

VYUŽITÍ 3D TISKU VE VÝUCE PROGRAMOVÁNÍ

JURIČEK Miroslav, CZ
KUDLÁČEK Štěpán, CZ
KLEMENT Milan, CZ

Resumé

Integrace 3D tisku do vzdělávacího procesu přináší příležitost k rozvoji informatického myšlení a mezipředmětových vazeb (STEM/STEAM). Tento koncept umožňuje především pochopení moderních digitálních přístrojů, ale také je směřuje k řešení problémů z oblasti algoritmizace a programování novým způsobem.

Jedním z těchto způsobů je možnost analýzy G-code, který je generován 3D tiskovým programem (tzv. slicerem), s programovacími jazyky jako jsou C nebo Python, neboť mají některé společné znaky. Pokud učitel nebude chtít začlenit přímo tvorbu vlastních g-kódů do výuky může pracovat s variantou editace g-kódu poskytnutého slicerem, jako je například změna koncové pozice extruderu tiskárny, nebo psaní jednoduchých g-kódů pro lineární posun pozice extruderu. Právě o možnostech integrace G-code do výuky algoritmizace a programování pojednává předložená stat'.

Klíčová slova: 3D tisk, informatické myšlení, slicer, G-code.

USE OF 3D PRINTING IN PROGRAMMING EDUCATION

Abstract

The integration of 3D printing into the educational process provides an opportunity to develop computational thinking and cross-curricular links (STEM/STEAM). This concept enables, first of all, the understanding of modern digital devices, but also directs them to solve problems in the field of algorithmization and programming in a new way.

One of these ways is the possibility of analyzing G-code, which is generated by a 3D printing program (called a slicer), with programming languages such as C or Python, as they share some common features. If the teacher does not want to directly incorporate the creation of custom g-code into the lesson, he or she can work with a variant of editing the g-code provided by the slicer, such as changing the end position of the printer extruder, or writing simple g-codes to linearly shift the extruder position. It is the possibilities of integrating G-code into the teaching of algorithmization and programming that the present paper discusses.

Key words: 3D printing, computational thinking, slicer, G-code.

Úvod

Klement (2023) upozorňuje, že technologie jsou nedílnou součástí našeho každodenního života. Je tedy vysoce pravděpodobné, že s námi zůstanou už navždy, a právě proto je klíčové, aby každý jedinec měl potřebné technické znalosti a dovednosti, které mu umožní najít své místo ve společnosti. Vzdělávací systémy by měly na tento vývoj pružně reagovat a zajistit, aby každý jedinec získal základní technické vzdělání.

V oblasti programování je velké množství možností využití mezipředmětových vazeb s předměty jako jsou matematika, nebo technické činnosti, které nemusejí být na první pohled zřejmé. Jednou z těchto možností je rozvoj informatického myšlení pomocí pochopení funkce 3D tiskárny a tvorby nebo modifikace g-kódů. Pro pochopení základních principů je nutná znalost z matematiky v oblasti kartézské soustavy souřadnic, základů algoritmizace z oblasti informatiky, až po anglický jazyk, který popisuje dílčí funkce.

1 Informatické myšlení

V souvislosti se zaváděním nových rámcových vzdělávacích programů pro základní školy a víceletá gymnázia nahrazuje dřívější oblasti označované v kurikulárních dokumentech jako *informační a komunikační technologie*, *informatika a informační a komunikační technologie* nový obor informatika. Základem je rozvoj informatického myšlení a porozumění principům digitálních technologií. Nezávisle na vzdělávacím stupni je tato nová oblast složena ze čtyř tematických celků – *Data, informace a modelování, Algoritmizace a programování, Informační systémy a Digitální technologie* (RVP ZV, 2023; RVP G, 2021). Pro tematický celek *Algoritmizace a programování* jsou stanovené očekávané výstupy zaměřené na popis algoritmů, programů, vytváření programů s použitím různých řídicích struktur a následným ověřením správnosti. Zde se nabízí možnost využití mezipředmětové vazby společně s matematikou, a vyšší mírou integrace koncepce vzdělávání založeném na STEM/STEAM (RVP ZV, 2023; RVP G, 2021).

2 STEM/STEAM vzdělávání

STEM je zkratka obsahující první písmena oborů zastupujících přírodní vědy, techniku, inženýrské obory a matematiku. Tento koncept vytváří vztah mezi uvedenými disciplínami, a má za cíl rozvinout schopnosti žáků či studentů, prostřednictvím technického a vědeckého vzdělávání s důrazem především na kreativní a kritické myšlení. Hlavními cíli, kterými je výchova STEM učitelů, zvýšení počtu vědců a inženýrů především v technických oborech a výchovu vědecky a technologicky gramotných občanů je nutné jej implementovat od základní až po vysokou školu (Siekmann, 2016). Moreno (2022) popisuje jako hlavní myšlenku STEAM snahu do konceptu STEM začlenit také umění a humanitní vědy. Tento atribut přináší rozvoj dovedností jako kritické myšlení, empatie nebo kreativita, které jsou klíčové pro profesní a osobní úspěch.

3 Historie a význam 3D tisku

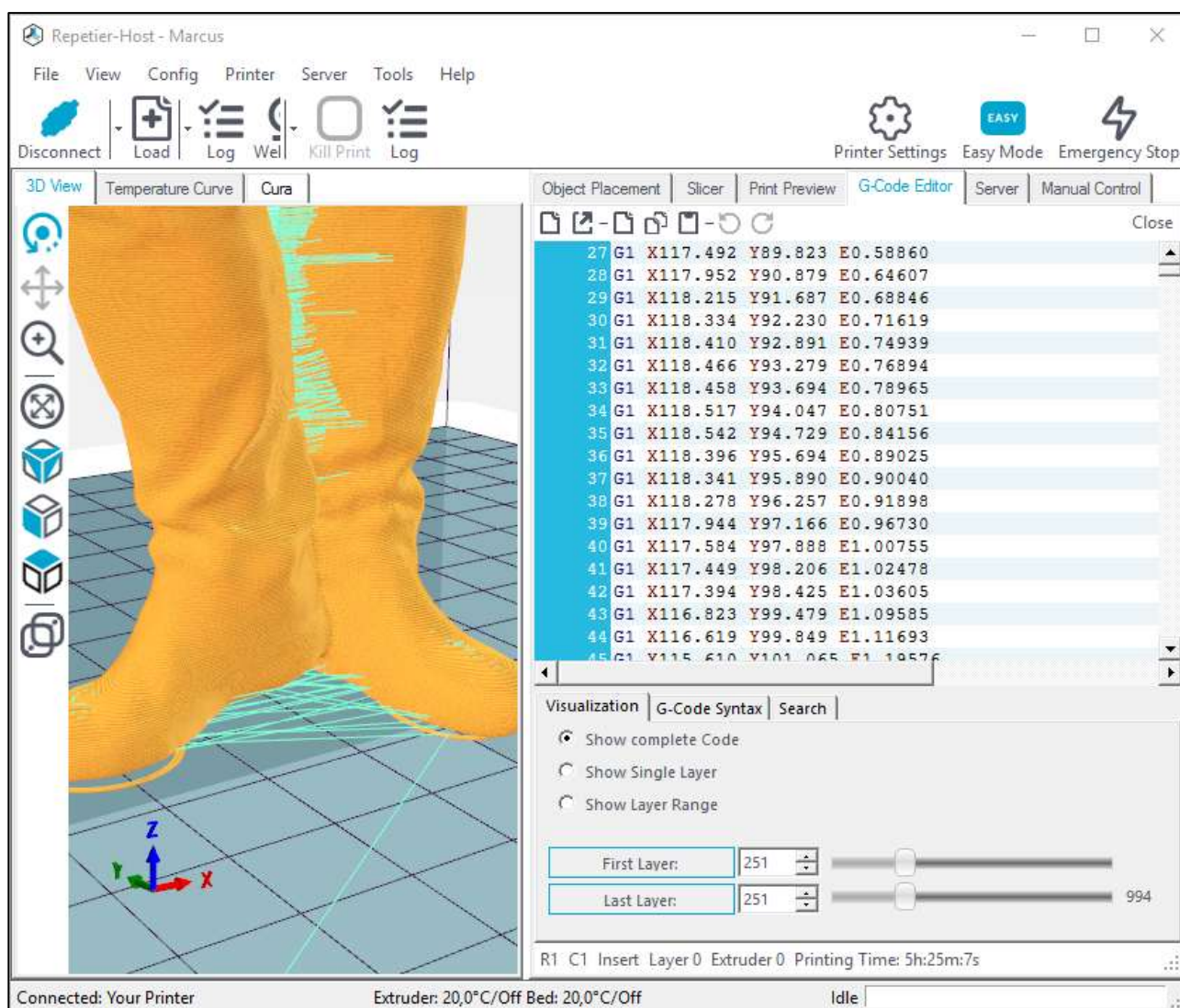
Historie 3D tisku se začala psát v osmdesátých letech minulého století, avšak především s příchodem cenově dostupných tiskáren a bezplatného softwaru se začala dostávat stále více do povědomí i běžným uživatelům. Ve starší literatuře je 3D tisk označován také jako Rapid Prototyping (Prusa, 2019). Označení rychlá výroba prototypů není vlastně ani tak daleko od reality. Mezi společnostmi, které využívají tisku prototypů pro ověřování funkčnosti svých řešení, patří například BikeFun International (BFI, 2024), který je výrobcem jízdních kol značky Superior a Rock Machine nebo německá společnost KUKA AG, která patří k předním dodavatelům inteligentní robotik. Využitím této technologie se daří společností optimalizovat náklady spojené s vývojem nových řešení, kdy cena může být oproti ceně výrobku z kovu i desetinová (Kuka, 2023).

Aditivní výrobní proces, kterého je 3D tisk zástupcem, je založen na principu vrstvení materiálu na sebe, až vznikne výsledný model. Nejčastěji používanou metodou je extruze filamentu přes rozehrátou trysku. Tato technologie je nejčastěji označována jako FDM – modelování tavené

depozice. Mezi další významné metody tisku patří SLA, která pracuje na principu vytvrzení tekutého materiálu pomocí UV světla. SLS je další metodou principu tisku, při které je prášek spékán pomocí laseru. Na podobném principu fungují laserové tiskárny (Prusa, 2019).

4 Od 3D modelu ke g-code

Základem, který je nutný pro tisk je 3D model v digitální podobě, která je nutné vytvořit v příslušném grafickém programu jako je například AutoCAD, Solidworks, SketchUp apod. Tento model má rozměry v kartézské soustavě (x,y,z). Nejčastějším softwarem, který poskytuje služby 3D modelování jsou produkty ze skupiny CAD software například AutoCAD a Inventor od společnosti Autodesk a také v profesionálním segmentu hojně využívaný systém Catia od firmy Dassault Systèmes. Pro převedení z objektu ke kódu, který ovládá tiskárnu slouží program označovaný jako slicer. V tomto programu můžeme měnit některá přednastavení tisku jako materiál (filament), průměr trysky nebo rozměry. Následným dokončením nám program převede křivky na tzv. g-code.



Obrázek 1– Provázanost objektu a g-code (zdroj: Repetier)

Pomocí tohoto kódu jsou realizovány všechny úkony, které má tiskárna provést od přehřevu podložky, přes zavedení filamentu až po vyjetí po skončení tisku do domovské pozice (Prusa, 2019).

5 G-code

G-code a programovací jazyky jako jsou C nebo Python mají některé společné znaky. Je důležité si uvědomit, že výstupem ze *sliceru* je textový soubor. V tomto souboru můžeme najít 2 skupiny kódů. První jsou g-kódy, které zajišťují především pohyb nástroje v pracovním prostoru stroje, například lineární pohyb po ose x. Druhou skupinou jsou pomocné funkce, označovány jako m-kódy, které slouží k ovládání periférií stroje jako je například zvýšení teploty na trysce.

```
G28 ; home all axis
G29 ; auto bed levelling
G1 Z50 F240
G1 X2.0 Y10 F3000
M104 S205 ; set final nozzle temp
M190 S60 ; wait for bed temp to stabilize
M109 S205 ; wait for nozzle temp to stabilize
G1 Z0.28 F240
G92 E0
G1 X2.0 Y140 E10 F1500 ; prime the nozzle
G1 X2.3 Y140 F5000
```

Obrázek 2 – Ukázka g-code pro nahřátí trysky (Zdroj: Prusa Slicer)

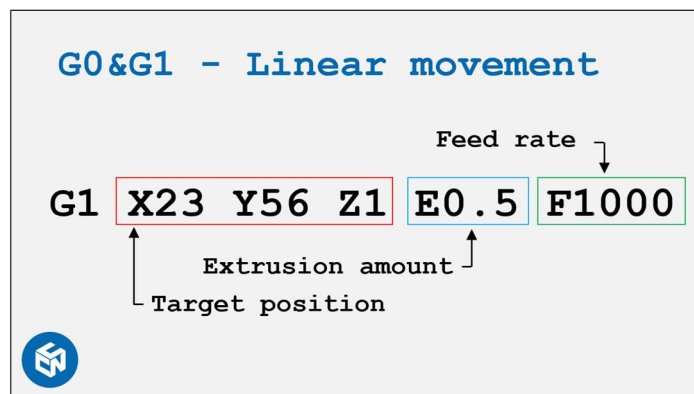
V oblasti realizace tisku pak 3D tiskárna zajišťuje vytlačování materiálu přes rozehrátou trysku a pokládání tenkých vrstev materiálu v oblastech vymezených v kartézské soustavě souřadnic prostřednictvím g-kódu. Metoda tisku vytlačováním je označována jako FDM/FFF (Prusa, 2019). Jak je z výše uvedeného patrné, znalost funkce G-code může uživateli pomoci orientovat se nejen v problematice přímého 3D tisku pomocí již hotových šablon či exportů, ale rozvinout jeho schopnosti i v oblasti algoritmizace a programování.

6 Možnosti využití 3D tisku ve výuce algoritmizace a programování

S ohledem na nově zaváděnou oblast informatika, jak již bylo popsáno výše, je nutné zajistit další vzdělávání stávajících a nově připravovaných učitelů informatiky v této oblasti. Informatika se transformovala z oblasti ovládání hardware a software počítače do analýzy, vytváření vlastních řešení, porozumění fungování digitálních technologií (Klement, 2023). Pokud chce vyučující připravovat žáky, ze kterých mohou být budoucí inženýři v různých oblastech vědy, je vhodné začlenit do výuky koncept STEM, který podporuje spojení více oborů lidské činnosti dohromady (Seikamnn, 2016; RVP G, 2021).

Technologie 3D tisku může výraznou měrou přispět k rozvoji informatického myšlení především v oblasti programování a algoritmizace. Vyžaduje to především pochopení principu fungování a programování CNC strojů, mezi které můžeme 3D tiskárnu zařadit (Prusa, 2019; Seikmann, 2016). Neméně důležitým aspektem je i vysvětlení přínosu tohoto stylu výuky žákům, aby se hodina nestala nezáživnou. Jsme toho názoru, že se může jednat o zajímavou oblast, která umožní vyniknout i žákům, které programování aplikací zobrazujících se na monitoru počítače nenaplnuje.

Pokud učitel nebude chtít začlenit přímo tvorbu vlastních g-kódů do výuky může pracovat s variantou editace g-kódu poskytnutého slicerem, jako je například změna koncové pozice extruderu tiskárny, nebo psaní jednoduchých g-kódů pro lineární posun pozice extruderu (Prusa, 2019).



Obrázek 3 – Ukázka funkce lineárního posunu. (zdroj: CNC Kitchen)

Další možností, jak rozvíjet informatické myšlení je prostřednictvím vysvětlení a pochopení g-kódů různých objektů a jejich převedení na obrazec technické dokumentace, popřípadě, analýzou a změnou parametrů může vzniknout úplně nový obrazec, například z krychle na obdélník (Klement, 2023).

Závěr

Závěrem lze říct, že integrace 3D tisku do vzdělávacího procesu přináší příležitost k rozvoji informatického myšlení a mezipředmětových vazeb (STEM/STEAM). Tento koncept umožňuje především pochopení moderních digitálních přístrojů, ale také je směřuje k řešení problémů z oblasti algoritmizace a programování novým způsobem.

Praktická část poskytuje prostor pro rozvoj kreativního a kritického myšlení. Žáci si osvojí práci s kartézskou soustavou souřadnic, analýzu a úpravu g-kódů s propojením do funkčního objektu s využitím v reálném světě. Zařazením tohoto tématu se zlepšuje jejich technická gramotnost a připravuje je zábavnou formou na budoucí výzvy v oblasti technologií. Efektivní implementace této technologie vyžaduje dostatečné odborné znalosti pedagogů. Měli by být schopni propojit výuku i s praktickými ukázkami.

Technologie 3D tisku představuje nástroj, který může obohatit nejen výuku programování ale i dalších oblastí informatiky. Využití potenciálu této technologie může vést k vytvoření inovativního vzdělávání, které reflektuje potřeby moderní společnosti.

Literatura

- BFI. (2024). *Jak v BFI vyvíjíme kola*. [online]. In: bikefunint.com. Dostupné z: <https://www.bikefunint.com/cz/jak-v-bfi-vyvijime-kola>.
- Klement, M., Bártek, K. (2023). 3D Modelling And Its Use In Education. In: *Ad Alta – Journal of Interdisciplinary research*. Magmanitas, 2023, Volume 13, Issue 1, pp. 30 – 34. ISSN 1804-7890.
- KUKA. (2023). *3D tisk: průmyslová aditivní výroba*. [online]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/aplikace/ostatni-roboticke-aplikace/3d-tisk-pr%C5%AFmyslov%C3%A1-aditivn%C3%AD-v%C3%BDroba>
- Moreno, J. (2022). *STEAM vzdělávání – nový přístup k výuce vědy, techniky, inženýrství, umění a matematiky*. EPALÉ – Evropská platforma pro vzdělávání dospělých. [online]. Dostupné z: <https://epale.ec.europa.eu/cs/node/330721>

Průša, J. (2019). *Základy 3D tisku s Josefem Průšou*. [online]. Praha: Prusa Research s.r.o.. Dostupné z: <https://www.prusa3d.com/downloads/zaklady-3d-tisku.pdf>

MŠMT (2021). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia s vyznačenými změnami*. [online]. Praha: Dostupné z: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/09/001_RVP_GYM_vyznacene_zmeny.pdf

MŠMT (2023). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s vyznačenými změnami*. [online]. Praha: Dostupné z: https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2023/07/RVP_ZV_2023_zmeny.pdf

Siekman, G. (2016). *What is STEM? The need for unpacking its definitions and applications*. [online]. National Centre for Vocational Education Research (NCVER). Dostupné z: <https://www.ncver.edu.au/research-and-statistics/publications/all-publications/what-is-stem-the-need-for-unpacking-its-definitions-and-applications>

Kontaktní adresa:

Miroslav Juriček, Bc., DiS.

Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, student NMgr. studijního programu Informatika, e-mail: miroslav.juricek@upol.cz

Štěpán Kudláček, Bc.

Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, student NMgr. studijního programu Informatika, e-mail: stepan.kudlacek01@upol.cz

Milan Klement, prof. PhDr. Ph.D.,

Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR, tel.: 00420 585 635 8011, fax +420 585 231 400, e-mail: milan.klement@upol.cz