

Technická zpráva – Funkční vzorek

12.6.2025

Autoři:	Ing. Jakub Klimošek ^a , Ing. Matěj Filip ^b , prof. Dr. Ing. Juraj Kosek ^a , Dušan Kováč ^b a) Vysoká škola chemicko-technologická b) Simple Engineering s.r.o.
Název česky:	Frakcionační aparatura pro zhodnocení až 100 g směsného plastového materiálu
Název anglicky:	Fractionation apparatus scale-up to 100 g plastic material batch to process multimaterial plastics
Klíčová slova česky:	Recyklace, Udržitelnost, Plasty, Automatizace
Klíčová slova anglicky:	Recycling, Sustainability, Plastics, Automation

Abstrakt česky:

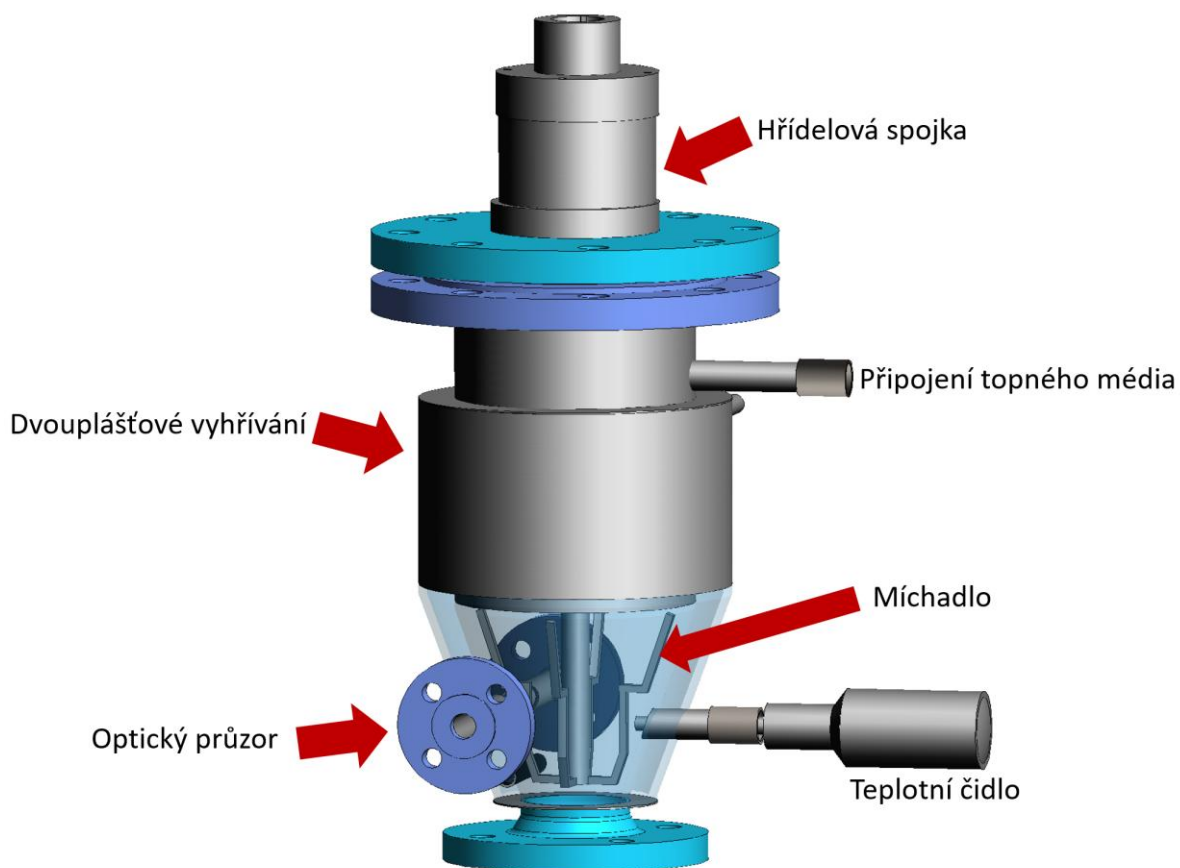
Předkládaný funkční vzorek reprezentuje pokročilou fázi vývoje technologie pro udržitelnou recyklaci plastů, založenou na principu **selektivního rozpouštění**. Zařízení bylo koncipováno s cílem efektivně separovat kompozitní materiály a valorizovat degradované jednodruhové plasty, což představuje klíčovou odpověď na současné výzvy v odpadovém hospodářství. Typickým příkladem problematických materiálů jsou směsné textilie či vícevrstvé potravinové obaly, u nichž mechanická separace selhává. Hlavním přínosem tohoto modelu je **zvětšení procesní kapacity na 100 g vsádky**. Tento posun z laboratorního mikroměřítko je kritický pro následnou charakterizaci recyklátu, neboť umožňuje provádět standardizované materiálové zkoušky vyžadující větší objem vzorku (např. měření indexu toku taveniny), které u předchozích menších modelů nebyly realizovatelné.

Abstrakt anglicky:

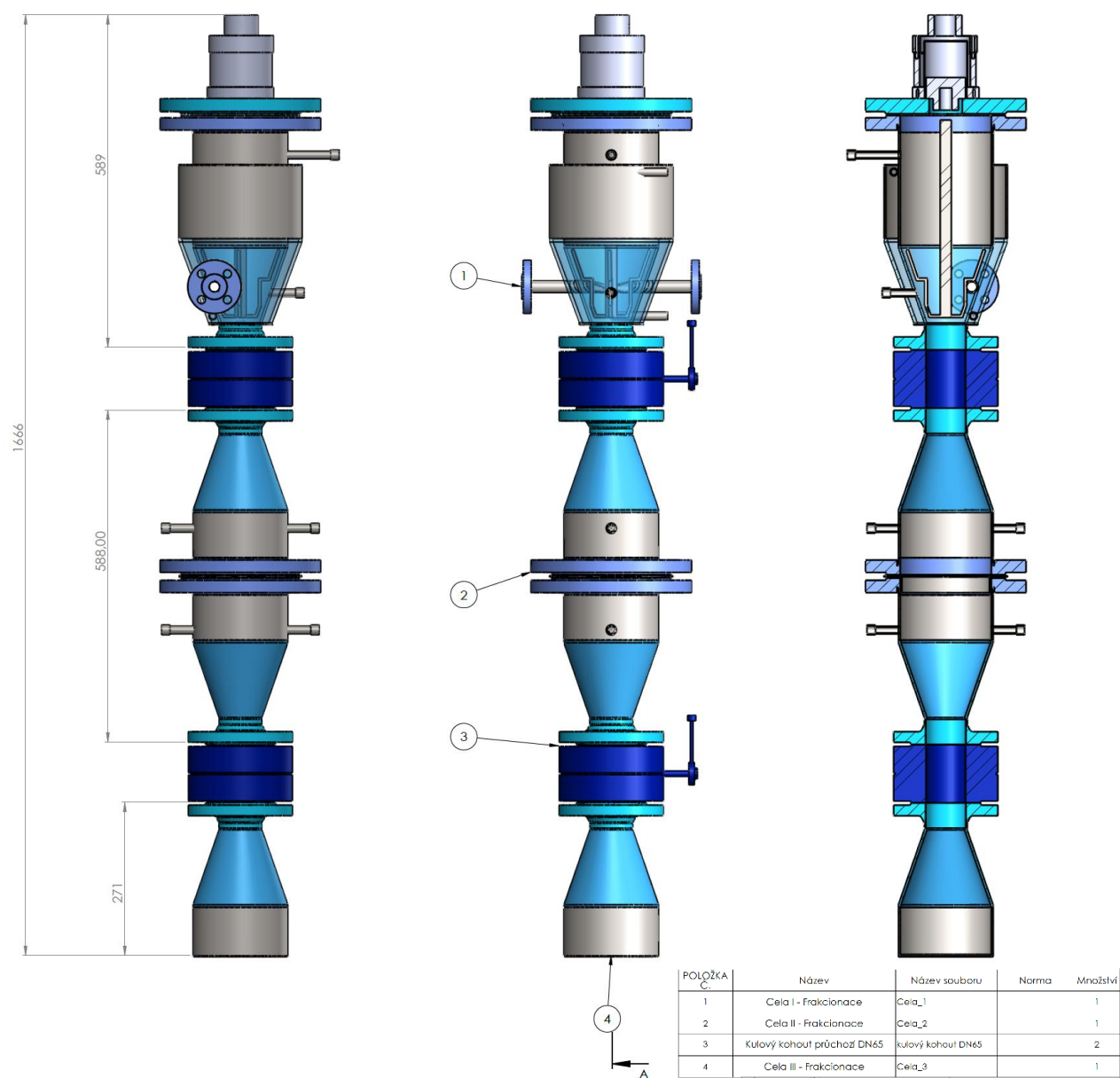
The presented functional specimen represents an advanced stage in the development of a sustainable plastic recycling technology based on **selective dissolution**. The device was designed to effectively separate composite materials and valorize degraded monomaterials, addressing key challenges in current waste management. Typical examples of such problematic materials include blended textiles or multilayer food packaging, where conventional mechanical separation fails. The primary contribution of this model is an **increase in processing capacity to 100 g batches**. This transition from the laboratory-scale is critical for subsequent characterization of the recycle. It enables the execution of standardized material tests requiring larger sample volumes (such as Melt Flow Index measurements), which were not feasible with previous, smaller-scale models.

Popis funkčního vzorku:

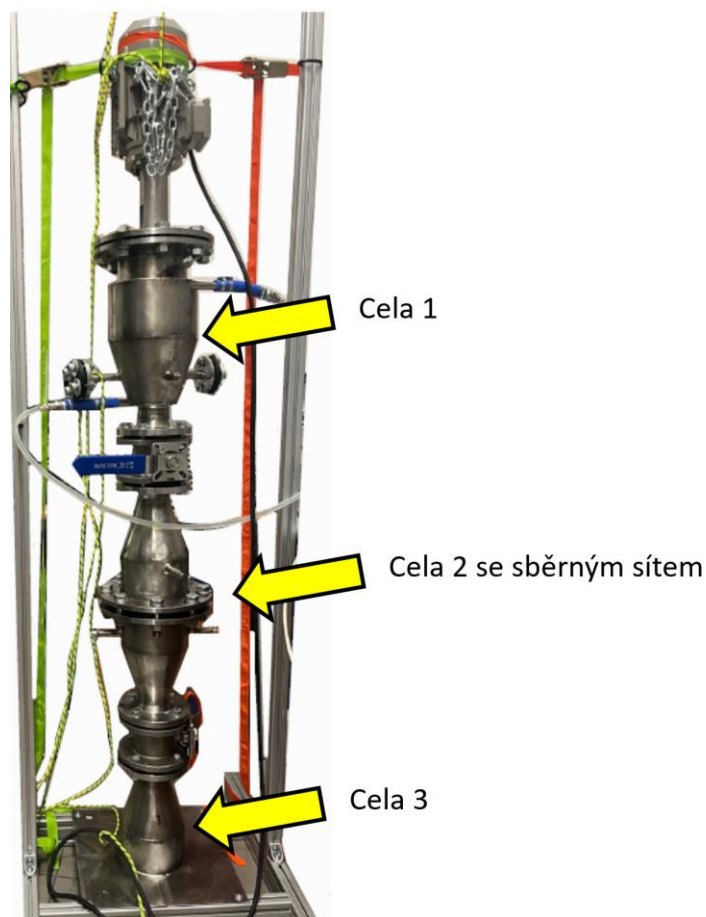
Na **obrázku 1 a 2** je představeno schéma a fotodokumentace scale-upu frakcionační aparatury, která se skládá ze tří hlavních komor. V horní komoře probíhá rozpouštění vsádky plastového materiálu ve zvoleném rozpouštědle při definované teplotě a tlaku (max 150°C a 7 bar). Po rozpouštění následuje řízené chlazení do bodu, kdy je směs čerpána přes nerezový filtr, na kterém je zachycena část polymerního materiálu, a to méně rozpustný polymer. Turbiditu systému lze pozorovat zkr průzory v nádobě. Vyhřívání hlavní cely je realizováno temperovaným olejem proudící ve dvojitém plášti nádoby.



Obrázek 1: Schéma automatizované frakcionační aparatury.



Obrázek 2: Schéma uspořádání sestavené frakcionační aparatury.



Obrázek 3: Fotografie frakcionační aparatury

Technická specifikace:

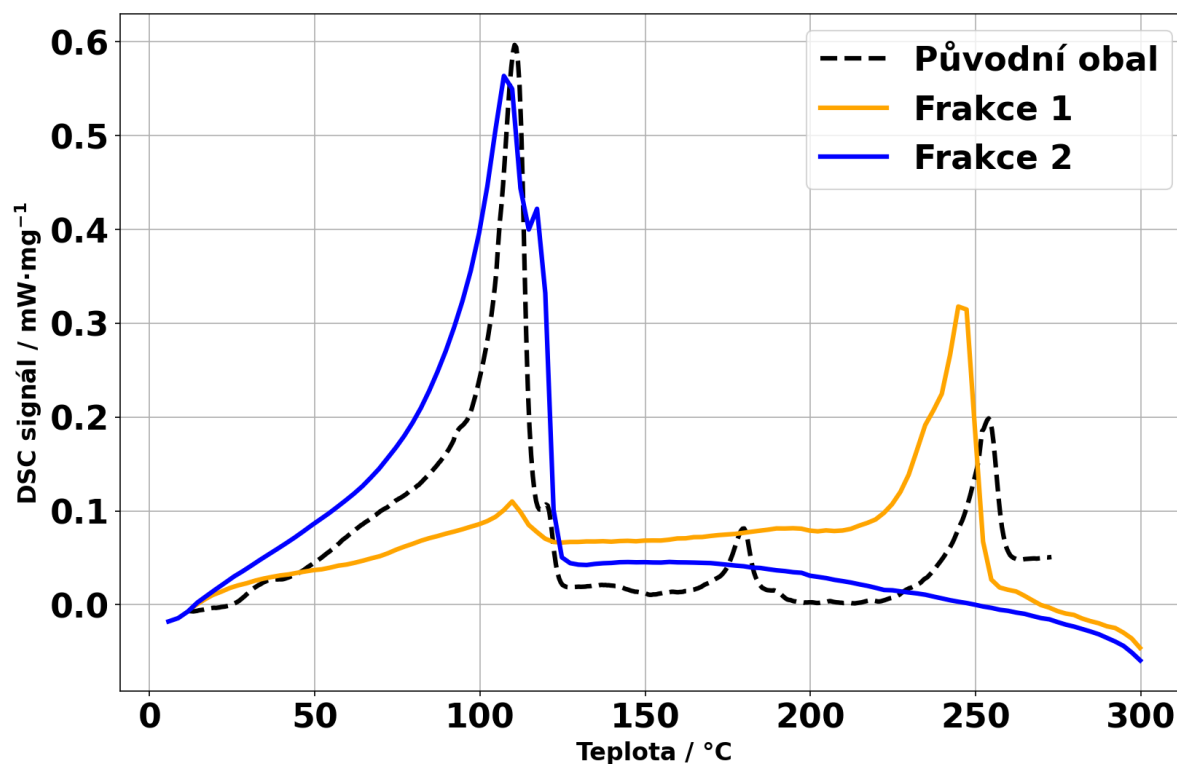
Cela byla navržena ve spolupráci s partnerem projektu Simple Engineering s.r.o.. Je vyrobená z nereové oceli a jednotlivé dílce lze rozebrat pro údržbu či výměnu vzorků. Objem nádoby je cca 3 dm³ a maximální teplota systému je 150 °C při tlaku 7 bar. Jednotlivé nádoby jsou spojeny pomocí kulových ventilů DN65.

Ukázka experimentálních dat:

Praktickou demonstraci frakcionační metody na komerčně dostupném odpadu představuje zpracování obalu od sýra. Jednalo se o typický příklad obtížně recyklovatelného kompozitu, tvořeného laminovanými vrstvami polyethylenu (PE) a polyethylentereftalátu (PET). Vstupní analýza pomocí diferenční skenovací kalorimetrie (DSC) u původního vzorku jednoznačně identifikovala přítomnost obou polymerních fází, což se na termogramu projevilo charakteristickými píky tání obou materiálů.

Pro experiment bylo v novém zařízení zpracováno přibližně **90 g tohoto odpadního materiálu**, což odpovídá cílové kapacitě funkčního vzorku. Proces separace probíhal metodou selektivního rozpouštění, jehož cílem bylo izolovat jednotlivé složky bez degradace polymerních řetězců.

Úspěšnost separace byla následně ověřena analýzou získaných frakcí (recyklátů). Jak ukazuje **Obrázek 4**, u izolované PE frakce zcela vymizel signál odpovídající PET složce a u PET frakce byl detekován minortní podíl PE. Tento výsledek potvrzuje, že navržený proces dokáže efektivně rozrušit vazbu mezi vrstvami kompozitu a získat zpět jednodruhovou surovinu vhodnou pro další využití.



Obrázek 4: Analýza více-vrstvého obalu a získaných frakcí analyzovaných pomocí DSC metody.

Poděkování

Tento funkční vzorek byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Národní centra kompetence, projekt Národní centrum kompetence polymerních materiálů a technologií pro 21. století, registrační číslo projektu TN02000051 (DP013).