

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Ústav pedagogiky a sociálních studií

Bakalářská práce

Ján Roman

Využití 3D tiskárny na středních odborných školách

Olomouc 2014

Vedoucí práce: PhDr. René SZOTKOWSKI, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne:.....

Podpis:.....

Děkuji panu PhDr. René Szotkowskému, Ph.D. za pedagogickou a odbornou pomoc za cenné rady a připomínky a věnovaný čas při vypracování mé bakalářské práce.

OBSAH

Úvod.....	7
I Teoretická část.....	9
1 Didaktické prostředky a učební pomůcky v edukačním procesu	9
1.1 Edukační proces	9
1.2 Didaktické prostředky z hlediska historie.....	11
2 Členění didaktických prostředků	12
2.1 Charakteristika didaktických prostředků	12
2.2 Členění didaktických prostředků	13
2.3 Didaktické prostředky ve výuce současné školy	14
3 Začlenění 3D tisku do systému didaktických prostředků	16
3.1 Vymezení pojmu 3D tisku	16
3.2 Podstata technologie 3D tisku.....	16
3.3 Začlenění 3D tisku do didaktických prostředků	17
4. Zařazení 3D tiskárny RapMan 3.1 do výukového procesu.....	18
4.1 Druhy používaných 3D tiskáren v současné době	18
4.2 Technologie 3D tisku.....	20
5 3D tiskárna RapMan 3.1	23
5.1 Popis zařízení.....	23
6 Kompetence učitele a žáka při práci s 3D tiskárnou.....	25
6.1 Klíčové kompetence žáka při práci s 3D tiskem:	25
6.2 Odborné kompetence žáka při práci s 3D tiskem	28

6.3	Kompetence učitele.....	29
7	Bezpečnostní, hygienické a ergonomické požadavky při práci s 3D tiskem ve škole	33
7.1	Požadavky ochrany a bezpečnosti zdraví	33
7.2	Požadavky hygienické	33
7.3	Ergonomické požadavky.....	34
II	Praktická část	35
8	Zhodnocení aktuálního stavu řešeného problému	35
9	Popis praktické části	37
10	Cíle a problémy.....	38
11	Popis průzkumného vzorku	39
12	Popis metod a technik průzkumu	40
13	Pilotní průzkum.....	41
14	Výsledky průzkumu a jejich analýza	42
14.1	Výsledky průzkumu u učitelů	42
14.2	Výsledky průzkumu u žáků	47
15	Shrnutí a diskuze výsledků průzkumu	52
16	Porovnání časů výroby tvarově složité součásti pomocí obrábění a 3D tiskárny....	54
16.1	Stanovení podmínek	54
16.2	Výstupy z provedeného porovnání	55
16.3	Zhodnocení porovnání časů	56
	Závěr	57
	Seznam použité literatury a dalších zdrojů:	59

Seznam právních zdrojů:	62
Seznam zkratk	63
Seznam obrázků:	64
Seznam grafů:	65
Seznam příloh:	66

Úvod

Zavádění nových technologií ve firmách klade vyšší nároky na absolventy a učitele středních odborných škol. Vyšší nároky úzce souvisí s odbornými znalostmi, které má škola žákům poskytnout coby jejich budoucím zaměstnancům. Absolventi středních odborných škol by měli být připraveni zvládat a řešit náročné technické problémy na pracovišti vyplývající z funkce, kterou budou zastávat.

Používání nových technických zařízení ve výuce sice klade větší požadavky na přípravu a znalosti učitele, ale zároveň usnadňuje dosažení vytýčených výukových cílů, vzbuzuje u žáků zvědavost, soutěživost, větší soustředění. Vede je k větší samostatnosti a motivuje je k zodpovědnosti při používání cenově hodnotných přístrojů. Větší zodpovědnost při práci s těmito pomůckami při výuce usnadňuje dodržování správných postupů a dodržování zásad bezpečnosti práce.

Školy prostřednictvím edukačního působení na své žáky by měly zajistit v širším slova smyslu aktuální potřeby společnosti. Jde především o zařazení se absolventů do řádného společenského života. V užším pojetí jde o přizpůsobení obsahu školních vzdělávacích plánů, aby plnily svůj účel vůči požadavkům trhu práce.

V rámci rozvoje výuky pomocí ICT techniky získala naše škola díky projektu Evropského sociálního fondu možnost zakoupení stavebnice 3D tiskárny. Se 3D tiskem jsem se seznámil v rámci celoživotního vzdělávání při návštěvě střední školy COPT Uherský Brod. Bylo pro mně neuvěřitelné vidět výrobu malé převodové skříně, kdy po ukončení tisku byla sestava ozubených kol funkční.

Novost a neotřelost 3D tisku byla pro mně silnou motivací ke zpracování tohoto tématu. Jeho používání logicky navazuje na výrobu tvarově složitých součástí, které mohou být využity ve škole jako učební pomůcky a mohou sloužit pro usnadnění výuky jiných odborných předmětů jako je strojírenská technologie, strojnictví nebo technická dokumentace.

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Cílem teoretické části práce je začlenit 3D tisk do didaktických prostředků, popsat edukační proces při využití 3D tisku ve výuce. Dále popsat klíčové kompetence žáků a učitelů v souvislosti s použitím 3D tisku ve výuce a popsat funkci 3D tiskárny.

Praktická část je věnována průzkumu, zda střední odborné školy ve Zlínském a Jihomoravském kraji využívají techniku 3D tisku ve výuce. Cílem průzkumu u učitelů a

žáků bylo zjistit, jak hodnotí práci s 3D tiskem, jaké typy úloh při používání 3D tisku řeší a jak je použití 3D tisku ve výuce pro ně náročné.

Dalším cílem našeho průzkumu je porovnání časových úseků při výrobě konkrétní součásti, a to při ručním a strojním programování a jejich výrobou klasickým způsobem obrábění a metodou 3D tisku. Tento výstup byl zkoumán na vzorku učitelů a žáků naší školy, kteří mají v této problematice odborné znalosti.

Cíle bakalářské práce byly dosaženy studiem odborných časopisů, využitím internetových zdrojů a pomocí techniky dotazníkového šetření. Zde je vhodné uvést, že odborná knižní literatura popisující 3D tisk zatím není vydávána, takže hlavním zdrojem získání odborných informací byly odborné časopisy. Práce je doplněna grafy, schémata a obrázky, které napomáhají objasnit textovou část práce.

I Teoretická část

Teoretická část práce je zaměřená na využití didaktických prostředků ve výuce. Úvodní kapitola vymezuje pojem a objasňuje edukační proces, druhá kapitola se zabývá členěním didaktických prostředků, začlenění 3D tiskárny do edukačního procesu je obsaženo v další kapitole, následuje popis a využití 3D tiskárny RapMan, předposlední kapitola teoretické části je věnována aktérům, kteří se setkávají s 3D tiskem ve výuce. Závěrečná kapitola je věnována otázkám bezpečnosti, hygieně práce a ergonomickými zásadami ve výuce při použití didaktických prostředků.

1 Didaktické prostředky a učební pomůcky v edukačním procesu

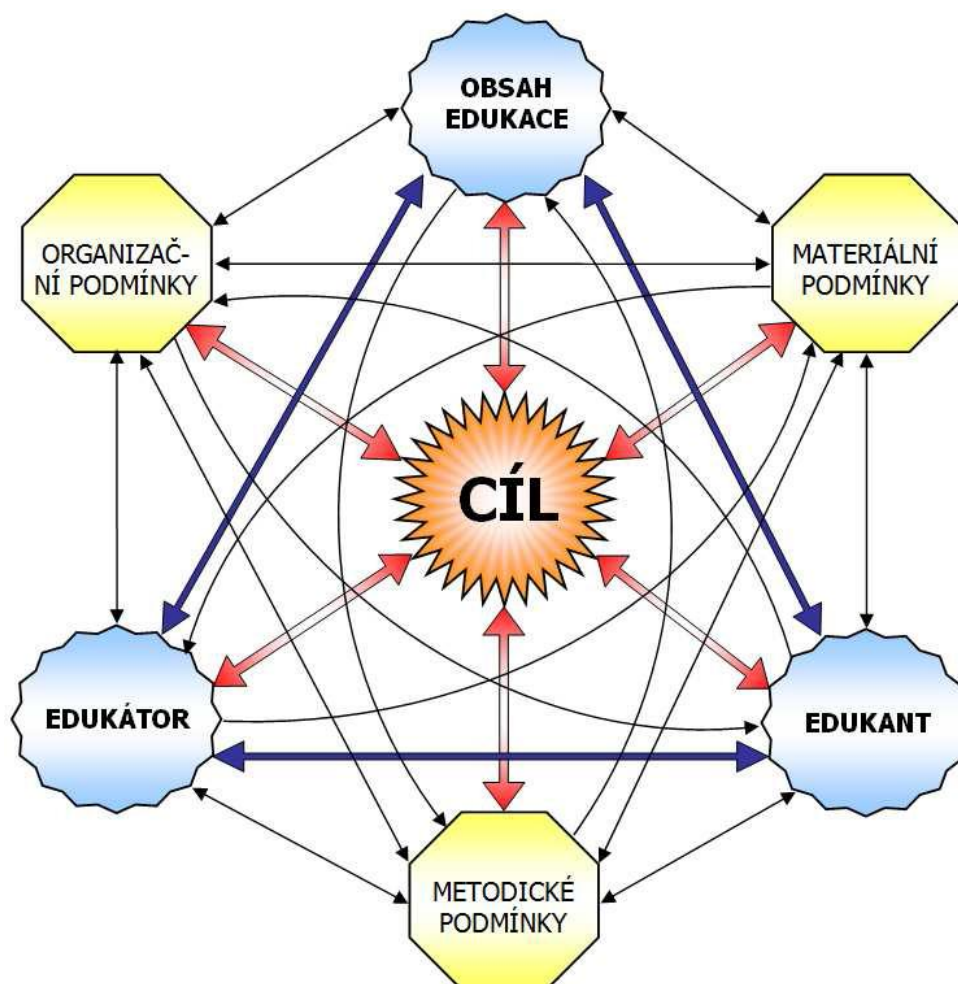
Ve své práci: Učební pomůcky a zásada názornosti Dostál (2008) uvádí: výuka je proces, při kterém edukátor působí na edukanta jako zdroj informací, kterými edukant získává vědomosti, dovednosti a návyky. Z pohledu edukátora jde o proces vyučování a z pohledu edukanta jde o proces učení. Moderní vzdělávání v odborném školství si nedokážeme představit bez moderních didaktických prostředků. Doba, kdy výuka probíhala s pomocí tabule, křídly je minulostí, pro dosažení odborných znalostí žáků již tyto prostředky nedostačují. Moderní učební pomůcky pomáhají lépe a efektivněji dosáhnout vytýčených vzdělávacích cílů. Při použití fyzických modelů ve výuce dochází k propojení teorie a praxe, výuka je úzce spojená s názorností. Používání učebních pomůcek by měl edukátor věnovat náležitou pozornost, protože nesprávné nebo nadměrné používání může vést k výsledkům zcela opačným, než které si vytýčil.

1.1 Edukační proces

V edukačním procesu se navzájem ovlivňuje řada prvků, které navzájem na sebe působí. Maňák (2003) podtrhuje skutečnost, že edukační proces tvořily do nedávné doby tři základní prvky - edukátor, edukant a obsah učiva. Zmiňuje také, že učební pomůcky byly dříve chápány jako nezávazné doplnění edukace a nebyly viděny jako její důležitá součást.

Aktuální stav edukačního procesu vystihl již J. Hendrich (1998). Učební proces doplnil o kategorie cíl, organizační podmínky, materiální podmínky, vyučovací metody a postupy.

Následující obrázek realisticky vystihuje grafické znázornění edukačního procesu, který je se poplatný současné době.



Obrázek č.1: grafické znázornění edukačního procesu (Dostál, 2008, s. 9)

Výuku v současné době si díky vysokým technickým nárokům bez moderních didaktických prostředků nedokážeme představit. Mezi moderní didaktické prostředky, které začínají zaujímat své místo ve školách jsou i 3D tiskárny díky jednoduché obsluze zařízení a možnosti výroby tvarově složitých součástí.

Než se pustíme do problematiky členění didaktických prostředků, seznámíme se s používáním didaktických prostředků a pomůcek z historického hlediska.

1.2 Didaktické prostředky z hlediska historie

Komenského zásadu názornosti při výuce a rozumové poznání věcí cituje Váňa (1963): „*Lidé se mají učit pokud možno ne z knih, nýbrž z nebe, země, dubův a buků, tj. znáti a zkoumati věci samy a ne pouze cizí pozorování a svědectví o věcech.*”

Na zásadu názornosti a tvorbu učebních pomůcek klade důraz i jeden z našich předních pedagogů G. A. Lindner (Cipro, 2002). Za svého působení ředitele ústavu v Kutně Hoře zřídil dílny, ve kterých vyučovali řemeslníci za dozoru pedagogů. Žáci zhotovovali různé pomůcky pro potřeby ústavu i okolních škol. Ve svých pracích se klade důraz na názornost při výuce.

I když naprostá většina autorů si uvědomovala pozitivní význam používání učebních pomůcek ve výuce, L. Mojžíšek (1981) vzpomíná A. Leye, který se podle něj vyslovuje proti používání didaktických pomůcek a prostředků. A. Ley tvrdí, že učební pomůcky nemohou nahradit skutečnost, a vedou poze ke zkresleným, nepřesným představám a pojmům.

Z hlediska historie si naprostá většina učitelů plně uvědomovala důležitost učebních pomůcek ve výuce hlavně pro jejich názornost, která jim napomáhala snáze dosáhnout splnění vytýčených výukových cílů. V historickém úseku se používání 3D tisku a tiskáren na středních odborných školách řadí do období několika posledních let a to zejména z důvodu velkého snížení pořizovací ceny těchto zařízení.

Další kapitola se bude zabývat členěním didaktických prostředků.

2 Členění didaktických prostředků

S členěním didaktických prostředků se setkáme u mnoha autorů, kteří se zabývají zkoumáním didaktických a pedagogických věd. Autoři používají různá dělení a členění, ale obsahově se všichni shodují. Didaktické prostředky ve výuce pomáhají snáz dosáhnout vytýčených cílů výuky. Svou názorností napomáhají žákům pochopit základ a princip řešené úlohy.

2.1 Charakteristika didaktických prostředků

Podle Janíše (2006, s. 10) didaktické prostředky jsou: *„V nejširším slova smyslu jsou didaktickými prostředky chápány všechny prostředky materiální (např. reálné předměty, jevy, názorné pomůcky, tabule aj.) a nemateriální (např. metody, organizační formy výuky aj.) povahy, které přispívají k celkové efektivitě vyučovacího procesu.“*

Janíš (2006) pod pojmem didaktická technika označuje technická zařízení, která se využívají při vzdělávání. Zmiňuje, že sem patří přístroje a zařízení využívané ve výuce, které slouží k prezentaci učebních pomůcek, a které pomáhají při řízení a kontrole výuky žáků.

Podle Rambouska a kol. (1989, s. 13), vše co žákům napomáhá v edukačním procesu plnit edukační cíle, může být považováno za didaktický prostředek. Píše: *„v tomto pojetí lze vedle prvků materiálně technické základny výuky považovat za didaktické prostředky i metody a formy vyučování a učení, didaktické zásady, verbální a mimoverbální komunikační prostředky učitele a žáka, jejich vědomosti a dovednosti, ale též obsah vyučovacího procesu.“*

Také Rambousek a kol. (1989) uvádí, že žák může pomocí didaktických prostředků dosáhnout různých cílů za předpokladu, že didaktické prostředky nejsou ve výuce používány odděleně, ale komplexně. Didaktické prostředky se doplňují, působí na sebe navzájem a podporují se.

Všichni autoři se shodují, že za didaktický prostředek můžeme považovat vše, co napomáhá edukačnímu procesu a nezáleží, zda je materiální či nemateriální povahy. Didaktické prostředky pomáhají plnit cíle výuky, zvyšují efektivitu výuky, přispívají ke snadnějšímu pochopení učiva a výuku ztraktivňují. Volbu a množství didaktických prostředků by měl vyučující pečlivě uvážit, aby nedosáhl opačného efektu, než který si

vytýčil. Zavedením 3D tiskárny do výuky na naší škole mělo za následek zvýšení zájmu žáků o tuto technologii. Žáci při realizaci zadaných úloh si mohou prostřednictvím 3D tiskárny v malém časovém rozsahu vytvořit fyzický výrobek, díky kterému se vyzývá názornost výuky. V porovnání s obráběním na CNC stroji se výrazně zkrátí čas výroby konkrétní součásti, čímž je výuka atraktivnější.

2.2 Členění didaktických prostředků

Didaktické prostředky v širokém pojetí uvádí Geschwinder a kol. Dělí je na materiální a nemateriální. Do nemateriálních řadí vyučovací metody, organizační formy, vyučovací zásady. Do materiálních zahrnuje vyučovací pomůcky, žákovské pomůcky, učebny a jejich vybavení, didaktickou techniku.



Obrázek č. 2: Dělení didaktických prostředků – Geschwinder a kol. 1995

Jiné členění uvádí Rambousek a kol. (1989, s. 10). Člení materiálně didaktické prostředky do šesti základních kategorií:

1. Učební pomůcky
2. Metodické pomůcky
3. Zařízení
4. Didaktická technika
5. Školní potřeby
6. Výukové mikro – a makro – prostory

Didaktické prostředky v užším pojetí uvádí Maňák (2003, s. 50): „*didaktické prostředky představují důležitou didaktickou kategorii. Zahrnují všechny materiální předměty, které zajišťují, podmiňují a zefektivňují průběh vyučovacího procesu. Jde o takové předměty, které v úzké souvislosti s vyučovací metodou a organizační formou výuky napomáhají dosažení výchovně vzdělávacích cílů.*“

Podle tohoto pojetí bychom mohli zařadit 3D tiskárnu jako materiální předmět, který pomáhá zefektivňovat učební proces.

2.3 Didaktické prostředky ve výuce současné školy

Současná škola již neplní svou funkci tradičním konzervativním způsobem, kdy byl kladen důraz na dodržování předepsaného obsahu výuky. Nachází se v přechodové fázi, kdy moderní technologie nejsou ve všech školách využívány naplno, i když škola je na ně po technické stránce připravena. Tento stav může být zapříčiněn malou přizpůsobivostí učitelů naučit se tyto prostředky používat, s čímž souvisí zaostalost jejich znalostí za znalostmi žáků. Na tuto skutečnost poukazuje průměrný věk učitelů působících na našich školách. Jinou skutečností může být nedostatek finančních prostředků, které škole chybí k pořízení moderních didaktických prostředků a pomůcek.

V edukačním procesu se setkáváme s pojmem vzdělávací technologie. Průcha (2009, s. 271) tento pojem vysvětluje: „*obecnější pojem vzdělávací technologie je spojována s každou výchovně vzdělávací činností, kde představuje základní didaktickou proměnnou*“.

Označení multimedia uvádí jako další význam pojmu vzdělávací technologie. Jde podle něj o záměrné spojení materiálních i nemateriálních didaktických prostředků do jednoho funkčního celku. Za takovýto funkční celek bychom mohli považovat spojení počítače, pomocí kterého vymodelujeme požadovanou součást a 3D tiskárnu, na které vymodelovanou součást vytiskneme jako fyzický dílec.

Nové vzdělávací technologie na bázi multimédií popisuje Průcha (2009, s. 272): „*vyrostly na základech klasických didaktických prostředků. Vývojově je překonaly především vzájemným spojením a otevřením nových možností pro všechny účastníky vzdělávání. Je zřejmé, že nové vzdělávací technologie tvoří nejméně tři složky:*

- *aplikace a možnosti počítačových sítí,*
- *multimédia,*

- *mobilní prostředky*".

Mezi aplikace a možnosti počítačových sítí řadí Průcha (2009): intranet, internet, on-line knihovny, video a audiokonference. Do multimédií zařazuje hypertext, videosekvence, animace, graficky ztvárněné informace. Mobilní prostředky vidí jako rychlý přístup k informacím všeho druhu.

Následující kapitola se bude zabývat začleněním 3D tisku do didaktických prostředků.

3 Začlenění 3D tisku do systému didaktických prostředků

Abychom mohli 3D tisk zařadit správně do didaktických prostředků, je nutné si nejprve vysvětlit pojem 3D tisku a dále vysvětlit podstatu této technologie .

3.1 Vymezení pojmu 3D tisku

S vymezením pojmu 3D tisku se v odborné literatuře zatím nesetkáme. Stále častěji se vyskytuje v odborných časopisech a na internetových stránkách. Martin Chleba (2014) v rubrice o 3D tisku popisuje jeho historii: z časového hlediska se tento pojem začal objevovat v souvislosti se jménem Charles Hull, který v polovině devadesátých let minulého století si nechal patentovat technologii stereolitografie. Tato technika spočívá v trojrozměrném laserovém tisku s využitím UV laseru a tekutého fotopolymery. Ve svých začátcích byla tato technologie velmi nákladná z hlediska používání drahého materiálu a drahého tiskového zařízení.

3.2 Podstata technologie 3D tisku

Společnost Bits from bytes (2014) je předním výrobcem cenově dostupných tiskáren RapMan, které si může každý uživatel sestavit sám, v manuálu pro sestavení 3D tiskárny popisuje podstatu 3D tisku: lze ji přirovnat ke klasickému tisku s tím rozdílem, že při 3D tisku se materiál přidává v tenkých vrstvách postupně na sebe, čímž vznikne třírozměrné těleso. Pokud bychom jej chtěli přirovnat k obrábění, tak způsob obrábění je přesně opačný – materiál se postupně ubírá do konečného tvaru výrobku. Současné technologie umožňují používat při výrobě součástí různých materiálů.

První fázi představuje modelování součástí na počítači pomocí modelovacích programů Surf Cam, Inventor nebo jiný modelovací program systému CAD. Tato data se pomocí SD karty upraví do souboru STL a jsou výslednou informací pro tiskárnu, která data upraví pomocí tzv. G - kódu na jednotlivé tiskové vrstvy, čímž je připravena k tisku. Jinou možností získání dat pro tisk je naskenování součástí pomocí 3D scanneru. Předpokladem pro tuto metodu je, že musíme mít již hotový výrobek, jehož repliku chceme tisknout.

3.3 Začlenění 3D tisku do didaktických prostředků

Z hlediska funkce 3D tiskárny je potřeba nejprve vymodelovat součást v CAD programu a následně jej vytisknout jako fyzický předmět. Podle Rambouska (1989) bychom 3D tisk zařadili v jeho členění didaktických prostředků do učebních pomůcek. Podle něj jsou to využitelné pomůcky - učebnice, nástěnné obrazy, ale i pomůcky, které se dají použít jen s určitým typem zařízení - audio a videonahrávky, počítačové programy, apod.

K zařazení a kategorizaci učebních pomůcek typu stavebnice do systému didaktických prostředků se zabývá řada odborných publikací. 3D tiskárnu jako moderní didaktický prostředek bychom podle členění Malacha (2003) zařadili do technických výukových prostředků.

Následující kapitola se bude zabývat zařazením 3D tiskárny do výukového procesu.

4 Zařazení 3D tiskárny RapMan 3.1 do výukového procesu

Předchozí kapitoly se zabývaly zařazením 3D tiskárny do systému didaktických prostředků. Dříve, než přistoupíme k problematice 3D tisku ve výuce, seznámíme se s různými druhy 3D tiskáren, které zpracovávají různý materiál pomocí různých technologií.

4.1 Druhy používaných 3D tiskáren v současné době

Velikost 3D tiskáren současné doby se odvíjí od velikosti tištěných součástí. Vyrábějí se tiskárny vyráběné jako kompakty, které se uvedou do chodu během velmi krátké doby anebo to jsou přístroje, které jsou vyrobeny jako stavebnice a musí se před použitím složit. U 3D tiskáren typu stavebnic je podmínkou přesně složení, na kterém závisí přesnost tisku.

Odborný časopis MM spektrum (2014) představuje nejznámější řadu 3D tiskáren a 3D výrobních systémů Fortus 3D Production Systems od firmy **Stratasys**. Umožňuje stavbu velmi přesných, pevných a rozměrově stabilních modelů z širokého výběru vysoce kvalitních plastů.

Tato zařízení jsou založena na technologii FDM (Fused Deposition Modeling), která pro stavbu dílů využívá plastové vlákno. Materiál je roztaven a přes trysku v tenké vrstvě nanášen na podložku, kde volně tuhne na vzduchu.

Tyto 3D tiskárny používají převážně plastové tiskové materiály, kterými jsou: termoplasty, jako ABS, PC (polykarbonát), PPSF/PPSU (polyfenylsulfon), a jejich modifikace, které se ke stavbě modelů používají, se vyznačují velmi dobrými mechanickými vlastnostmi a tvarovou stálostí v čase. To společně s geometrickou přesností vytváří dobré předpoklady pro využití modelů při montážních zkouškách, pro funkční testování a rovněž všude tam, kde lze vytvořený model využít jako konečný výrobek.

3D tiskárny Fortus nabízejí stavební prostor od 203 x 152 x 152 mm do 252 x 252 x 305 mm, 3D výrobní systémy poskytují možnost stavby rozměrných dílů v prostoru od 355 x 254 x 254 mm až do 914 x 610 x 914 mm.



Obrázek č.3: 3D výrobní zařízení Fortus 400mc firmy Stratasys

(Zdroj: MM spektrum, 2014)

V časopise CAD.cz (2014) je popsána 3D tiskárna nové generace, kterou na trh uvedla společnost Maker Bot. Tato kompaktní 3D tiskárna má rozměry 29,5 x 31 x 38,1 cm, přičemž samotný prostor pro tisk je velký 10 x 10 x 12,5 cm.

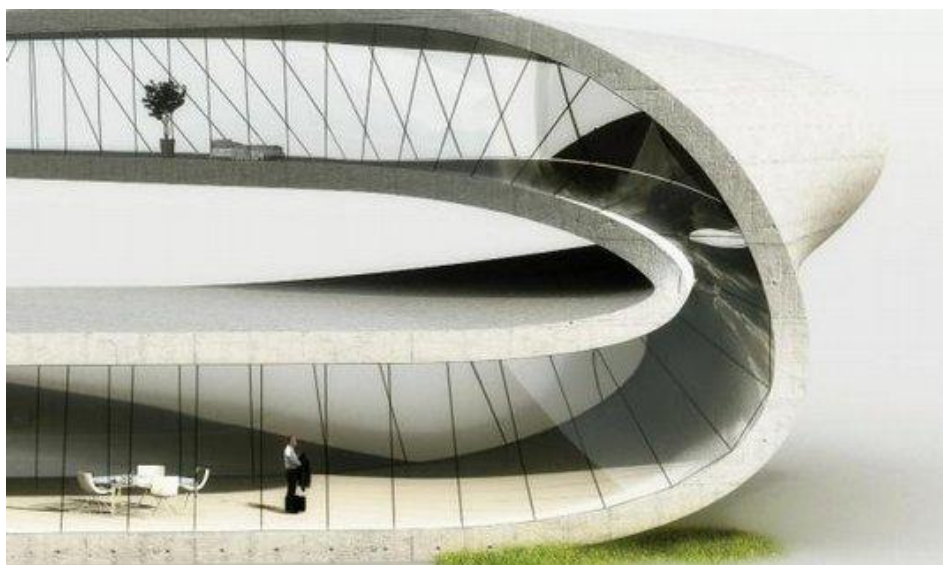
Pro okamžitý tisk je možné si stáhnout ze Thingiverse.com design pro 3D tisk, více než 300 000 souborů návrhů. Pro tvorbu vlastních 3D návrhů slouží nová aplikace pro tablety, MakerBot PrintShop.



Obrázek č.4: Kompaktní 3D tiskárna Maker Bot Replicator Mini

(Zdroj: CAD.cz, 2014)

Jiné možnosti 3D tisku jsou popisány v časopise E15.cz (2013), kde v článku: „*Holandský architekt vytiskne dům bez začátku a konce*“ je uveden předpoklad, že trojrozměrný tisk by v budoucnu mohl dokonce nahradit klasické stavebnictví. Architekti nyní přišli se zcela novým způsobem stavby budov. V zásadě stačí vymodelovat v počítači stavbu podle svých představ, a pomocí gigantické tiskárny se vytiskne budova. Holandský architekt Janjaap Ruijsenaars předpokládá termín vývoje tisku obytných staveb na konec roku 2014.



Obrázek č. 5: Dům bez začátku a konce

(Zdroj: časopis E15.cz, 2013)

Stavebnicové tiskárny jsou posledním typem tiskáren, které výrobci uvádějí na trh. Patří mezi ně i 3D tiskárna RapMan 3.1, která je součástí vybavení naší školy. Její popis a funkce bude předmětem samostatné kapitoly.

4.2 Technologie 3D tisku

Společnost Imanica s.r.o. zabývající se výrobou součástí pomocí 3D tisku provozuje webový portál s aktuálními informacemi z oblasti 3D tisku. Do týmu odborníků patří grafici, 3D modeláři a konzultanti výroby.

V práci je použit příspěvek, jehož autorem je Martin Chleba (2014), který popisuje jednotlivé technologie 3D tisku:

Deposition modeling – nanášení roztaveného plastu (PLA, ABS) nebo kovového drátu ve vrstvách. Tyto vrstvy mají tloušťku 0,25 mm. V současné době je to nejrozšířenější a cenově nejdostupnější technologie. Tiskárna vyrábí pevné a tvarově stálé funkční výrobky prototypů a vzorků.

Selective Laser Sintering a Direct Metal Laser Sintering – zapékání kovového nebo polymerového prášku ve vrstvách pomocí laseru. Výrobky z těchto tiskáren jsou velmi přesné. Nevýhodou těchto tiskáren je velká pořizovací cena a nákladný provoz. Tato technologie se využívá především v automobilovém a strojírenském průmyslu nebo zdravotnictví.

Electron beam melting – podstata spočívá v tavení kovového prášku (slitiny titanu) ve vrstvách pomocí paprsku elektronů ve vysokém vakuu. Výhodou této technologie je vyjimečná přesnost a velmi dobré mechanické vlastnosti vytištěných objektů. Technologie se využívá v automobilovém, strojírenském průmyslu a medicíně, její pořízení je ale velmi nákladné.

Inkjet head 3D printing – pomocí této technologie se výrobek vytváří nanášením tenké vrstvy prášku (sádra nebo pryskyřice) a tiskem pojícího lepidla z tiskových hlav. Patří mezi dostupné technologie, které umožňují barevný tisk. Je využívána architekty, designery a modeláři.

Laminated object manufacturing – slepování vrstev lepícího papíru, plastu, nebo kovové fólie ve vrstvách a následné tvarování laserem. Tato technologie umožňuje vytvářet velmi přesné modely s kvalitním povrchem, v současnosti je však již na ústupu. Pořizovací náklady jsou ve srovnání s ostatními technologiemi velmi nízké.

Polyjet Matrix – vytlačování fotopolymeru tiskovými hlavami a následné vytvrzování pomocí UV lampy. Touto technologií lze dosáhnout velmi kvalitního povrchu a přesných detailů. Využívá se nejčastěji v automobilovém průmyslu, elektronice, zdravotnictví.

MultiJet Modelling – vytlačování vosku tiskovými hlavami. Modely vytvořené pomocí této technologie jsou přesné a detailní. Mohou je využívat například konstrukční kanceláře k vytváření menších vzorků. Tyto vzorky mohou sloužit i jako modely pro odlévání tvarově složitých odlitků.

Stereolitografie – vytvrzování tekutého kompozitu (fotopolymer) UV paprskem. Tato technologie je určena pro výrobu velmi přesných výrobků s kvalitním povrchem. Umožňuje tisknout velké objekty.

V odborném časopise CAD.cz popisuje Vilém Vrbický (2014) nejvíce používanou technologii 3D tisku je v současné době: **Fused deposition modeling** – nanášení roztaveného plastu. Pomocí této technologie lze vyrábět součásti metodou Rapid Prototyping volně přeloženo rychlá výroba prototypů. Oproti klasickému postupu obrábění je příprava dat pro 3D tiskárnu připravena v mnohem kratším čase a takto vyrobené dílce odpovídají nebo se velmi přibližují vlastnostem sériových výrobků. Mezi takové vlastnosti patří především vzhled, smontovatelnost v sestavě, funkčnost dílu či sestavy.

Prototypy mohou být použity pro ověření nápadu konstruktéra nebo designéra a prezentaci nových výrobků trhu. Rychlá výroba prototypů je v takových případech ideálním řešením: umožní ve velmi krátké době vyplnit mezeru na trhu. Výrobky zhotovené některou z metod Rapid Prototyping (RP) jsou dokonce občas použité také jako konečné výrobky určené pro přímou spotřebu zákazníkem.

Technologii nanášení roztaveného plastu pracuje i tiskárna **RapMan 3.0**, kterou využívá naše škola ve výuce a její popis bude obsahem další kapitoly.

5 3D tiskárna RapMan 3.1

Prostorovou tiskárnou Rap Man 3.1 se rozšířilo vybavení naší školy didaktickou technikou výuku oboru mechanik šerizovač. Dosud naši žáci pracovali sice s 3D modelováním, ale výroba konkrétního výsledného produktu ve formě fyzického výrobku se naskytla velmi zřídka díky vysokým nakladům na nástroje a material polotovaru. Po vymodelování součásti praktická část výroby kvůli výše uvedeným důvodům probíhala pouze pomocí simulace. Žáci sice ověřili správnost programu, ale výsledný efekt výuky byl touto skutečností negativně ovlivněn. Používáním 3D tiskárny ve výuce byl tento negativní jev odstraněn, u žáků byl zaznamenán větší zájem o tuto novou technologii, která jim umožnila vytvoření fyzického objektu jako výsledek jejich práce.

5.1 Popis zařízení

Společnost Bits from bytes je výrobcem 3D tiskáren RapMan, které si může každý uživatel sestavit sám podle manuálu pro sestavení 3D tiskárny. Je volně dostupný ke stažení a jeho obsahem je popis její funkce (Bits from bytes, 2014):

Stavebnice tiskárny RapMan je konstrukčně řešena velmi jednoduchým způsobem. Krokové motorky umožňují přesné polohování stolu v ose Z. Posun stolu zajišťují čtyři kluzné tyče, které umožňují jeho přesné vedení. Přesnost odjíždění stolu je zajištěná přesně vyrobenými závity na šroubech a maticích, které pracují s minimální vůlí. Kluzné tyče obou os jsou vybaveny lineárními ložisky, která snižují tření na minimum. K pojezdu tiskové hlavy v obou osách slouží krokový motor. Přenos pohybu je zajištěn převodem pomocí ozubeného řemenu.

Další důležitou částí 3D tiskárny je tisková hlava. Ta slouží k přísunu tiskového materialu a jeho zahřátí na správnou teplotu. Tiskový drát o průměru 3mm je pomocí hnacího šroubu tlačěn do tiskové hlavy, která přesně řídí tavící teplotu. Hnací šroub pohání další přesný krokový motor, který umožňuje nastavit velmi přesně rychlost vytlačování tavného materiálu z hlavy.

Tiskárna obsahuje software SkeinForge, který tvoří dráhy tiskové hlavy. Vstupem pro tento program může být 3D objekt vymodelovaný pomocí kteréhokoliv běžného 3D programu. Objekt se následně uloží ve formátu STL a načte do programu SkeinForge. Poté je rozdělen na jednotlivé tiskové vrstvy. Pro každou vrstvu je vytvořena sekvence pohybů

tiskové hlavy, rychlosti posuvu materiálu a teploty tavné trysky. Výstupem programu je pak soubor G-code, který se překopíruje na SD kartu, ta má na tiskárně svůj slot, do kterého se zasune. Po otevření nabídky v menu je možno vybrat vytvořený soubor a spustit tisk.

Týmový pracovník firmy 4ISP Petr Tůma (2010) uvádí na webu easy cnc, že 3D tiskárna RapMan byla oceněna zvláštním uznáním v rámci soutěže Zlatý Ampér 2010 za její přínos v oblastech školství a modelářství, protože zařízení zpřístupňuje technologii 3D tisku díky přijatelné ceně i běžným uživatelům. Dále byly příznivě ceněny i velmi nízké náklady na provoz, dané cenovou dostupností všech dodávaných materiálů a nízkou spotřebou celého stroje.



Obrázek č. 6: 3D tiskárna Rap Man
(Zdroj: Tůma, 2010)

6 Kompetence učitele a žáka při práci s 3D tiskárnou

Od učitelů a žáků používajících v edukačním procesu 3D tiskárnu jsou vyžadovány určité kompetence pro práci s tímto zařízením. Ty jsou obsahem kurikulárních dokumentů, kterými jsou Rámcové vzdělávací plány (RVP, 2009) a Školní vzdělávací plány. Tyto dokumenty jsou základem pro zpracování obsahu učiva na všech typech škol.

Kompetence můžeme chápat jako souhrn vědomostí, hodnot, postojů, schopností a dovedností, které jsou potřebné pro osobní rozvoj jedince a jeho uplatnění ve společnosti. Kompetence je možné charakterizovat také jako sociální dovednosti nebo předpoklady aschopnosti zvládat určité funkce, činnosti nebo situace.

Rámcový vzdělávací plán (RVP, 2009) rozlišuje kompetence klíčové a odborné:

Klíčové kompetence: jsou v evropském rámci pojímány jako kombinace znalostí, dovedností a postojů, které jsou důležité k osobnímu rozvoji, aktivnímu začlenění do společnosti a pro pracovní život.

V edukačním procesu nemají konkrétní vztah k výuce, jsou rozvíjeny nejen v teoretické i praktické výuce, ale i v aktivitách doplňujících edukační proces. Navazují na Evropský referenční rámec klíčových kompetencí pro celoživotní vzdělávání.

Odborné kompetence: vztahují se k výkonu pracovních činností a vyjadřují profesní profil absolventa oboru vzdělání, jeho způsobilosti pro výkon povolání. Odvíjejí se od kvalifikačních požadavků na výkon konkrétního povolání a charakterizují způsobilost absolventa k pracovní činnosti.

Tvoří je soubor odborných vědomostí, dovedností, postojů a hodnot potřebných pro výkon pracovních činností daného povolání nebo skupiny příbuzných povolání.

Následující podkapitoly se budou zabývat kompetencemi žáků a učitelů při používání 3D tisku ve výuce.

6.1 Klíčové kompetence žáka při práci s 3D tiskem

Podle Obsta (2006) jsou klíčové kompetence žáka prioritní, které mají žáci během edukačního procesu dosáhnout. Učivo považuje za druhotné, podle něj stejných kompetencí lze dosáhnout prostřednictvím různého učiva.

Klíčové kompetence Obst (2006 s. 38) definuje jako: „*souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. Jejich výběr vychází z hodnot obecně přijímaných ve společnosti a z obecně sdílených představ o tom, které kompetence jedince přispívají k jeho vzdělávání, spokojenému a úspěšnému životu a k posilování funkcí občanské společnosti*“.

Přehled klíčových kompetencí je obsažen v Rámcově vzdělávacích plánech pro střední a odborné vzdělávání (RVP, 2009):

1. Kompetence k učení – žák by měl ovládat různé techniky učení, umět vyhledávat a zpracovávat informace, využívat informačních zdrojů, sledovat pokrok při dosahování cílů svého učení, přijímat hodnocení od jiných lidí

Komentář autora – je pro práci s 3D tiskem kompetence potřebná, ale není zásadně důležitá

2. Kompetence k řešení problémů – žák by měl určit jádro problému, navrhnout způsob řešení, zdůvodnit je a vyhodnotit správnost postupu a dosažených výsledků, jako i volit prostředky a způsoby

Komentář autora – jsou pro žáka pracujícího s 3D tiskem kompetence stěžejní a důležitá.

3. Komunikativní kompetence – žák by měl umět správně a srozumitelně sdělovat a formulovat své myšlenky, dodržovat používání odborných výrazů, být jazykově způsobilý v cizojazyčném prostředí, zaznamenávat písemně podstatné údaje z textů a projevů jiných lidí

Komentář autora – je pro žáka při práci s 3D tiskem z jeho hlediska kompetence nedůležitá.

4. Kompetence personální a sociální – žák si umí stanovit cíle a priority podle svých schopností a pracovní orientace, pozitivně ovlivňuje svůj zdravotní stav, umí řešit své sociální, ekonomické a finanční záležitosti

Komentář autora – tato kompetence v souvislosti s používáním 3D tisku není pro žáka důležitá. Pokud však pracuje v týmu má tato kompetence svou váhu.

5. Občanské kompetence a kulturní povědomí – dodržování zákonů, respektování práva a osobností jiných, uplatňování hodnot demokracie, uvědomovat si hodnotu života, uznávat tradice, uznávat principy společenského chování a jednání je kompetence

Komentář autora – v souvislosti používání 3D tisku žákem není důležitá.

6. Kompetence k pracovnímu uplatnění a podnikatelským aktivitám – má zodpovědnost k vlastní profesní budoucnosti, má realnou představu o pracovních, platových podmínkách, umí komunikovat s potenciálními zaměstnavateli, má představu o principech podnikání, umí se orientovat na trhu práce

Komentář autora – pro žáka je tato kompetence při práci s 3D tiskem nedůležitá.

7. Matematické kompetence – umí provádět početní úkony, převádět jednotky, aplikovat matematické postupy při řešení praktických úkolů, umí číst a vytvářet formy grafického znázornění

Komentář autora – pro žáka pracujícího s 3D tiskem je tato kompetence použita při tvorbě 3D modelu. Je nutná při výpočtu rozměrů součástí při jejich konstruování vzhledem ke druhům namáhání, které je zatěžují při praktickém použití. Důležité je pro žáka také umět rozpoznávat jednotlivé roviny při modelování v souvislosti s prostorovou orientací.

8. Kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi – žák umí pracovat s počítačem a prostředky ICT, pracovat s programovým vybavením, používat nové aplikace, pracovat s různými nosnými médii, komunikovat pomocí elektronické pošty, být mediálně gramotný

Komentář autora – pro žáka pracujícího s 3D tiskem je to jedna z rozhodujících a nejdůležitějších kompetencí. Prostřednictvím této kompetence žák umí používat didaktickou techniku, umí tvořit program pro výrobu součástí na CNC stroji. Umí vytvořený program odladit, provést simulaci obrábění, umí nastavit a seřadit stroj a nástroje pro vlastní obrábění. Při práci s 3D tiskárnou umí na tomto zařízení nastavit rychlosti posuvu tiskové hlavy, nastavit teplotu tiskového materiálu.

Výše uvedené kompetence je potřeba chápat jako působení na žáky nikoliv jako jednotlivé, ale jako působení celistvé, kdy se jednotlivé kompetence navzájem prolínají. Je to nejpříjemnější způsob působení na žáky při procesu výuky.

6.2 Odborné kompetence žáka při práci s 3D tiskem

Výčet odborných kompetencí v práci je použit z RVP (2009) čtyřletého studijního oboru 23 – 45– L/01 mechanik seřizovač zakončeného maturitní zkouškou.

1. Pracovat s technickou dokumentací – žák umí pracovat a číst výkresovou dokumentaci v papírové i elektronické podobě, orientuje se v normách, umí vytvořit výkres v dvourozměrném i třírozměrném zobrazení, umí vytvářet pracovní postupy, volit pro výrobu stroje, nástroje a nářadí, umí provádět pomocné výpočty, navrhuje úpravy výrobních pomůcek

Komentář autora – tato odborná kompetence je pro žáka pracujícího s 3D tiskem velmi důležitá a zásadní.

2. Obrábět materiály na běžných druzích obráběcích strojů základními technologickými operacemi – žák umí nastavovat řezné podmínky, volí nástroje, nářadí a měřidla, typ strojního zařízení pro vykonání předepsané technologické operace, umí upínat nástroje, obrobky, umí obsluhovat konvenční a číslicově řízené stroje, umí kontrolovat rozměry, tvar, vzájemnou polohu ploch obrobku

Komentář autora – v souvislosti s použitím 3D tisku při práci žáka má tato odborná kompetence význam při nastavování pracovního režimu stroje, dále má vztah ke znalostem žáka při měření dosažených parametrů po ukončení výroby součásti.

3. Seřizovat běžné druhy konvenčních i CNC výrobních strojů, zařízení a linek pro vykonávání středně náročných technologických operací - žák umí vytvářet programy pro CNC stroje, jejich odladění, umí kontrolovat žádoucí seřízení výrobních strojů

Komentář autora – tato odborná kompetence je pro žáka v souvislosti s prací na 3D tiskárně velmi důležitá. Žák se učí před použitím 3D tiskárny připravený program odladit

pomocí simulace, pomocí níž zkontroluje jeho správnost. Během pracovního procesu umí operativně zasahovat do pracovního režimu zařízení.

4. Dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci – žák chápe bezpečnost práce jako nedílnou součást péče o své zdraví i o zdraví svých spolupracovníků, umí se orientovat v základních právních předpisech týkajících se bezpečnosti při práci a ochraně zdraví. Má vědomí o zásadách poskytování první pomoci při urazu jiným pracovníkům nebo sám sobě

Komentář autora – pro žáka je dodržování bezpečnosti práce při práci s 3D tiskárnou kompetence, kterou musí respektovat a zásady bezpečnosti dodržovat.

5. Usilovat o nejvyšší kvalitu své práce, výrobků nebo služeb – žák chápe kvalitu své práce jako významný nástroj konkurenceschopnosti firmy, dodržuje předpisy a normy související se systémem řízení jakosti, dodržuje kvalitu procesů

Komentář autora – tato kompetence žáka při práci s 3D tiskem nemá přímý vztah.

6. Jednat ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje – žák zná účel, užitečnost vykonávané práce, její finanční a společenské ohodnocení, umí efektivně nakládat s materiály, energiemi, odpady s ohledem na životní prostředí

Komentář autora – žák při práci s 3D tiskem se řídí pokyny učitele v souvislosti s použitím tiskárny jako didaktického prostředku a správnému nakládání s materiálem 3D tiskárny.

6.3 Kompetence učitele

Pojem kompetence je v poslední době často používaný pojem v souvislosti s učiteli. Běžný význam kompetence vyjadřuje Švec (2008, s 78 - 79),: *"je tento pojem chápán zúženě jako synonymum dovedností či znalostí, někdy je kompetence chápána jako kvalifikace ".... "v dynamice proměn současné společnosti se ukazuje, že faktografické znalosti a rutinní dovednosti člověku nepostačují k tomu, aby byl schopen adekvátně a tvořivě jednat v problémových situacích. Také učitelé se čím dál častěji ocitají v situacích, které jsou charakteristické svou komplexností a nepředvídatelností. Pojem kompetence*

zahrnuje, ale současně přesahuje dílčí znalosti, dovednosti atp. směrem k dispozici úspěšně jednat v problémových situacích ".

Obsáhle profesní kompetence učitele popisuje Vašutová (2004 s. 92): *"otevřený a rozvojeschopný systém profesních kvalit, které pokrývají celý rozsah výkonu profese v komponentách znalostí, dovedností, postojů a osobnostních předpokladů, které jsou vzájemně provázané a chápány celostně. Kompetence jsou konstruktem, který charakterizuje efektivní jednání učitele v jednotlivých vrstvách jeho činnosti a v jednotlivých vrstvách jeho pedagogických rolích. Definování struktury kompetencí má význam v profesionalizaci učitelů, jejich hodnocení i v profesní identitě ".*

Nejpoužívanější profesní kompetence podle Vašutové (2004, s. 106-109):

1) Kompetence předmětově oborová

- má znalosti vyučované látky v rozsahu potřebám,
- je schopen převést znalosti z daných oborů do vyučovaných předmětů,
- dovede shromažďovat poznatky z jednotlivých oborů, převádět je do,
- vyučování a tím vytvářet mezipředmětové vztahy,
- má schopnosti převést metodologii poznávaného oboru do schopností chápání žáků daného předmětu.

Komentář autora – učitel kompetence používá k předávání znalostí tak, aby žáci pochopili učivo v plném rozsahu. Jde zejména o odborné znalosti, kde je podmínkou znalost práce na PC obecně jej umět používat a dále i ve smyslu umět vymodelovat zadanou součást, uvést do chodu 3D tiskárnu a nastavit parametry pro tisk.

2) Kompetence didaktické a psychodidaktické

- zná strategie učení a vyučování v praktické a teoretické rovině, vyzná se ve vzdělávacích programech a umí je aplikovat,
- správně aplikuje teorii hodnocení a bere ohled na individuální,
- schopnosti žáka,
- dovede vytvářet vzdělávací programy a projekty vyučování,
- používá komunikační a informační technologie pro zlepšení výuky žáků.

Komentář autora – učitel vytyčuje výukové cíle od jednodušších ke složitějším, sleduje plnění cílů žáky a výuku přizpůsobuje individuálním potřebám žáků.

3) Kompetence pedagogické

- zná podmínky vyučování v teoretické rovině a umí je aplikovat ve výuce,
- umožňuje a podporuje vývoj podle jednotlivých zvláštností a specifických potřeb žáků,
- zná práva svých žáků a respektuje je.

Komentář autora – učitel ovládá výuku z pohledu teorie i praxe. Při výuce respektuje názory žáků a vhodným způsobem je umí usměrnit.

4) Kompetence diagnostická a intervenční

- používá metody pedagogické diagnostiky ve výuce, dovede určit sociální vztahy v dané skupině,
- rozpozná žáky s určitými poruchami v chování, učení a je schopen,
- uzpůsobit učivo a metodu výuky jejich potřebám,
- je schopen vést výuku i nadanými žáky,
- zná a používá složky prevence sociálně patologických jevů a je schopen je rozpoznat v případě, že nastanou v jeho prostředí.
- umí si zajistit kázeň ve třídě a je schopen výchovné problémy a situace.

Komentář autora – umí rozpoznat vztahy mezi žáky. Sleduje vztahy mezi rodiči a žáky, aby snáze mohl předejít negativním patologickým jevům.

5) Kompetence sociální, psychosociální a komunikativní

- ovládá řízení pedagogické komunikace ve výuce,
- efektivně spolupracuje s rodiči a orientuje se v situacích rodinné výchovy,
- vytváří příznivé klima ve třídě,
- používá prostředky socializace žáků a umí je správně použít.

Komentář autora – umí se orientovat a analyzovat chování žáků a používat prostředky prevence a nápravy s cílem zajistit zdravé klima třídy a pohodu při výuce

6) Kompetence manažerská a normativní

- orientuje se v základním povědomí o zákonech a jiných normách týkající se jeho profese,
- je schopen organizovat mimoškolní aktivity a vzdělávací programy,

- dovede vytvářet spolupráci mezi různými institucemi, včetně zahraničí,
- je schopen si reflektovat svoji pedagogickou činnost.

Komentář autora – umí vest žáky ve školní i mimoškolní výuce, umí pracovat a vytvářet dokumenty související s přímou i nepřímou výukou.

7) Kompetence profesně a osobně kultivující

- má všeobecný rozhled týkající se politických, právních, kulturních, ekonomických, filozofických znalostí a působí jimi na žáka,
- vystupuje jako reprezentativní osoba své profese a je schopen obhájit své pedagogické postupy,
- spolupracuje s kolegy v oboru,
- umí vyhodnocovat potřeby a zájmy svých žáků a vycházet jim vstříc.

Komentář autora – kompetenci profesně a osobnostně kultivující využívá při svém dalším sebevzdělávání, sebehodnocení a hodnocení jinými osobami (nadřízenými a kolegy). Patří sem zejména vzájemná hospitační činnost.

Profesní kompetence učitelů při používání 3D tisku ve výuce jsou důležité nejen z hlediska předávání svých znalostí, zkušeností a postojů, ale i z hlediska osvojování si nových znalostí vlivem vzniku nových podmínek ve změnách v kreslících a modelovacích programech a nových modernějších zařízení.

Další kapitola práce je věnována bezpečnostním podmínkám při práci s 3D tiskem, podmínkami splňujícími hygienu práce.

7 Bezpečnostní, hygienické a ergonomické požadavky při práci s 3D tiskem ve škole

Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání je závazný předpis, který upravuje poskytování školských služeb vzhledem k základním fyziologickým potřebám žáků, které zabezpečují zdravý vývoj žáků a předcházení vzniku sociálně patologických jevů.

Dále škola zanezpečuje bezpečnost a ochranu zdraví žáků při vzdělávání i při mimoškolní činnosti. Patří sem i evidence úrazů, vzniklých v uvedených činnostech.

Tyto povinnosti vyplývající ze zákona jsou obsahem par. č.29. K zabezpečení výše uvedeného obsahu vytváří škola preventivní preventivní opatření.

Další dokument týkající se hygienických požadavků na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchvu dětí a mladistvých je vyhláška č. 410/2005 Sb.

7.1 Požadavky ochrany a bezpečnosti zdraví

Při nástupu žáků do 1 ročníku studia škola zajistí prostřednictvím třídního učitele nebo učitele odborného výcviku proškolení žáků o bezpečnostních a požárních předpisech, jsou seznámeni se školním řádem, provozními řády laboratoří, učeben ICT a dílen. Při mimoškolní činnosti jsou proškoleni o možných rizicích spojených s touto činností.

Při použití 3D tiskárny jsou žáci seznámeni s provozním řádem speciální učebny, která má vypracovaný řád této učebny.(je součástí příloh práce) Učebna je vybavena pracovištěm, které splňuje požadavky na připojení 3D tiskárny k elektrické síti a požadavky pro samotný tisk. Pracoviště je vybaveno zásuvkami pro uložení potřebného nářadí a pomůcek pro 3D tiskárnu.

7.2 Požadavky hygienické

Podmínky pro osvětlení stanovuje § 12 vyhlášky č. 410/2005 Sb., § 13 stanovuje osvětlením denního i umělého osvětlení v prostorách se zobrazovacími jednotkami. Mikroklimatické podmínky jsou uvedeny v § 17 a v § 18. , které odpovídají požadavkům pro použití 3D tisku ve výuce.

7.3 Ergonomické požadavky

Prostorové podmínky a vnitřní uspořádání v zařízeních pro výchovu a vzdělávání stanovuje § 4 a § 11 stanovuje vybavení nábytkem a rozsazení žáků. Učebna určená pro práci s 3D tiskem je vybavená nastavitelnými pracovními stoly a židlemi pro splnění požadavku sezení po delší dobu při řešení zadaných úloh. Židle umožňují nastavitelné polohování zad vzhledem k výšce žáka.

II Praktická část

Dříve než přistoupíme k praktické části bakalářské práce považovali jsme za nutné zhodnotit aktuální stav řešené problematiky. Následně si vytýčíme cíle a způsoby vyhodnocení těchto cílů.

8 Zhodnocení aktuálního stavu řešeného problému

Jedním z důvodů, proč jsem se chtěl zabývat v práci využíváním 3D tisku na středních odborných školách je v současné době je ten, že jde zatím o málo frekventovaný výraz mezi učiteli odborných předmětů. Je otázkou krátkého času a tento didaktický prostředek sloužící ke zlepšení výuky bude podle mého názoru využíván pro svou názornost a jednoduchost využití.

Kromě článků v odborných časopisech a internetových zdrojů při sběru dat byli hlavním vodítkem autoři prací, které se nějakým způsobem o 3D tisku a 3D tiskárnách zmiňují.

Martin Kunc (2012) zpracoval diplomovou práci: *Metodika přípravy učitele na výuku strojírenských předmětů s využitím systémů CAD*.

V teoretické části své práce popisuje základy technického kreslení, použití konstrukčních programů pro 2D a 3D kreslení a modelování a přípravou učitele na hodinu technického kreslení. V praktické části se zabývá používáním jednotlivých programů, jejich možnostmi a použitím v předmětu technické kreslení. Na praktických příkladech sleduje osvojení poznatků a fixace vedomostí. V samostatné kapitole praktické části popisuje podstatu a technologie při použití 3D tisku a využití 3D tiskáren při výrobě prototypových součástí. Dále uvádí široký sortiment softwaru použitelnou žáky v odborných předmětech, možnost získání neplacených programů pomocí internetových zdrojů, což zvyšuje podle něj komfort uživatelů. Vyzvedává použití 3D modelování, které práci žákům usnadňuje díky možnosti vidět součásti prostorově. Autor práce míní, že chnické obory jsou nedoceňované.

Práci vypracoval pro podporu výuky technického kreslení při použití různých kreslicích a modelovacích programů.

Další kvalifikační práce, která mně zaujala je od Martina Vaculíka (2011), který ve své bakalářské práci: *Rapid Prototyping* v teoretické části popisuje charakteristiku dvou tiskových zařízení a uvádí jejich technická data. Praktická část jeho práce je zaměřená na porovnání časů potřebných na výrobu součástí na těchto dvou různých zařízeních včetně porovnání nákladů na výrobu. Na vyrobených součástech neporovnává jen časy potřebné k tisku a mechanické vlastnosti materiálů, ale i vzhled vytištěných součástek..

V závěru své práce uvádí, že modely vyrobené na 3D tiskárně OBJET EDEN 250 jsou vzhledově efektivnější a při mechanických zkouškách jsou odolnější vůči namáhání.

Zaujala mně rovněž bakalářská práce Tomáše Havlíka (2013): *Držení a způsoby nošení zbraní v USA*.

Jeho práce je zaměřená na legislativu v souvislosti s držením a nošením zbraní v USA. V kapitole 6 *Aktuální otázky* poukazuje na nebezpečnost výroby nezjistitelných zbraní vyrobených pomocí 3D tisku, které mohou zneužívat k trestné činnosti nejenom jednotlivci, ale i gangy.

Jedna z jeho myšlenek v závěru práce je předpoklad vývoje legislativy. Uvádí, že USA přijaly zákon o nezjistitelných zbraních již v roce 1988. Klade si otázku, proč je v naší republice je výroba zbraní pomocí 3D tisku vedena jen jako nedovolené ozbrojování. Podle něj naši zákonodárci tento problém podceňují a předpokládá vývoj legislativy 3D tisk versus zákon.

V závěru práce se zamýšlí nad přísnou právní úpravou zákonů o držení a nošení zbraní v USA a zda mají tyto zákony pozitivní vliv na zločinnost.

9 Popis praktické části

Praktická část práce navazuje na teoretickou část. Je v ní použita dostupná literatura související s tématy práce, dále jsou použity internetové zdroje a také vlastní poznatky z edukačního procesu. Pro splnění stanovených cílů je v práci použita kvantitativní metodologie. Pilotní průzkum byl proveden pomocí volného rozhovoru, který byl nezbytný ke konečné formulaci otázek pro respondenty dotazníku pro žáky i učitele. Pro pilotní průzkum byl vybrán vzorek žáků a učitelů naší školy a SŠ COPT Uherský Brod. Dotazníky byly na vybrané školy rozeslány elektronickou poštou. Součástí dotazníků byl i průvodní dopis, který účelově oslovil ředitele i zástupce škol ke vstřícnému postoji k výzkumu.

10 Cíle a problémy

Hlavním cílem praktické části práce bylo zjistit, zda se 3D tisk využívá žáky a učiteli v edukačním procesu na středních odborných školách. Dílčí cíle a deskriptivní problémy uvedené v dalších podkapitolách budou nástroji ke zjištění aktuálního stavu.

Dílčí cíle

- zjistit, jak často se využívá u vybraných žáků i vyučujících 3D tisk ve výuce,
- zjistit, pro jaké typy úloh je 3D tisk na těchto školách používán,
- zjistit, jaké zkušenosti mají učitelé i žáci na vybraných školách s 3D tiskem,
- zjistit, jaké typy 3D tiskáren na vybraných školách používají.

Deskriptivní problémy

- jak náročné jsou úkoly pro žáky spojené s 3D tiskem,
- jaký je vztah žáků k práci s 3D tiskem,
- jak náročná je příprava učitele na výuku při použití 3D tisku,
- jak často se používá 3D tisk ve výuce,
- jaký typ úkolů řeší žáci při používání 3D tisku,
- jaký je vztah žáků k používání 3D tisku ve výuce.

11 Popis průzkumného vzorku

Pro základní průzkum byl vybrán vzorek učitelů a žáků ze zlínského, jihomoravského a královehradeckého kraje. Vzorek průzkumného souboru pro ověření byl vybrán z učitelů i žáků naší školy, na které působím jako učitel odborných předmětů.

V prvním kole bylo osloveno 26 středních škol, z nich mi odpověděly pouze dvě, z nichž jedna 3D tiskem nedisponovala. Proto jsem zvolil druhé kolo výzkumu, kde byly osloveny střední odborné školy. Toto kolo bylo rozšířeno o vzorek respondentů z královehradeckého kraje. I v tomto kole bylo osloveno 26 středních odborných škol. Z tohoto počtu se mi vrátily dotazníky ze sedmi škol od 7 učitelů a 76 žáků. (dotazníky i soupis oslovených škol je součástí příloh). U žáků bylo vyhodnoceno 68 dotazníků. Zbylé dotazníky jsem musel z průzkumu vyloučit pro neúplnost v 6 případech, a ve dvou dotaznících jsem našel rozporuplné odpovědi.

12 Popis metod a technik průzkumu

Pro průzkum byla zvolena metoda explorativní. Sběr dat byl proveden formou dotazníků, která zaručila nashromáždit údaje v optimálním časovém období. Dotazníky byly zaslány pro učitele i pro žáky vybraných škol.

V dotazníku pro učitele byly použity otázky polytomické výběrové č. 2, 5 a 6, u nichž je použita Likertova výběrová škála. U otázky č. 2 je použita škálová položka; otázka č. 4 je polytomická výčtová. Otázka č. 1 je polytomická výběrová.

V závěru dotazníku se nalézají č. 7, 9, a 11, které jsou dichotomické. V otázce č. 10 může respondent zvolit vlastní volné vyjádření odpovědi.

V dotazníku pro žáky byly č. 1, 4, 5, 6, jsou otázky polytomické výběrové. U otázek č. 1, 4 a 5 byla použita Likertova škála; u otázek č. 3, 6 a 7 byla použita škálová položka. Závěr dotazníku tvoří dichotomické otázky: č. 8 a 10. Otázky č. 8 a 11 je možno doplnit vlastním vyjádřením respondenta.

13 Pilotní průzkum

Pilotního průzkumu se zúčastnili 2 učitelé a 6 žáků naší školy, a dále 2 učitelé a 4 žáci SŠ COPT Uherský Brod. Důvodem oslovení této školy pro pilotní průzkum byla má návštěva v ní v rámci odborného vzdělávání v dubnu 2012, kde jsem se měl možnost poprvé setkat s 3D tiskem v praxi. Přípomínky učitelů a žáků obou škol mohly být porovnány. Připravené otázky dotazníků jsou směřované na frekvenci použití 3D tisku v časovém úseku, typy úloh, získané dovednosti, možnosti zlepšení práce s 3D tiskem.

Jejich zkušenost mi pomohla sestavit strukturu otázek dotazníku tak, aby odpovědi na ně mohly být srozumitelné a jasné.

Dotazník byl po ověření na vzorku výše uvedených respondentů shledán srozumitelným. Na pilotní průzkum navazuje vlastní průzkum.

Další kapitola je zaměřena na výsledky průzkumu a jejich analýzu.

14 Výsledky průzkumu a jejich analýza

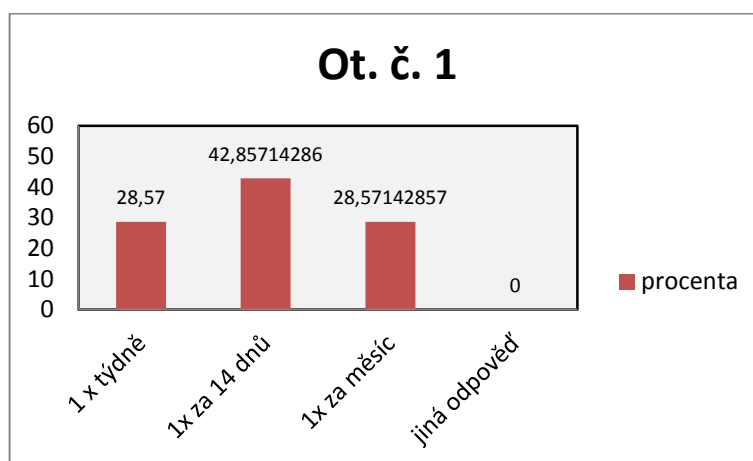
Hlavní průzkum proběhl pomocí dotazníkové metody. Otázky v dotaznících obsahově sledovaly souhrn informací potřebných ke zjištění výsledků průzkumu.

Výsledky průzkumu jsou znázorněny grafy, které udávají četnost odpovědí s odpovídajícím procentuálním vyhodnocením každého dotazu. Tabulky jsou součástí příloh.

14.1 Výsledky průzkumu u učitelů

Výsledky průzkumu jsou graficky znázorněny v procentuálním vyjádření na jednotlivé otázky dotazníku. Než přistoupíme k hodnocení výsledků průzkumu je vhodné připomenout, že mé předpoklady v ot. č.2 ohledně přípravy učitele na výuku byly zcela opačné – předpokládal jsem přípravu za snadnou.

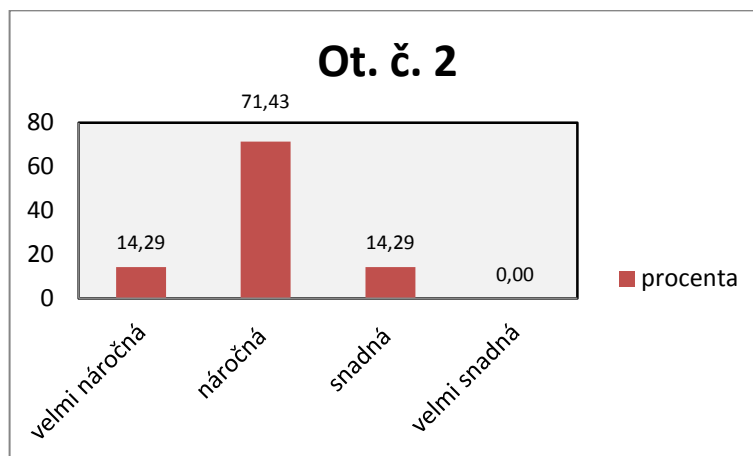
Otázka č. 1: 3D tisk používáte ve výuce:



Graf č. 1: Frekvence používání 3D tisku

Nejvíce z počtu dotazovaných učitelů – 43% využívá 3D tisk 1x za 14 dnů, což je dáno dotací počtu hodin v předmětu technologie v návaznosti na počet odučených hodin od počátku školního roku, kdy je probíráno učivo související 3D modelováním součástí a možnost jejich následného tisku.

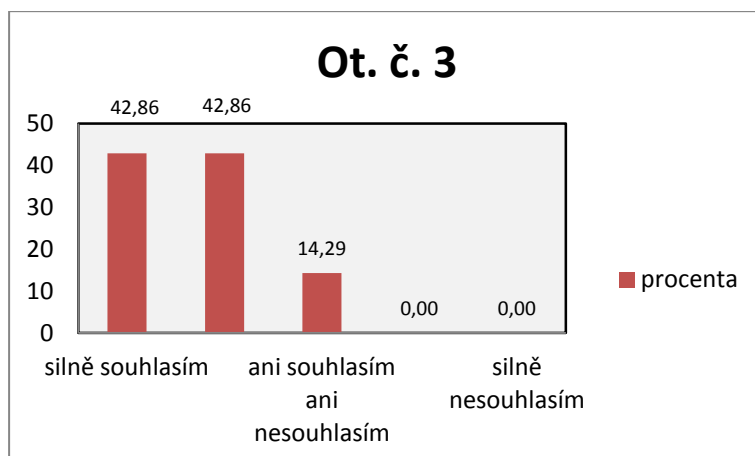
Otázka č. 2: Příprava na výuku je pro vás:



Graf č. 2: Náročnost přípravy na výuku

Více jak 70% respondentů považuje přípravu na výuku s použitím 3D tiku za náročnou.

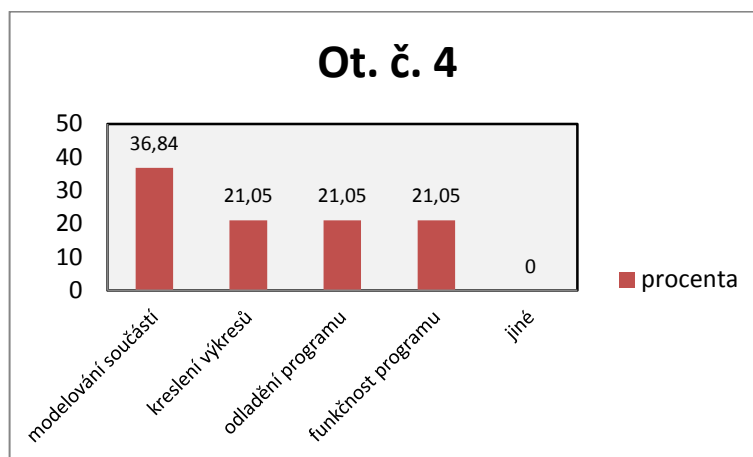
Otázka č. 3: 3D tisk podporuje logické myšlení žáků při výuce



Graf č. 3: Podpora logického myšlení

Pouze jeden respondent zastává neutrální stanovisko, ostatní se domnívají, že 3D tisk přispívá k samostatnosti žáků ve výuce.

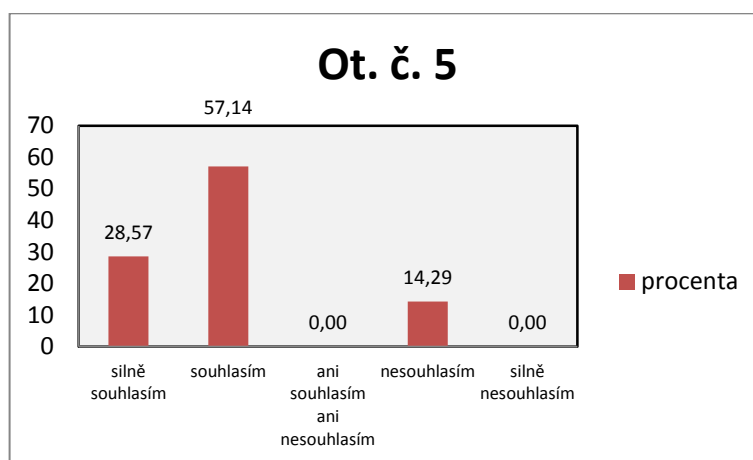
Otázka č. 4: Používáním 3D tisku ve výuce ověřuji
(označte všechny vyhovující odpovědi)



Graf č. 4: Typy úloh

Větší polovina možných odpovědí při používání 3D tisku se vztahuje k ověření modelování ve 3D a kreslení výkresů.

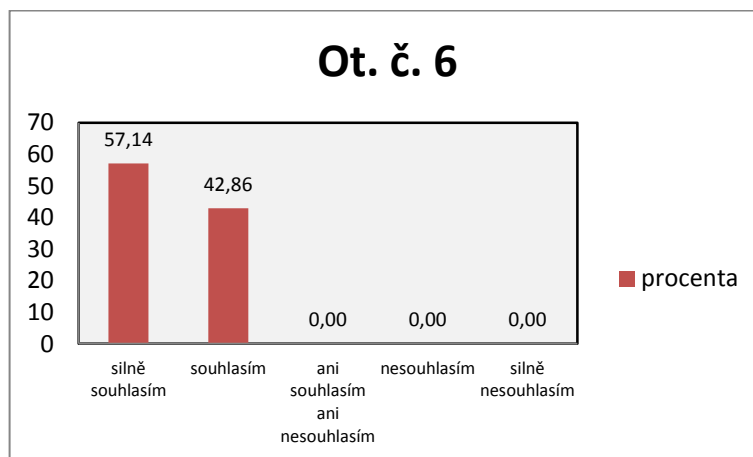
Otázka č. 5: Práci s 3D tiskem žáci považují za oblíbenou



Graf č.5: Oblíbenost 3D tisku u žáků

Naprostá většina učitelů podporuje názor, že žáci mají práci s 3D tiskem v oblíbenosti

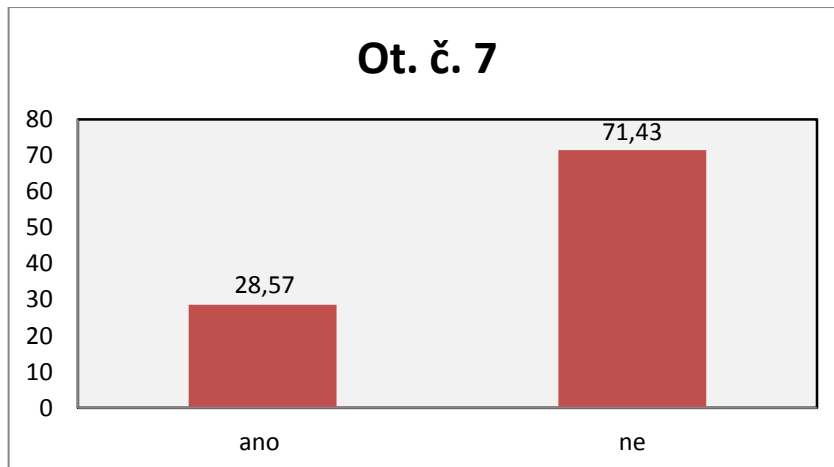
Otázka č. 6: Výuka při používání 3D tisku je kvalitnější



Graf č.6: zkvalitnění výuky

Všichni dotazovaní respondenti jsou názoru, že při použití 3D tisku ve výuce má vliv na její lepší kvalitu

Otázka č. 7: Používáte při výuce 3D tiskárnu Rap Man?



Graf č.7: Požití tiskárny Rap Man

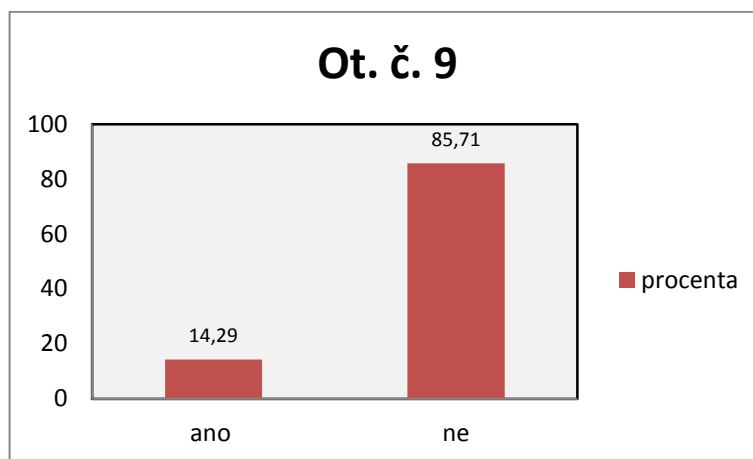
Z počtu 7 uvedl 1 respondent stejný typ tiskárny, který používá naše škola

Otázka č. 8: Pokud jste v předchzím uvedl ne, napište jaký typ používáte:

- 2 respondenti uvedli tiskárnu Felix 3.0 s LCD displejem - stavebnice
- 1 respondent uvedl stavebnici 3D tiskárny Velleman K8200 3D

- 1 respondent uvedl 3D tiskárnu Tactories Easy Maker
- 1 respondent uvedl typ Mendel Max2

Otázka č. 9: Je možno nějakým způsobem 3D tisk zkvalitnit?



Graf č.8: Možnosti zkvalitnění 3D tisku

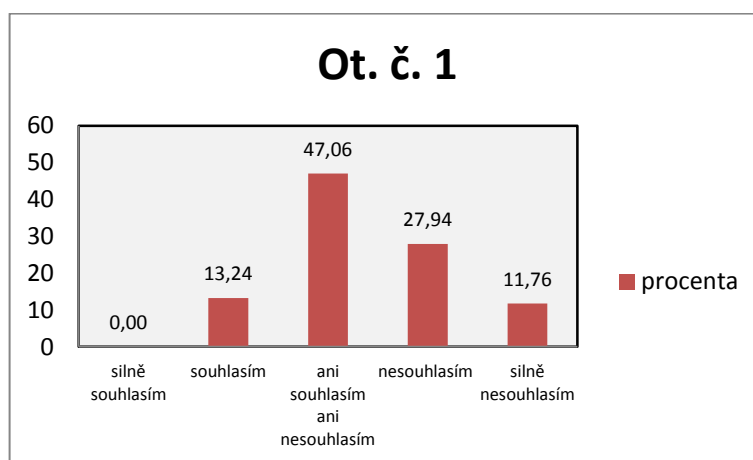
Respondenti jsou s 3D tiskem spokojeni

Otázka č. 10: Při kladné odpovědi v předešlé otázce napište způsob:

1 respondent navrhuje buď jiné složení tiskového materiálu, který je ke konci odvíjení z cívky křehký a dochází k ulamování nebo větší průměr cívky.

14.2 Výsledky průzkumu u žáků

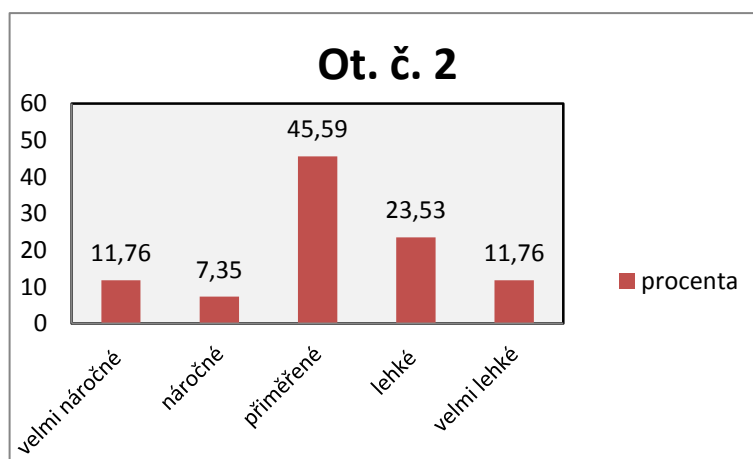
Otázka č. 1: s 3D tiskem pracujete ve výuce pravidelně



Graf č.9: Pravidelnost výuky s 3D tiskem

Téměř polovina respondentů volila neutrální odpověď, dalších 28% si myslí respondentů má názor, že s 3D tiskem pravidelně nepracují.

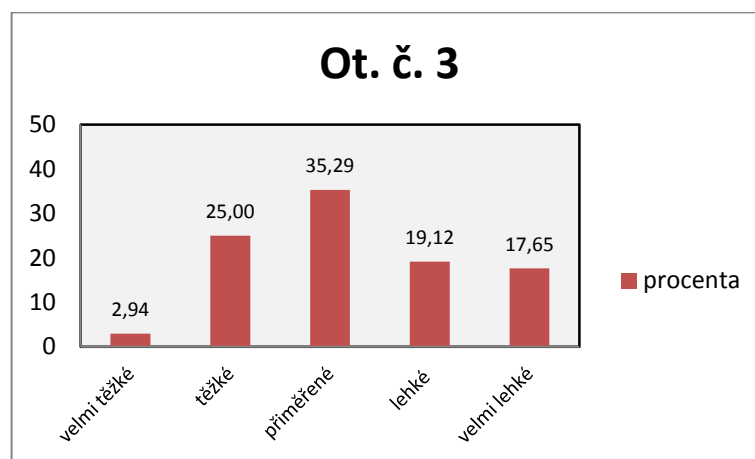
Otázka č. 2: Úlohy spojené s používáním 3D tisku jsou pro Vás



Graf č.10: Náročnost úloh pro žáky

Že jsou pro ně úlohy přiměřené se vyjádřilo 46% respondentů, 24% je považuje za lehké. Za velmi těžké označilo úlohy 12% respondentů

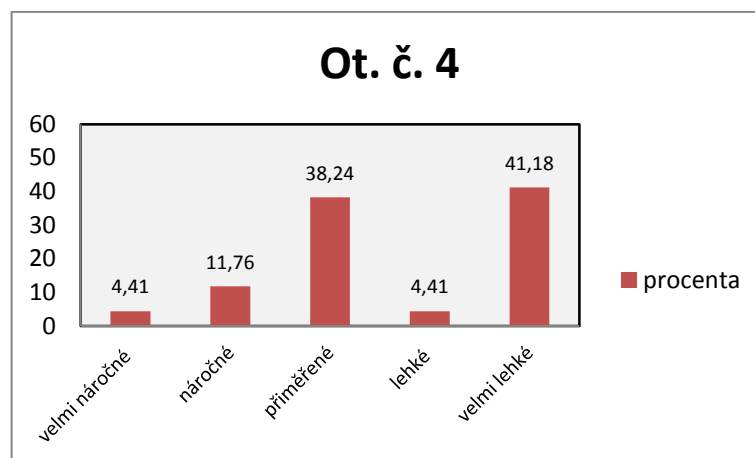
Otázka č. 3: Modelování v programu SurfCam považujete za



Graf č.11: Náročnost modelování v SurfCamu

Jen dva respondenti považují modelování za velmi těžké. 19% žáků se domnívá, že modelování v Surf Camu je pro ně lehké

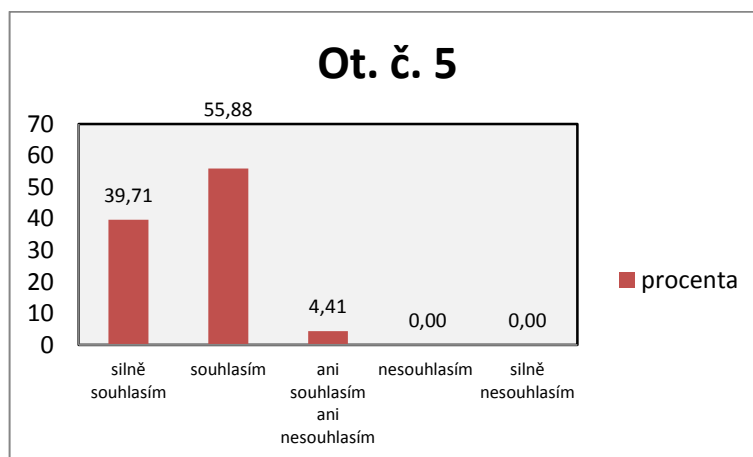
Otázka č. 4: Úkony spojené s obsluhou 3D tiskárny jsou pro Vás



Graf č.12: Náročnost obsluhy 3D tiskárny

Obsluha 3D tiskárny je pro 42% respondentů snadnou záležitostí, jen 3 respondenti uvedli, že obsluha 3D tiskárny je pro ně velmi náročná.

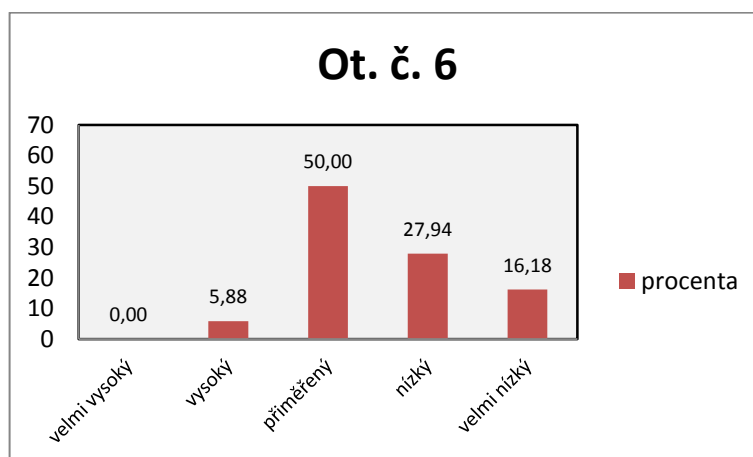
Otázka č. 5: Práce s 3D tiskem je pro Vás při výuce zábavou



Graf č.13: 3D tisk je zábavou při výuce

Pro naprostou většinu respondentů kromě 3, kteří se vyjádřili neutrálně je práce s 3D tiskem při výuce zábavou.

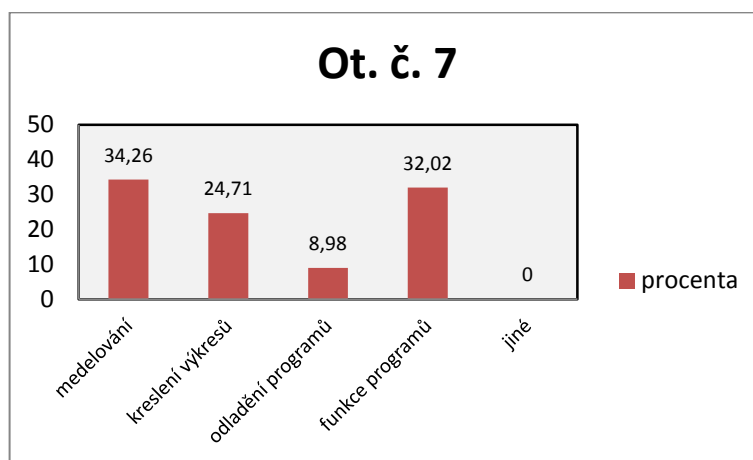
Otázka č. 6: Počet vyučovacích hodin využívaných pro výuku 3D tisku je pro Vás



Graf č.14: Počet vyučovacích hodin s 3D tiskem

Pro polovinu dotázaných respondentů je počet vyučovacích hodin spojený s výukou 3D tisku přiměřený. 28% se domnívá, že je nízký a 16% jej považuje za nedostatečný.

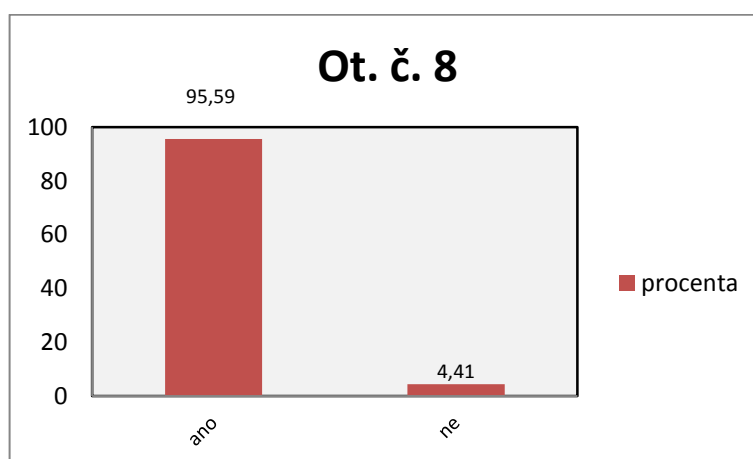
Otázka č. 7: Při práci s 3D tiskem nejraději řešíte úlohy zaměřené na
(vyznačte všechny vyhovující odpovědi)



Graf č.15: Nejraději řešené typy úloh

Nejraději řešený typ úloh je modelování - 61 vyjádření. 57x se žáci vyjádřili pro funkci programu. Je zřejmé, že před následným tiskem si chtějí ověřit, zda dosud postupovali správně.

Otázka č. 8: Vědomosti spojené s modelováním využíváte i v jiných odborných předmětech?



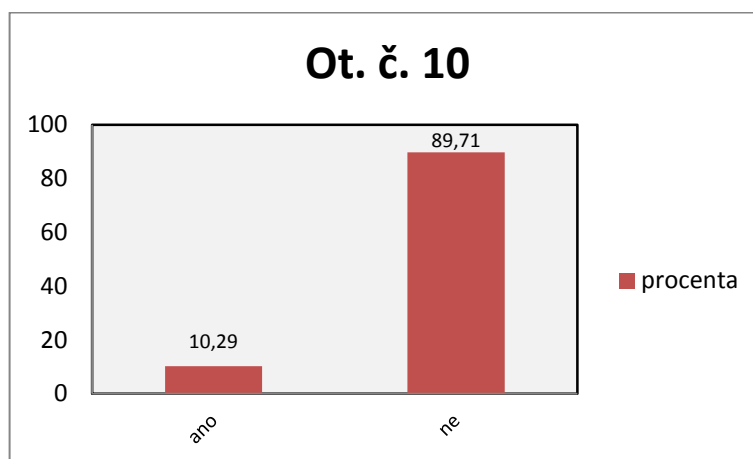
Graf č.16: Využití modelování v jiných předmětech

94% respondentů uvedlo, že vědomosti získané při modelování mají spojitost s dalšími odbornými předměty

Otázka č. 9: Pokud jste v předchozí otázce odpověděl ano, napište název předmětu

65 respondentů uvedlo využití získaných vědomostí v technickém kreslení. 6 z nich uvedlo ještě jeden předmět - laboratorní práce.

Otázka č. 10: Je něco, co by šlo na 3D tisku zkvalitnit?



Graf č.17: Možnosti zkvalitnění 3D tisku

90% respondentů je s prací na 3D tiskárně spokojena

Otázka č. 11: Při kladné odpovědi v předešlé otázce napište vylepšení:

Někteří žáci uvedli více možností. 4 respondenti by chtěli pracovat s kvalitnějším počítačem, 1 se vyjádřil pro zvýšení počtu vyučovacích hodin, 2 žáci by uvítalo možnost zapojit se do soutěže s tématem 3D tisk.

15 Shrnutí a diskuze výsledků průzkumu

Vyučující, podílející se na průzkumu v první otázce uvedli, že s 3D tiskem se ve výuce setkávají nejčastěji 1x za 14 dnů. Přípravu na výuku považuje 71% respondentů za náročnou.

Naprostá většina – 86% respondentů se domnívá, že používání 3D tisku ve výuce podporuje logické myšlení u žáků. Jen jeden zaujal neutrální možnost odpovědi.

V otázce, co se při výuce s 3D tiskem ověřuje, 35% odpovědí se týkalo možnosti modelování, zbylé tři možnosti respondenti využili stejnoměrně. Jsou to položky kreslení výkresů, odladění a funkčnost vytvořeného programu. Více jak 80% respondentů je názoru, že žáci mají práci s 3D tiskem v oblibě. 57% dotazovaných se domnívá, že výuka s použitím 3D je kvalitnější. Na dotaz, zda při výuce používají 3D tiskárnu Rap Man se kladně vyjádřil jen jeden dotazovaný. Ostatní používají jiný druh 3D tiskárny, který vypsali v následujícím dotazu. Naprostá většina dotazovaných je se současnou kvalitou 3D tisku spokojena. Jeden respondent se se vyjádřil k lámavosti tiskového materiálu. Tento nedostatek by podle něj měl být odstraněn jiným složením tiskového materiálu nebo zvětšením Ø cívky, ze které je tiskový materiál při tisku odvíjen.

Pravidelnost výuky s použitím 3D tisku uvedlo jen 13% žáků. Téměř polovina z oslovených respondentů zaujala neutrální stanovisko. Zbylých 40% má názor, že se s 3D tiskem nesetkávají ve výuce pravidelně. Na obtížnost modelování v Surf Camu považuje za průměrnou 38% dotazovaných, 18% je považuje za velmi lehkou a jen pro 3% respondentů je obtížnost modelování v Surf Camu dle stupnice obtížná. Úkony spojené s obsluhou 3D tiskárny považuje 38% žáků za průměrně obtížné, ještě větší procento je považuje za velmi lehké. 96% žáků práci s 3D tiskem ve výuce považuje za zábavnou. Neutrální stanovisko vyjádřili jen 3 respondenti. Pro polovinu respondentů je počet hodin ve výuce věnovaný 3D tisku průměrný, ovšem téměř druhá polovina se domnívá, že je nízký nebo velmi nízký. 34% respondentů při výuce s 3D tiskem nejraději řeší úlohy zaměřené na modelování, téměř stejný počet se zaměřuje na kvalitu a funkci vytvořeného programu, 7% je zaměřeno na kreslení výkresů. V dalším dotazu zaměřeném na využití vědomostí získané při práci s 3D tiskem v jiných odborných předmětech téměř všichni odpověděli ano s výjimkou 3 respondentů, kteří se vyjádřili záporně. Respondenti v další otázce odpověděli, že nabyté vědomostmi v modelování využívají v technické dokumentaci a v

předmětu technologie. S kvalitou a rozsahem výuky 3D tisku jsou všichni žáci spokojeni. Ze 7 dotazovaných, kteří v předchozí otázce vyjádřili nespokojenost s rozsahem a kvalitou výuky 4 požadují modernější počítač, 2 by se rádi účastnili soutěží spojené s použitím 3D tisku, 1 dotazovaný by uvítal větší počet vyučovacích hodin.

Ve své diplomové práci Kunc (2012) popisuje ve 4 kapitole teoretické části podstatu 3D tisku, jednotlivé technologie a tiskové materiály. Shodujeme se v tom, že cena 3D tiskáren se časově rapidně snižuje, nejvíce u tiskáren typu stavebnic. Dále uvádí, že 3D tisk výrazně snižuje čas výroby součástí u kusové výroby. Zkrácení času 3D tiskem oproti klasické výrobě potvrzuje i Vaculík ve své bakalářské práci, který navíc srovnává výrobní časy dvou tiskových zařízení.

16 Porovnání časů výroby tvarově složité součásti pomocí obrábění a 3D tiskárny

Uživatelé 3D tiskáren s profesním využitím nabízí výrobu tvarově složitých součástí pomocí uvedené technologie. Nejvíce užívanou metodou je Rapid Prototyping, která je založená na výrobě jednotlivých kusů požadovaných modelů nebo prototypových dílů aditivní metodou. Uvádějí, že v praxi je možné touto technologií připravit k výrobě a vyrobit takovou součást za mnohem kratší čas než klasickou metodou programování a následného obrábění.

Tato myšlenka mně inspirovala k porovnání časů při použití obou způsobů, protože všemi uvedenými zařízeními naše škola disponuje a používá je pro výuku.

Pro praktickou výrobu jsem zvolil tvarově složitou součást, která budou vyráběna pomocí tří způsobů, které jsou uvedeny v následující podkapitole.

16.1 Stanovení podmínek

Abych získal co nejméně zkreslená data, ruční a strojní programování a následnou výrobu součásti prováděl učitel odborného výcviku, který na tomto pracovišti provádí výuku. Další dva žáci vyráběli postupně druhou a třetí součást v pořadí.

Modelování, převedení dat do STL formátu a výrobu součástí na 3D tiskárně prováděl učitel odborných předmětů, který ve speciální učebně pro výuku programování má instalovanou 3D tiskárnu. Další dva žáci vyráběli druhou a třetí součást v pořadí.

Při každém způsobu výroby je kromě výrobního času pro součást připočten čas pro programování a přípravu stroje. Aby se tyto časy přiblížily více realitě, byly vyrobeny jednotlivými způsoby v počtu 3 kusů.

Výroba dílců všemi způsoby byla zkontrolována fotografiemi a 3D tisk byl pro názornost natočen krátkou videosekvencí. Fotografie a video je součástí příloh. Součástí příloh jsou i jednotlivé programy pro obrábění

Způsoby výroby:

1. Výroba součástí pomocí ručního programování pomocí modulu F2000 a jejich následná výroba na NC frézce.

2. Výroba součásti pomocí strojního programování CAD/CAM systému SurfCam, jehož výstupem je NC kód pro obráběcí stroj. Použitý stroj je NC frézka.
3. Modelování pomocí CAD systému, převedení dat do formátu STL a výroba součástí na 3D tiskárně.

16.2 Výstupy z provedeného porovnání

1. Výstupy z výroby na NC frézce pomocí ručního programování

Příprava stroje a nástrojů	45'
Čas ručního programování	274'
Čas výroby prvního kusu včetně přepínání	122'
Čas výroby druhého kusu včetně přepínání	117'
Čas výroby třetího kusu včetně přepínání	114'
Celkový čas	672'

2. Výstupy z výroby na NC frézce pomocí strojního programování

Příprava stroje a nástrojů	39'
Čas ručního programování	53'
Čas výroby prvního kusu včetně přepínání	115'
Čas výroby druhého kusu včetně přepínání	126'
Čas výroby třetího kusu včetně přepínání	119'
Celkový čas	452'

3. Výstupy z výroby na 3D tiskárně pomocí modelování a převedení dat do STL

Příprava stroje a nástrojů	19'
Čas ručního programování	7'
Čas výroby prvního kusu včetně přepínání	66'
Čas výroby druhého kusu včetně přepínání	67'
Čas výroby třetího kusu včetně přepínání	67'
Celkový čas	226'

6.3 Zhodnocení porovnání časů

Pokud bychom chtěli předpoklad uvedený v úvodu potvrdit, muselo by porovnání časů jednotlivými způsoby proběhnout na větších sériích, aby se do výsledku dostala serióznější data, která by méně zkreslovala výsledek porovnání.

Pokud si srovnáme časy našeho šetření, je předpoklad velké úspory času při výrobě složité součásti pomocí 3D tiskárny, protože odpadá výroba programu pro obráběcí stroj. Čas ručního programování je zde 274'. Dále u 3D tiskárny odpadá příprava stroje a nástrojů, což je další úspora zhruba 40'.

Pokud bychom chtěli vyjádřit úsporu času v procentech, tak hodnotou 100% označíme strojní obrábění s ručním programováním, které proběhlo v pořadí jako první. Zde bylo dosaženo celkového času 672'.

V pořadí druhé bylo provedeno obrábění na NC stroji se strojním programováním. Zde bylo dosaženo celkového času 452' - což je úspora oproti předchozímu obrábění o 33%.

Tiskem součásti na 3D tiskárně bylo dosaženo celkového času 226' - oproti prvnímu způsobu činí úspora času 76% a vůči druhému způsobu o 50%.

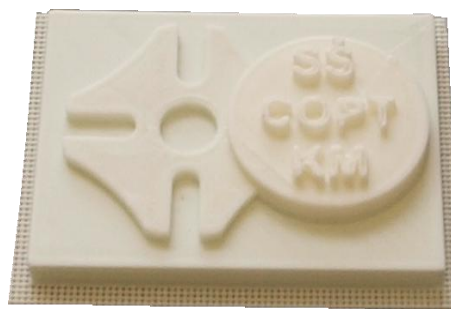
Úspora času při tomto způsobu se potvrdila a firmy, které nabízejí výrobu prototypů nebo náhradních kusů v malém množství sdělují zákazníkům pravdivé informace o rychlé výrobě prototypů.

Zhotovené výrobky:

obráběním



3D tiskem



Obrázek č. 7: Vyrobené součásti oběma technologiemi

Závěr

S 3D tiskem jsem se seznámil v rámci celoživotního vzdělávání při návštěvě střední školy COPT Uherský Brod. Bylo pro mně neuvěřitelné vidět výrobu malé převodové skříně, kdy po ukončení tisku byla sestava ozubených kol funkční. Rozšíření řady didaktických prostředků o 3D tiskárnu byl logickým krokem s možností zpestřit výuku pomocí ICT techniky i na naší škole. To se uskutečnilo díky projektu Evropského soc. fondu prostřednictvím odboru školství zlínského kraje, který nám poskytl finanční prostředky. Cílem práce bylo začlenit 3D tisk do didaktických prostředků, vysvětlit její činnost a možnosti, popsat klíčové a odborné kompetence žáků a kompetence učitelů, kteří jsou základními články edukačního procesu.

Před začleněním 3D tisku do didaktických prostředků jsem v první kapitole popsal edukační proces a jeho hlavní účinkující učitele a žáka a zmínil jsem se o používání didaktických prostředků z hlediska historie.

Druhá kapitola, ve které popisují členění didaktických prostředků různými autory je důležitá pro následující kapitolu, ve které je zařazená 3D tiskárna do didaktických prostředků.

Mým cílem bylo v další kapitole popsat 3D tiskárnu RaMan a možnosti jejího využití ve výuce. V předposlední kapitole teoretické části jsem se zabýval kompetencemi účastníků výuky, jejich důležitosti ve výuce při používání 3D tiskárny.

V podední kapitole teoretické části jsem se věnoval bezpečnostním, hygienickým a ergonomickým požadavkům a jejich dodržováním při práci s 3D tiskem.

Praktickou část práce jsem věnoval průzkumu použití 3D tiskárny na středních odborných školách. Cílem bylo zjistit, zda používání 3D tiskárny ve výuce žákům výuku zkvalitňuje, jaké typy úloh řeší nejraději, jak náročná je příprava pro učitele při práci s 3D tiskem. Za účelem nashromáždění potřebných informací jsem oslovil střední odborné školy ve třech krajích. Průzkum proběhl způsobem dotazníkového šetření. Dotazníky byly respondentům zaslány elektronickou poštou.

Průzkum mi pomohl shromáždit informace, které ukazují na to, že nová technologie jako je 3D tisk zatím není na středních odborných školách rozšířená. Z 26 oslovených škol mi dotazníky zpět poslalo 7 škol. Získané informace mi pomohly zjistit, jak často se 3D tiskárna ve výuce používá. Učitelé ji používají za účelem vymodelování součástí, které slouží jako učební pomůcky ve školách i pro jiné odborné předměty. Vzhledem ke zkrácení

doby vytvoření součásti tiskem vůči obrábění, je pro žáky i učitele tato skutečnost motivující. Jiný druh výrobků je složitý dílec, který demonstruje možnosti tiskárny.

S postupujícím časem se pořizovací ceny 3D tiskárem zvláště stavebnic pro amatérské použití výrazně snižují, což má za následek zvýšení počtu uživatelů této nové technologie.

Dalším kladným faktorem 3D tisku je jeho dynamický rozvoj v souvislosti s množstvím možností používání různých materiálů a metod.

Na závěr mého pojednání ještě jednou vzpomenu skutečnost, že 3D tiskárna RapMan byla oceněna zvláštním uznáním v rámci soutěže Zlatý Ampér 2010 za jeho přínos v oblastech školství a modelářství díky své nízké ceně, nízké spotřebě a cenovou dostupností tiskových materiálů.

Moje bakalářská práce může posloužit nejen studentům a učitelům středních škol zabývajících se modelováním součástí a jejich následnou výrobou. Může posloužit i rodičům, zajímajícím se o obsah učiva a vybavení školy, do které se jejich dítě hlásí ke studiu.

Seznam použité literatury a dalších zdrojů:

Bits from bytes. [online]. [cit. 2014-06-08]. DOI: Protocom 3D. Dostupné z: <http://www.protocom.cz/produkty/3d-systems/archiv-produktu/bits-from-bytes/>

CAD.cz. *Kompaktní 3D tiskárna Maker Bot Replicator Mini* [online]. 2014 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/aktuality/77-aktuality/5190-kompaktni-3d-tiskarna-makerbot-replicator-mini-v-prodeji.html>

CIPRO, Miroslav. *Galerie světových pedagogů I.* Vyd.neuvedeno. Praha: Vlastním nákladem, 2002. ISBN 80-238-7452-7.

DOSTÁL, Jiří. *Učební pomůcky a zásada názornosti.* Olomouc: Votobia, 2008, ISBN 978-80-7409-003-5

E15.cz. [online]. 2013 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://magazin.e15.cz/bydleni/holandsky-architekt-vytiskne-dum-bez-zacatku-a-konce-950149>

GESCHWINDER, Jan, Bronislava RŮŽIČKOVÁ a. Evžen RŮŽIČKA *Technické prostředky ve výuce.* 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995, ISBN 80-7067-584-5.

HAVLÍK, Tomáš. *Rapid prototyping* [online]. Brno, 2013 [cit. 2014-06-09]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/344111/pravf_b, Bakalářská práce.Právnická fakulta Masarykovy univerzity

HENDRICH, Josef a kol. *Didaktika cizích jazyků.* Praha: SPN, 1988, ISBN – neuvedeno

CHLEBA, Martin. [online]. 2014 [cit. 2014-06-06]. Dostupné z <http://www.o3d.cz/3d-tisk/%C5%A1t%C3%ADtky/historie-3d-tisku/>

JANIŠ, Kamil a Edita ONDŘEJOVÁ. *Slovník pojmů z obecné didaktiky.* Opava: Slezská univerzita v Opavě, 2006, ISBN 80-7248-352-8.

KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2009, ISBN 978-807-3675-714.

Koncepce klíčových kompetencí v RVP středního odborného vzdělávání. [online]. [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.nuov.cz/koncepce-kk>

KUNC, Martin. Metodika přípravy učitele na výuku strojírenských předmětů s využitím systému CAD. [online]. Brno, 2012 [cit. 2014-06-12]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/57620/pedf_m?info=1;zpet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3Dmetodika%20p%C5%99%C3%ADpravy%20u%C4%8Ditele%20kunc%20martin%26start%3D1

MALACH, Josef. *Základy didaktiky*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta, 2003, Studijní opora pro kombinovaná studia, ISBN 80-704-2266-1.

MAŇÁK, Josef, Tomáš JANÍK a Vlastimil ŠVEC. *Kurikulum v současné škole*. Brno: Paido, 2008, ISBN 978-80-7315-175-1.

MAŇÁK, Josef. *Nárys didaktiky*. 3. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2003, ISBN 80-210-3123-9.

MAREK, Pavel. *Technologie 3d tisku míří do běžné praxe* [online]. roč. 2014, č. 3 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/technologie-3d-tisku-miri-do-bezne-praxe.html>

MARTIN, Vaculík. *Rapid Prototyping*. Zlín, 2011. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/16106/vacul%C3%ADk_2011_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

MOJŽÍŠEK, Lubomír. *Pracovní výchova, polytechnické vzdělávání a profesionální orientace*. Praha: SPN, 1981. ISBN neuvedeno.

OBST, Otto. *Didaktika sekundárního vzdělávání*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 2006, ISBN 80-244-1360-4

PRŮCHA, Jan. *Pedagogická encyklopedie*, Portál, 2009, ISBN 978-80-7367-546-2

RAMBOUSEK, Vladimír a kol. *Technické výukové prostředky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989, ISBN 80-7066-227-1

ŠIMONÍK, Otakar. *Úvod do didaktiky základní školy*. Brno: MSD, 2005, ISBN 80-86633-33-0.

TŮMA, Petr. *Easy cnc*. In: [online]. 2010 [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.easycnc.cz/rubrika/novinky/>

VÁNA, Josef. *Dejiny pedagogiky*. Praha: SPN, 1963, ISBN neuvedeno.

VAŠUTOVÁ, Jaroslava. *Profese učitele v českém vzdělávacím kontextu*. Brno: Paido, 2004, ISBN 80-7315-082-4.

VRBICKÝ, Vilém. CAD.cz. [online]. [cit. 2014-06-07]. Dostupné z: <http://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/4187-rychla-vyroba-prototypu-klasickou-cestou-aneb-male-fre zky-v-prototypove-vyrobe.html>

Seznam právních zdrojů:

ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání: školský zákon. In: 2004. 2004.

ČESKÁ REPUBLIKA Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. In: 2005. 2005.

ČESKÁ REPUBLIKA Vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2000 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. In: 2009. 2009.

RMV pro obor mechanik seřizovač 23-45-L/01. In: MSMT, č.j.9325/2009-23. Dostupné z: http://zpd.nuov.cz/RVP_3_vlna/RVP%202345L01%20Mechanik%20serizovac.pdf

Seznam zkratk

RVPRámcové vzdělávací programy

ŠVP..... Školní vzdělávací programy

RVP..... Rámcový vzdělávací program

CNC.....Computer Numeric control

Seznam obrázků:

Obr. č. 1: grafické znázornění edukačního procesu - Dostál	10
Obr. č. 2: dělení didaktických prostředků - Geschwinder a kol	13
Obr. č. 3: 3D výrobní zařízení Fortus 400mc od firmy Stratasys	19
Obr. č.4: Kompaktní 3D tiskárna Maker Bot Replicator Mini	19
Obr. č.5: Dům bez začátku a konce	20
Obr. č.6: 3D tiskárna Rap Man	24
Obr. č.7: Obrobené a vytištěné součásti	56

Seznam grafů:

Graf č. 1 – frekvence používání 3D tisku	42
Graf č. 2 – náročnost přípravy na výuku	43
Graf č. 3 – podpora logického myšlení	43
Graf č. 4 – typy úloh	44
Graf č. 5 – oblíbenost 3D tisku u žáků	44
Graf č. 6 – zkvalitnění výuky	45
Graf č. 7 – použití tiskárny RapMan	45
Graf č. 8 – způsob zkvalitnění 3D tisku	46
Graf č. 9 – pravidelnost výuky s 3D tiskem	47
Graf č. 10 – náročnost úloh pro žáky	47
Graf č. 11 – náročnost modelování v SurfCamu	48
Graf č. 12 – náročnost obsluhy 3D tiskárny	48
Graf č. 13 – 3D tisk zábavou při výuce	49
Graf č. 14 – počet vyučovacích hodin s 3D tiskem	49
Graf č. 15 – nejraději řešené typy úloh	50
Graf č. 16 – modelování v jiných předmětech	50
Graf č. 17 – způsob zkvalitnění 3D tisku	51

Seznam příloh:

Dotazník pro učitele	67
Dotazník pro žáky	70
Tabulka č. 1: frekvence používání 3D tisku	73
Tabulka č. 2: náročnost přípravy na výuku:	73
Tabulka č.3: podpora logického myšlení	73
Tabulka č.4: typy úloh	73
Tabulka č.5: oblíbenost 3D tisku u žáků	74
Tabulka č.6: zkvalitnění výuky	74
Tabulka č.7: požití tiskárny Rap Man	74
Tabulka č.8: možnosti zkvalitnění 3D tisku	74
Tabulka č.9: pravidelnost výuky s 3D tiskem	75
Tabulka č.10: náročnost úloh pro žáky	75
Tabulka č.11: náročnost modelování v SurfCamu	75
Tabulka č.12: náročnost obsluhy 3D tiskárny	75
Tabulka č.13: 3D tisk je zábavou při výuce	76
Tabulka č.14: počet vyučovacích hodin s 3D tiskem	76
Tabulka č.15: nejraději řešené typy úloh	76
Tabulka č.16: využití modelování v jiných předmětech	76
Tabulka č.17: možnosti zkvalitnění 3D tisku	77

Příloha: dotazník pro učitele: Využití 3D tiskárny na SOŠ

Vážení vyučující,

studuji obor Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku na Pedagogické fakultě Univerzity Palackého v Olomouci.

Prosím o vyplnění dotazníku, předpokládám, že jeho vyplnění Vás nepřipraví o mnoho času.

Vámi vyplněné údaje použiji pro můj průzkum v bakalářské práci.

Seznamte s dotazníky i žáky. Pro ně je určen dotazník jako příloha č.2

Dohlédněte prosím na jeho vyplnění a zaslání na stejnou adresu.

Předem Vám děkuji za Vaši ochotu.

Vybírejte jen jednu odpověď, pokud není uvedený jiný požadavek.

Otázka č. 1: 3D tisk používáte ve výuce:

2 x týdně	☐
1 x týdně	☐
1 x 14 dnů	☐
1 x měsíčně	☐

Otázka č. 2: příprava na výuku je pro Vás:

Velmi náročná	☐
Náročná	☐
Přiměřená	☐
Lehká	☐
Velmi lehká	☐

Otázka č. 3: 3D tisk podporuje logické myšlení žáků při výuce:

Velmi náročné	☐
Náročné	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č. 4: používáním 3D tisku ve výuce ověřuji

(označte všechny vyhovující odpovědi)

Velmi náročné	☐
Náročné	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č.5: práci s 3D tiskem žáci považují za oblíbenou

Velmi náročné	☐
Náročné	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č. 6: výuka při používání 3D tisku je kvalitnější

Velmi náročné	☐
Náročné	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č. 7: používáte při výuce 3D tiskárnu Rap Man?

Ano	☐
Ne	☐

Otázka č. 8: pokud jste v předchzím uvedl ne, napište jaký tip používáte:

.....

Otázka č. 9: je možno nějakým způsobem 3D tisk zkvalitnit?

Ano	☐
Ne	☐

Otázka č 10: při kladné odpovědi v předešlé otázce napište způsob:

.....
.....
.....

Dotazník pro žáky: Využití 3D tiskárny na SOŠ

Otázka č. 1: s 3D tiskem pracujete ve výuce pravidelně

Silně souhlasím	☐
Souhlasím	☐
Ani souhlasím Ani nesouhlasím	☐
Nesouhlasím	☐
Silně nesouhlasím	☐

Otázka č. 2: úlohy spojené s používáním 3D tisku jsou pro Vás:

Velmi náročné	☐
Náročné	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č. 3: modelování v programu SurfCam považujete za:

Velmi těžké	☐
Těžké	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č. 4: úkony spojené s obsluhou 3D tiskárny jsou pro Vás:

Velmi náročné	☐
Náročné	☐
Přiměřené	☐
Lehké	☐
Velmi lehké	☐

Otázka č 5: práce s 3D tiskem je pro Vás při výuce zábavou

Silně souhlasím	☐
Souhlasím	☐
Ani souhlasím Ani nesouhlasím	☐
Nesouhlasím	☐
Silně nesouhlasím	☐

Otázka č. 6: počet vyučovacích hodin využívaných pro výuku 3Dtisku je pro Vás:

Velmi vysoký	☐
Vysoký	☐
Přiměřený	☐
Nízký	☐
Velmi nízký	☐

Otázka č. 7: při práci s 3D tiskem nejraději řešíte úlohy zaměřené na

(vyznačte všechny vyhovující odpovědi)

Modelování ve 3D	☐
Kresl.výkresů souč.	☐
Odladění programu	☐
Funkčnost programu	☐
Jiné	☐

Otázka č. 8: vědomosti spojené s modelováním využíváte i v jiných odborných předmětech?

Ano	☐
Ne	☐

Otázka č. 9: pokud jste v předchozí otázce odpověděl ano, napište název předmětu:

.....

.....

Otázka č. 10: je něco, co by šlo na 3D tisku zkvalitnit?

Ano	☐
Ne	☐

Otázka č. 11: při kladné odpovědi v předešlé otázce napište vylepšení:

.....

.....

.....

Tabulka č: 1– frekvence používání 3D tisku

Otázka č. 1	Četnost	% podíl
2x týdně	1	14%
1x týdně	2	29%
1x za 14 dnů	4	57%
1x měsíčně	0	0%
Celkem respondentů	7	100%

Tabulka č. 2: náročnost přípravy na výuku:

Otázka č. 2	Četnost	% podíl
velmi náročná	2	29%
náročná	4	57%
snadná	1	14%
Celkem respondentů	7	100%

Tabulka č.3: podpora logického myšlení

Otázka č. 3	Četnost	% podíl
silně souhlasím	3	29%
souhlasím	3	57%
ani souhlasím ani nesouhlasím	1	14%
nesouhlasím	0	0%
silně nesouhlasím	0	0%
počet respondentů	7	100

Tabulka č.4: typy úloh

Otázka č. 4	Četnost	% podíl
modelování ve 3D	7	%
kreslení výkresů součástí	6	%
odladění programu	4	%
funkčnost programu	4	%
Počet možností	21	

Tabulka č.5: oblíbenost 3D tisku u žáků

Otázka č. 5	Četnost	% podíl
silně souhlasím	2	29%
souhlasím	4	57%
ani souhlasím, ani nesouhlasím	0	0%
nesouhlasím	1	14%
silně nesouhlasím	0	0%
Počet respondentů	7	100%

Tabulka č.6: zkvalitnění výuky

Otázka č. 6	Četnost	% podíl
silně souhlasím	2	29%
souhlasím	4	57%
ani souhlasím, ani nesouhlasím	0	0%
nesouhlasím	1	14%
silně nesouhlasím	0	0%
Počet respondentů	7	100%

Tabulka č.7: požití tiskárny Rap Man

Otázka č. 7	četnost	%podíl
ano	2	29%
ne	5	71%
Počet respondentů	7	100%

Tabulka č.8: možnosti zkvalitnění 3D tisku

Otázka č. 9	četnost	%podíl
ano	1	14%
ne	6	86%
Počet respondentů	7	100%

Tabulka č.9: pravidelnost výuky s 3D tiskem

Otázka č. 6	Četnost	% podíl
silně souhlasím	0	0%
souhlasím	9	13%
ani souhlasím, ani nesouhlasím	32	47%
nesouhlasím	19	28%
silně nesouhlasím	9	12%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.10: náročnost úloh pro žáky

Otázka č. 2	Četnost	% podíl
velmi náročné	8	12%
náročné	5	7%
přiměřené	31	46%
lehké	16	24%
velmi lehké	8	11%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.11: náročnost modelování v SurfCamu

Otázka č. 3	Četnost	% podíl
velmi těžké	2	3%
těžké	17	25%
přiměřené	24	35%
lehké	13	19%
velmi lehké	12	18%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.12: náročnost obsluhy 3D tiskárny

Otázka č. 4	Četnost	% podíl
velmi náročné	3	4%
náročné	8	12%
přiměřené	26	38%
lehké	3	4%
velmi lehké	28	42%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.13: 3D tisk je zábavou při výuce

Otázka č. 5	Četnost	% podíl
silně souhlasím	27	40%
souhlasím	38	56%
ani souhlasím ani nesouhlasím	3	4%
nesouhlasím	0	0%
silně nesouhlasím	0	0%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.14: počet vyučovacích hodin s 3D tiskem

Otázka č. 6	Četnost	% podíl
velmi vysoký	0	0%
vysoký	4	7%
přiměřený	34	49%
nízký	19	28%
velmi nízký	11	16%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.15: nejraději řešené typy úloh

Otázka č. 7	Četnost	% podíl
modelování	61	0%
kreslení výkresů	44	7%
odladění programu	16	49%
funkce programu	57	28%
jiné	0	0%
Počet vyhovujících odpovědí	Σ 178	100%

Tabulka č.16: využití modelování v jiných předmětech

Otázka č. 8	četnost	%podíl
ano	65	94%
ne	3	6%
Počet respondentů	68	100%

Tabulka č.17: možnosti zkvalitnění 3D tisku

Otázka č. 9	četnost	%podíl
ano	7	10%
ne	61	90%
Počet respondentů	68	100%

Anotace

Jméno a příjmení:	Ján Roman
Katedra:	Ústav pedagogiky a sociálních studií
Vedoucí práce:	PhDr. René Szotkowski, Ph.D.
Rok obhajoby:	2014
Názav práce:	Využití 3D tiskárny na středních odborných školách
Název v anglickém jazyce:	The Use of 3D Printers at the Vocational Secondary Schools
Anotace práce:	Bakalářská práce je zaměřená na využití moderního didaktického prostředku na středních odborných školách. Kapitoly popisují členění didaktických prostředků, zařazení 3D tiskárny do členění didaktických prostředků, popisuje 3D tiskárnu a její možnosti. Dále se zabývá kompetencemi učitelů a žáků, kteří 3D tiskárnu používají ve výuce. Názory žáků a učitelů na práci s 3D tiskárnou jsou cílem průzkumu praktické části práce.
Klíčová slova:	Didaktické prostředky, 3D tisk, 3D tiskárna, proces výuky, klíčové a odborné kompetence
Anotace v anglickém jazyce:	The bachelor thesis describes the use of 3D printers in the process of education as a modern didactic means at secondary vocational schools. The chapters, included in the theoretical part, describe the breakdown of didactical resources, inclusion of 3D printers to these resources, the printer and its options. It also deals with the competence of teachers and pupils who are using a 3D printer in the classroom during the educational process. The practical part is devoted to a survey in order to get some experience from teachers and pupils concerning working with a 3D printer.
Klíčová slova v anglickém jazyce:	Teaching resources, 3D print, 3D printer, educational process, key and professional competencies.
Přílohy:	Dotazník pro učitele, dotazník pro žáky, tabulky výzkumu
Rozsah práce:	66
Jazyk práce:	český jazyk