



Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Výroba filamentu recyklací plastu

Marek Frolík, Ondřej Hamouz

**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola, Kladno
Jana Palacha 1840, Kladno**

Autor: Frolík Marek - frolikm@spskladno.cz
Hamouz Ondřej - ohamouz@seznam.cz

Název projektu: Výroba filamentu recykací plastu

Kategorie projektu: Enersol a praxe

Škola: SPŠ a VOŠ Kladno, Jana Palacha 1840

Obor, ročník studia: Automatizační technika, 2. ročník

Vedoucí práce, koordinátor: Miroslav Špinka - spinka@spskladno.cz tel: 602100833

Spolupracující firma: PROFILAS s.r.o.

Poradce: Ing. Blanka Beranová tel: 774822385

Počet stran: 11

Školní rok: 2023/24

Anotace:

Tato práce se zabývá problematikou odpadů a jejich recyklací. Cílem recyklace je znovu využití materiálu z produktů určených ke zničení, to ve většině případů vyžaduje nákladný svoz a náročné ruční třídění materiálu. Náš projekt navrhuje řešení, jak přesunout veškeré procedury spojené s recyklací a znovu použitím materiálu do našich domovů. Díky tomu eliminovat nutnost neustálého převážení odpadu a vytváření zplodin tím způsobených. Vyrobili jsme stroj umožňující recyklaci jednoho z nejběžnějších plastových odpadů v domácnosti, PET lahví, na filament použitelný ve 3D tiskárnách, které se za několik posledních let staly z nákladného a náročného hobby součástí našich životů.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu zdrojů. Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžního projektu jsou shodné. Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Kladně dne: 3.1.2024

Podpis:

Vyjádření spolupracující firmy:

Při zavedení plastů do běžného života lidé primárně neřešili jejich likvidaci, ale pouze užitnou hodnotu. S nárůstem jejich extrémní produkce se však likvidace plastů stala jedním z hlavních úkolů populace. Hledají se ekologické způsoby nejen jejich likvidace, ale především recyklace. Myšlenka využít použité PET lahve jako zdroj vstupního materiálu pro rychle se rozvíjející moderní technologie, jakými je 3D tisk, je určitě krok správným směrem. Autoři projektu při jeho realizaci projevili nejen ekologické myšlení, ale i vlastní kreativitu a konstrukční nápaditost. Navržené zařízení bude rozhodně prakticky využitelné.

Poděkování

Děkujeme Ing. Blance Beranové a firmě Profilas s.r.o za vlídnou a rychlou spolupráci, Ing. Miroslavu Dundrovi za umožnění tohoto projektu a také Miroslavu Špinkovi za celkovou organizaci a odborné vedení.

Obsah

1. Úvod	2
2. Proč zrovna PET lahve	3
3. Náš prototyp	3
3.1. Popis našeho prototypu	3
4. Postup při výrobě filamentu	5
4.1. Úprava PET lahve	5
4.2. Práce se strojem	5
4.3. Výsledek	6
5. Recyklace PET lahví v České republice	6
6. Další způsob recyklované výroby filamentu	6
7. Závěr.....	7
8. Zdroje	8

1. Úvod

V současné době je významným problémem produkování velkého množství plastového odpadu. Jedno řešení tohoto problému je recyklace neboli opětovné využití plastů. S narůstajícím trendem využívání 3D tiskáren, které z plastového filamentu vyrábějí věci jakýchkoli tvarů a barev, nás napadlo, že pokud by se z plastového odpadu mohl vyrobit filament, zajistila by se tím recyklace značného množství odpadů. Pokud by tento způsob recyklace byl dostatečně jednoduchý a recykloval by se snadno dostupný odpad, mohl by si každý vyrobit doma z odpadu filament a odpad by neskončil na skládce. Tím by se také snížily náklady na výrobu nového filamentu včetně nutnosti jeho přepravy. My jsme si pro ukázkou připravili recyklaci PET lahví z důvodu, který vám později představíme. V České republice je tato recyklace výhodná spíše kvůli nezávislosti na koupi nového filamentu, neboť 82% PET lahví v ČR je již recyklováno, ale v ekonomicky méně rozvinutých zemích by naše recyklace měla větší smysl i proto, že by zabránila vysypávání odpadu do řek. Přestože se recyklace obecně považuje za přínosnou, vyvstává u ní několik otázek, které se vztahují i na náš projekt. Ty nejdůležitější jsou:

1. Je taková recyklace možná?
2. Jak náročná je taková recyklace?
3. Vyplatí se taková recyklace?

Toto téma jsme si vybrali, neboť nás zaujala recyklace a chtěli jsme ji spojit s naším koníčkem, kterým je 3D tisk. Také nás lákala možnost soběstačnosti a úspora kupovaného filamentu. Proto jsme taky tento projekt zařadili do programu Enersol 2024 „Hospodaření s odpady“.

2. Proč zrovna PET lahve

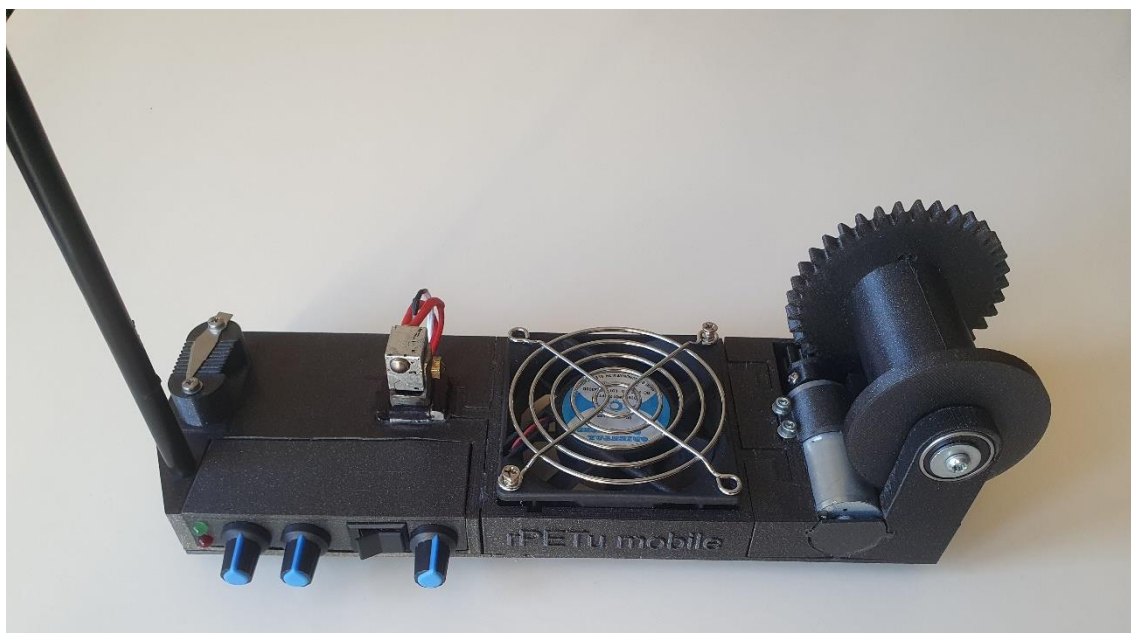
Při recyklaci plastového odpadu na filament, je zapotřebí dbát na ryzost recyklovaného materiálu a konzistentní rozměry výsledného filamentu, pokud toto není dodrženo, produkt vytištěný s tímto filamentem nemá potřebnou kvalitu, nebo z něj ani není možné tisknout. My jsme si zvolili materiál PET (polyethylentereftalát), neboť má teplotu tání v mezích běžné 3D tiskárny, zároveň disponuje skvělými mechanickými vlastnostmi. Nevyužité PET lahve se často vyskytují jako odpad.

3. Naš prototyp

Při výrobě filamentu je potřeba dodržet určité parametry. Tím nejdůležitějším je konstantní průřez filamentu. Ve chvíli, kdyby se průřez filamentu příliš zvětšil nebo zmenšil, neměl by finální vytištěný produkt potřebnou kvalitu, nebo by s ním ani nebylo možné tisknout.

Z tohoto důvodu jsme sestavili prototyp recyklační stanice, který nám umožní vyrábět filament z PET lahví poměrně jednoduchým a rychlým způsobem. Samotný prototyp je téměř celý vytištěn na 3D tiskárně.

3.1. Popis našeho prototypu



Obrázek 1 - Naš prototyp
Zdroj: vlastní

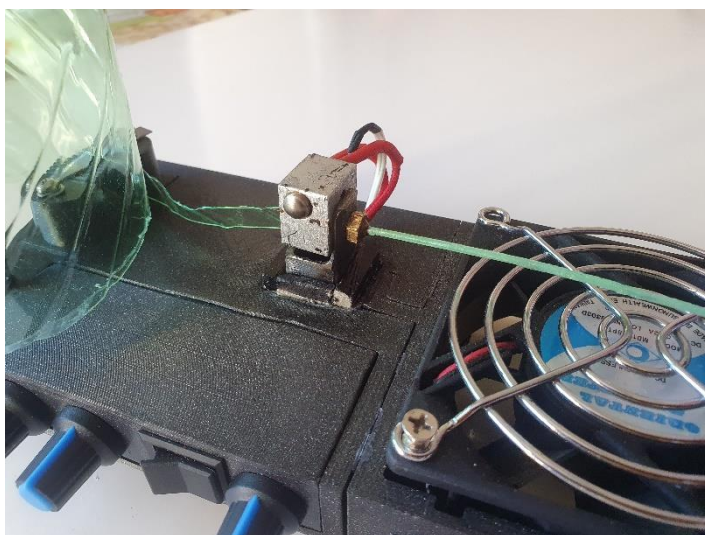
Pro jednoduchost rozdělíme popis našeho prototypu na tři segmenty:

Řezací segment - tato část se skládá z nože, který rozřezává PET lahev na centimetrové proužky, které jsou dále natahovány do trysky.



Obrázek 2 - Řezací segment
Zdroj: Vlastní

Tryskový segment - skládá se z nahříváné kovové trubičky, která se zužuje do trychtýřovitého tvaru. Skrz tuto část je protahován proužek PET lahve, jenž se v trysce přetvaruje na 1.8 mm široký filament, který je následně ochlazován ventilátorem. Teplota trysky je nižší než teplota tavení materiálu PET. Díky tomu se PET proužek neroztaví, ale pouze ohne do válcovitého tvaru.



Obrázek 3 - Tryskový segment
Zdroj: vlastní

Navijákový segment - v této části dochází k navíjení a natahování již hotového recyklovaného filamentu. Díky této části se stále odřezává proužek z PET lahve a je opětovně protahován tryškou a navíjen na špulku, kterou lze posléze možné vyjmout a následně využít pro 3D tisk.



Obrázek 4 - Navijákový segment
Zdroj: vlastní

Celý prototyp je napájen 12V zdrojem.

4. Postup při výrobě filamentu

4.1. Úprava PET lahve

PET lahev musíme nejdříve vymýt a vysušit. Poté PET lahev natlakujeme a nahřejeme, díky čemuž se zbavíme větších hrbolů na PET lahvi a zvětšíme objem, aby stěna PET lahve byla tenčí. Nakonec odstraníme spodní část PET lahve, která je v našem prototypu bez využití.

4.2. Práce se strojem

Před vložením PET lahve do prototypu je potřeba nahřát tryšku na požadovanou teplotu, která je 150-160 stupňů Celsia. Po nahřátí trysky nasadíme PET lahev na úchytné zařízení a řezacím nástrojem v místě, kde jsme u lahve odstranili spodní nevyužitelnou část, nařízneme počáteční proužek. Ten následně protáhneme skrz tryšku, upevníme na naviják a spustíme navíjení.

4.3. Výsledek

Poté, co náš prototyp zpracuje celou použitelnou část PET lahve, dokážeme z dvoulitrové PET lahve, o hmotnosti 48 gramů, získat přibližně 40 gramů filamentu, který můžeme rovnou použít ke 3D tisku, anebo můžeme celý proces opakovat s další PET lahví a filamenty posléze spojit, tím získáme delší roli filamentu.

5. Recyklace PET lahví v České republice

V České republice je sběr PET lahví prováděn prostřednictvím tříděného odpadu. Díky třídění odpadů pomocí žlutých kontejnerů v České republice je možné tento materiál velice snadno vytrídít. Obsah žlutých kontejnerů putuje na třídící linku, kde se ručně třídí. Při třídění PET lahví je důležitá i jejich barva. PET lahve se následně rozdrtí na jemné vločky. Po důsledném vyčištění těchto vloček, což se děje opakovaným vymýváním a sušením, vločky putují do granulátoru, kde za zvýšené teploty a tlaku vznikají jednotlivé granule plastu. Ty následně putují k jednotlivým odběratelům a vznikají nové PET lahve, textilní vlákna atd.

Při třídění PET lahví se v České republice vytrídí až 82 % všech prodaných PET lahví.

6. Další způsob recyklované výroby filamentu

Další způsob jak recyklovat plasty a vyrábět z nich filament je extrudace (vytlačování). Tato metoda je používanější, ale je složitější, náročnější a kvůli tomu dražší než způsob recyklace, který jsme vám předvedli my. Na druhou stranu má řadu výhod, které jsou pro některé velké firmy motivací k investování do této metody. Základem této metody je tryska, která je nahřívaná na teplotu tání extrudovaného materiálu. Do této trysky je šroubovicí konstantně vtlačován extrudující materiál v podobě pilin nebo granulí. Při použití této metody je potřeba nejdříve recyklovaný materiál rozdrtit na jemné piliny. Největší výhodou této metody je možnost recyklovat obrovské množství typů plastů, pokud není materiál kontaminovaný. Profesionální linky využívající tuto metodu dosahují velkých rozměrů a jsou velmi drahé.



Obrázek 5 - Extrudér Zdroj:

https://www.uddeholm.com/app/uploads/sites/49/2022/09/uddeholm_steel-application_extrusion-of-plastic.jpg

7. Závěr

Naše práce na tomto projektu nám přinesla řadu nových vědomostí a zkušeností. Zdokonalili jsme se v 3D modelování a 3D tisku, seznámili se s typy plastů a jejich modifikátorů používaných pro výrobu tiskových strun. Zjistili jsme, jaké metody se používají pro výrobu a recyklaci filamentu. Nejdůležitější částí našeho projektu bylo navržení a sestavení stroje na recyklaci PET lahví na filament, jeho otestování a následné vylepšování. Dle naší rešerše je takto vyrobený filament po úpravě tiskových nastavení bez problému použitelný pro tisk nových výrobků. Podařilo se nám vyrobit několik metrů filamentu. Díky tomuto projektu jsme získali přístup k recyklovanému filamentu, který má sice horší kvalitu, ale zato je velmi levný.

8. Zdroje

Recyklace PET lahví [online]. ECOSERVIS výkup a likvidace odpadů, 2023. [cit. 2024-01-02].

Dostupné na: <https://ecoservis.eu/recyklace-pet-lahvi/>

Vytlačování (Extruze) plastů [online]. UDDEHOLM, 2023. [cit. 2024-01-02].

Dostupné na: <https://www.uddeholm.com/czech/cs/applications/vytlacovani-extruze-plastu/>