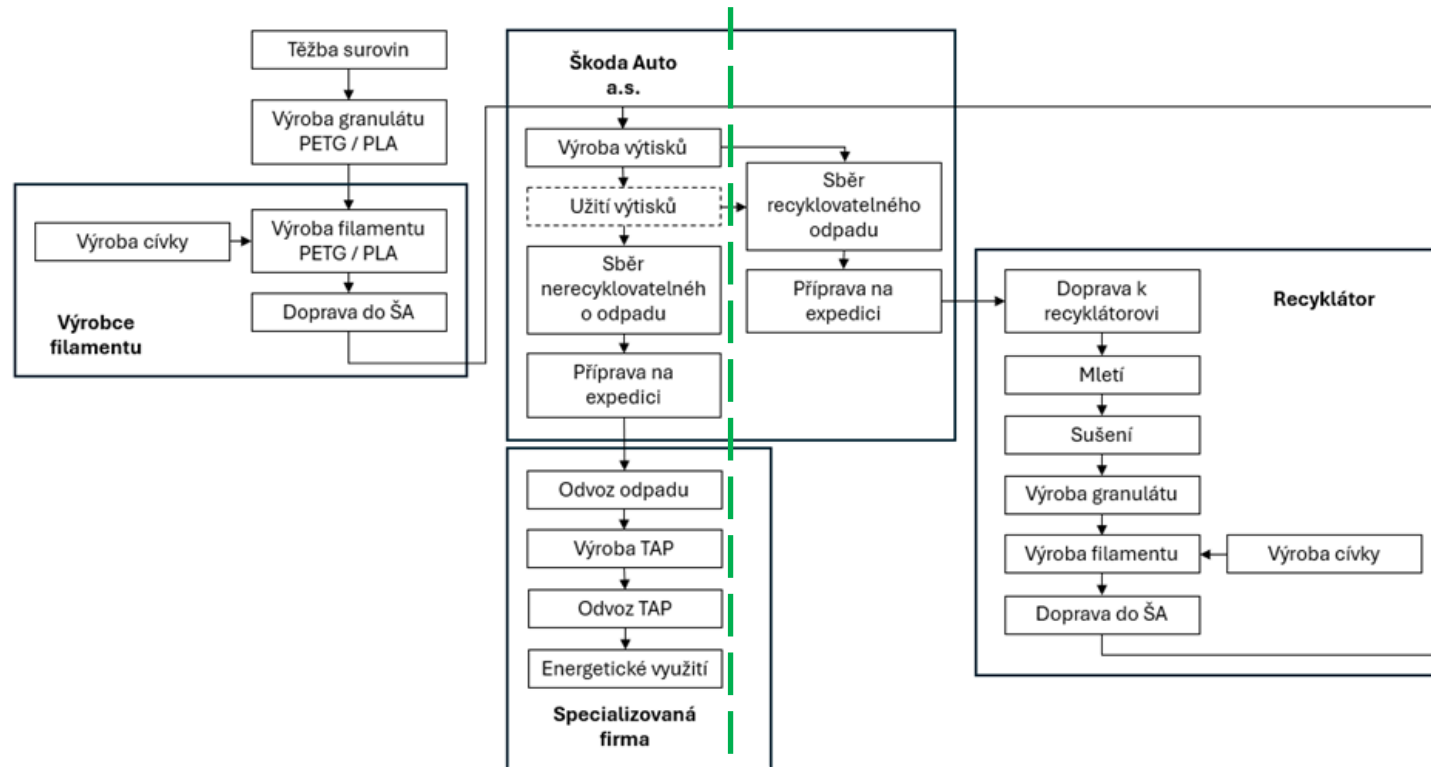


Držák klávesnic  
pro manipulační  
techniku

# Návrh modelu cirkulární ekonomiky 3D tisku



- Současný systém zpracování odpadu 3D tisku je založen na principech lineární ekonomiky – nákup filamentu, výroba výtisků, sběr odpadu a likvidace odpadu specializovanou firmou (výroba TAP a jeho energetické využití)
- Model cirkulární ekonomiky zahrnuje výrobu výtisků, sběr recyklovatelného odpadu, výrobu recyklovaného filamentu Technickou univerzitou v Liberci a jeho opětovné využití pro výrobu výtisků



Lineární ekonomika pro nerecyklovatelný odpad

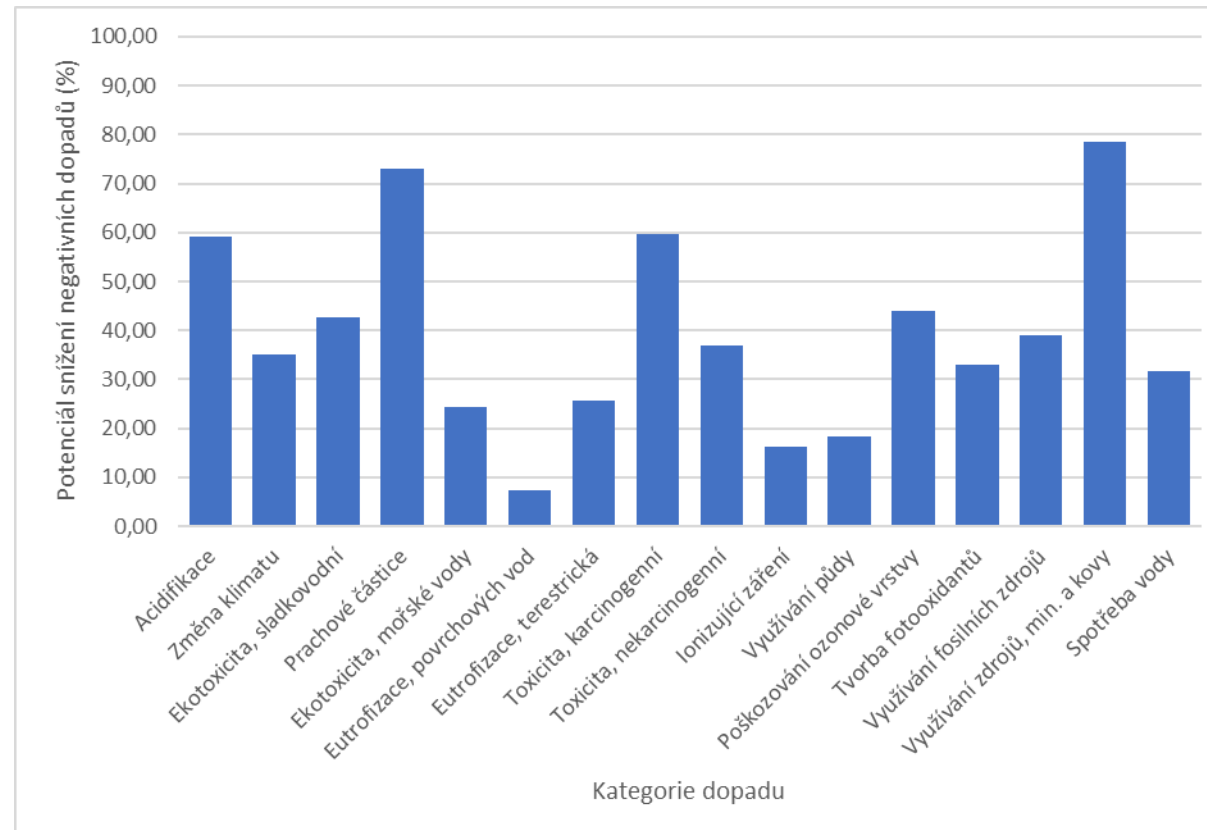
Cirkulární ekonomika pro recyklovatelný odpad

# Posouzení environmentálních dopadů odpadu 3D tisku



Škoda Auto Vysoká škola

- Environmentální dopady byly zkoumány pomocí metody LCA (Life Cycle Assessment)
- Byl kvantifikován environmentální dopad dílčích částí životního cyklu 3D výtisků pro lineární model – největší negativní dopady přináší těžba surovin a výroba granulátu, výroba filamentu a výroba výtisků
- Byl stanoven teoretický potenciál snížení environmentálních dopadů po zavedení modelu cirkulární ekonomiky:





Škoda Auto Vysoká škola

# Děkuji za pozornost

prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.

vedoucí katedry řízení výroby, logistiky a kvality

radim.lenort@savs.cz

[www.savs.cz](http://www.savs.cz)