

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA PEDAGOGICKÁ**  
**KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY**

**VÝROBA ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ TRADIČNÍMI  
I NOVÝMI METODAMI**  
DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Bc. Marie Tomanová**  
*Učitelství pro 2. stupeň ZŠ, obor INF-Te*

Vedoucí práce: Mgr. Jan Krotký

**Plzeň 2015**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 24. června 2015

.....  
vlastnoruční podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala především Mgr. Janu Krotkému za odborné vedení diplomové práce, cenné rady, věcné připomínky, technickou podporu, vstřícnost při konzultacích a ochotně věnovaný čas.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta pedagogická  
Akademický rok: 2013/2014

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marie TOMANOVÁ**  
Osobní číslo: **P13N0180P**  
Studijní program: **N7503 Učitelství pro základní školy**  
Studijní obory: **Učitelství informatiky pro základní školy**  
**Učitelství technické výchovy pro základní školy**  
Název tématu: **Výroba šperků a oděvních doplňků tradičními i novými  
metodami**  
Zadávající katedra: **Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Kreativita a konstrukční tvořivost, metody rozvoje a výzkumu.  
Výroba šperků a doplňků, techniky, technologie.  
Moderní nástroje pro návrh a výrobu.  
Náměty a návody k tématu pro tvorbu v rámci technické výchovy.  
Ověření vybraných námětů na kontrolní skupině.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 60

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

BARNATT, Christopher. 3D printing: the next industrial revolution. S.l., 2013. ISBN 978-148-4181-768.

KLETEČKA, J., FOŘT, P. Technické kreslení.

Praha: Computer Press, 2008.

HONZÍKOVÁ, J. Nonverbální tvořivost v technické výchově.

Plzeň: Západočeská univerzita, 2008.

HONZÍKOVÁ, J., Mach, P., Novotný, J. Alternativní přístupy

k technické výchově. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007.

MILLEROVÁ, J., VAINWRIGHT a Graham RAE. Průvodce

pro sběratele: šperky. Vyd. 1. Praha: NOXI, 2004. 255 s.

ISBN 80-891-7909-6.

POCHMON, Michal. Optické měřicí 3D metody. 1. vyd.

Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012.

ISBN 978-80-244-3072-0.

SALAMONY, S. 1000 inspirací pro výrobu šperků: korálky, tretky,

přívěsky a řetízky. Praha: Slovart, 2011. ISBN 978-80-7391-499-8. Trendy ve

vzdělávání: Informační technologie a technické vzdělávání.

Olomouc: UPOL. Online: [http://www.kteiv.upol.cz/tvv\\_web/](http://www.kteiv.upol.cz/tvv_web/).

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Jan Krotký

Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

Datum zadání diplomové práce: 12. března 2014

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2015



Doc. PaedDr. Jana Coufalová, CSc.  
děkanka



Doc. PaedDr. Jarmila Honzík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 31. března 2014

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	4
ÚVOD .....	5
1 HISTORICKÝ VÝVOJ ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ .....	7
1.1 PRAVĚKÉ ŠPERKY .....	7
1.2 ŠPERKY VE STAROVĚKÉM EGYPTĚ, ŘECKU A ŘÍMĚ .....	8
1.3 ŠPERKY V OBDOBÍ GOTIKY .....	9
1.4 ŠPERKY V OBDOBÍ RENESANCE A KLASICISMU .....	9
1.5 ŠPERKY V 18. STOLETÍ .....	10
1.6 ŠPERKY V 19. STOLETÍ .....	10
1.7 ŠPERKY VE 20. STOLETÍ .....	11
1.8 ŠPERKY V 21. STOLETÍ .....	12
2 KREATIVITA A KONSTRUKČNÍ TVOŘIVOST .....	13
2.1 KREATIVITA .....	13
2.2 KONSTRUKČNÍ TVOŘIVOST .....	14
2.3 ZÁKLADNÍ ATRIBUTY TVOŘIVOSTI .....	14
2.4 FAKTORY TVOŘIVOSTI .....	15
2.5 FÁZE TVOŘIVÉHO PROCESU .....	16
2.6 METODY ROZVOJE TVOŘIVOSTI .....	17
2.6.1 Klasifikace podle přístupu k procesu řešení .....	18
2.6.2 Klasifikace podle množství zúčastněných subjektů .....	18
2.6.3 Jednoduché heuristické techniky a principy rozvoje tvořivosti .....	18
2.7 TECHNIKY PODPORUJÍCÍ TVOŘIVOST .....	21
2.7.1 Brainstorming .....	21
2.7.2 HOBO metoda .....	22
2.7.3 Synektika .....	22
2.7.4 Metoda Phillips 66 .....	22
2.7.5 Metoda 635 .....	23
2.7.6 Metoda systémových přístupů .....	23
2.7.7 Situační metoda .....	23
2.7.8 Inscenační metoda .....	23
2.7.9 Model tvořivého humanistického vyučování .....	23
2.8 METODY VÝZKUMU TVOŘIVÝCH SCHOPNOSTÍ .....	23
2.8.1 Torranceho figurální test tvořivého myšlení .....	25
2.8.2 Urbanův figurální test tvořivého myšlení .....	26
2.8.3 Tvarový skládací test praktické inteligence .....	27
3 TECHNIKY A TECHNOLOGIE VÝROBY ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ .....	28
3.1 TECHNIKY VÝROBY ŠPERKŮ Z KOVU .....	28
3.1.1 Montovaná technika .....	28
3.1.2 Odlévaná technika .....	29
3.2 TECHNIKY VÝROBY DRÁTĚNÝCH ŠPERKŮ .....	30
3.2.1 Základní vybavení .....	30
3.2.2 Technika spojovacích kroužků .....	34
3.2.2.1 Nástroj Gizmo .....	34
3.2.3 Technika ketlovacích oček .....	36
3.2.4 Technika oček ve tvaru písmene S .....	36
3.2.5 Technika výroby spirál .....	36

3.2.6	Technika výroby náušnicových afro háčků .....	37
3.2.7	Technika kroužkování .....	37
3.2.8	Technika drátování .....	37
3.3	KORÁLKOVÁNÍ .....	38
3.3.1	Základní vybavení .....	39
3.3.2	Technika šití korálků .....	40
3.4	SMALTOVÁNÍ .....	41
3.5	KŘIŠŤÁLOVÁ PRYSKYŘICE .....	42
3.6	TECHNIKA TIFFANY .....	44
3.7	POLYMEROVÉ MODELOVACÍ HMOTY .....	48
3.8	STEAMPUNK .....	49
4	MODERNÍ NÁSTROJE PRO NÁVRH A VÝROBU ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ .....	51
4.1	3D TISK .....	51
4.1.1	Co je to 3D tisk .....	51
4.1.2	Historický vývoj .....	52
4.1.3	Technologie 3D tisku .....	54
4.1.3.1	SLA .....	54
4.1.3.2	SLS .....	54
4.1.3.3	FDM .....	54
4.1.3.4	LOM .....	55
4.1.4	Tiskový materiál .....	55
4.1.4.1	ABS .....	55
4.1.4.2	PLA .....	56
4.1.4.3	Kov .....	56
4.1.4.4	Keramika .....	56
4.1.4.5	Sklo .....	56
4.1.4.6	Dřevo .....	57
4.1.4.7	Další materiály .....	57
4.1.4.8	Potraviny .....	57
4.1.5	Využití 3D tisku .....	57
4.1.5.1	Malosériová výroba .....	57
4.1.5.2	Zakázková výroba .....	58
4.1.5.3	Výroba náhradních dílů .....	58
4.1.5.4	Šperkařství a oděvnictví .....	58
4.1.5.5	Strojírenství .....	59
4.1.5.6	Lékařství .....	59
4.1.5.7	Školství .....	59
4.1.5.8	Stavebnictví .....	61
4.1.5.9	Další možnosti využití .....	61
4.1.6	3D tiskárny a jejich parametry .....	61
4.1.6.1	Rozlišení tisku .....	62
4.1.6.2	Velikost tiskového rozsahu .....	62
4.1.6.3	Průměr trysky .....	62
4.1.6.4	Rychlost tisku .....	63
4.1.6.5	Tiskový materiál .....	63
4.1.6.6	Další parametry .....	63
4.1.7	Tiskárna CubeX .....	63
4.1.7.1	Vlastnosti tiskárny .....	64
4.1.7.2	Cartridge .....	65
4.1.7.3	Software pro CubeX: 3D Systems .....	66
4.1.8	Software pro tvorbu 3D modelů .....	67
4.1.8.1	Tinkercad .....	67
4.1.8.2	123D Design .....	68

4.1.8.3	SketchUp Make 2015 .....	69
4.2	3D FRÉZKA .....	70
4.3	POČÍTAČEM ŘÍZENÝ SOUSTRUH.....	71
4.4	CNC LASEROVÁ GRAVÍROVACÍ TECHNOLOGIE.....	71
5	NÁMĚTY A NÁVODY NA VÝROBU ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ.....	72
5.1	DRÁTĚNÉ ŠPERKY .....	72
5.1.1	Náušnice z měděného drátu se spirálami .....	72
5.1.2	Přívěsek ve tvaru květiny vyrobený technikou drátování .....	74
5.1.3	Drátěná kulička ze spirály .....	75
5.2	KORÁLKOVÁNÍ.....	77
5.2.1	Kulička z korálek .....	77
5.2.2	Sluníčko z korálek TWIN .....	78
5.2.3	Hvězdička z korálek TWIN .....	80
5.3	MODELOVÁNÍ 3D NÁVRHŮ PRO TISK V 3D TISKÁRNÁCH.....	81
5.3.1	Časová náročnost tisku na zařízení CubeX .....	83
5.3.2	Korálek ve tvaru krychle .....	84
5.3.3	Knoflík.....	86
5.3.4	Pyramida.....	88
5.3.5	Medailon ve tvaru kosočtverce .....	89
5.3.6	Molekulární struktury.....	91
5.3.6.1	Dopamin.....	92
5.3.6.2	Serotonin.....	92
5.3.7	Vločka .....	93
5.3.8	Čtyřlístek.....	94
5.3.9	Kvěтина .....	95
5.3.10	Motýl .....	97
5.3.11	Medailon z kružnic.....	99
5.3.12	Ludolfovo číslo.....	100
5.3.13	Medaile.....	101
6	OVĚŘENÍ VYBRANÝCH NÁMĚTŮ NA KONTROLNÍ SKUPINĚ.....	103
6.1	DRÁTĚNÉ ŠPERKY .....	103
6.2	KORÁLKOVÁNÍ.....	105
6.3	MODELOVÁNÍ 3D NÁVRHŮ.....	105
6.3.1	Knoflík.....	106
6.3.2	Pyramida.....	107
6.3.3	Motýl/květina .....	108
6.4	SHRNUTÍ A ZÁVĚR OVĚŘENÝCH NÁMĚTŮ .....	109
	ZÁVĚR.....	111
	RESUMÉ .....	114
	SUMMARY .....	115
	ZDROJE INFORMACÍ.....	116
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	120
	SEZNAM TABULEK .....	122
	PŘÍLOHY .....	I



**SEZNAM ZKRATEK**

3D	Three Dimensional
3DP	Three Dimensional Printing
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
BPM	Ballistic Particle Manufacturing
FDM	Fused Deposition Modelling
LOM	Laminated Object Manufacturing
PLA	Polylactic Acid
RP	Rapid Prototyping
RVP	Rámcový vzdělávací program
SGC	Solid Grand Curing
SLA	Stereolithography Apparatus
SLS	Selective Laser Sintering
SŠ	Střední škola
VŠ	Vysoká škola
ZŠ	Základní škola

## ÚVOD

Kořeny šperkařství a výroby dalších oděvních doplňků sahají až do pravěké historie. Lidé se již v této době snažili pracovat na svém vzhladu, odlišit se od ostatních lidí a vytvářet originální předměty plné fantazie. Šperky se vyvíjeli několik tisíciletí a vlivem získaných zkušeností a rozvoje kreativity se posouvali stále kupředu, tím vznikaly nové materiály a technologie výroby. Dnes jsou na zcela jiné úrovni.

V teoretické části své diplomové práce se budu nejprve věnovat historickému vývoji šperků a oděvních doplňků. Postupně se od pravěku přesunu až do současnosti a upozorním na nově vzniklé nástroje pro návrh a výrobu, kterým se budu následně věnovat v další části práce. Cílem je osvětlit výrobu šperků od pravěku až do současnosti a podtrhnout významnost různých technik a technologií v historických obdobích.

Dále vymezím princip kreativity a konstrukční tvořivosti, což jsou pro šperkařství velmi významné složky osobního potenciálu, představím metody jejich rozvoje, techniky podporující tvořivost a v rámci metod výzkumu uvedu několik podob testů, vyhodnocující tvořivou schopnost respondenta.

Ozřejmím současné techniky a technologie výroby šperků a oděvních doplňků. Vzhledem k bohaté historii a náročnosti šperkařského odvětví jsem vybrala techniky, které jsou základem výroby ve šperkařském průmyslu od samého počátku, dále techniky, u nichž v současné době znovu stoupla oblíbenost a moderní styly a techniky, které přinášejí do světa šperků novou dimenzi. S tím úzce souvisí moderní nástroje pro návrh a výrobu šperků, bez nichž by nové techniky nebyly realizovatelné. Představím jich několik a podrobně se budu věnovat 3D tiskárnám a softwaru s 3D tiskem, který je s tiskárnou úzce spjatý, jelikož právě u něj tvorba 3D modelu začíná. Cílem je určit možnosti využití 3D tisku, zejména v oblasti školství. Dále vybrat vhodný software pro tvorbu 3D modelů.

Na tuto kapitolu plynule naváže praktickou částí, v rámci níž vytvořím náměty a návody na výrobu šperků a oděvních doplňků. Jedním z mých cílů je apelovat na rozšíření praktické výuky na základních školách, a proto budou náměty určené především pedagogům. Z tohoto důvodu budou voleny tak, aby vzhledem k délce vyučovací hodiny byla možná jejich realizace. Vzhledem k tomu, že pro získání informací o moderních technologiích jsem nucena čerpat z publikací v cizím jazyce, budu klást větší důraz

zejména na ně. Mým cílem je zvýšit dostupnost těchto materiálů v mateřském jazyce, a proto je část věnovaná modelování návrhů pro 3D tisk výrazně obsáhlejší, než techniky drátování a korálkování.

Náměty ověřím na žácích základní školy. Výběr námětů bude odpovídat věku žáků a v každém z nich bude mít žák možnost projevit svou tvůrčí schopnost. Téma, postup a základní požadavky se žákům objasní, po stránce estetické mají žáci volnost. Vzhledem k tomu, že se jedná o kvalitativní záležitost, výrobky a strategii žáka posoudím na základě několika hodnotících kritérií, jimiž je funkčnost, složitost, originalita, zdatnost, potřebný čas, ovšem budu je hodnotit taktéž individuálně. V závěru práce ověřované náměty shrnu a vyvodím závěry.

## 1 HISTORICKÝ VÝVOJ ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ

Šperk, ozdobný předmět různých rozměrů, který je nošen na těle nebo oděvu má své kořeny hluboko v historii. Existence šperků se spojuje s dávnými starověkými civilizacemi. Již v této době se lidé snažili pracovat na svém vzhledu, tvořili mnoho předmětů podle své fantazie a věnovali tomu velké množství energie a času. Při pohledu do historie je zřejmé, že šperk prošel pestrou společenskou proměnou, způsobenou neutuchající touhou po neokoukaných modelech, objevenými materiály a nově vzniklými technologiemi.

Šperky představují nekonečné úsilí o zavádění novinek v módě a stylu. Eva Eisler, světová umělecká šperkařka a designérka, prohlásila v roce 2011: „Šperk je architektura nebo socha, navržená pro krajinu lidského těla.“

Důkladné zmapování historie a pokroku oboru šperkařství by samo o sobě obsáhlo celou kapacitu diplomové práce, a proto se zaměřím na hlavní mezníky nastiňující masivní rozvoj tohoto oboru.

### 1.1 PRAVĚKÉ ŠPERKY



Obrázek 1: Pravěký náramek z kostí v Žateckém muzeu (MuzeumZatec, 2013)

Zvířecí zuby, kosti, hlína a kameny. Těmito přírodními předměty se naši předci zdobili již od nepaměti. První šperky zastávaly funkci amuletů s magickou či ochrannou mocí nebo sloužily jako symbol příslušnosti k určité skupině. Funkce šperku jako módního doplňku byla na pozadí. Výroba byla prováděna primitivními technikami. Další materiál, který lidé postupně využívali ke stejným účelům, bylo dřevo, perleť a lastury. (Křížová, 2009, s. 141-159)

Období kolem roku 2700 př. n. l. bylo archeology stanoveno jako doba vzniku prvních kovových šperků. Obchodní cesty propojovaly Afriku, Evropu, Blízký a Střední východ a usnadnily tak rozšíření místních metod a tradic. Mezopotámští Sumerové, objevitelé zlata pro šperkařské účely, byli ve své době velice uznávanými klenotníky. Zlato a stříbro bylo velmi oblíbené, jelikož bylo tvárné a právě z těchto materiálů začaly vznikat další ozdoby, jimiž byly záušnice, náušnice, náramky, spínadla nebo prsteny. (Křížová, 2009, s. 141-159)

## 1.2 ŠPERKY VE STAROVĚKÉM EGYPTĚ, ŘECKU A ŘÍMĚ

Egyptané pracovali taktéž s drahými kovy. Navíc do šperků zakomponovali drahé kameny, polodrahokamy či perly z řeky Nilu. Vznikaly šperky se stále větší hodnotou a již tehdy určovaly rozdíly mezi lidmi z chudých a bohatých vrstev. V Egyptě byl zlatý šperk považován za symbol Slunce a věčnosti, proto jej mohl nosit pouze faraon a jeho žena. Toto výsadní privilegium bylo až později rozšířeno mezi kněží. Někteří kováři a kovolijci specializovali své řemeslo na výrobu šperků a velice rychle se v něm zdokonalovali. To také dosvědčují četné nálezy kvalitně provedených šperků v hrobkách egyptských faraonů. (Millerová, 2004, s. 11-19)



Obrázek 2: Egypťský náramek (Larousse, 2012)

Starověké Řecko mělo taktéž vysokou úroveň klenotnictví. Dochovaný zlatý pásek se smaragdy a démanty pro císaře Antonia je opravdu velký skvost, jelikož nad jeho výrobou strávilo několik zlatníků 12 let intenzivní práce a jeho hodnota je nevyčísitelná.

Dalším používaným materiálem se stal bronz, díky kterému došlo v klenotnictví k dalšímu rozvoji. Náramky se nosily nejčastěji nad loktem, přičemž byly zdobeny drahokamy a měly

mnoho podob, např. spirálové, kruhové, článkové. Náhrdelníky klenotníci vyráběli z velice jemných řetízků, článků, polodrahokamů i indických perel. Kruhový tvar měly nejčastěji náušnice, které byly doplněné o různé přívěsky, drahokamy či skleněné perly. (Millerová, 2004, s. 11-19)

Ve Starověkém Římě byl kladen velký důraz na ozdoby hlavy. Pro výrobu spon a čelenek byl využíván drahý materiál a perly. Velmi oblíbené byly také prsteny. (Křížová, 2009, s. 141-195)

Starověké Řecko a Řím zobrazovalo na špercích osudy dvou zcela odlišných skupin lidí, chudých poddaných a panské šlechty. Tyto příběhy byly vyobrazeny na korálcích se zvláštním atypickým barevným nádechem. (Millerová, 2004, s. 11-19)

### 1.3 ŠPERKY V OBDOBÍ GOTIKY

V období gotiky se šperky příliš často nenosily, nebo pokud ano, byly strohé, jelikož se lidé museli oblékat podle stanovených pravidel a nesměli pobuřovat ostatní. K malému rozvoji ale přeci jen došlo. Vyráběly se šperky, co zaujaly nejen pohledem, ale i poslechem. Dnes je známe jako rolničky a zvonky. Nejčastěji se umísťovaly kolem pasu nebo na lem rukávů a výstřihu. Kvůli úzkým oděvům stoupl význam knoflíků a dále docházelo k rozvoji symboliky barev. (Millerová, 2004, s. 11-19)

### 1.4 ŠPERKY V OBDOBÍ RENESANCE A KLASICISMU

Přívalová vlna drahokamů, polodrahokamů, zlata a stříbra z Nového světa objeveného Kryštofem Kolumbem způsobila ústup strohosti ve šperkařství a došlo k nástupu velkých a přepychových šperků. Ve Francii byla vyvinuta technika malování smaltem na zlato. Populární byly perlové spony do vlasů, miniatury a prsteny se schránkami, které byly nejčastěji naplňovány jedem. S tím koresponduje i literatura z tohoto období, v níž se více než často k usmrcení záškodníka používal jedovatý přípravek. (Millerová, 2004, s. 11-19)

Na přelomu 16. a 17. století v období utváření novodobé společnosti vznikla technika drátování. Vznikla v tehdejších nejchudších oblastech Slovenska, v okolí Špiše. Nejdříve bylo drátování používáno k opravě prasklých nádob, následně k výrobě dekorativních šperků. (Jankůj, 2007)

## 1.5 ŠPERKY V 18. STOLETÍ

Toto období znamenalo pro módu, svět oděvů a šperků, opravdový vzestup. Šperky byly výstřední, nápadité a zdobily téměř vše. Šperkařství se dotýkalo i mužů, kteří nosili zdobené rukojeti mečů, opasky, sponky na nákrčníky a přezky na boty. (Millerová, 2004, s. 20-27)

Velký zájem byl o drahokamy, zejména diamanty, ale vzhledem k finanční stránce a množství těchto drahých kamenů, nebylo možné uspokojit všechny. To vedlo k nápadu a poté i k samotné realizaci prvních imitací. V tehdejší době začal vyrábět, dnes již známý Jablonec nad Nisou, šperky z vysoce kvalitního skla, nahrazující drahokamy. Šperky z křišťálu byly díky této metodě finančně dostupnější a prodej po Evropě tak výrazně vzrostl. Klenotníci začali používat nové způsoby řezání a zasazování šperků a imitace tak bylo velice obtížné odlišit od originálu. (Millerová, 2004, s. 20-27)

Tvůrcem dalšího typu skla, které bylo taktéž hojně používané, je pan Stras a podle jeho jména nese toto sklo s neuvěřitelnými fyzikálními a chemickými vlastnostmi název štras. Šperky tohoto století využívaly zejména přírodních motivů jako je hmyz či květiny. Masivně se rozšířila obliba knoflíků, broží a souprav. (Millerová, 2004, s. 20-27)

Řezaná ocel přispěla do šperkařství opět velkou měrou. Tato pevná a odolná slitina železa s uhlíkem byla používána k výrobě základu na medailonky či pružinek, do kterých se vsazovaly drahokamy. Ty se při pohybu osoby různě kývaly, čímž na svou přítomnost ještě více upozorňovaly. Plnohodnotnou imitací zlata se stal tombak. Jedná se o slitinu zinku a mědi, která se stala velmi populární zejména kvůli častým krádežím na cestách. Bohatší rody si tak nechávaly místo zlatých šperků vytvářet imitace právě z této náhražky. (Millerová, 2004, s. 20-27)

## 1.6 ŠPERKY V 19. STOLETÍ

K tomuto období lze přiřadit dvě hlavní vodítka, pestrost a kvantitu. Doba je označovaná jako věk strojů. Mechanizací je možné vyrábět mnohem rychleji a efektivněji. Výroba se zdokonalovala a barvy byly více realistické. Obrovskou výhodou masové výroby šperků bylo snížení výrobních nákladů na úroveň, kterou si i lidé z chudších vrstev populace mohli nákup šperků dovolit. Typické byly mozaikové šperky, varianty s náboženskými motivy, trojlístky nebo čtyřlístky. (Millerová, 2004, s. 28-39)

Královna Viktorie prosazovala šperky pro smuteční příležitosti, u nichž převládala černá barva gagátu, onyxu a vulkanitu. Vyobrazovaly například rytiny morbidních symbolů, lebky či zkřížené pazoury. V medailoncích a brožích se často objevovaly portréty milované osoby nebo kadeře vlasů či koňské žíně. Na zadní strany byl často vyrýván text. Šperky pro muže byly decentní, ale každý kus byl originální a měl individuální charakter. (Millerová, 2004, s. 28-39)

V 50. a 60. letech 19. století bylo šperkařství v Evropě ovlivněno orientálním stylem. Vyrábělo se čím dál častěji z přírodních materiálů, želvoviny, slonoviny, korálů a dokonce nebylo nijak výjimečné vidět na ženské hrudi brož s vycpaným kolibříkem či nějakým pestrobarevným broukem. (Millerová, 2004, s. 28-39)

Na konci století pronikaly do módy nově objevené zelené granáty ze Sibiře, černé opály z Austrálie, tygří oka z Afriky a safíry z Kašmíru. Industrializace se stala podnětem vlny odporu po celé Evropě, jelikož vlivem masové produkce došlo ke snížení úrovně a kvality šperků. Zrodilo se hnutí za umění a řemeslnou práci, které upřednostňovalo jednoduchou ruční výrobu, čerpající z motivů květin a starověkých keltských návrhů. (Millerová, 2004, s. 28-39)

## 1.7 ŠPERKY VE 20. STOLETÍ

Vzhledem k tomu, jak vysokou hodnotu mají pravé perly, bylo opravdu vítané, když se objevil první šperk s perlami imitovanými. Pravé diamanty byly doplňovány imitovanými smaragdy. Jedny z nejkvalitnějších umělých křišťálových kamenů a korálků pocházely z tehdejšího Československa, z dílny Daniela Swarowski, jehož šperky jsou velmi populární i v současné době. (Millerová, 2004, s. 40-47)

Do šperkařství vstupují hranaté secesní kameny, geometrické tvary inspirované kubismem a z materiálu je to zejména plast. Ten získal oblibu zejména kvůli své tvárnosti, odolnosti i možnosti výběru z pestrých barev. Vrací se starověký egyptský zdobný styl s motivy hadů, pyramid, sfingy, faraona či jestřába, který má pravděpodobně na svědomí skutečnost objevení Tutanchamonovi hrobky. (Millerová, 2004, s. 40-47)

Šperky našly vlastní, výsadní a právoplatné místo v obchodech se šperky i v módě. Razily si vlastní cestu a bylo možné je rozlišit podle několika cenových relací. Na osobitém



vzhledu a dominanci šperků si stavěli mnozí návrháři a pochopitelně také Hollywood. (Millerová, 2004, s. 40-47)

Světové války způsobily ve šperkařství útlum, jelikož lidé měli jiné priority. Došlo také k omezení přístupu k výrobním surovinám. Proto výrobci improvizovali a nahrazovali různé materiály plastem a ryzím stříbrem. (Křížová, 2002, s. 9-21)

Odvážné barevné kombinace, energičnost, abstraktní a geometrické tvary a objekty byly typické pro poválečné období, kdy se kladl důraz na odstranění stísněnosti a sklíčenosti. Za tímto účelem vznikl styl Art deco. (Křížová, 2002, s. 9-21)

## 1.8 ŠPERKY V 21. STOLETÍ

Šperky současnosti se snaží sloučit designéřské poklady minulosti s originálními novými nápady a moderními technologiemi. Působivý dojem vzbuzují kvalitní šperky od francouzského Diora. Oblíbenou technikou je smaltování v pestrých barvách. (Millerová, 2004, s. 48-53)

Tvary a styly šperků nepřináší tak rozsáhlé inovace jako století předchozí, zato materiály a technologie výroby doznaly výrazných změn. Rozvinuly se nové technologie galvanického pokovování. Kameny již nejsou do šperků vsazovány, ale používá se jednodušší a ekonomicky výhodnější lepení. Využívá se barevný hliník, křišťálová pryskyřice či kombinace drahých kovů s levnými barevnými plasty. (Millerová, 2004, s. 48-53)

Příchod a rozvoj 3D tiskáren způsobil obrovský krok lidstva kupředu. Nyní, když pořízení kvalitní 3D tiskárny a její údržba není tak finančně nákladná jako v počátcích, objevuje se zcela nový způsob využití plastů, kovů a dalších materiálů. Z těch jsou tiskárny schopné konstruovat navržené výrobky a technologie 3D tisku začíná být využívána ve stále větším počtu průmyslových odvětví. Dalo se předpokládat, že až budou tiskárny schopné kvalitně vyrábět miniaturní detailní výrobky, rozvine se šperkařství i tímto směrem.

## 2 KREATIVITA A KONSTRUKČNÍ TVOŘIVOST

Na základě mnoha výzkumů určili vědci a archeologové, že lidstvo obývá planetu Zemi mnohonásobně kratší dobu, než dinosauři. Od pravěku až do současnosti se lidé poměrně rychle vyvíjeli a i v dnešní době jsme součástí světa, ve kterém neustále dochází k novým pokrokům, objevům a převratným myšlenkám. Velkou zásluhu na tom mají dvě složky osobnostního potenciálu, tvořivost a vztah k práci.

Technika je součástí lidstva od úplného počátku, proto je nutné se kromě vztahu k práci zaměřit i na vztah k technice. Důležitost techniky má hned několik důvodů. Jednak pomáhá v rozvoji lidstva a dále usnadňuje komunikaci a zprostředkování informací. Technické přístroje a zařízení jsou neodmyslitelnou součástí každého našeho kroku. Zdravotní střediska, nemocnice, školy, výzkumné ústavy, umělecké dílny, průmyslové podniky a další organizace by si svoji existenci dovedli bez těchto pomůcek sotva představit.

Stěží lze popsat kreativitu a konstrukční tvořivost jednoduchými definicemi. Jsou to velice složité pojmy, u nichž dosud není zodpovězeno mnoho zásadních otázek. Pominu-li u tvořivosti přívlastek konstrukční, je význam kreativity a tvořivosti chápán totožně. Akademický slovník cizích slov je toho důkazem, neboť v něm je pojem kreativita specifikován jako tvořivá činnost, tvořivost, tvoření. V anglickém jazyce mají oba výrazy stejný překlad – creativity – a je na názoru a cítění člověka, zda toto slovo přeloží do českého jazyka tak či onak. (Petráčková, Kraus, 1995)

### 2.1 KREATIVITA

Kreativita se u člověka projevuje v různých oblastech a při různých činnostech. Je to tvůrčí proces, dynamický děj, ve kterém vznikají nové originální výtvary a myšlenky. Kreativitu má v sobě v určité míře každý a je možné ji rozvíjet. Je vnímána jako všeobecná vlastnost a zároveň vlastnost pro některé činnosti specifická. Nejedná se tedy pouze o umělecké nadání. Jde o zásadní celoživotní dovednost, kterou v sobě člověk pěstuje. (Dacey, Lennon, 1998)

## 2.2 KONSTRUKČNÍ TVOŘIVOST

Lidé se již od útlého věku setkávají s technikou a potřebou kreativně tvořit. Proto je konstrukční tvořivost důležitou součástí vzdělávacího procesu. Tvořivost není spojena pouze s intelektuálními schopnostmi člověka. Skutečnost, že má člověk vysokou inteligenci, ještě vůbec nemusí znamenat, že má předpoklad pro to, aby měl vysoké tvořivé schopnosti.

Cíle každého pedagoga by neměly být omezeny jen na předávání znalostí a dovedností. Pedagog by měl žáky co nejlépe připravit do reálného života, rozvíjet u žáků jednotlivé kompetence s čímž souvisí skutečnost, že by měl být v první řadě tvořivý on sám. Důležité je žákům zajistit příležitost k tvořivé činnosti, podporovat je, hodnotit jejich nápady a myšlenky, mít smysl pro humor i hravost a nestresovat je nedostatkem času. (Balážová, 2005, s. 70-76)

## 2.3 ZÁKLADNÍ ATRIBUTY TVOŘIVOSTI

Guy Claxton a Bill Lucas (2011) provedli celou řadu studií tvořivosti (kreativity) a na jejich základě definovali základní atributy. Dle jejich názoru je možné podstatu tvořivosti vymezit prostřednictvím následujících zvyklostí myšlení:

- Zvídavost,
- vytrvalost,
- představivost,
- disciplinovanost,
- spolupráce.

Pro zvídavost je typický údiv, dotazování, objevování a bádání člověka. Vytrvalost spočívá ve zvládnání nejistoty a schopností poradit si s potížemi. Někdy je vhodné, aby člověku nechyběla odvaha být odlišný a nedržet se proudu, kterým směřuje většina. Propojovat informace, zvažovat další možnosti a využívat svou intuici, to vše zahrnuje představivost. Dokázat kriticky ohodnotit sebe i ostatní, rozvíjet různé praktiky a pracovat na svém zlepšení je podstatou disciplinovanosti. Schopnost podílet se na určité práci s někým dalším, sdílet výstupy a dostávat zpětnou vazbu za provedenou činnost, to v základu znamená spolupráce. (Společnost pro kreativitu ve vzdělávání, 2013)

Díky využívání nejen uměleckých metod je možné s tvořivostí pracovat. Kreativita má mnoho společného s klíčovými kompetencemi, zejména pak dovednostmi a schopnostmi člověka, výrazně se prolíná s učením a inteligencí. Umění a postupy umělecké tvorby jsou cenným a efektivním nástrojem, jakým kreativitu u člověka rozvíjet. (Společnost pro kreativitu ve vzdělávání, 2013)

## 2.4 FAKTORY TVOŘIVOSTI

Činitele, jež ovlivňují jakoukoli kreativní aktivitu, určil americký psycholog J. P. Guilford. Tyto prvky se v tvořivém procesu navzájem doplňují, kombinují a překrývají. Základními faktory tvořivosti jsou:

- **Fluence**

Jedná se o dovednost plynulé a okamžité produkce co největšího počtu slov, myšlenek, odpovědí, obrázků a jiných symbolů na jisté téma a následné bezproblémové použití.

- **Elaborace**

Je to schopnost důkladného rozčlenění celku na jednotlivé části, které musí být detailně zformulovány, rozpracovány či rozmyšleny za účelem následné úspěšné kompletace celku a přesné myšlenky.

- **Originalita**

Schopnost tvorby originálního, jedinečného a svého pohledu na věc, díky čemuž lze dospět ke stejně nekonvenčnímu řešení.

- **Flexibilita**

Flexibilitou lze označit otevřenost ke změnám a adaptaci aktuálním podmínkám i pravidlům. Zahrnuje dovednost odpoutání se od stereotypů, přičemž je nezbytná změna myšlení a úhlu pohledu za účelem realizace nových myšlenek a nápadů.

- **Senzibilita**

Popisuje citlivost smyslových orgánů ve smyslu vnímavosti a všímavosti i nejmenších náznaků odlišností, které nemusí být pro ostatní viditelné.

- **Redefinování**

Činnost opětovné formace myšlenky při ponechání jejího významu za současného využití dosavadních znalostí.

- **Imaginace**

Předchází téměř jakoukoliv lidskou činností. Spočívá v nepřímém přemýšlení (použití představivosti a obrazotvornosti) nad aktivitou, událostí či plánem a využití těchto představ pro vytvoření optimálního řešení.

- **Intuice**

Použití intuice vyúsťuje v náhlé poznání, vnuknutí nebo odhadu situace, přičemž neproběhlo vědomé uvažování a promýšlení. Myšlenka založená na intuici není podložena žádnými pádnými argumenty.

(Honzíková, 2008, s. 7-8; Wikisofia, 2014)

## 2.5 FÁZE TVOŘIVÉHO PROCESU

Odborníci definují fáze tvořivého procesu rozdílně a odlišně je také pojmenovávají. Obsah je ale velice podobný. V této práci uvedu rozdělení tvořivého procesu do čtyř fází, u kterého oceňuji, že u jednotlivých fází není pevně stanovena jejich přesná návaznost a je tedy možné, aby docházelo k prolínání jednotlivých fází. Žádnou z fází nelze vypustit, jelikož mají z hlediska tvorby nepostradatelný význam. Autorem této klasifikace je Henri Poincaré z Francie.

- **Preparace**

Tato fáze je přípravná a během ní dochází k nalezení a specifikování problému. Součástí této fáze je také vzdělání a životní zkušenosti.

- **Inkubace**

V této fázi se pokračuje vymezením problému a stanovením hypotéz, které budou následně ověřovány. Využívá se zde nevědomé myšlenkové intuice i vědomé myšlenkové aktivity. V závěru fáze by mělo dojít k nalezení řešení problému.

- **Iluminace**

Záměrně se tato fáze nazývá osvětlení. Tato fáze pokračuje objevením částečného nebo úplného řešení problému. Velkou roli zde hraje fantazie, představivost,

nápad, intuice a imaginace. U každého člověka převládají jiné schopnosti, a proto se tvořivé myšlení u jednotlivců tak liší. Doporučuje se používat brainstorming.

- **Verifikace**

Poslední neméně důležitá fáze zahrnuje ověření a zhodnocení výsledků v praxi. Zjistí se, zda navržené řešení odpovídá kritériím tvořivosti. Důležitou roli hraje novost, správnost a použitelnost.

(Honzíková, 2008, s. 9-10)

## 2.6 METODY ROZVOJE TVOŘIVOSTI

Prvotní myšlenka, které by se měl pedagog při snaze o rozvíjení tvořivé schopnosti věnovat je, zda jsou vytvořeny objektivní podmínky pro tvořivou práci. Jedná se především o příjemné celkové klima školy, spočívající v dobrých mezilidských vztazích, vhodném pracovním prostředí a školních aktivitách. Většina základních škol má v těchto aspektech značné mezery, bariéry. Při snaze o jejich odstranění je nutné tyto nedostatky dokázat přesně rozpoznat a specifikovat.

Metody rozvoje tvořivosti mají jednu hlavní funkci. Není to zaručení realizace tvůrčího řešení nebo osobité myšlenky, na to samotná tvořivost nestačí. Je to funkce pedagogická, kde se metody rozvoje stávají prostředkem výuky ke tvořivosti.

Lze je chápat jako rámcové postupy tvořené heuristickými operacemi, ve kterých se metody využívají k cílevědomému podněcování tvůrčích myšlenek. „Heuristika popisuje procedury, kroky, které jsou typické pro tvořivé řešení problémů, objevování, zlepšování, tvoření. Kromě popisu procedur je cílem heuristického vyučování vyjadřovat typické činnosti, které se realizují při tvořivé práci, ale též konstruuje a vyjadřuje normy tvořivé činnosti.“ (Honzíková, 2008, s. 22)

Základní heuristické operace jsou:

- Vzájemná asociace,
- přenášení analogií,
- kombinace,
- variace,

- abstrahování věcného obsahu,
- systematické rozčlenění.

### **2.6.1 KLASIFIKACE PODLE PŘÍSTUPU K PROCESU ŘEŠENÍ**

Heuristické techniky pro metody rozvoje tvořivosti podle přístupu k procesu řešení jsou:

- **Systematicko-analogické**

Např. utřídění a rozčlenění všech významných prvků daného problému, systematická kombinace, systematická variace, uspořádané shromáždění.

- **Intuitivní**

Např. vzájemná asociace, sémantická intuice, analogie a srovnání, strukturní syntéza.

(Honzíková, 2008, s. 22-23)

### **2.6.2 KLASIFIKACE PODLE MNOŽSTVÍ ZÚČASTNĚNÝCH SUBJEKTŮ**

Klasifikace heuristických technik pro metody rozvoje tvořivosti podle množství zúčastněných subjektů:

- **Individuální**

Jedná o činnost jednotlivce, jehož úkolem je např. samostatně sestavit seznam problémů, porozumět problémovým situacím, sestavit plán řešení, stimulovat plán.

- **Skupinové**

Jedná se činnost většího počtu osob v určitém sociálním kolektivu. Hlavním cílem je navodit pozitivní klima a využívat potenciálu skupiny, diskutovat.

(Honzíková, 2008, s. 22-23)

### **2.6.3 JEDNODUCHÉ HEURISTICKÉ TECHNIKY A PRINCIPY ROZVOJE TVOŘIVOSTI**

- **Formulace otázek**

Ať je potřeba vyřešit zcela jednoduchý nebo poměrně složitý problém, vždy je potřebné umět dobře formulovat otázky, které povedou k řešení daného

problému. Nad problémem by se mělo zamýšlet z různých pohledů a neomezovat se v počtu produkováných otázek.

- **Produkce nápadů, návrhů a hypotéz řešení**

Přemýšlet a formulovat velké množství nápadů je velice efektivní způsob, jak rozvíjet tvořivost, i když ne všechny nápady vedou ke zdárnému řešení nebo jsou realizovatelné.

- **Motivace k produkování kreativních nápadů**

Bez motivace jde všechno mnohem hůře a výsledky jsou velmi často pouze průměrné, i když by mohly dosahovat zcela jiných úrovní. Pedagog by měl nechat volnost v produkci nápadů a neměl by jej kritizovat ihned potom, co je vysloven. Mnohdy i ze špatného nápadu vznikne kvalitní řešení.

- **Přehled a třídění údajů**

Ve všem je dobré mít pořádek a zde to platí dvojnásobně. Problémy bývají často velice složité a zanedbání některého údaje či vztahu by pak mohlo vést k nesprávnému řešení nebo nutnosti začít problém řešit zcela od začátku. Proto je velmi důležité vytvořit si v přehledu údajů a vztahů systém, kterému řešitelé porozumí.

- **Schopnost využívat dosavadní údaje a získávat další potřebné informace**

Mnohdy se stane, že jednotlivec či skupina hledá informaci, kterou má již k dispozici, jen si toho není vědom. Může to být způsobeno nepřehledným utříděním informací či nedostatečným seznámením s informacemi již získanými. Umět vyhledat chybějící informace či je získat, např. výzkumem, je další způsob, jakým dochází k rozvoji tvořivosti.

- **Přeformulování problému**

Pokud si s problémem řešitel/řešitelé neví rady tak, jak jej dostat k řešení, je východiskem přetransformovat jej do jiné, snáze řešitelné podoby. Obvykle je dobré problém rozdělit na několik menších částí, s nimiž si pak žáci lépe poradí.



- **Překonání tradičního pohledu na jevy**

Častou překážkou je, že se žáci snaží řešit problém tak, jak by byl řešen v normální situaci, a nechtějí zkoušet nic jiného, než tradiční metody. Pedagog zde využívá nabádající otázky typu: „Jak jinak byste problém řešili?“ nebo „Co byste dělali, kdyby to tímto způsobem nešlo?“

- **Neobvyklé nápady**

Překonat tradiční pohled na řešení je možné díky volnosti myšlenek a divokých nápadů. Učitel záměrně vede žáky k tomu, aby vymýšleli a vyhledávali neobvyklé až extrémní řešení.

- **Propojování různorodých prvků**

Neobvyklým způsobem spojovat známá fakta, snažit se najít vztah mezi prvky, u kterých to není až tak možné, např. protiklady, i takto je možné se dostat k netradičním nápadům na řešení.

- **Analogie**

Zkušenosti, které žáci získali při řešení předchozích problémů, mohou využít k řešení problémů nových. U problémů, které jsou podobné pouze vnějšími vztahy, toto možné není.

- **Hlasitá řeč**

Mluvit hlasitě a srozumitelně je důležité pro formulaci definic.

- **Řešení rozporů, dialog, diskuse**

Vhodnými prostředky pro řešení rozporů je právě dialog a diskuse. Tímto způsobem se promyslí veškerá pro a proti a stanoví se možnosti řešení problému, přičemž se vybere ten, který bude nejvhodnější.

- **Vnější činnost**

Pouze mluvit často nestačí, proto je rozvoj tvořivosti podporován také materiální formou, která slouží jako pomocná technika. Problém se takto přesouvá do mechanické práce s materiálem.

- **Modelování**

Simulace slouží k snadnějšímu pochopení pozorovaných jevů a zjednodušení složitého problému. Model je vždy pouze přiblížením skutečnosti, realita bývá často mnohem složitější.

- **Bezděčná asociace**

Asociace řešení problému se děje i neuvědoměle, během stavu, kdy je člověk nejvíce uvolněný, zejména při usínání, ve snu či během probuzení. Myšlenky a představy tak mohou volně působit a proniknout do podvědomí. Cestou nevědomou se také spouští řešení podobných problémů.

- **Uložení problému, odložení řešení**

Pokud se nedaří úlohu vyřešit, odloží se na později. Když se k ní člověk po čase vrátí, velice často se právě díky bezděčné asociaci a obnově pracovní schopnosti nervových buněk, které byly vyčerpány jednotvárnou činností, stává, že se sami od sebe nápady na řešení problému objeví.

- **Klima, příznivé vnější podmínky**

K rozvíjení tvořivosti musí zahrnovat i navozování příznivého stavu řešitele, jelikož dobrý psychický a zdravotní stav hraje významnou roli. Nežádoucí je strach či úzkost.

(Honzíková, 2008, s. 22-23)

## 2.7 TECHNIKY PODPORUJÍCÍ TVOŘIVOST

### 2.7.1 BRAINSTORMING

Podstatou této metody, přeložené do češtiny jako „bouře mozků“, je navrhování libovolných námětů na řešení daného problému či otázky. Náměty se mohou ve fázi vymýšlení zdát banální a dokonce i tzv. „mimo mísu“. Přesto se všechny nápady vizuálně zaznamenávají pro zpracování ve druhé fázi. Počet zúčastněných osob by neměl překročit číslo 20, přičemž tato skupina je vedená předsedou, který se stará o plynulý a spravedlivý chod brainstormingu.

Následující fáze techniky spočívá v hlubším zamýšlení se nad vymyšlenými náměty. Toto hodnocení nemusí provádět stejná skupina, jaká absolvovala první fázi. Výsledkem by měl být žebříček nejvhodnějších řešení, které stojí za hlubší zvážení a výzkum. Existuje několik variant brainstormingu, lišící se počtem účastníků, metodou zápisu námětů i výstupu metody. Nutno podotknout, že správné zvládnutí brainstormingu samo o sobě nevede k úspěšnému řešení problémů. (Hanusková, Zmrzlík, 2014)

### **2.7.2 HOBO METODA**

Na osoby, kterým nemusí dynamika a náhlost techniky brainstorming vyhovovat, bude vhodnější aplikovat metodu podobnou, a to HOBO. Dvěma fázím běžného brainstormingu předchází jedna další, ve které mohou zúčastnění věnovat předem specifikovaný čas samostudiu a získávání faktů o probíraném tématu. V získaném čase si mohou problém bez stresu promyslet a zformulovat své návrhy. Díky tomu získají pevnější půdu pod nohama a na základě zjištěných skutečností lépe své náměty argumentují.

### **2.7.3 SYNEKTIKA**

Na rozdíl od předchozích dvou technik, kdy je žádoucí mít v týmu navrhovatelů velmi diverzifikovanou a téměř i náhodnou skupinu členů, dochází v tomto případě k pečivému výběru členů týmu. Tito členové však nesmí až do samého konce metody zcela odhalit podstatu problému. Tu ví pouze vedoucí týmu a jeho úkolem je vést diskusi takovým směrem, aby vznikaly věcné nápady vedoucí k vytváření řešení problému, ale nedošlo k odhalení podstaty. Průběh diskuze by se měl ideálně nahrávat, pro budoucí opakované přehrávání námětů.

### **2.7.4 METODA PHILLIPS 66**

Jak název napovídá, klíčovou roli zde hrají dvě číslíce. První šestka znamená počet členů týmu včetně vedoucího a druhá časový interval, po který tým nalézá ideální řešení dané problematiky. Po uplynutí časového limitu předstoupí vedoucí z každé skupiny a před všemi řešitelskými týmy prezentuje navrhované řešení a doplňuje jej vhodnými argumenty. Pokud vzájemná diskuze nevede k jasnému řešení, celý proces šesti minut i následných prezentací se opakuje.

### **2.7.5 METODA 635**

Tato metoda je opět spjata s číslicemi uvedenými v názvu. Na počátku pětiminutové diskuze se specifikuje problém a cílem je podat tři návrhy řešení vzešlé z diskuze jednotlivých šestičlenných skupin.

### **2.7.6 METODA SYSTÉMOVÝCH PŘÍSTUPŮ**

Na počátku je nezbytná důkladná analýza problému. Probíhá zkoumání problému a vzájemného působení v rámci celého systému. Všechna navržená řešení lze pro jednoduchost graficky znázornit tzv. stromem hypotéz. Popis řešení daného problému je rozdělen do tří fází, přičemž v první se vyšetřují nalezená slabá místa systému. Následuje proces zmenšování těchto míst a nakonec dochází k vypracování celého nového projektu.

### **2.7.7 SITUAČNÍ METODA**

Prvotní definování jisté situace, následná komunikace a kladení otázek vedoucímu skupiny by měli podnítit účastníky k zhodnocení či rozhodnutí za účelem hledání řešení problému.

### **2.7.8 INSCENAČNÍ METODA**

Účastníci zde mohou hrát své role a tento nepredikovatelný výkon vnáší do situace jistou dynamiku a změny. Následná diskuze by měla opět vést k nalezení řešení.

### **2.7.9 MODEL TVOŘIVÉHO HUMANISTICKÉHO VYUČOVÁNÍ**

Zakládá si na způsobu vyučování, které žáky baví, ti si pak z něj odnáší radost a je velmi pravděpodobné, že takto nastolený proces bude pokračovat. Akronym KEMSAK, vzniklý spojením šesti základních nonkognitivních funkcí, tvořících základ metody, může být někdy dalším názvem této metody. Jedná se o funkce kognitivizace, emocionalizace, motivace, socializace, axiologizace a kreativizace.

(Honzíková, 2008, s. 26-30)

## **2.8 METODY VÝZKUMU TVOŘIVÝCH SCHOPNOSTÍ**

Pokud se provádí výzkum, měla by jej vést kompetentní osoba. V první řadě musí být stanoveny cíle, které jsou pro výzkum stěžejní. Hlavním cílem výzkumu tvořivých

schopností je zmapovat úroveň tvořivosti u testovaných osob. Obvykle bývají stanoveny další dílčí cíle, které zjišťují, jaké metody kladně ovlivňují úroveň tvořivých schopností.

Následně se stanoví hypotézy, ve kterých jsou vyřčeny předpokládané výsledky, kterých by se mělo provedeným výzkumem dosáhnout. Pokračuje se sestavením výzkumného plánu, jehož první část se zaměřuje na vstupní testování, při němž se na vybraném výzkumném vzorku zjistí úroveň tvořivých schopností. Žáci jsou rozděleni do experimentálních skupin k experimentálnímu působení a skupin kontrolních. Ve skupinách kontrolních probíhá standardní výuka podle plánu, kdežto u skupin experimentálních jsou provedeny změny za účelem kladně ovlivnit úroveň tvořivých schopností.

Při výzkumu tvořivých schopností se nejčastěji využívá těchto výzkumných metod:

- studium odborné literatury, analýza učebnic a školních dokumentů,
- diagnostika vyučovací schopnosti,
- interview,
- analýza a interpretace dotazníků pro zjištění výchozí úrovně,
- testování tvořivého myšlení pomocí profesionálních testů,
- pozorování,
- statistické metody pro verifikaci stanovených hypotéz.

Vytvoření profesionálního testu je velice časově náročné. Zpravidla je mu věnováno několik let a na jeho tvorbě se musí podílet kvalifikované osoby v daném oboru. Aby byl test spolehlivý, musí projít testováním na reprezentativním vzorku osob, což je zpravidla několik stovek respondentů, u rozsáhlých výzkumů může být vzorek i v řádech tisíců osob. Na základě odborné veřejnosti je stanoveno rozhodnutí, zda test měří opravdu to, k čemu je určený a zda spolehlivě měří v určité třídě přesnosti. K testu náleží také podrobný popis, jakým způsobem má být zadáván a vyhodnocen. Přístupy k těmto testům jsou ve většině případů omezené a určeny pouze osobám s odbornou kvalifikací. Pokud by se testy dostaly do rukou veřejnosti, existovala by možnost manipulace výsledků a také riziko, že jej nekvalifikované osoby špatně interpretují.

Velice časté je testování metodou Tvarového skládacího testu, který měří tzv. praktickou inteligenci. Neméně významný jsou Torranceho figurální test tvořivého myšlení a Urbanův figurální test tvořivého myšlení.

Následně jsou testy vyhodnoceny podle předem stanovených kritérií, shrnuty výsledky celého výzkumu na základě vyhodnocených dat, jsou potvrzeny nebo vyvráceny stanovené hypotézy a vyvozeny závěry z provedeného výzkumu.

(Honzíková, 2003)

### **2.8.1 TORRANCEHO FIGURÁLNÍ TEST TVOŘIVÉHO MYŠLENÍ**

Tento test se používá k ověření tvořivých schopností testované osoby. Provedením testu se zjistí úroveň fluence, flexibility, originality a elaborace. Tento test hodnotí námět, nápad a myšlenku vytvořených obrázků, kde je ke každé malbě doplněn slovní název, což kresbu popisuje a dodává jí hlubší smysl. Není zde rozhodující kresba, ale frekvence výskytu nápadu. Torrance sestavil test ze tří částí a každou část časově ohraničil 10 minutami.

(Jurčová, 1984)

#### **1. Konstruování obrazce**

Respondent má vytvořit obrázek, který bude splňovat jediný požadavek, kterým je, aby součástí obrázku byl objekt ve tvaru fazole, která je přiložená k testu. Fazole by měla tvořit integrovanou část obrázku a měl by být co nejoriginálnější. Kresbě pak podle svého uvážení přidělí název.

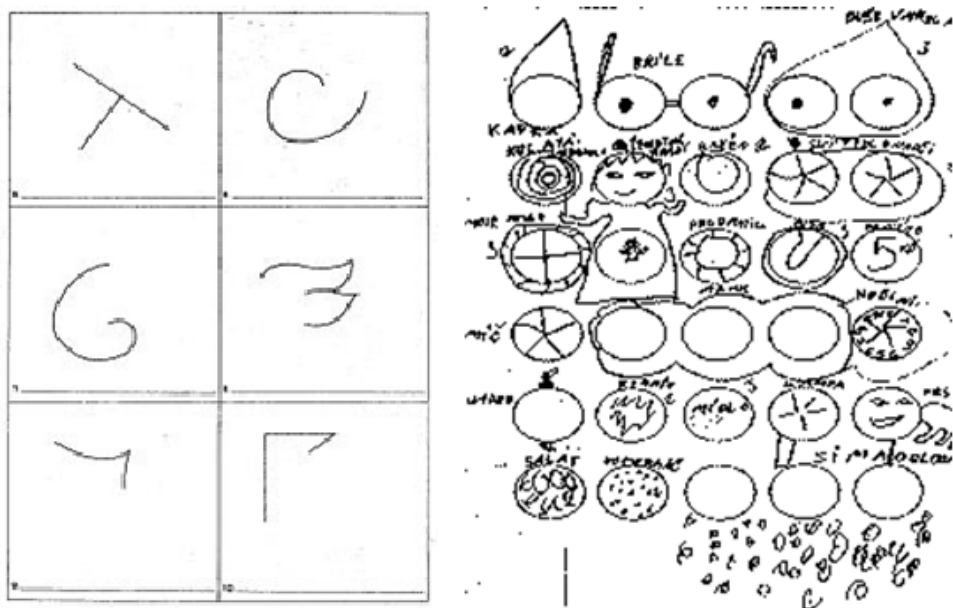
#### **2. Neúplné figury**

Obrázky, které nejsou úplné, vyvolávají u respondenta určité napětí, které směřuje k tomu, je co nejjednodušším způsobem dokreslit. Aby respondent myslel kreativně a byl originální, musí udělat jakýsi mentální skok, díky němuž se dostane mimo to, co je všední. Uzavírání obrazců je také častým krokem, kterému by se respondent měl ubránit. Úkolem je doplnit 12 neúplných obrazců o nevšední tvary a čáry, díky nimž vzniknou originální obrazce či předměty. Každé kresbě pak subjekt přidělí specifický název.

### 3. Opakované figury

Před respondentem je umístěno 36 stejně velkých kruhů, rozmístěných na dvou listech stejně daleko od sebe. Jeho úkolem je domalovat a pospojovat kruhy tak, aby vzniklo co nejvíce netradičních maleb. Je dovoleno kreslit jak dovnitř tak i vně kruhů. Pod jednotlivé obrázky je doplněn jejich název.

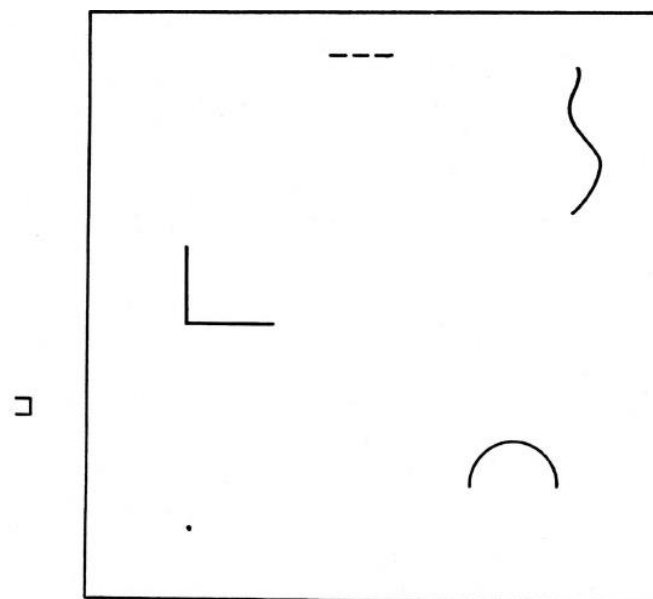
(Honzíková, 2008, s. 97-100)



Obrázek 3: Torrancův figurální test - ukázka zadání neúplných figur a vyplněné 3. části testu (Rusnauka, 2008)

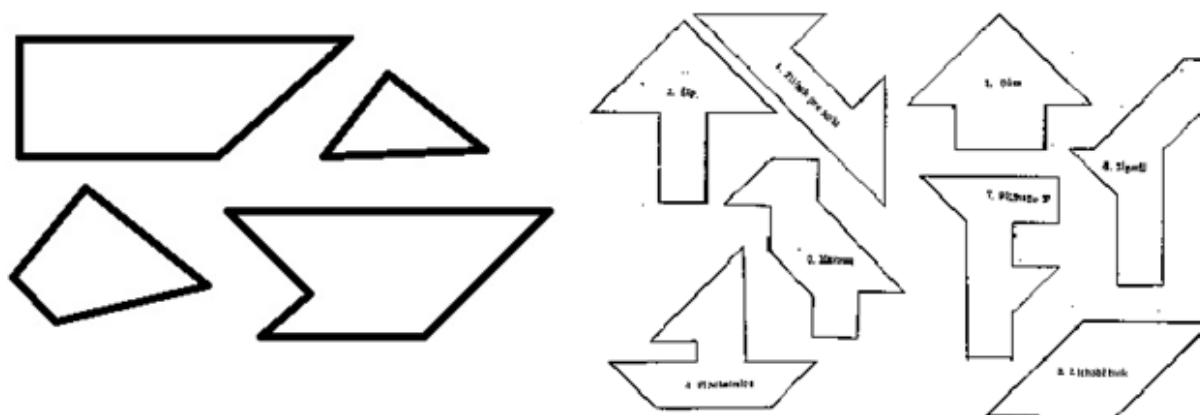
#### 2.8.2 URBANŮV FIGURÁLNÍ TEST TVOŘIVÉHO MYŠLENÍ

Test je tvořen z 6 grafických prvků, které nejsou dokončené. Jedná se o tvary: půlkruh, tečka, dvě čáry svírající pravý úhel, vlnovka, přerušovaná čára a malý hranatý symbol ve tvaru písmene U nacházející se mimo rám. Úkolem je opět jako v předchozím testování dotvořit malbu dle své fantazie a snažit se být co nejvíce originální a nevšední. Záleží na respondentovi, zda pro kreslení využije pouze prostoru uvnitř rámu, kde je obrázek umístěn nebo bude tvořit i za hranicemi tohoto rámu. Vytvořeny byly dvě varianty, A a B, které se od sebe liší pouze v rotaci předtištěných symbolů o 180°. (Urban, Jellen, 2003)



Obrázek 4: Ukázka Urbanova testu figurálního myšlení - varianta B (Urban, Jellen, 2003)

### 2.8.3 TVAROVÝ SKLÁDACÍ TEST PRAKTICKÉ INTELIGENCE



Obrázek 5: Tvarový skládací test - 4 plošné tvary a konkrétní ukázka zadání testu (Rusnauka, 2008)

K zjištění úrovně technického myšlení a představivosti je určen objektivní a vysoce spolehlivý tvarový skládací test, při němž respondent pracuje s konkrétním materiálem. Úlohy jsou uspořádány podle obtížnosti a každý úkol má několik variant řešení. Doba trvání testu je 20 minut. Respondent dostane 4 plošné tvary a bude z nich skládat obrysy figur, které jsou vyobrazeny v testu. Test tvoří manuál, testovací list, čtyři plošné tvary, klíč k vyhodnocení s možnostmi řešení a tabulky norem. (Honzíková, 2008, s. 94-96)



### **3 TECHNIKY A TECHNOLOGIE VÝROBY ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ**

Šperky mají svou širokou historii, vznikaly často i nezávisle na sobě různé techniky a spolu s nimi i technologie výroby šperků, které se odvíjely od použitého materiálu. Vývoj některých technik probíhal několik tisíc let a jsou používané dosud. Toto téma je velice obsáhlé, a nelze se v této práci technikám věnovat podrobně, ani zmínit zcela všechny. Každá technika výroby šperků a oděvních doplňků zahrnuje tolik informací, že by bylo ideální vydat pro každou techniku samostatnou publikaci. Z některých již vydaných budu v této práci čerpat a odkazovat na ně.

Vybrala jsem proto z mého pohledu techniky, které jsou základem výroby ve šperkařském průmyslu od samého počátku, dále techniky, u nichž v současné době znovu stoupla oblíbenost a moderní styly a techniky, které přinášejí do světa šperků novou dimenzi.

#### **3.1 TECHNIKY VÝROBY ŠPERKŮ Z KOVU**

Tradičním materiálem pro výrobu šperků je kov, používaný tisíce let. Mezi běžné techniky obrábění patří pilování, řezání, broušení, vrtání, ohýbání, odlévání a montování.

Při práci s kovy se můžeme setkat s kovy čistými, tj. bez příměsí a dále pak slitinami. Na pozici všeobecně nejpoužívanějšího kovu je ocel a to pro své nepopíratelné mechanické a technologické parametry. Pro výrobu jednotlivých součástí i celých šperků ji lze bez potíží použít stejně jako další kovy, jimiž jsou například cín, hliník, měď, olovo a zinek. Každý materiál má své specifické vlastnosti a technologie. Slitiny vznikají vzájemnou směsí čistých kovů a jejich výsledné vlastnosti jsou dány poměrem mísení dílčích surovin. Používanými slitinami ve šperkařství jsou bronz, dural a mosaz.

Kovové materiály mohou některým přecitlivělým jedincům způsobovat alergenní reakce. Ty se projevují zarudnutím a svědivým pocitem kůže z počátku lokálně v okolí šperku, později může docházet k dalšímu rozšíření. Alergenními kovy jsou především nikl, kobalt, chrom. Této nepříjemnosti můžeme předcházet používáním tzv. hypoalergenních kovů, jimiž jsou rhodium, stříbro, zlato nebo chirurgická ocel. (Kováčová, 2012, s. 34-35)

##### **3.1.1 MONTOVANÁ TECHNIKA**

K výrobě šperků touto technikou je používá klenotnický materiál, jímž jsou např. tyče, plech nebo drát. Postupuje se tak, že se materiál vyválcuje do požadovaných rozměrů,

rozřeže se na jednotlivé části a vytvaruje. Poté se části upraveného materiálu pájí v místech, kde mají být spojené. Tato technika výroby šperků je velice složitá a časově náročná. Šperk může být tvořen až ze stovek částí. Proto se její využití specializuje na výrobu originálních unikátních šperků či malou sériovou výrobu, a to pouze v případě jednodušší stavby šperku. S touto technikou pracují zejména klenotníci. Vzhledem k tomu, že se jedná o ruční výrobu, nemusí být šperk zcela dokonalý, jako kdyby byl vyráběn strojem. Vzniklé odchylky ale nesmí být patrné okem.

Výhodou je, že materiál je méně pórovitý, než u šperků vyrobených technikou odlévání. Šperky se také méně deformují, jsou masivnější a snadněji opravitelné. Díky ručnímu upevňování kamenů do šperků je sníženo riziko vypadnutí a není problém kombinovat více barevně odlišných drahých kovů do jednoho šperku.

(Noemi, 2011)

### **3.1.2 ODLÉVANÁ TECHNIKA**

Většina šperků současné doby je vyráběna touto technikou. Jelikož se jedná především o sériovou výrobu, není šperk tak finančně náročný, jako je tomu u techniky montování, kdy je výroba velice časově náročná a složitá.

Počátek těchto šperků tkví nejčastěji u počítače, kde je v 3D softwaru vymodelována podoba šperku do 3D modelu. Soubor s tímto modelem je pak nahrán do odlévacího zařízení, zpracován a vyroben. Druhý způsob výroby spočívá ve využití montované techniky k výrobě prvního šperku, který slouží opět jako model. Proveďte zalisování do speciální gumy, ta se po zatvrdnutí rozřízne v příslušných místech a vytvoří se z ní forma pro výrobu modelu z vosku. Pokud mají být součástí šperku nějaké kamínky či jiné ozdobné části, zasazují se do šperku právě ve voskovém stavu. Nevýhodou je, že tento způsob není tak kvalitní jako ruční vkládání a umístování kamenů, s čímž souvisí kratší životnost výrobků.

Modely z vosku jsou potom kanálkem, který vede ke každému vytvořenému modelu, spojeny a celý kus se vloží do speciální nádoby zvané kyveta, kde se zalije speciální sádrou. Po ztvrdnutí vznikne z kyvety forma na šperky a ta je umístěna do prohřáté pece, aby mohl vosk opustit formu. Následně se do formy lije roztavený kov, který je

po ztuhnutí a vychladnutí vyndán a očištěn od sádry. Šperky se odřežou od kanálků, vyleští a případně přelakují.

Nevýhodou je, že převážné množství výrobců má tendenci vyrábět šperky z co nejmenšího množství materiálu. Stěny šperku jsou často velice slabé, čímž jeho hmotnost klesá a v případě drahých kovů se může stát, že je zákazníkovi prodán šperk o velkém rozměru za částku výrazně vyšší, než je standardní hodnota, vzhledem k jeho hmotnosti. S problémem úspory materiálu souvisí snadnější deformace bez možnosti oprav. Další nevýhodou je nemožné odlévání šperku z více druhů kovů. Tento nedostatek je řešen nanesením slabé vrstvy speciálními pokovovacími tužkami, ovšem ani to není zcela šťastné řešení, jelikož je velice rychle sedře.

(Noemi, 2011)

## 3.2 TECHNIKY VÝROBY DRÁTĚNÝCH ŠPERKŮ

Výroba šperků z drátů má hlubokou historii a v současné době je opět velice oblíbená, navíc poměrně jednoduchá. Stačí znalost pouze několika základních technik a při jejich kombinaci je tvůrce schopen vyrobit spousty hravých a originálních šperků a oděvních doplňků. Tyto techniky jsou uvedeny v této kapitole. Ještě předtím ale zmíním materiál a náradí k výrobě těchto šperků potřebné.

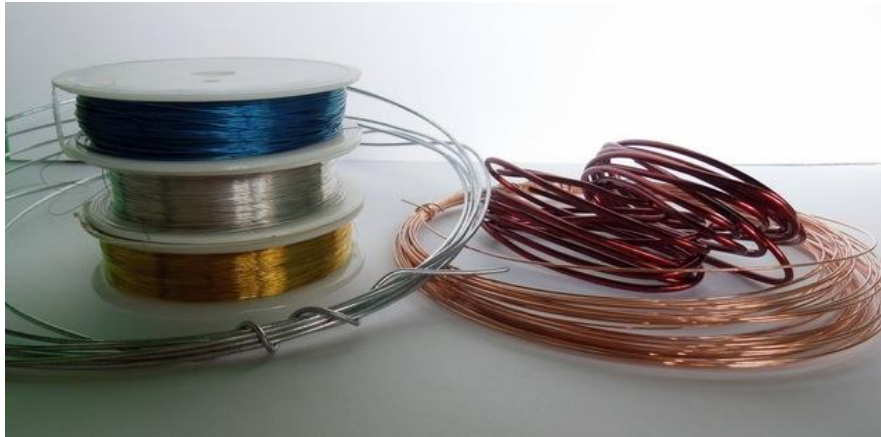
### 3.2.1 ZÁKLADNÍ VYBAVENÍ

#### **Drát**

Dráty jsou nejčastěji vyráběny z oceli, mědi, hliníku, bronzu a mosazi. Zkušení šperkaři pracují s finančně nákladnějšími dráty z mincovního stříbra a zlata. Dráty mají různé barvy podle toho, z jakého kovu nebo slitin kovů jsou vyrobeny. Každý výrobek je potřeba vyrábět z různé tloušťky drátu, proto se drát vyrábí v mnoha průměrech. Pro výrobu šperků je vhodný drát o průměru 0,8 mm. Dráty s menším průměrem jsou vhodné ke splétání, spojování a ovíjení. Se silnějšími dráty se hůře pracuje a je potřeba větší zkušenosti. (Jones, 2012, s. 13)

Drát je zpravidla namotaný na cívku. Při práci s drátem, jeho narovnávaní, ovíjení a formování do požadovaného tvaru, se mění jeho struktura. Prvotní manipulací se drát

nejprve vytvrzuje, dalším ohýbáním a narovnáváním ale ztrácí pružnost, je křehčí a může se lámat. Je tedy nutné postupovat opatrně, aby nedošlo k únavě materiálu.



Obrázek 6: Ukázka drátů různého průměru, materiálu a barev (vlastní zdroj)

K výrobě drátěných šperků jsou velice často používány dráty z mědi, jejíž hlavní výhodou je její poddajnost. S tím ovšem souvisí nežádoucí menší pevnost a dále náchylnost k odírání, které při výrobě šperkaři řeší omotáním lepenkou těch částí náradí, které přijdou do přímého styku s drátem. (Kováčová, 2012)

### **Montážní komponenty**

Ke kompletaci šperků jsou nutné další kovové součásti, z nichž některé mohou být buď taktéž vyrobeny z drátu, nebo se nakupují ve specializovaných obchodech, kde jsou vyráběny sériově. Mezi nejpotřebnější komponenty patří náušnicové háčky, zapínání (karabinky, magnetické, šroubovací či americké), navlékací jehly, spojovací kroužky, zamačkávací rokajlové kroužky, kaloty a koncovky, řetízky a brožové spony.

Výhodou je, že komponenty se vyrábí v mnoha provedeních, odlišných barevným odstínem, materiálem či tvarem a velikostí. Takové náušnicové háčky jsou běžně k dostání v postříbřené, platinové, měděné, bronzové a černé barvě, finančně náročnější je varianta ve stříbře, chirurgické oceli a zlatě. Náušnicové háčky mají provedení standardních afro háčků, uzavíratelných zapínání, puzet, dlouhých protáhlých háčků s očkem či klapek pro zákazníky, kteří nemají propíchnuté uši.



Obrázek 7: Montážní komponenty (vlastní zdroj)

### Korálky

Klíčovým prvkem šperků jsou korálky, díky nimž je šperk barevnější, osobitější, dekorativnější a mnohdy i třpytivější. Nejčastěji používané jsou korálky skleněné, často se lze setkat i s korálky z kovu, porcelánu, keramiky, plastu a polymerových hmot. Korálky se vyrábí i z přírodních materiálů, jako jsou dřevo, mušle, kosti, parohy, slonovina, semínka stromů, minerály a perly.

S podobnou variabilitou se lze setkat i na půdě tvarů. Vkládá-li se však do šperku i touha po vyjádření nějakého citu, úmyslu či chování, mohou se použít libovolné korálky ve tvaru srdcí, květin, válečků, lístečků, zvířátek, krychlí atd. Tvar je v podstatě omezen pouze technologií výroby a fantazií tvůrce. Je však na zvážení, zda není docílení výsledného tvaru jednodušeji docíleno spojením různých korálků než tvorbou jednoho jediného.

Ráda bych z tohoto velkého množství korálků uvedla alespoň několik základních druhů vyráběných ze skla:

- Rokajl
  - Drobný korálek variabilní velikosti i kvality, který má nejčastěji kulatý tvar. Nej kvalitnější je TOHO rokajl z Japonska a česká Preciosa.
- Ohňovky
  - Broušené a tepelně leštěné korálky s ploškami. Jsou lesklé a velmi efektní.

- Kočičí oči  
Jsou vyráběné v různých tvarech, velmi lesklé, se světelným efektem ve smyslu odrazu světla podobného kočičím očím.

(Bojangle beads, 2015)

### Nářadí

Při výrobě vlastních šperků se nevyhneme použití nářadí. Zde platí, že i se základním sortimentem nářadí lze úspěšně tvořit, ale vyššího komfortu a složitějších technik výroby bez speciálního nářadí nedosáhneme.



Obrázek 8: Typy kleští – zleva štípací, ploché s hladkými čelistmi, ploché s vroubkou, kulaté ketlovací (vlastní zdroj)

- Kleště štípací  
Slouží k oddělení drátu na dvě části. Stiskem rukojetí dojde k vyvinutí dostatečného tlaku na střižné čelisti, které následně rozdělí drát, lanko, vlákno, aniž by vznikly otřepené konce nevhodné pro pokračování výroby bez dalšího opracování.

- Kleště ploché

Jejich použití je velmi univerzální v rámci celého procesu výroby šperků – zamačkávání především při práci s rokajlovými kroužky, ohýbání, přidržení, přitisknutí. Vyrábí se dvě varianty – s vroubkou, do nichž se materiál lépe uchopí nebo se zcela hladkými čelistmi, které mají nižší koeficient tření, ale na rozdíl od kleští s vroubkou nezpůsobují viditelné otlaceniny a odřeniny materiálu.

- Ketlovací kleště s kulatými čelistmi

Slouží k vytvoření ketlovacích oček a pružinek nejčastěji na bižuterním drátu. Kleště musí mít úzkou špičku, která se postupně rozšiřuje po obou čelistech kleští. Umístění drátu v rámci délky čelistí ovlivňuje velikost vytvořeného oka.

### **Další pomůcky**

K výrobě je kromě materiálu a náradí potřeba několik dalších pomůcek, mezi něž patří např. délkové měřidlo, brusné a lešticí papíry či jehly a navíjecí trny.

### **3.2.2 TECHNIKA SPOJOVACÍCH KROUŽKŮ**

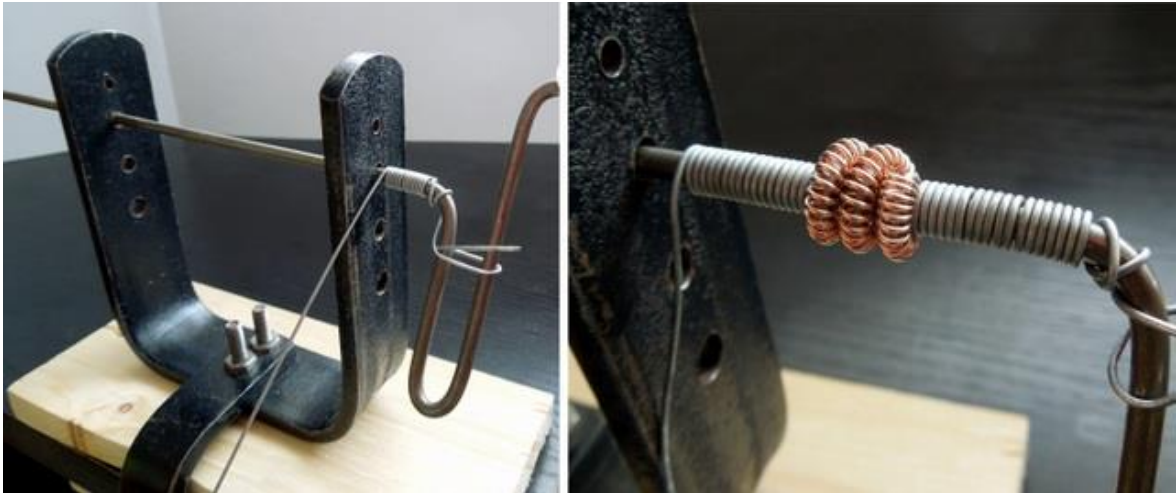
Očka slouží jako základní spojovací prvky jednotlivých částí šperku. Spojením většího počtu kroužků vznikne řetízek. Kroužky je vhodné vyrábět vždy ve větším počtu. Ušetří se tím čas a budou mít minimální odchylky ve velikosti.

Kroužky se vyrábějí tak, že se do kulatých ketlovacích kleští uchopí konec drátu a ovíjí se stále v jednom bodě okolo kulatého hrotu kleští. Druhou variantou je obmotávání drátu na pletací jehlici či jiný tyčový předmět kruhového průřezu. Tento postup se stále opakuje, dokud se nevytvoří několik koleček za sebou, které se mnohdy nazývají pružinka. Postupně se pak štípacími kleštěmi přestřihávají jednotlivé závity. Důležité je, aby byly vždy přestřihovány v jedné linii s koncem drátu, jinak by oka nemusela být kompletní, ve smyslu zcela uzavřená. Takové kroužky jsou pak nevhodné k výrobě a vzniká zbytečný odpad.

#### **3.2.2.1 Nástroj Gizmo**

Velkým pomocníkem ve výrobě většího množství kroužků nebo spirálek je nástroj zvaný Gizmo. Jeho konstrukce je tvořena dvěma částmi. Hlavní konstrukce má tvar písmene U a je pevně upnuta k pracovnímu stolu. Na konstrukci jsou na svislých stranách vyvrtány

díry s různým průměrem vždy dvě stejně velké ve stejné výšce od podložky. Druhou neopomenutelnou částí jsou jehlice různých průměrů.



Obrázek 9: Gizmo s vytvořenou spirálou (vlastní zdroj)

Do dvou děr ve stejné výšce se umístí jehlice, na jejíž začátek se upevní drát. Ten se uchopí do jedné ruky a bude směřovat směrem dolů a druhou rukou se začne s točením vidlice, na kterou je drát upevněn. Ten se začne na jehlici navíjet a postupně vytvářet delší a delší spirálu. Až bude spirála dostatečně dlouhá, odstříhne se štípacími kleštěmi a vysune z jehlice. V případě výroby kroužků se štípacími kleštěmi přestřihají již známým způsobem. Spirálu lze dále tvarovat buď ručně, nebo jí navléci na další kus vytvořené spirály, čímž vzniknou prstence a další tvary. Tvar spirály je také možné ovlivnit různou metodou namotávání na jehlici.

Výhodou tohoto zařízení je, že je zde možnost vytvářet mnoho druhů spirál, a to z důvodu předvrtaných děr o různých velikostech a různých průměrech jehlic, kterými se docílí spirál s různým průměrem. Spirálu je také možné ovlivnit průměrem použitého drátu. Když bude drát silnější, bude spirála mohutnější. Tento nástroj má velice snadnou obsluhu, výměna jehlic je v řádech sekund a je také poměrně skladný. V neposlední řadě velmi krátí čas výroby spirál.

Nevýhodou je, že drát poměrně pruží a je potřeba dbát, zejména u silnějších drátů a mladších dětí, zvýšené bezpečnosti.



### **3.2.3 TECHNIKA KETLOVACÍCH OČEK**

Tato technika je potřebná při výrobě všech šperků, jelikož se ketlovací očka používají jako závěsná. Velice často jsou potřebná v případě, kdy je šperk tvořen několika korálky, kde je každý z nich na samostatném drátku a z obou stran je vytvořeno toto očko a uzavřením dvou oček do sebe vznikne spoj mezi dvěma korálky. Není tak potřeba spojovacích kroužků, které by prodlužovaly vzdálenost mezi dvěma korálky.

K vytvoření ketlovacího očka je potřeba cca 1 cm drátu. S tím je potřeba při štípání drátu počítat. Drát se v délce 1 cm od konce ohne kulatými kleštěmi do pravého úhlu. Poté se drát obtočí kolem kulatého hrotu kleští do tvaru kruhu. Ke spojení se používají kleště ploché. Jedno očko se otevře do strany, napojí se druhé uzavřené očko a první očko se uzavře zpět do původní pozice a pevně stiskne.

### **3.2.4 TECHNIKA OČEK VE TVARU PÍSMENE S**

Při výrobě těchto oček je vhodné nastříhat si dráty o stejné délce, aby byly jednotlivé prvky co nejpodobnější. Standardně se na výrobu používá drát o průměru 0,8 mm, nastříhaný na části o délce 25 mm.

Jeden konec drátu obtočíme kolem kulatého hrotu ketlovacích kleští o 360° tak, aby vzniklo jedno očko. Vhodné je si přibližně vyměřit polovinu drátu, jelikož stejnou délku je potřeba ponechat i pro druhé očko. Totéž očko se vytvoří na druhém konci drátu ovinutím opačným směrem, aby první stočené očko směřovalo směrem od osoby, která tvoří.

### **3.2.5 TECHNIKA VÝROBY SPIRÁL**

V tomto případě nelze určit přesnou délku drátu pro výrobu spirály. Záleží totiž na celkové velikosti, které chceme dosáhnout a na hustotě stočení. Minimální délka je zpravidla 8 cm.

Drát se uchopí do ketlovacích kleští a vytvoří se očko bez jakéhokoli zalomení, jelikož se kolem něj bude formovat zbývající část spirály. Očko by mělo být co nejpřesnější. Do tentokrát plochých kleští se očko uchopí a začne se plynule stáčet kolem očka. Kleště se musí při provádění ohybů posouvat, aby vždy tiskly tu část, která byla právě stočena. Každým otočením vznikající spirály se zvětšuje průměr a na otočku je potřeba více drátu.

Na konci je přečnávající drát zahnut proti směru spirály do malého háčku či uzavřeného kroužku, který slouží na zavěšení.

### **3.2.6 TECHNIKA VÝROBY NÁUŠNICOVÝCH AFRO HÁČKŮ**

Pokud má vytvořená dekorace sloužit jako ozdoba ucha, musí být připevněna k náušnicovému háčku, který se pak do ucha vsunuje. Na jeho výrobu je potřeba drát o délce cca 5 cm. Konec drátu se uchopí do ketlovacích kleští a vytvoří se malé ketlovací očko. Kleště se přesunou nad kroužek a v místě, kde mají kleště nejširší kulatý průměr, se vytvoří kulatý záhyb, který bude veden opačným směrem, než je již vytvořené očko. Drát, který je u háčku navíc a není potřeba, se uštípne štípacími kleštěmi.

### **3.2.7 TECHNIKA KROUŽKOVÁNÍ**

Tato technika spočívá ve spojování velkého množství kroužků do sebe, ze kterých vznikne příslušný tvar či obrazec. Zpravidla je šperk tvořen několika vrstvami, aby byly kroužky, které jsou do sebe zaklenuty více napasované, a tím získal šperk na pevnosti. Často se používají různé průměry kroužků a odlišné barevné odstíny.

Nejprve se kroužky pootvírají pomocí plochých kleští. Kroužky se otvírají vždy do strany, aby nedošlo k jejich deformaci. Kroužky jsou poté do sebe spojovány a postupně uzavírány. K hotovému tvaru je pak připevněn kroužek, háček či zapínání podle toho, k jakému účelu má šperk sloužit.

### **3.2.8 TECHNIKA DRÁTOVÁNÍ**

Při drátování se vytvářejí tzv. výplety. Ty mohou mít jednoduchou linii nebo zdobení z vlnovek, smyček či mohou být vypleteny korálky. Tímto způsobem jsou odrátovány kameny, které nemají vyvrtaný otvor k provléknutí očka. Zpravidla se používá silnější drát na kostru a slabší drát na vyplétání. Vhodné je si vytvořit šablonu pro kostru, aby nedošlo k rozdílnému výsledku v tvaru nebo velikosti.



Obrázek 10: Květiny vytvořené technikou drátování (vlastní zdroj)

Nejprve je pomocí kleští vytvarována kostra, poté je na kostru natáčen slabší drát. V případě vyplétání korálky se nejprve natočí několik otáček samotného drátu, poté je navlečen takový počet korálků, aby pokrýval celou jednu řadu kostry a ta je vždy upevněna několika otáčkami ke kostře. Hustota řad je jen a pouze na tvůrci. Tímto způsobem se postupuje, dokud nedojde tvůrce k názoru, že je výrobek ve finálním stavu. Drát na konci obmotá kolem kostry, uštipne a vyčnívající část zahne do vnitřní strany šperku.

### 3.3 KORÁLKOVÁNÍ

Rozmanitost tvarů, barev a materiálu, ze kterého jsou korálky vyráběny, s sebou přináší velké množství technik a téměř neomezené možnosti tvorby. Základem je přišívání korálků k sobě, jednoho po druhém. Tyto techniky vyžadují velkou trpělivost a mnoho času. Základ práce s korálky je ovšem pro většinu technik stejný a tudíž tvůrci stačí jen malé znalosti na to, aby pak podle návrhu vytvořil i poměrně složitý šperk. V dobře propracovaném návrhu je naznačeno, kterou dírkou vlasec vést tak, aby byl každý korálek správně upevněn.

Ve své diplomové práci proto uvedu jen tu nejzákladnější techniku, ostatní je možno dohledat v literatuře. Vznikla celá řada publikací, v nichž je k dispozici velké množství inspirativních fotografií a návodů na různé korálkové techniky. Na Internetu vzniklo mnoho fanouškovských i prodejních webů, na kterých je k nalezení velké množství návodů propracovaných do detailů, doplněných o fotografie a vhodné rady.

### 3.3.1 ZÁKLADNÍ VYBAVENÍ

#### Korálky

Stěžejní část tohoto výrobku tvoří korálky. Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.2.1 *Základní vybavení pro výrobu drátěných šperků*, jejich nabídka je velice široká. Ráda bych zmínila ještě jeden další typ korálků, který není až tak známý a je na trhu poměrně krátkou dobu. Jsou to dvoudírkové korálky, zvané TWIN (hovorově twiny) od Preciosy. Tento typ korálků přináší do šperkařství nové jednoduché metody, jak vytvářet prostorové tvary, originální konstrukce či krajkové vzory.

#### Návlekový materiál

K navlékání korálků se nejčastěji používá vlasec. Pro velmi malé korálky je určen průměr 0,20 mm, na rokajl a perličky vlasec pevnější s průměrem 0,28 mm. Pokud je vlasec v některém místě překlesaný či zkroucený, odstříháme jej, jelikož by vlasec v poškozeném místě ztrácel pevnost a šperk či ozdoba by pak rychleji ztratil svou životnost. K šití korálků je možné využít další návlekový materiál, jímž jsou nitě, šňůrky, kůžičky, provázky, provazy, mašličky či Nymo. (Kielbusová, 2010, s. 6-7)

Nymo je nylonová, velice tenká, ale velmi pevná, plochá a nekroucená nit a její obliba v současné době velice stoupá.



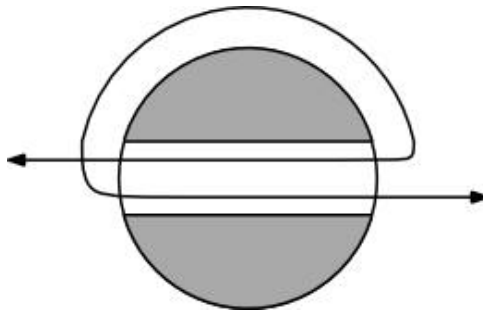
Obrázek 11: Návlekový materiál - voskovaná šňůra, vlasec, lanko, kůžička (vlastní zdroj)

## Lepidlo

Po dokončení výrobku je vhodné uzlík zakápnout vteřinovým lepidlem. Zvýší se tak pevnost uzlů. Je ovšem potřeba s lepidlem pracovat úsporně, jinak by se mohlo dostat na korálky a po zatuhnutí je velmi nehezky znečistit.

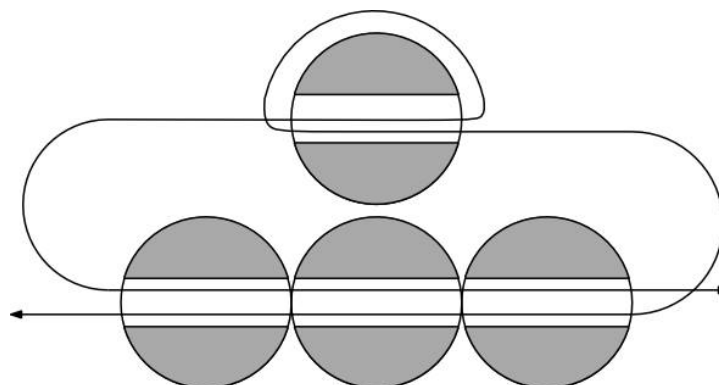
Mezi další pomůcky patří mističky na korálky, nůžky a montážní komponenty, jimž je věnovaná část kapitoly 3.2.1 *Základní vybavení pro výrobu drátěných šperků*.

### 3.3.2 TECHNIKA ŠITÍ KORÁLKŮ



Obrázek 12: Technika upevnění korálku (vlastní zdroj)

Ustříhne se potřebná délka vlasce, nyma či jiného návlekového materiálu a na něj navleče první korálek. U některých šperků se navléká vícero korálků najednou, podle toho, jak je to naznačeno v nákresu. Korálek se posune do středu vlasce, kde je potřeba jej zafixovat, aby se nemohl posouvat. To se provede tak, že se jeho otvorem protáhne ještě jednou ten konec vlasce, který jím již jednou prošel, jako je to znázorněno na *Obrázek 12: Technika upevnění korálku*. Pokud je potřeba navléknout a upevnit vícero korálků, pracuje se stejným postupem, kdy se konec vlasce protáhne znovu všemi korálky.



Obrázek 13: Technika šití korálků (vlastní zdroj)

Další řady se tvoří tak, že se korálky navlečou na jednu stranu vlasce a druhým koncem se korálky provlečou opačně, v protisměru. Důležité je, aby se při vytvoření každé řady vlasec rovnoměrně utahoval a nezůstala některá část šperku uvolněná.



Obrázek 14: Náušnice vyrobené technikou šití korálků (vlastní zdroj)

Po dokončení se zbytek vlasce ještě několikrát provleče mezi korálky, aby došlo ke zpevnění výrobku, a udělá se uzlík. Jelikož je vlasec poměrně kluzký, zakápně se uzel vteřinovým lepidlem, aby získal pevnost.

### 3.4 SMALTOVÁNÍ

Tato technika patří mezi nekovové úpravy plechu. Chemické složení smaltu není nijak výrazně odlišné od skla či glazur na keramiku. Všechno jsou skloviny, které mají odlišné technologie výroby. Hlavní součástí smaltu je křemen a živec. Vyrábí se mnoho druhů smaltu, které se od sebe liší roztažností, teplotou tavení, dobou a teplotou pálení.

Smaltování je možné vytvářet třemi základními technikami. První technika se používá ke zdobení již osmaltovaných předmětů pomocí barev na porcelán. Tyto výrobky jsou následně vypalovány v elektrické troubě. Při využití druhé techniky jsou smaltované výrobky vypalovány na elektrickém vařiči. K tomuto způsobu se používá práškových smaltovacích barev, které jsou nejčastěji v malých lahvičkách o obsahu 45 ml. Obě tyto techniky mohou tvůrci realizovat v domácím prostředí. Třetí z technik spočívá ve vypalování smaltovaných výrobků ve smaltovací peci.



Obrázek 15: Smaltované výrobky (vlastní zdroj)

Základ výroby tvoří sklo rozdrčené na velice jemný prášek, který je snadno tavitelný. Technika spočívá v nanášení tohoto prášku na kovový podklad a následném vypálení. Malované místo je třeba očistit, případně odmastit, aby barva dobře přilnula a měla dlouhou životnost. Teplota vypalování je závislá na typu prášku a hodnotě, jež udává výrobce. Standardně se pohybuje v rozmezí 110-180 °C. Smaltovací prášek se nanáší v několika vrstvách a různých barevných kombinacích. Během vypalování je možné šperk dozdobit pomocí párátek, špendlíků či jiných předmětů, nejčastěji s tenkou špičkou, díky níž je možné na šperku vytvořit působivé linie a symboly. Na kovu se vytvoří tenký smaltový povlak, který se leskem podobá sklu a většinou je také neprůhledný. Tato vrstva zároveň chrání kov proti korozi.

### 3.5 KŘIŠŤÁLOVÁ PRYSKYŘICE

Kdekdo si pod pojmem pryskyřice představí výměšky, které produkují zejména jehličnaté stromy. Ve šperkařském oboru je pojem křišťálová pryskyřice spjat s materiálem syntetického původu, který je tvořen dvousložkovou průhlednou hmotou a po zatvrdnutí imituje sklo. Dvousložková se nazývá proto, že je tvořena pryskyřicí a tvrdidlem.



Obrázek 16: Lůžka na pryskyřici - prstýnek, medailonek, náušnice puzety (vlastní zdroj)

Pryskyřici se nejčastěji zalévají lůžka, dále skleněné výřezy či výrobky z polymerové hmoty. Lůžka jsou v podstatě náušnicové základy, základy na medailonky či kovové výseky. Nejčastěji mají zvednutý okraj, ale zdatnější tvůrci pracují s pryskyřicí i na rovné ploše. Do lůžka lze zalít téměř cokoli: třpytky, korálky, sušené květiny, malé ozdoby na nehty, drobné předměty atd. V případě fotografií je potřeba dbát na to, aby byly na lesklém fotopapíře, protože fotografie vytištěné na standardním bílém papíře nezvládnou chemickou reakci s rozmíchanou dvousložkovou pryskyřicí a stejné kvality se nedocílí ani přelakováním. Vybraný motiv se vystřihne a jeho rozměry upraví tak, aby přesně seděl do připraveného lůžka.



Obrázek 17: Fotografie připravené k přilepení do lůžka, zalité medailonky (vlastní zdroj)

Do lůžka se nanese tenká vrstva lepidla a motiv s lůžkem se k sobě přilepí. Dále se rozmíchá pryskyřice s tvrdidlem v přesně stanoveném poměru. Vhodné je příslušný objem nasát do jednorázové injekční stříkačky, která slouží jako velice přesná odměrka.



Rozmíchávat by se mělo v jednorázových nádobách, jelikož po zatvrdnutí zbytku nevyužitě hmoty bude nádoba i nářadí na rozmíchání znehodnoceno.

Doporučuji smíchat pryskyřici nejprve v jedné nádobě a po důkladném promíchání přelít do nádoby druhé. Zabrání se tak situaci, kdy se i přes důkladné promíchání objeví nesmíchaná pryskyřice, která nejčastěji zůstává v záhybech.

Dalším krokem je zalití výrobku, které je potřeba dělat s velkým citem a pozorností. Pryskyřice vytvoří malý kopeček, případně je možné pomocí párátko či špejle pryskyřici jemně rozprostřít po lůžku až k jeho okrajům. Pokud se vytvořily nějaké bublinky, propíchají se jehlou. Pro tuto práci je určen časový úsek 15-20 minut. Poté začne pryskyřice tuhnout a veškeré úpravy zanechají na povrchu nedokonalosti a mapy. Poslední fází je volné tuhnutí, při němž není potřeba žádná činnost člověka, pouze čas.

Nevýhodou je, že pryskyřice poměrně dlouhou dobu tvrdne, někdy až 24 hodin. S tím jsou spjaté některé problémy a časté chyby, které mohou při práci s pryskyřicí nastat. Pokud není výrobek zakryt, může dojít k přilepení prachu, chloupků, chmýří či jiných nečistot, které pak již není možné odstranit. V případě nerovnoměrného nanesení pryskyřice vzniknou hrbolky nebo pryskyřice přeteče. To se může stát i v případě, že je odložena na frekventovaném místě a někdo do ní neúmyslně strčí. Velikou výhodou je její dlouholetá stálost a pevnost.

Při práci s pryskyřicí je potřeba dbát základům bezpečnosti práce, jelikož je to látka zdraví škodlivá a velmi hořlavá. Doporučuje se krýt si pokožku rukou rukavicemi a používat respirátor a brýle. Rozhodně není vhodné s pryskyřicí pracovat v uzavřené místnosti bez přísunu čerstvého vzduchu a v dosahu dětí. (Svobodová, 2015)

### 3.6 TECHNIKA TIFFANY

Používání vitráží bylo dříve vynucené. Neexistovala jiná technologie výroby velkých skleněných tabulí. Rozsáhlosti se docílovalo skládáním dílčích skel takových rozměrů, které byly bez obtíží zvládnutelně vyrobitelné ve vysoké kvalitě. Vzhledem k mohutnosti výrobku musela být zajištěna i pevnost a odolnost celého křehkého skla. Proto se jednotlivé části zasazovali do olověných profilů, připomínajících tvar písmene H, a následně se takto spojená místa pájela cínem. Při požadavku výroby zdobeného skla se zvolila buď cesta malby na bezbarvá skla, nebo přímé používání zbarvených skel. Takto

vyrobená skla byla hojně používána především v kostelech, kde nebylo usazení skla do masivního rámu zdíva velkou překážkou.

Existuje i tzv. nepravá vitráž, u níž se olovené profily imitují nalepením samolepící pásky na povrch skla. Vzniklé obrazce lze samostatně obarvit a vytvořit tak větší iluzi vitráže.

Tyto techniky se však ve šperkařském průmyslu použít nedají, neboť nedovolují vytvořit prostorový výrobek. Toho lze však docílit použitím metody Tiffany, vymyšlené Američanem Luisem Tiffanym. Důraz je zde kladen především na přesnost a vysoké detaily precizně opracovaných jednotlivých částí. Dnes se ke spojování dílků skla používá samolepící měděná fólie. Výsledná struktura je velmi pevná a nevyžaduje žádnou přídatnou konstrukci, zajišťující fixaci.

Technika je zvládnutelná i v domácích podmínkách, jelikož postup výroby není nijak obtížný. Samotné výrobě předchází fáze plánování, zvažování a pečlivé tvorby návrhu. Ten by měl reflektovat manuální zručnost a dovednost tvůrce, stejně jako zamýšlený účel šperku. Či jiného oděvního doplňku. Z počátku je vhodné se u výrobku vyvarovat složitým liniím a obtížným tvarům. (Jankůj, 2007)



Obrázek 18: Náušnice vyrobené technikou Tiffany (vlastní zdroj)

### **Řezání**

Výsledkem návrhu by měly být předlohy jednotlivých částí šperku, které následně lze lihovým fixem na důkladně očištěný povrch tabulky skla obkreslit. Pro zjednodušení hledání vhodného dílu ve fázi kompletace je vhodné si jednotlivé části označit shodně s předlohou. Nyní přichází na řadu samotné řezání. Nejlepší službu udělají ruční řezačky skel, přičemž je vhodné investovat do kvality jejich provedení. Sklo s naznačenými čarami

řezů se položí na neklouzavý, rovný povrch a provádí se řezy, přičemž je důležité jednotlivé úkony provádět vždy po celé délce nakreslených čar. Jinými slovy, řez se nesmí ukončit v jiném místě než na okraji tabulky skla. Rovného řezu se nejlépe docílí přímým vedením řezačky o okraj pravítka. Řezy v obloucích se vedou pouze rukou, přičemž příliš uzavřené oblouky se provádí několika samostatnými řezy. (Jankůj, 2007)

### **Lámání**

Řezem oslabená skla lze lámat lámacími kleštěmi. Tlakem, na páskou obalené čelisti kleští pro zamezení poškrábání skla, se docílí rozlomení skla v místě řezu, přičemž šíře odlamujícího proužku by měla být minimálně 5 mm. Řezy bez velkých oblouků lze, do jisté délky, rozlomit rukama. Naopak dlouhé řezy se lámou podélným vypodložením řezu, například tužkami, a současným působením síly na obou koncích tabulky skla. Výroba šperků se nevyhne drobným kouskům skla. Pro jejich výrobu se nehodí ani jeden výše zmíněný způsob lámání, proto se používají speciální rovné lámací kleště (podobnou službu mohou odvést i čelní štípací kleště). Čelisti kleští se umístí k hraně řezu a tlakem ruky na druhou část se kus odlomí. (Jankůj, 2007)

### **Broušení**

I při dobře provedeném lámání mohly vzniknout na hranách nerovnosti, které je třeba zabrousit. Je nezbytné zajistit neustále vlhký brusný kotouč, aby nedocházelo ke snižování jeho životnosti. Skleněné díly položené na mřížce brusky musí být jemně přitlačovány ke kotouči, aby nedocházelo k vybroušení obloučku. Velké dílce mohou být uchopeny rukama, zatímco menší pro zachování bezpečnosti spíše kleštěmi. Broušení se provádí až do okamžiku, kdy se brusný kotouč dostane k předkreslené čáře. Pouhé začištění řezů lze provést jemným karborundovým papírem, který ovšem musí být také navlhčen. Opracované dílky se omyjí a vyzkouší se jejich spasování. Pokud nepasují dílky zcela dokonale, broušení se opakuje. (Jankůj, 2007)

### **Olepování**

Na obroušené a odmaštěné hrany se dále nalepí měděná páska, která je samolepící. Šířka měděné pásky a její přesahy se odvíjí od záměru práce a výsledného efektu. Vnitřní strana je vyráběna v několika barevných odstínech. Ta správná by měla být volena s ohledem na barevnost použitého skla. Začátek měděné pásky lze umístit na libovolné místo

po celém obvodu dílu. Konce pásek se musí minimálně dvěma milimetry překrývat. Je naprosto nezbytné pásku v celém jejím obvodu pečlivě vyhladit, k čemuž nejlépe poslouží obyčejná špachtle. Nedoporučuje se lepicí strany pásky dotýkat, jinak ztrácí lepicí schopnosti. (Jankůj, 2007)

### Pájení

Díly s oblepenými hranami se vyskládají dle předlohy na polystyrenovou desku, jež umožní pevnou fixaci sklíček nerezovými špendlíky. Pro správné ulpění pájky (směs 60 % cínu a 40 % olova) na měděném povrchu se použije letovací kapalina zajišťující deoxidaci pájených ploch. Nejprve se provádí technika bodování cínem, jež spočívá v lokálním spájení měděných pásků s asi 2 centimetrovými rozestupy. Celý objekt nyní již nepotřebuje fixaci špendlíky a polystyrénová podložka by neumožňovala bezpečné dopájení všech hran. Po opatrném přesunutí na nehořlavou podložku se pájení provádí v celé délce spojů. Stejným způsobem je třeba provést pájení i na druhé straně, tj. nejprve nanesení letovací kapaliny a až poté pájení. Doba tavení cínu by však měla být kratší, aby nedošlo k roztavení cínu na první straně a tím zhroucení konstrukce. (Jankůj, 2007)



Obrázek 19: Medailonky vyrobené technikou Tiffany (AtelierGlass , 2007)

### Očka

Úroveň celkového provedení šperku dokáží ovlivnit i očka, jež by také měla být dělána s velkou pečlivostí. Drát vhodný pro výrobu oček je měděný nebo ocelový, nikoliv však železný, jež by bylo před použitím nutno důkladně očistit. Umístění oček je nutné zvážit

již ve fázi návrhu a podřídit tomu i další skutečnosti, jakými je místo vzájemného překryvu měděného pásku, v jehož okolí by očka neměla být umístěna. Nejčastěji se používají očka rohová, kolmá a středová. (Jankůj, 2007)

### 3.7 POLYMEROVÉ MODELOVACÍ HMOTY

K vymodelování požadovaného tvaru výrobku může uživatel použít tvárné materiály, jakými jsou plastelína, modurit, FIMO, Kato Polyclay, Cernit a další. Jednotlivé materiály se liší svými vlastnostmi, metodami modelování a také postupem, kterým se z tvárného polotovaru stane plnohodnotný a dostatečně pevný finální šperk. Na základě těchto vlastností, zkušeností, náradí a celkového technického vybavení se uživatel rozhoduje pro nejvhodnější materiál a příslušný postup výroby.

Pokládáním různých barevných vrstev přes sebe, válením vznikají pestrobarevné tvary a ornamenty. Ty se následně vyřezávají, a buďto nechají volně ztvrdnout nebo se zapečou v peci o teplotě předepsané výrobcem.



Obrázek 20: Výrobky z polymerových hmot (vlastní zdroj)

Výroba či jen příprava modelovacích hmot, rozvalování, vykrajování, skládání, vysoušení, vypalování, dekorování atd. jsou manuální práce prohlubující v žácích hravost, zvědavost, zručnost, fantazii, spolupráci a komunikaci se spolužáky i zdravou míru soutěživosti. Z těchto důvodů se jedná o velmi efektivní proces výuky především pro studenty nižších ročníků základních škol. (Kováčová, 2012, s. 62-63)

### 3.8 STEAMPUNK

Nejedná se vyloženě o techniku výroby šperků a oděvních doplňků jako takovou, ale spíše o nový styl, jež je součástí retrofuturismu, který zobrazuje představy budoucnosti vzniklé v době, kdy se právě rozvíjelo některé odvětví vědy nebo techniky. Dá se říci, že tento styl vypodobňuje paralelní současnost a budoucnost.

Steampunk je směr výroby šperků zakládající si na vysoké originalitě, zdobnosti, mechaničnosti a netradičnosti. Jak již název napovídá, odkazuje tento směr na minulost a to zejména na 19. století, dobu vlády královny Viktorie, v němž se stala vodní pára hlavní hybnou silou. Nejednalo se o dobu elektronickou a tak většina zařízení pracovala na mechanickém principu.

Hlavní částí steampunkových šperků jsou ozubená kola, natahovací hodinové strojky, ciferníky, pružinky, šroubky, podložky, klíčky a další, v žádném případě nejsou však použity drahé kovy. Tento směr si také zakládá na recyklování materiálů a dává jim novou, mnohdy úplně jinou funkci, než pro kterou byly původně určeny. (Jones, 2012)



Obrázek 21: Medailonek vyrobený technikou Steampunk (Steampunk Nation, 2014)

Co úplně nespadá do 19. století a zcela nesleduje podstatu, s kterou Steampunk přišel, jsou šperky a jiné různé výtvořky skládající se z počítačových komponent (MOBO, CPU, RAM, HDD, CD-ROM), počítačových příslušenství (USB disků, klávesnic), plošných spojů a dalších zajímavostí z elektronického světa. Spojením těchto moderních zařízení s prvky sloužícími v minulých stoletích vznikají výrobky s velkým kontrastem moderny a starobylosti, z nichž netradičnost jen sálá. (Jones, 2012)



Obrázek 22: Náramek vyrobený technikou Steampunk (DeviantArt, 2012)

A jaká je technika výroby takového steampunkového šperku? Nasbírané šroubky, strojky, klíče, kola atd. se rozloží a pomocí fantazie a bez jakýchkoliv zábran se zkouší jejich libovolné kombinace. Až se najde nejvhodnější, která může v ideálním případě nést nějaké tajemství nebo poslání, spájí se, nýtuje, skládá, šroubuje, svazuje či jinou metodou zafixuje jednotlivé části do jednoho celku. Takto vzniklý šperk bude v sobě mísit protiklady a kontrast mezi starými a rezavými kovovými součástkami hrubého charakteru s jemným stylem vzorkování a jiného zdobení. (Jones, 2012)

## 4 MODERNÍ NÁSTROJE PRO NÁVRH A VÝROBU ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH DOPLŇKŮ

### 4.1 3D TISK

Možnost vyrobit si originální šperk či komponentu, která byla např. nedopatřením zničena nebo zapomenuta při nákupu ve specializovaném obchodě a ten má již zavřeno nebo se nachází poměrně daleko, a my jí nutně potřebujeme, byla ještě nedávno minulost. Myšlenka je ale mezi námi poměrně dlouhou dobu a vývoj za několik posledních let dokázal v tomto ohledu postoupit tak výrazně kupředu, že vyrobit speciální komponentu není nic, co by se za pomoci příslušných nástrojů a zařízení nezvládlo. Těmito speciálními zařízeními mám na mysli 3D tiskárny a nástroje představuje softwarové vybavení, ve kterém dochází k vytvoření virtuálního modelu, ze kterého se pak v 3D tiskárně vyrobí reálný hmatatelný výrobek.

Jako si při vynalezení prvního automobilu lidé nedokázali představit, že by jej vlastnil téměř každý, měli lidé stejné mínění o prvním počítači a není tomu jinak ani u 3D tiskáren. Některé velké společnosti si ale budoucí potenciál 3D tisku uvědomují a začínají stále více prosazovat jeho vývoj.

#### 4.1.1 CO JE TO 3D TISK

Než se zaměřím na to, co je 3D tisk, rozdělím tento pojem na dvě části. Zkratku 3D lze popsat adjektivem trojdimenzionální nebo trojrozměrný prostor a označuje svět, který je popsán třemi rozměry, což nastiňuje skutečnost, že objekt má určitý objem. Tento objem je většinou popsán v kartézském systému osami x, y, z se souřadnicemi zapsanými ve tvaru [X, Y, Z].

Zatímco výraz tisk hovoří o způsobu, jakým je rozmnožována předloha. Většina lidí si při slově tisk představí standardní tiskárnu tisknoucí na bílý papír, ovšem již dlouhou dobu se využívá i dalších způsobů tisku. Jedním z nich je hlubotisk, který spočívá v tom, že se vyryjí nebo vyleptají do povrchu formy tiskové body. To je případ prostorových nástěnných map.

Výraz 3D tisk bych nyní ani nemusela popisovat, jelikož sloučení dvou výrazů, vysvětlených výše, odpovídá myšlence 3D tisku. Je to proces, během něhož z digitální



předlohy vznikne skutečný hmatatelný model. Metoda spočívá v postupném nanášení materiálu po velmi tenkých vrstvách. Jedná se o aditivní výrobu, kdy je materiál postupně vrstven na sebe, dokud nevytvoří celek. Tisk je prováděn na základě programové předlohy (modelu) a je řízen ovládací elektronikou. Oproti tradičním technologiím, kdy se materiál obrábí, tváří či odlévá, pracuje 3D tisk reverzním způsobem.

#### **4.1.2 HISTORICKÝ VÝVOJ**

První zmínky o 3D tisku a skutečné výtisky pochází z 80. let 20. století. Byly výrazně nedokonalé a velmi málo přesné, ale během několika let se technologie zdokonalila, i když ještě v dnešní době má jisté rezervy.

##### **1986 - Stereolitografie**

Charles Hull se zabýval výzkumem fotopolymerů, které se využívají v inkoustových tiskárnách. Prováděl mnoho pokusů, při nichž v roce 1984 zjistil, že tekutý polymer tuhne, resp. vytváří tenkou vrstvu pevné hmoty, po osvětlení ultrafialovým zářením. Technologii nazval stereolitografie, k ní vyrobil stereolitografický přístroj označovaný SLA (z angl. stereolithography apparatus) a nechal si ji v roce 1986 patentovat. Pro komerční využití svého patentu založil společnost 3D Systems, která dnes patří mezi největší a nejproduktivnější organizace působící v 3D tisku. První stereolitografický aparát pojmenovaný SLA-1, byl prodán v roce 1988, rok po jeho představení a důkladném otestování. Na technologii SLA staví 3D tiskárny i v současné době. (3D Printing Industry, 2014)

##### **1987 - Rapid Prototyping**

Se zavedením stereolitografie se o rok později, 1987, objevila technologie, jejíž původní účel rychlé a levné tvorby prototypů při návrhu nových produktů dal také vzniknout jeho názvu – RP (Rapid Prototyping). Velké finanční prostředky bylo nutné investovat do zavádění technologie na trh spočívající ve výrobě forem, zadání do výroby, výzkumné a testovací činnosti atd. Byla vytvořena zkušební série výrobků, která byla testována, a na základě nalezených nedostatků byly prováděny úpravy. Často to znamenalo, že se celý proces musel opakovat znovu, což způsobilo prudký růst nákladů na výrobu. (3D Printing Industry, 2014)

### **1989 - 1992 - SLS, FDM, LOM**

S nástupem technologie Rapid Prototyping spatřily světlo světa i další konkurenční metody, mezi něž patří např. technologie FDM (Fused Deposition Modelling), SLS (Selective Laser Sintering) a LOM (Laminated Object Manufacturing). O těchto metodách se blíže vyjádřím v dalších kapitolách. (3D Printing Industry, 2014)

Byly vynalezeny i další technologie, např. Ballistic Particle Manufacturing (BPM), Solid Grand Curing (SGC) and Three dimensional printing (3DP). V 90. letech vzniklo mnoho společností zabývajících se Rapid Prototypingem, do dnešních dní však ze všech původních přežily jen některé. (3D Printing Industry, 2014)

### **1993 – 3D tisk**

Tento rok byl počátkem výroby prvních komerčních 3D tiskáren. Zároveň se v tomto roce začal tento pojem využívat. (3D Printing Industry, 2014)

### **21. století**

V novém tisíciletí se oblast 3D tisku začala formovat do dvou odlišných směrů. První demonstruje to nejlepší, co lze v danou dobu a se současnou technologií vytvořit. Tyto vlastnosti reflektuje obrovská cena těchto systémů. Uplatnění naleznou v leteckém a automobilovém průmyslu, zdravotnictví a šperkařském sektoru. Druhý směr se zaměřuje na „user-friendly“ zařízení za přijatelnou cenu pro koncového zákazníka.

Rok 2008 se stal pro 3D tisk zlomovým. O tři roky dříve založený projekt Reprap demonstroval svou schopnost tisku na polovině svých vlastních částí. Reprap je zjednodušeně 3D tiskárna vhodná pro svoji replikaci metodou FDM. Tentýž rok došlo k překročení výroby 100 kusů Reprap zařízení i samovolnému tisknutí součástek koncovými uživateli. Jedná se o komunitní projekt, kde si uživatelé svoji tiskárnu sami tisknou, staví, vylepšují a své postřehy následně sdílí v rámci komunity. (3D Printing Industry, 2014)

Ministerstvo školství Velké Británie realizovalo roku 2012 projekt, jenž zkoumá potenciál 3D tiskáren v rámci podpory STEM, spočívající ve vědě, technologii, inženýrství a matematice. Výsledkem bylo několik důležitých zjištění. Ve vztahu k novému učivu nezatěžuje 3D tisk implementovaný ve výuce žáky žádným způsobem. K řešení problémových úloh a týmové práci je 3D tiskárna předurčena. Je to prostředek, který

vytváří vazby mezi jednotlivými předměty. David Jeremy, působící na střední škole Settlebeck, ještě zprávu projektu doplňuje: „Všichni žáci, kteří byli zapojeni do práce s 3D tiskárnou se inspirovali svými novými možnostmi. Možnost transformovat koncepci nebo nápad do podoby fyzického výrobku je neuvěřitelně silný učební nástroj“. (Krotký, Honzíková, 2014)

### **4.1.3 TECHNOLOGIE 3D TISKU**

Produkce 3D výrobků využívá vzhledem ke svému vývoji několik technologií. Každá technologie má své výhody a nevýhody a na jejich základě má každá technologie jiné možnosti využití. Pro tuto část jsem vybrala technologie SLA, SLS, FDM a LOM, které jsou z mého pohledu stěžejní.

#### **4.1.3.1 SLA**

Při pohledu do historie je zřejmé, že technologie stereolitografie je nejstarší a stala se základem pro vývoj RP. Technologie SLA pracuje s UV zářením tím způsobem, že zařízení vytvoří tenkou vrstvu hmoty, která vlivem UV záření a vlastností tekutých fotopolymerů tuhne. Vzhledem k tomu, že je tato technologie nejstarší a prošla nespočtelným množstvím úprav, testováním a modifikací, jedná se o velice přesnou metodu. Výška jedné vrstvy je udána hranicí 0,05 až 0,25 mm. Tisk na nejspodnější hranici znamená vměstnání celých 20 vrstev do 1 mm. (Protosys Technologies, 2012)

#### **4.1.3.2 SLS**

Tato technologie vyvinutá Carlem Deckardem a Joem Beamanem spočívá v selektivním spékání laserem. K tvorbě výrobku využívá práškový materiál, jímž je plast, kov, sklo, keramika aj. Na tiskovou plochu je vždy nanесena tenká vrstva prášku, která je výkonným laserem zapečena, čímž utvoří jednolitou plochu. Výhodou SLS je vysoká přesnost, variabilita v použitém materiálu a neplýtvání materiálem, jelikož jde nevyužitý prášek znovu použít. (Protosys Technologies, 2012)

#### **4.1.3.3 FDM**

Technologie Fused Deposition Modeling navržená a zrealizovaná společností Stratasys byla patentována v roce 1992. Tiskárna zvládne pojmout plast i kov v podobě prášku, granulátu nebo plastového či drátěného vlákna, roztaví jej a zformuje do požadovaného tvaru. Univerzálnost je výborný nápad, ovšem nese s sebou několik nevýhod. Tisk má

znatelně nižší kvalitu, hrubou strukturu a dochází zde k plýtvání materiálem kvůli častému tisknutí hrbolků, hroucení výrobku a dalších nedokonalostí vedoucí spíše k snižování kvality produktu. Přesto se tato technologie dokázala uplatnit a to kvůli nízkým pořizovacím nákladům a možnosti využití v domácím prostředí. (Protosys Technologies, 2012)

#### **4.1.3.4 LOM**

Princip spočívá ve vyřezávání jednotlivých vrstev z folie o tloušťce 0,2 mm. Tyto vrstvy jsou lepicí a převálcováním válečkem o nastavené teplotě k sobě zcela přilnou. Tato metoda je velmi kvalitní a přesná, ovšem ze všech jmenovaných nejhůře pracuje s odpadním materiálem. Folie je nejčastěji stočena do ruličky, ze které se na tiskovou plochu odtočí vždy potřebná část podle velikosti stávající vrstvy a po každém výřezu se tiskárna pootočí o délku řezané plochy, ta je rolována na ruličku druhou, určenou na odpadní materiál. (CustomPartNet, 2009)

#### **4.1.4 TISKOVÝ MATERIÁL**

Že 3D tiskárny nepotřebují cartridge s inkoustem nebo tonerovým práškem jako standardní tiskárny je zřejmé. Zatím jsem ale psala pouze v omezené míře a poměrně obecně o materiálech, jako je plast, sklo, kov a keramika. V této kapitole se na ně blíže zaměřím a objasním další otázky kolem nejběžnějších materiálů pro 3D tisk.

##### **4.1.4.1 ABS**

Tato zkratka vznikla z anglického výrazu Acrylonitrile Butadiene Styrene. Jedná se o termoplastický materiál, který se taví při teplotě kolem 300 °C a mezi jehož výhody patří odolnost již vytištěného výrobku proti vysokým i nízkým teplotám, chemikáliím a zdravotní nezávadnost. Tento typ materiálu je také velice pevný a odolný, takže při standardním používání mu nehrozí mechanické poškození. S tím souvisí skutečnost, že je vhodný k tisku funkčních věcí. Má také velmi nízkou pořizovací cenu a to je jeden z dalších důvodů, proč je to jedna z nejpoužívanějších náplní. (RepRapWiki, 2015)

Důsledkem jeho tvrdosti je nevýhoda spočívající v uvolňování tisknutého objektu od tiskové plochy, čímž dochází k designovým odchylkám od očekávané podoby výrobku. Aby se zamezilo těmto problémům, je nutné na tiskovou plochu nanést speciální lepidlo

a používat vyhřívanou podložku, která ovlivní teplotu tiskové plochy a dopadající vrstva ABS tak lépe přilne k povrchu a nebude mít tendenci rychle vychladnout a odlepot se.

#### **4.1.4.2 PLA**

Jedná se o polymer, z angl. Polylactic Acid, jehož hlavní výhoda začíná hned u surovin, ze kterých je zhotoven. PLA je totiž kompletně kompostovatelný, šetrný k životnímu prostředí a zdravotně nezávadný, neboť je vyroben z obnovitelných zdrojů, mezi něž patří např. kukuřičný škrob. Při zakrytí hlinou se během několika měsíců rozloží. I přesto vyniká vysokou pevností. Materiál nevyžaduje žádné speciální přídavné zařízení, jako je např. vyhřívaná podložka. Je určen jak pro standardní, tak i pro tisk větších a propracovanějších objektů. (RepRapWiki, 2015)

Neporadí si ovšem s teplotními výchyly. Jakmile má materiál vyšší či nižší teplotu, než je stanoveno, tištěný objekt se s největší pravděpodobností zdeformuje.

#### **4.1.4.3 Kov**

3D tiskárny tisknoucí tímto typem materiálu jej využívají nejčastěji ve formě prášku. Tyto tiskárny jsou stále ve fázi vývoje, ale již našly uplatnění např. v leteckém průmyslu, kde je potřeba tisku poměrně složitých a velice přesných součástí. Práškový kov zvládá tisknout i malé mikrosoučástky a ve šperkařství se díky schopnosti tisknout detaily a různé záhyby taktéž využívá.

#### **4.1.4.4 Keramika**

Téměř to vypadá, že umělci a výrobci keramického nádobí se vlivem 3D tisku využívající nanášení tenkých vrstev lepidla a keramické směsi dostanou do ústraní, nebo budou místo s keramickou hlinou pracovat s počítačem, v nichž budou vytvářet 3D modely a tiskárna za ně bude dělat to, co bylo dosud jejich hlavní činností. Vytisknutý objekt je stejně jako u klasické výroby polotovaru, který je potřeba nabarvit glazurou a vypálit v peci.

#### **4.1.4.5 Sklo**

Tento materiál se nejčastěji používá v podobě prášku. Není vyráběn přímo, jako sklo samotné, ale používá se druhořadého skla, tedy skla určeného k recyklaci, což je jistě velkou výhodou. Navíc je tento materiál obnovitelný, takže je možné jej používat znovu. Na rozdíl od běžného skla se v jeho složení nachází navíc spojovací materiál. Bez něj by výrobek neudržel pohromadě.

#### **4.1.4.6 Dřevo**

Vytisknout si na 3D tiskárně kus dřeva s letokruhy a dřevnatou vůní? Ano, je to možné. Tento materiál je tvořen dvěma třetinami materiálem z obnovitelných zdrojů, jímž je PLA a jednu třetinu tvoří rozdrčené piliny dřevního vlákna z odpadového dřeva.

#### **4.1.4.7 Další materiály**

Po zamyšlení nad složením jednotlivých materiálů, ze kterých jsou tiskárny schopné tisknout je ve většině případů jedna část ten materiál, který má výsledný výrobek vypodobňovat (např. dřevo, sklo), druhou částí je spojovací materiál (lepidlo, pojivo). Dá se tedy předpokládat, že lze tisknout téměř ze všeho, co se rozemele na drobný prášek a přimíchá se k němu lepidlo. Takovým materiálem je třeba písek.

#### **4.1.4.8 Potraviny**

Další materiály, které se již pro tisk používají, jsou suroviny, které jsou určeny ke konzumaci. Tím mám na mysli např. tiskárnu čokolády využívanou k tisku originálních předmětů, portrétů či vizitek. Existují také první tiskárny na pizzu.

Ráda bych také zmínila tiskárnu těstovin patentovanou Americkou vládní agenturou NASA. V současné době vyvíjí technologii, která by umožňovala tisk potravin ve vesmíru. (NASA, 2015)

### **4.1.5 VYUŽITÍ 3D TISKU**

#### **4.1.5.1 Malosériová výroba**

Když myšlenku vztáhnou k oboru šperkařství, je zcela normální a běžné objednat z Číny a dalších zemí komponenty, šperky a další oděvní doplňky, jejichž prodejní cena se pohybuje pod 10 haléřů za kus. Je to zapříčiněno sériovou velkovýrobou. Nemluvíme teď samozřejmě o dalších faktorech, jako je kvalita a časová náročnost výroby, ale lze vycítit, že v poměru kvantita-cena se 3D tisk s největší pravděpodobností na výrobě velkých sériových zakázek neuplatní. Tato skutečnost platí pro celou sériovou výrobu.

Kde jej ale využít lze, je malosériová výroba. Vyrábět zakázku o několika kusech stejným způsobem jako výrobek, kterého je denně produkováno tisíce někdy i statisíce kusů, by bylo velice nákladné, a proto se v tomto případě uplatní 3D tisk. Využívá se při vakuovém lití, kde 3D tiskárna vytiskne model nazývaný Master. Ten je zalit silikonem a po vyjmutí modelu vznikne forma, kterou je možné používat opakovaně.

Používá se pro lití materiálu na bázi pryskyřice ve vakuové komoře nebo jako díl, který není možné vyrobit originálním postupem. To se dotýká např. starožitností.

#### **4.1.5.2 Zakázková výroba**

Vybrat si z několika velikostí výrobku, když žádná z nich se mé potřebě ani zdaleka nepřibližuje, je velmi nepříjemné rozhodování. Ve výrobě na zakázku má 3D tisk velkou výhodu a slibnou budoucnost. Každý výrobek je před tiskem možné upravit podle potřeb zákazníka. Jediné omezení co je nutné brát v potaz, jsou rozměry tiskové plochy tiskárny.

#### **4.1.5.3 Výroba náhradních dílů**

Využívá se zejména při potřebě opravy určitého zařízení či výrobku, při níž je potřeba určitý díl vyměnit. Stává se, že díly již nejsou k dostání, např. byla ukončena výroba tohoto produktu nebo jsou zrovna vyprodané. To je typické pro veterány, starožitnosti (včetně šperků) nebo zastaralé typy spotřebičů.

#### **4.1.5.4 Šperkařství a oděvnictví**

Díky detailům a speciálním tvarům, kterých je možné 3D tiskem docílit má 3D tisk široké využití i v těchto odvětvích a přináší tak do světa módy nový rozměr. Využití má šperkařství zejména pro zakázkovou výrobu, ale uplatní se i ve výrobě malosériové.

Již dnes existuje celá řada internetových obchodů s nabídkou šperků vytištěných na 3D tiskárnách, kde si zákazník v jednoduchém online editoru upraví šperk podle svých preferencí a požadavků. Jedním z takových e-shopů je např. [Nervous System](http://n-e-r-v-o-u-s.com/)<sup>1</sup>, kde si zákazník u každého výrobku vybere z několika variant návrhů, pomocí táhel nastaví tvar, určí hustotu (zhuštění, zředění, náhodné rozvržení) a tloušťku čar, nastaví přesné rozměry, zvolí barvu a případně doplní popisek.

E-shop [ZAZZY](http://zazzy.me/)<sup>2</sup> disponuje online editorem. Vytisknutí prstenů na 3D tiskárně ze zlata či jiných drahých kovů je možné např. v e-shopu [Polychemistry Jewelry](http://www.polychemistry.com/)<sup>3</sup>, kde si zákazník nastaví vlastní text, materiál a velikost. Širokou nabídkou disponuje také obchod [Shapeways](http://www.shapeways.com/)<sup>4</sup>, je ovšem nutná registrace.

---

<sup>1</sup> <http://n-e-r-v-o-u-s.com/>

<sup>2</sup> <http://zazzy.me/>

<sup>3</sup> <http://www.polychemistry.com/>

<sup>4</sup> <http://www.shapeways.com/>

Šperky se dříve velice často dědily z generace na generaci, dnes už to tak časté není, ale i přesto se někdo takový najde. Dále má mnoho lidí své amulety, či má ke šperku citový vztah nebo je to pouze jeho oblíbený kousek a nosí jej velice často. Časté nebo občasné opravy jsou u všech šperků potřeba, a když komponenty k nim nejsou k dostání, jistě se taková osoba nespokojí s informací, že si má koupit nový. Proto se 3D tisk uplatní i ve výrobě chybějících komponent či náhradních dílů.

#### **4.1.5.5 Strojírenství**

Toto odvětví posunul 3D tisk výrazně kupředu. Dosud nebylo možné tak nenáročným způsobem vytisknout výrobek s takovými detaily a takovou složitostí jako to zvládne 3D tisk. Další výhodou přináší v podobě velké úspory času i financí, možnosti již hotové díly opravovat a nepotřebuje výrobu žádných forem či jiných speciálních nástrojů.

#### **4.1.5.6 Lékařství**

Medicína je díky 3D tisku velice pokroková zejména ve výrobě naslouchadel, protéz očí, uší, končetin a kostí. Výzkum pracuje na vývoji tiskárny, která by měla dokázat z kmenových buněk vytisknout kůži nebo rozmnožit jaterní tkáň. Pro ochrnuté osoby se vyvíjí robotický oblek a robotická ruka, která vrací základní schopnosti jakými je např. uchopení předmětu. (Schubert, 2013; Vrecková, 2015)

#### **4.1.5.7 Školství**

Rozsáhlé možnosti užití 3D tiskáren jsou samozřejmé i pro školství. Jedno zařízení je možné využít v několika vyučovacích předmětech a zároveň několika způsoby. Při zamyšlení nad počáteční investicí, která je s pořízením 3D tiskárny spojena, není částka tak vysoká, neboť bude využívána k mnoha různým účelům.

Použitelnost 3D tiskárny ve školství jsem vzhledem ke své studované aprobaci zpracovala pro základní školy, pro něž jsem způsob užití rozdělila na dva hlavní směry. V jiných úrovních vzdělávání, zejména u vzdělávání vyšší úrovně (SŠ, VŠ), má 3D tiskárna své uplatnění podobné, s tím rozdílem, že se používají pomůcky složitější a u technických oborů jsou více zapojováni do dění i studenti.

První směr je pro žáky velice motivující, jelikož do výuky aktivně přispívají oni sami. Naučí se tiskárnu obsluhovat, pracovat v určeném softwarovém modelovacím prostředí, vytvářet 3D modely, snadněji pochopit princip 3D tisku, přenos dat a zpracování



softwarových informací. To vše a ještě mnoho dalšího, kdy dojde k vyústění snahy žáka, který je aktivně zapojován do výuky, lze využít v předmětu **informační technologie**.

Druhý směr spočívá v tisku různých modelů, pomůcek, názorných ukázek, prototypů atd. U jednotlivých předmětů může být využití následující:

V **matematice** se žáci v prvních ročnících na 2. stupni základní školy seznamují se základními tvary geometrických těles. Najdou se žáci, kterým dělá problém představa tvarů jen na základě obrázku v učebnici, vyznačeného plnými a přerušovanými čarami. Když se pak žáci dostanou k výpočtům obvodu, obsahu, objemu a veličinám, které je pro vypočtení potřebné zjistit, chybí jim představa o tvaru tělesa a je očekávané, že mají v této oblasti mezery a matematika se pro ně stává nutností, zlem a neoblíbeným předmětem. Vytíštění těchto tvarů by k pochopení a názornosti této a další látky výrazně pomohlo.

V **přírodopise** je 3D tisk použitelný pro modely koster a dalších anatomických částí těl živočichů. Žák na názorné pomůcce nejlépe pochopí stavbu těla a funkce jednotlivých částí.

V **dějepise** má užití v názorných ukázkách, jimiž jsou archeologické nálezy, stavby, umělecká díla, dobové zbraně, šperky, doplňky, královské klenoty a další artefakty.

Některý software určený pro tvorbu 3D modelu zvládá vytvořit reálný reliéf povrchu. Učitelé **zeměpisu** by jistě ocenili modely řezu krajinou, povrchů či půd, které by použili k názorným ukázkám a doplňovali je vhodně o další informace.

Důkladné pochopení **fyzikálního** principu fungování převodovky, ložiska a jiných strojních součástí by bylo v případě demonstrace na reálném modelu velmi usnadněno. Socha Michelangelova Davida či další významná umělecká díla by měla užití ve **výtvarné výchově**.

Na 3D tiskárně se podařilo vytvořit funkční modely hudebních nástrojů, které jsou sice v určitém poměru zmenšeny, i tak ale poslouží jako vhodné ukázky do výuky **hudební výchovy**.

**Pracovní výchova** je předmět, který je velice často opomíjen a mnohdy se na pomůcky do výuky pro tento předmět myslí jako na jeden z posledních. Dává se totiž přednost

předmětům stěžejním. Pokud by ovšem byla do školy 3D tiskárna pořízena, jsou její možnosti aplikace do tohoto předmětu poměrně široké.

V programech, ve kterých se modely pro 3D tisk vytvářejí a které jsou většinou dostupné pod licencí freeware, mají funkci kótování a další funkce, jak model připodobnit technickému výkresu a získat tak povědomí o technickém prostředí.

Software lze použít pro konstruování náhradních dílů a prototypů, u nichž jsou po tisku ve zmenšené variantě ověřeny jejich vlastnosti a odstraněny zjištěné chyby. Díky 3D tisku se otevírá také možnost vzniku nových stavebnic, hlavolamů, skládaček atd. (Krotký, 2014)

#### **4.1.5.8 Stavebnictví**

Vyrobít celý dům z jednoho velkého kusu za poměrně krátký okamžik, přesně dodržet termín stavby, snížit počet pracovníků a riziko úrazů a to vše na nižší cenu, než za kterou jsou domy stavěny dnes. To je cíl dnešních vědců, kteří na této myšlence staví svůj výzkum, který je nyní ve fázi vývoje. (Vrecková, 2015)

#### **4.1.5.9 Další možnosti využití**

Technologie se dále využívá v leteckém a kosmickém průmyslu k výrobě motorů a dalších součástek. V automobilovém průmyslu je vhodná k navrhování nových modelů. V roce 2011 vznikl první automobil, který je kompletně tvořen součástkami z 3D tiskárny a nese název Meet Strati. Archeologové tisknou repliky zkamenělin, mincí, artefakty či sochy v různých velikostech. Pro handicapované přináší nové možnosti v podobě terasovitých map a modelů. (Davis, 2014)

Mnoho digitálních návrhů, které jsou zdarma a volně ke stažení jsou shromážděny na webových stránkách [Thingiverse](http://www.thingiverse.com/)<sup>5</sup>. Ne vždy je proto nutné čerpat pouze z vlastních nápadů a vytvářet model zcela od začátku.

#### **4.1.6 3D TISKÁRNY A JEJICH PARAMETRY**

Jelikož je 3D tisk poměrně nové odvětví, nebyly ještě před nedávnem přílišné možnosti výběru zařízení pro 3D tisk a v nabídce se tak dalo snadno zorientovat. První směr spočívá v tisku různých modelů, pomůcek, názorných ukázek atd. V posledních letech ovšem

---

<sup>5</sup> <http://www.thingiverse.com/>

počet výrobců roste a tím dochází ke konkurenčnímu boji. Zákazník má tak široké možnosti výběru tiskárny, kde hrají hlavní roli parametry tiskárny a cena.

U menších 3D tiskáren, které zvládají vytisknout drobné komponenty, se cena na začátku roku 2015 pohybovala mírně pod 25 000 Kč. Pro domácí využití bohatě postačí, ovšem v případě, že je potřeba na ní tisknout detailnější a složitější výrobky, je zřejmé, že budou její parametry na jiné úrovni, než tiskárna, do které byla investována částka výrazně vyšší.

Ovšem cena samotná není nic, co by rozhodovalo. Ani v tomto oboru neplatí předsudek čím vyšší cena, tím vyšší kvalita. Důležité jsou parametry, které je třeba při rozhodování o pořízení 3D tiskárny zvážit. Při rozhodování, které parametry uvést, jsem se inspirovala diplomovou prací Pavla Moce (2015), na jejichž základě jsem si vytvořila na tuto problematiku vlastní názor. Uvedené parametry jsou vztaženy převážně k tiskárnám tisknoucím z plastických materiálů, jelikož jsou ve srovnání s kovy a dalším materiálem v tomto oboru poněkud napřed.

#### **4.1.6.1 Rozlišení tisku**

To, jak bude tisk přesný, závisí na tloušťce tisku, udávané v mikrometrech. Přesnost dále ovlivňují krokové motory a kvalita konstrukce. Modely by měly být konstruovány na základě parametrů tiskárny, tzn., že by nemělo docházet k tomu, že bude návrh obsahovat detaily, které jsou drobnější než nejmenší tloušťka tisku.

#### **4.1.6.2 Velikost tiskového rozsahu**

Rozsah je zpravidla udáván ve třech rozměrech (délka, šířka, výška) a jednotkou jsou milimetry. V poměru k ceně platí, že čím větší rozsah pro tisk, tím stoupá cena. Malé 3D tiskárny mohou mít tiskový rozsah o rozměrech 100 mm ve všech směrech. Při výběru je proto potřeba si dobře promyslet, jak velké objekty bude potřeba tisknout.

#### **4.1.6.3 Průměr trysky**

Tento parametr, udávaný v milimetrech, je opět velice zásadní. Finančně nenáročné tiskárny tisknou tryskou o průměru přes 1 mm, profesionální tiskárny pak v řádech několika málo desetin milimetru. Čím menší má tryska průměr, tím větší přesnosti je možné dosáhnout. Ovšem něco za něco. Tím, že bude tiskárna tisknout velice slabě, bude proud materiálu nanášen pomaleji a po tenkých vláknech a vytištění objektu bude také výrazně časově náročnější.

#### **4.1.6.4 Rychlost tisku**

Na možnou rychlost tisku má vliv přesnost a průměr trysky. V zásadě spočívá tato problematika v tom, že čím vyšší přesnost a menší průměr trysky požadujeme, tím bude tisk pomalejší.

#### **4.1.6.5 Tiskový materiál**

Tiskárna by měla být vybírána podle toho, z jakého materiálu bude potřeba výrobky tisknout. V porovnání s kovy je použití plastických materiálů v tomto oboru velmi napřed. Ty získaly oblibu zejména kvůli své tvárnosti, odolnosti i možnosti výběru z pestrých barev. Plasty mají různé složení a od něj se odvíjí také jeho vlastnosti. Opět je třeba si uvědomit, co se od tiskárny očekává.

#### **4.1.6.6 Další parametry**

Mezi další věc, nad kterou je vhodné se zamyslet, je aby software, ve kterém budou 3D modely vytvářeny podporoval formáty, ve kterých tiskárna tiskne. V případě, že software není s tiskárnou kompatibilní, je potřeba ověřit existenci aplikace či plug-inu, která dokáže objekt do požadovaného formátu zkonvertovat.

Životnost tiskárny, velikost a váha jsou také k zamyšlení vhodná kritéria. Při práci ve stísněných prostorech hrají rozměry velkou roli. Přenos 3D modelů k tisku je možný v některých případech pomocí Wifi sítě, jinde pomocí flash disku, jiného přenosového média či přímo propojením k počítači. Zamyslet by se potenciální zákazník měl nad podporou operačních systémů. Příznivci Linuxu by pak mohli být znevýhodněni, jelikož většina tiskáren podporuje operační systém Windows a MAC.

#### **4.1.7 TISKÁRNA CUBEX**

Tato tiskárna, vyrobená americkou společností Cubify 3D Systems, byla na Oddělení technické výchovy, jež je součástí Katedry matematiky, fyziky a technické výchovy pod Pedagogickou fakultou Západočeské univerzity v Plzni, v závěru roku 2013 zakoupena pro vědecké a popularizační účely.



Obrázek 23: Tiskárna CubeX v prostředí laboratoře školy (vlastní zdroj)

#### 4.1.7.1 Vlastnosti tiskárny

Z hlediska kvality a parametrů uvedených v kapitole 4.1.6 *3D tiskárny a jejich parametry* se tato tiskárna pohybuje v mírně nadprůměrné úrovni. Disponuje sice pouze jednou tiskovou tryskou, ale pro tisk je možné použít různorodý materiál ABS a PLA. Vlastnosti těchto dvou materiálů se výrazně liší, a proto se před tiskem objektu zvažuje, který z materiálů bude vhodnější.

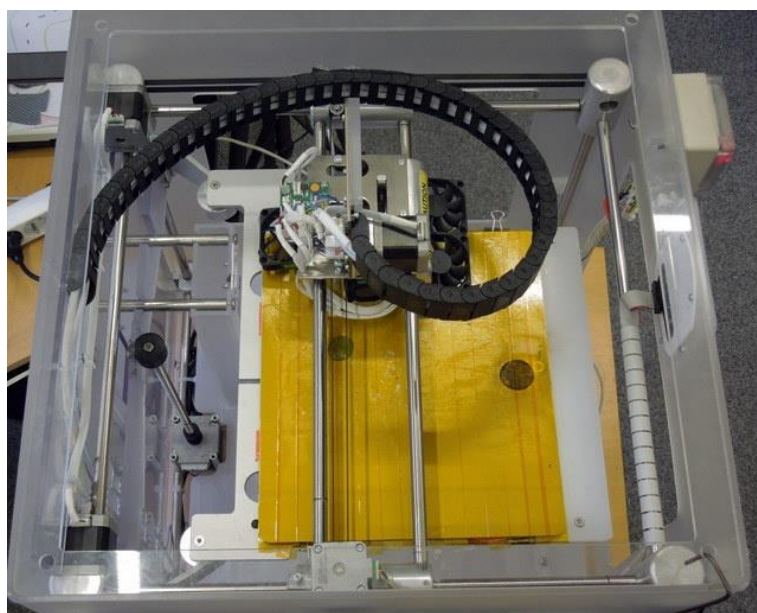
Přesnost tisku uvádějí výrobci v toleranci  $\pm 0,5$  mm pro rozměry menší než 50 mm a  $\pm 1\%$  pro objekty větší než 50 mm. Zdůrazňují také, že je přesnost závislá na geometrii, orientaci a kalibraci tiskárny. (Cubify 3D Systems, 2015)

Je opatřena USB portem, přes který se pomocí USB flash disku přenášejí veškeré modely určené k tisku. Tento USB flash disk má souborový systém typu FAT16. K ovládání slouží dotykový displej a potvrzovací tlačítko. Je určen pro operační systém Windows a Mac.

Výrobci samotní uvádí, že je tiskárna navržena tak, aby ji bylo možné využívat v kancelářích, školách i v domácím prostředí. Dokáže vyrobit architektonické modely, náhradní díly, prototypy šperků, dekorace, pracovní kola, RC auta, hračky a spousty dalších. (Cubify 3D Systems, 2015)

Vzhledem k tomu, že pořizovací cena tiskárny CubeX se pohybovala kolem částky 60 000 Kč a lze ji považovat za kvalitativní střed mezi 3D tiskárnami, může vykazovat drobné odchylky a jednou z nich je, že nemusí rozměry výrobku zcela přesně odpovídat

3D návrhu. Odchylku přesnosti uvádějí výrobci v toleranci +/- 0,5 mm, což se na první pohled nezdá moc, ale v případě detailů nebo drobných výrobků hraje tento fakt poměrně velkou roli. Je nutné si uvědomit, že např. otvor, který by reálně měl mít rozměr 1 mm, nemusí tiskárna vůbec vytvořit. Na blogu CubeX 3D Printing se majitelé tohoto typu tiskárny problémem zabývali a došli k závěru, že výrobek jako celek dosahuje větších rozměrů, ovšem otvory a výřezy uvnitř výrobku vlivem hromadění materiálu u stěn mají oproti modelu rozměry menší. (CubeX 3D Printing Blog, 2013)



Obrázek 24: Tisková plocha tiskárny CubeX - pohled shora na tiskovou hlavu při právě probíhajícím tisku (vlastní zdroj)

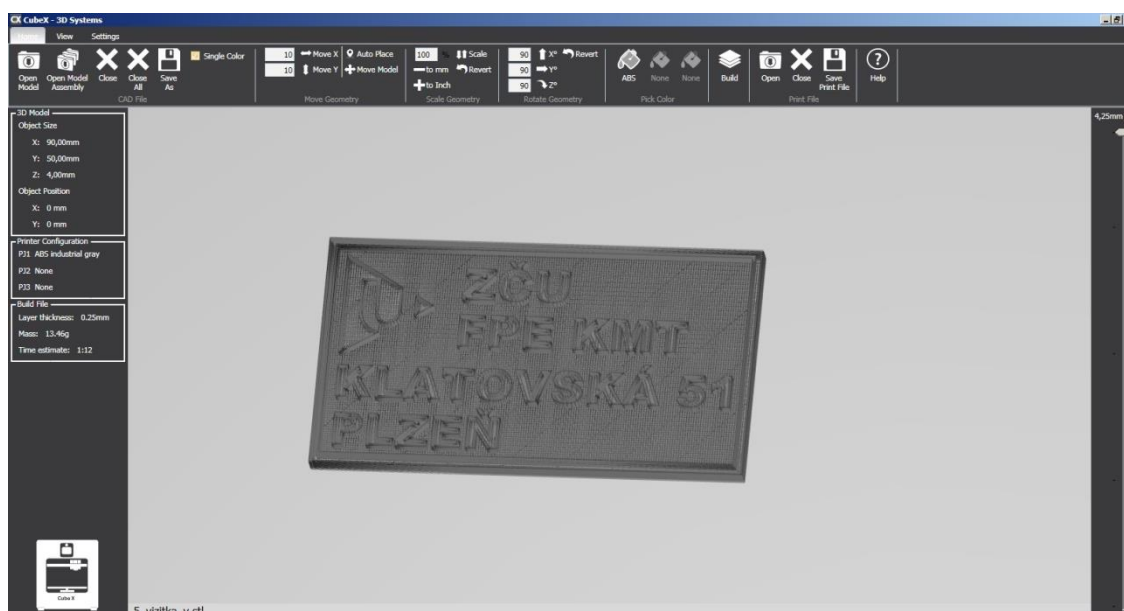
#### 4.1.7.2 Cartridge

Tiskárna pracuje s více než 30 druhy barevných vláken. Vlákno jedné barvy je stočené na špulce uvnitř cartridge (tiskové kazetě) uzavřené v plastovém ochranném obalu a opatřené čipem. Tiskárna komunikuje s cartridge pomocí tohoto čipu, který jednak informuje o typu materiálu a jeho barevné variantě, dále při kliknutí na tlačítko *Info*, umístěné v menu na dotykovém displeji tiskárny, informuje, o množství vlákna, které v cartridge ještě je a jaké množství bylo již vypotřebováno. Nevýhodou je cena tiskové kazety. Jeden kilogram tiskového materiálu se pohybuje kolem 90 eur. (Cubify 3D Systems, 2015)



Obrázek 25: Čip originální cartridge pro tiskárnu CubeX (vlastní zdroj)

#### 4.1.7.3 Software pro CubeX: 3D Systems



Obrázek 26: Prostředí programu 3D Systems zobrazující stavbu jednotlivých vrstev modelu (vlastní zdroj)

K modelování lze použít software přímo od výrobce, jehož trial verze je součástí zakoupené tiskárny, ovšem na Internetu je k dispozici široká nabídka free softwarů s exportem do formátu STL, které autorské prostředí tiskárny CubeX podporuje. Pro vytisknutí modelu je potřeba každý soubor převést do formátu CUBEX a nahrát na speciální USB flash disk, který je tiskárna schopna načíst. Limit pro velikost souboru není stanoven, ale výrobce doporučuje, že by neměl překročit hodnotu 500 MB. (Cubify 3D Systems, 2015)

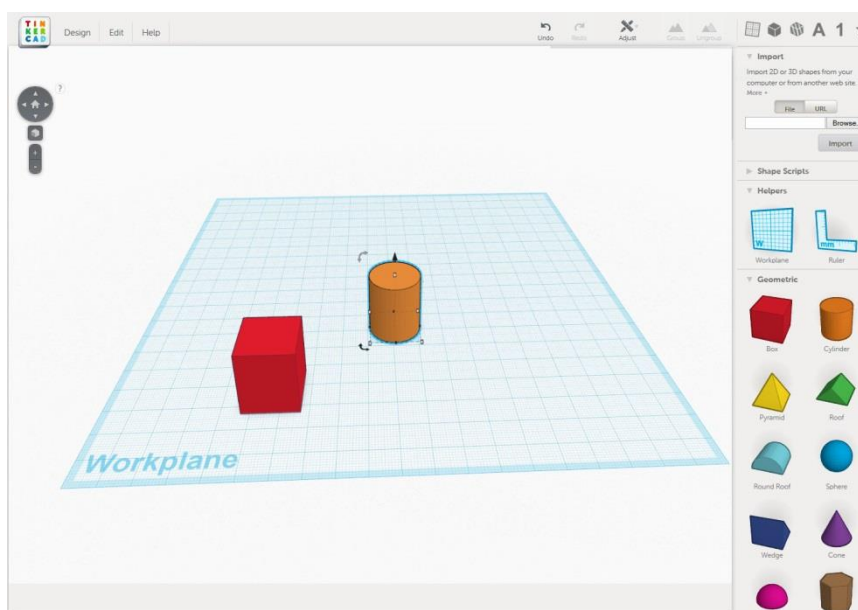
V softwaru CubeX je vytvořena virtuální stavba modelu, která znázorňuje pokládání jednotlivých vrstev při tisku. V případě potřeby je možné model posunout po tiskové

ploše či přidat podpěry pro výrobky, které nejsou od první vrstvy pevně ukotveny k tiskové ploše. Tyto podpěry jsou stavěny stejným materiálem, jako je konstruován celý výrobek. Navrhuje je software sám, není potřeba dalších znalostí ani pracná přestavba modelu. Vytvoří je takovým způsobem, aby minimalizoval využití materiálu a aby byly po tisku snadno odstranitelné. Zpravidla jdou odlomit rukama, bez použití nářadí.

#### 4.1.8 SOFTWARE PRO TVORBU 3D MODELŮ

V této kapitole se zaměřím na představení vybraných programů, které lze využít k modelování 3D návrhů pro tisk na 3D tiskárnách. Tuto kapitolu jsem zařadila do práce z důvodu nastínění odlišných přístupů jednotlivých softwarů k 3D modelování a na základě získaných informací a osobních zkušeností jsem následně vybrala program nejvhodnější jak svým uživatelským prostředím, tak i obsaženými funkcemi pro tvorbu 3D námětů, které budou použity při výuce žáků 2. stupně základní školy.

##### 4.1.8.1 Tinkercad



Obrázek 27: Prostředí programu Tinkercad (Ponoko, 2012)

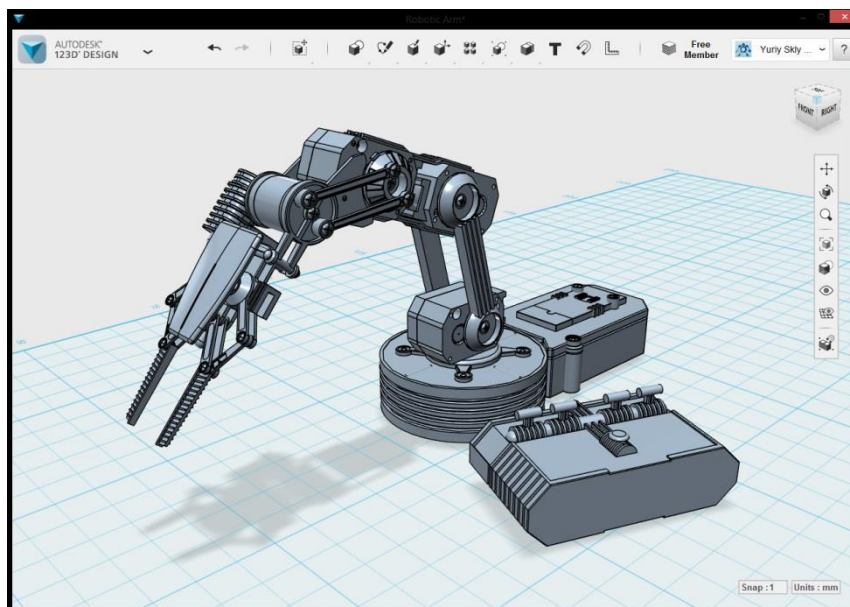
Tento freewarový software nevyžaduje žádnou instalaci, jelikož je dostupný online přes webové rozhraní. To lze považovat za výhodu, ovšem za předpokladu, že je uživatel vždy připojen k Internetu. Program obsahuje rozsáhlou knihovnu s již dříve vymodelovanými objekty, které si stávající uživatel může pouze poupravit k obrazu svému a vyexportovat k tisku. (Tinkercad, 2015)



Prostředí programu je intuitivní a snadné na ovládání. Barevně dokáže tento program zaujmout a v případě využití ve výuce žáka více motivovat k činnosti.

Jako zásadní nevýhodu ovšem vnímám to, že disponuje pouze omezeným výčtem funkcí a možností úprav. Proto jej i přes všechny jeho klady neshledávám za vhodný, k realizaci jakýchkoli složitějších modelů.

#### 4.1.8.2 123D Design

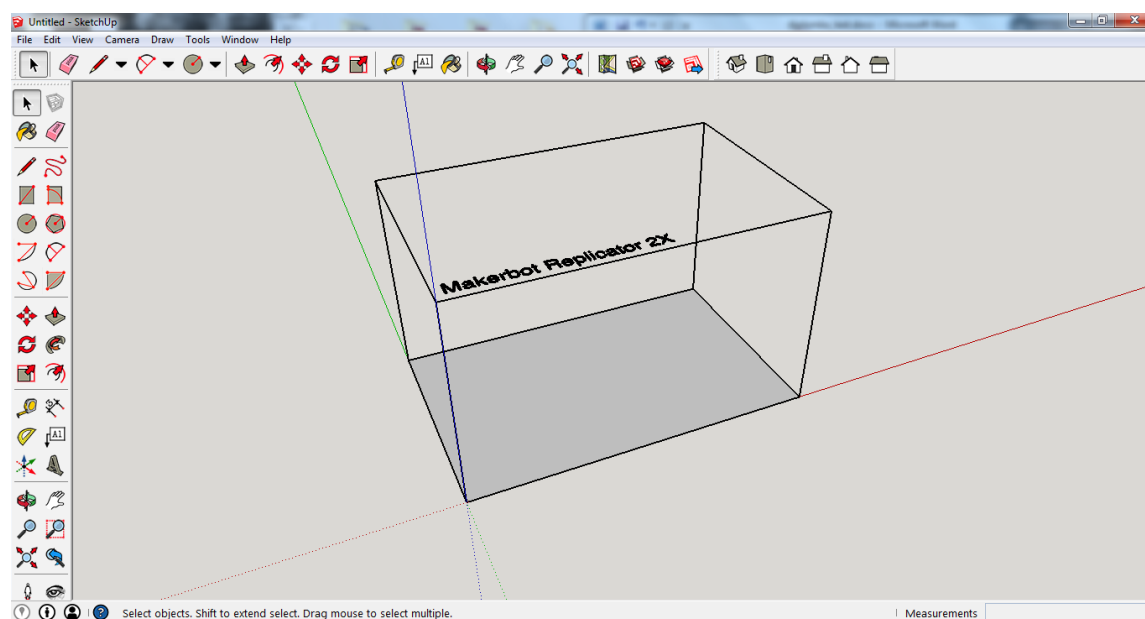


Obrázek 28: Prostředí programu 123D Design (Autodesk 123D, 2014)

Výrobce tohoto softwaru je Autodesk, čímž je zajištěna provázanost s CAD systémy. Prostředí programu je tvořeno velkou pracovní plochou, v jejíž horní části je umístěna nástrojová lišta a po pravé straně má uživatel možnost změnit úhel pohledu na právě modelovaný objekt. Velká část prostoru je tak volná k modelování.

Software 123D Design obsahuje i mnoho sofistikovaných funkcí, mezi něž patří např. využití křivek. Přesto tento program k výuce na 2. stupni základní školy nedoporučuji, jelikož je předurčen především k tvorbě složitých modelů, u nichž lze využít všechny pokročilé funkce. Některým studentům se může zdát práce v tomto programu obtížná a může jim vzhledem k velké nabídce funkcí dělat problém najít ty, které jsou pro ně stěžejní. (Autodesk, 2015)

### 4.1.8.3 SketchUp Make 2015



Obrázek 29: Prostředí programu SketchUp Make 2015 (vlastní zdroj)

Tento software je dostupný pod freewarovou licenci. Jedná se o kreslicí nástroj, který disponuje obsáhlou knihovnou funkcí a možnostmi jejich úprav. Svou komplexností se vyrovná softwarům, které jsou zpoplatněné poměrně vysokými částkami.

SketchUp Make 2015 (dále jen SketchUp) disponuje velmi jednoduchým uživatelským prostředím, takže se v programu bez větších obtíží orientují začátečníci a žáci různých úrovní škol, ve smyslu rozdělení na základní, středoškolské a vysokoškolské vzdělávání dle RVP.

Na internetu je k tomuto programu k dispozici velké množství kvalitně zpracovaných materiálů a videí, ze kterých mohou uživatelé čerpat. Videá obsahují nesčetně námětů na tvorbu, postupy konstruování 3D modelů, které jsou často doplněny o slovní komentáře s vhodnými radami, ovšem ve většině případů v cizím jazyce.

Uživatelovi kroky jsou zjednodušeny příkladnou vizualizací prováděných úkonů. Program se navíc snaží předpovídat uživateli kroky a nabízet nejpravděpodobnější možné řešení.

Po instalaci je prostředí programu tvořeno pouze základními nástroji, které je možné dále rozšířit doplňkovými panely nástrojů, jež jsou k dispozici pod položkou *View* a volbou *Toolbars*. Ze své vlastní zkušenosti doporučuji přímé zobrazení nástrojových panelů *Large Tool set* a *Views*. Panel *Large Tool set* obsahuje rozšířenou nabídku funkcí a většinu z nich uživatel při modelování poměrně často využívá. Jedna z funkcí, která nebyla v základním

zobrazení k dispozici je *Follow me*, která sleduje cestu vybrané plochy. Snadno tak lze pomocí ostatních nástrojů vytvořit jednoduchou konstrukci a pomocí tohoto příkazu jim dát celistvý tvar. Panel Views usnadňuje uživateli práci s otáčením objektu a díky němu má možnost vidět modelovaný objekt z několika pohledů. Mezi těmito pohledy je samozřejmě zařazen nárys, bokorys a půdorys, jenž je důležitý v oblasti technického kreslení. (SketchUp, 2015)

Program postrádá pokročilé funkce, jež jsou součástí standardních CAD aplikací. Toto omezení jsem v rámci zpracování této diplomové práce nepocítila, jelikož pro výrobu šperků a oděvních doplňků nejsou tyto atributy potřeba, avšak náročnější uživatelé mohou tuto nevýhodu považovat za významnou.

Na základě otestování vybraných programů, informací a osobní zkušenosti jsem usoudila, že je tento program nejvhodnější pro tvorbu námětů a návodů k tématu 3D tisk určených žákům základní školy. Tyto náměty a jejich následné ověření jsou zpracovány v další kapitole.

## 4.2 3D FRÉZKA

3D tisk je aditivní technologie, spočívající v konstruování výrobku postupným přidáváním vrstev materiálu, zatímco při frézování dochází k odebírání materiálu. Vstupem do procesu je tedy kus surového materiálu o určitých rozměrech a podstatou je odstranění materiálu, který je nadbytečný. Fréza se používá dlouhodobě a má tedy delší tradici. Její chyby jsou oproti 3D tiskárnám poměrně odladěné.

Při procesu frézování vzniká velké množství drobných částeczek odpadu, odlétávající od frézky, která se pohybuje a točí vysokou rychlostí.

Špatně sestavený model může mít pro výrobek velmi destruktivní následky. V případě, že fréza odebere více materiálu, než je potřeba, není moc možností, jak tuto vzniklou chybu odstranit. V případě 3D tiskárny k odebrání materiálu nedochází, jelikož pracuje na opačném principu, spíše se stává, že se v určitých místech, nejčastěji záhybech nebo detailech nahromadí více materiálu, než je třeba. Ty je ale ve většině případů možné odlomit a pomocí dalších nástrojů začistit.

Výhodou je, že není potřeba odlévat žádné formy, a tak výroba jednoho kusu výrobu je stejně finančně náročná jako výroba několika kusů po přepočtu na jeden kus.

(Owad, 2014)

### 4.3 POČÍTAČEM ŘÍZENÝ SOUSTRUH

Tento obráběcí stroj je opět opakem 3D tiskárny, neboť výrobek vzniká odebráním přebytečného materiálu. Tvar obrobku je rotačně souměrný. Postup výroby spočívá v tom, že se k rotujícímu materiálu postupně přibližuje pracovní nástroj. Ten vyvíjí na výrobek tlak a dochází tak k vyrývání tenkého pruhu materiálu nazývaného tříska nebo špona. Pokud jsou všechny tyto činnosti přímo řízeny počítačem, jedná se o CNC soustruh. Software má široké možnosti nastavení a lze v něm detailně upravovat tvary výrobku.

Pohyby ve všech pracovních osách obstarávají krokové motory, které jsou použity především pro svoji jednoduchost řízení a vysokou přesnost. Stroj je vhodný k automatizaci sériové výroby. Jedná o rozměrný stroj s nezanedbatelnou hmotností. Vysoká cena je u takto sofistikovaného zařízení očekávatelná.

### 4.4 CNC LASEROVÁ GRAVÍROVACÍ TECHNOLOGIE

Na dekoraci šperků a dalších komponent může být použita technologie gravírování, jež spočívá v odebrání horních vrstev materiálu ve tvaru zadané linie, čímž vznikne na povrchu výrobku prohloubení, které působí velice esteticky. Možnosti návrhu mají velkou volnost v konstrukci, jelikož gravírovací hlava je schopna pohybu ve třech osách (x, y, z), např. prsteny jsou schopné porývat jak z vnější, tak i vnitřní strany.

Největšímu rozšíření se dnes těší laserové gravírování, jehož principem je odpaření materiálu do hloubky několika mikrometrů.

Gravírování laserovou technologií vyniká především svou přesností a životností. Široká paleta materiálů a možnost počítačového řízení byly a stále jsou impulsy k rozšíření technologie. K pohybu gravírovací hlavičky slouží krokové motory o vysoké přesnosti, jejichž pohyb je řízen instrukcemi, které jsou generovány řídicím procesorem na základě daného modelu.

## 5 NÁMĚTY A NÁVODY NA VÝROBU ŠPERKŮ A ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ

Tato kapitola je věnovaná zejména učitelům technické výchovy. Obsahuje několik námětů na výrobu šperků a oděvních doplňků, které je možné použít v rámci výuky předmětu pracovní činnosti.

Náměty jsem tvořila na základě několika kritérií. První kritérium je, aby žáci měli možnost vyzkoušet si některé techniky zcela od základu a získali tak představu o tom, v čem daná technika spočívá. Dále jsem se snažila zařadit jak techniky tradiční, tak i nové moderní metody. Vzhledem k tomu, že o tradičních technikách bylo již vydáno mnoho publikací a nerada bych se opakovala, snažila jsem se i v tomto oboru čerpat z novinek na trhu, jako jsou např. korálky TWIN.

Větší prostor jsem věnovala nové technologii, již je 3D tisk. Jelikož je tento obor poměrně nový, zdaleka nejsou vyčerpány jeho veškeré možnosti a očekávám, že se v budoucnosti bude ještě hojně vyvíjet. O této technologii zatím neexistuje mnoho relevantních materiálů v českém jazyce, což by pro mě další podnět, proč zpracovat náměty právě pro 3D tisk.

Ve všech případech se jedná o návrhy, které je možné modifikovat dle potřeb vyučujícího a časové dotace předmětu.

### 5.1 DRÁTĚNÉ ŠPERKY

#### 5.1.1 NÁUŠNICE Z MĚDĚNÉHO DRÁTU SE SPIRÁLAMI

##### Základní informace

<b>Ročník</b>	7 - 8. ročník ZŠ
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti
<b>Cíl</b>	Žáci vytvoří jednoduchý výrobek a pochopí princip techniky výroby spirál.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost náradí, druhů drátu, montážních komponent a základních technik pro výrobu drátěných šperků a doplňků.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce

<b>Organizační forma</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost</b>	45 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.



Obrázek 30: Náušnice z měděného drátu (Ohn, 2011)

### Postup výroby

Na výrobu tohoto šperku je potřeba měděný drát o průměru 0,8 mm, afro háčky v měděné barvě a korálky s větším průměrem dírek, než je průměr použitého drátu. Délka drátu je závislá na velikosti spirál a délce celého výsledného šperku. Na výrobek o celkové délce 5 cm se čtyřmi spirálami, z nichž je každá tvořena 4 otočkami, se potřeba drátu pohybuje v rozmezí 80-100 cm.

Při vytváření spirály se drát uchopí do ketlovacích kleští a vytvoří se očko bez jakéhokoli zalomení. Jelikož se kolem něj bude formovat zbývající část spirály, mělo by být co nejpřesnější. Do plochých kleští se očko uchopí a začne se plynule stáčet kolem dokola. Kleště se musí při provádění ohybů posouvat, aby vždy stiskly tu část, která byla právě stočena. Nesmí se na ně moc tlačit, jinak drát odřou, případně doporučuji čelisti kleští oblépit páskou, ovšem pak se s nimi výrazně hůře manipuluje. Na konci je přečnávající drát zahnut proti směru spirály do malého háčku či uzavřeného kroužku, který slouží na zavěšení. Tímto způsobem se vyrobí celkem 4 kusy spirál.

Pro vytvoření částí tvořících korálky se uštípne drát o délce cca 7 cm a na jednom z jeho konců se vytvoří ketlovací očko. Navleče se potřebný počet korálků a drát se uštípne 1 cm nad posledním korálkem. Vytvoří se druhé ketlovací očko, které se spojí s již vytvořenou spirálou. Další 3 kusy se vyrobí tentýž postupem.

Dále se vytvoří očko ve tvaru písmene S a k němu se připevní buďto zakoupený měděný afro háček nebo háček vyrobený technikou zmíněnou v kapitole *Technika výroby náušnicových afro háčků*. Do druhé části očka ve tvaru písmene S se navěsí dvě již vytvořené části a očko se uzavře.

### 5.1.2 PŘÍVĚSEK VE TVARU KVĚTINY VYROBENÝ TECHNIKOU DRÁTOVÁNÍ

<b>Ročník</b>	7 - 8. ročník ZŠ
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti
<b>Cíl</b>	Žáci vytvoří jednoduchý výrobek a pochopí princip techniky drátování.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost náradí, druhů drátu a montážních komponent.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační forma</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost</b>	30 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.



Obrázek 31: Přívěsek ve tvaru květiny vyrobený technikou drátování (vlastní zdroj)

## Postup výroby

Na kostru květiny je potřeba silnější drát o průměru 1 až 1,2 mm a na výplet slabší drát o průměru 0,5-0,6 mm. Na květinu v rozměrech 3,5 cm je potřeba minimálně 20 cm silného drátu a 120 cm slabého drátu.

Pro kostru si každý žák vytvoří šablonu, aby nedošlo k rozdílnému výsledku v tvaru nebo velikosti. Pomocí kleští je kostra vytvarována do tvaru pěti okvětních lístků, poté je na kostru natáčen slabší drát a vytvářen výplet. Drát je vždy upevněn několika otáčkami ke kostře. Hustota řad je jen a pouze na tvůrci. Tímto způsobem se postupuje, dokud nedojde tvůrce k názoru, že je výrobek ve finálním stavu. Drát na konci obmotá kolem kostry, uštipne a vyčnívající část zahne do vnitřní strany šperku. Následně se ze stejné barvy drátu vytvoří spojovací očko potřebné k zavěšení, které se připevní k jednomu lístku květiny.

### 5.1.3 DRÁTĚNÁ KULIČKA ZE SPIRÁLY

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	6. ročník ZŠ
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti
<b>Cíl</b>	Žáci vytvoří jednoduchou kuličku ze spirály a naučí se pracovat s Gizmem.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost nářadí, druhů drátu a montážních komponent.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost</b>	30 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.





Obrázek 32: Drátěné kuličky ze spirály (vlastní zdroj)

### Postup výroby

K výrobě kuličky o průměru 1,5 cm je potřebný drát o průměru 0,6 mm a délce 100-120 cm.

Výroba je možná dvěma způsoby, jeden je poměrně snadný, druhý je pracnější. Nejprve je vždy potřeba vyrobit spirálu. V prvním případě se k jejímu vytvoření používá nástroj Gizmo. Jeho použití je vyhrazené zejména na výrobu spirálek, a proto je (obzvláště mezi dětmi) často nazýván spirálkovačem. Podrobněji jsem se o něm zmiňovala v kapitole *3.2.2 Technika spojovacích kroužků*. Drát se upevní na nejtenčí jehlici a po celé jeho délce se navine. Poté se jeho konce odštípnou štípacími kleštěmi, stáhne se z jehlice dolů a maličko se pružina povytáhá, aby nebyly jednotlivé otočky tak u sebe. Spirála se tvaruje do té doby, než získá tvar koule. Poté se konce zasunou co nejvíce doprostřed, aby odnikud netrčely.

Druhý způsob se využije v případě, že není k dispozici nástroj Gizmo. Spirála je v tomto případě vytvářena namotáváním na špejli, či jiný předmět podobného tvaru a průměru. Až je spirála hotová, sundá se ze špejle a stejným způsobem jako v prvním případě povytáhá, aby nebyly kroužky tak blízko u sebe. Poté se spirála tvaruje, různě ohýbá a motá do sebe, aby získala pevnost a napodobil se tvar koule. Až výrobek získá tvar koule, konce spirály se zasunou co nejvíce doprostřed, aby odnikud netrčely.

Kuličku je možné použít jako oděvní ozdobu, přívěsek na klíče, součást náhrdelníku nebo při výrobě dvou stejně velkých kusů jako náušnice.

## 5.2 KORÁLKOVÁNÍ

V rámci těchto námětů a návodů na tvorbu má pedagog i žáci velkou volnost ve volbě velikosti a barvy korálků. Výsledný výrobek je možné využít několika způsoby. Záleží čistě na žákovi, zda jej použije jako součást náhrdelníku, vyrobí si ještě druhý kus a vytvoří náušnice, upevní k broži nebo připne k řetízku s očkem a vznikne přívěsek na klíče.

### 5.2.1 KULIČKA Z KORÁLKŮ

#### Základní informace

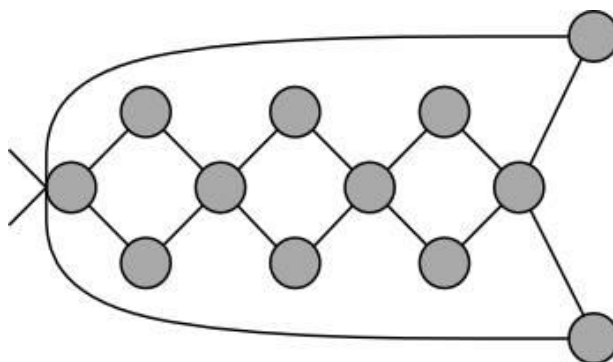
<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	5. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti
<b>Cíl</b>	Žáci vytvoří jednoduchou kuličku z korálků a pochopí, v čem spočívá technika korálkování.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost základních materiálů a nářadí pro korálkování
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost</b>	25 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka a jeho kreativity



Obrázek 33: Náušnice ve tvaru kuličky z perliček (vlastní zdroj)

#### Postup výroby

K výrobě je potřeba 12 stejně velkých korálků, vlasec o tloušťce 0,25 mm a vteřinové lepidlo. V případě, že má být kulička použita jako náušnice je potřeba dvojnásobné množství korálků a dva náušnicové háčky.



Obrázek 34: Graficky naznačený postup výroby jednoduché kuličky (vlastní zdroj)

Na vlasce se navlečou 4 korálky, z toho tři korálky jsou ponechány standardně navlečené a čtvrtý je provlečen oběma stranami vlasce proti sobě. Na obě strany vlasce se navleče po jednom dalším korálku. Poté se vezme jeden korálek, který se navleče opět oběma konci vlasce proti sobě a utáhne se. Tyto kroky jsou ještě jednou zopakovány. Poté navlečeme na každý konec vlasce jeden korálek, čímž se jsou všechny korálky vypořebvány a oba konce vlasce protáhneme prvním korálkem, se kterým bylo začínáno. V tomto momentě již má výrobek tvar kuličky. V případě, že má kulička sloužit jako náušnice, navleče se na jeden konec vlasce háček a dvojitým uzlem se přiváže ke kuličce. Potom se zbytek vlasce ještě několikrát provleče mezi korálky, aby došlo ke zpevnění, a udělá se uzel. Jelikož je vlasce poměrně kluzký, zakápně se uzlík vteřinovým lepidlem, aby nemohlo dojít k jeho snadnému rozvázání.

### 5.2.2 SLUNÍČKO Z KORÁLKŮ TWIN

#### Základní informace

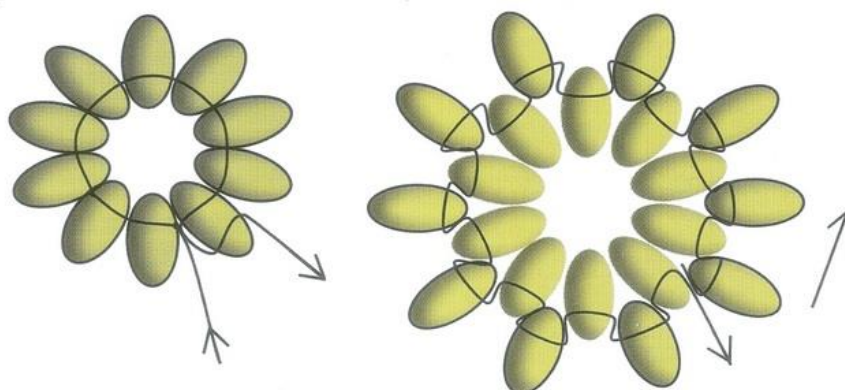
<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	6. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti
<b>Cíl</b>	Žáci vytvoří sluníčko z dvoudírkových korálků TWIN a pochopí princip techniky šití korálků.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost základních materiálů a náradí pro korálkování
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost</b>	20 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka a jeho kreativity



Obrázek 35: Sluníčko vyrobené z korálků TWIN (Bijoux-components, 2014)

### Postup výroby

Poměrně nový sortiment tvoří korálky se dvěma dírami, velmi často nazývané TWIN. Pracuje se s nimi poměrně snadno a mnohem lépe se z nich vytvářejí různé prostorové tvary a krajkové vzory. Mohou se kombinovat se standardními rokajlovými korálky.



Obrázek 36: Naznačení postupu navlékání korálků TWIN do tvaru sluníčka (Preciosa Ornela, 2013)

Na výrobu sluníčka je potřeba 16 ks dvoudírkových korálků TWIN, vlasec o délce 30 cm a šířce 0,25 mm a vteřinové lepidlo. Vlasec se navleče 10 korálků. Navlečené korálky se posunou k jednomu konci vlasce a spojí do kruhu dvojitým uzlem na vlasci. Krátký konec vlasce se odstříhne. Nyní se navlékne vždy jen jeden korálek a provleče se nejbližší volnou dírkou sousedního twinu v základním kroužku. Takto se postupuje po celém vnějším obvodu kruhu.

Potom se zbytek vlasce ještě několikrát prošíje mezi korálky, aby se hvězda zpevnila. Tato řada se zakončí pevným uzlem a zbývající konce se odstříhnou. Jelikož je vlasec vyroben

z kluzkého materiálu, zakápně se uzel vteřinovým lepidlem, aby nemohlo dojít k jeho snadnému rozvázání.

Sluníčko může sloužit jako přívěšek na telefon, klíče, součást náhrdelníku nebo může být použito jako brož či náušnice. V případě brože se přilepí k brožové sponě. Doporučuji dát pod korálky nějaký podklad, na který dobře přilnou a spona nebude prosvítat, např. filc ve světlejším barevném odstínu. V případě, že budou sloužit jako náušnice, je potřeba jedním z cípů sluníčka provléci pootevřený kroužek, na něj navléci háček a kroužek opět uzavřít. Druhý kus se vyrobí stejným způsobem.

### 5.2.3 HVĚZDIČKA Z KORÁLKŮ TWIN

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	6. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti
<b>Cíl</b>	Žáci vytvoří hvězdičku z dvoudírkových korálek TWIN a pochopí princip techniky šití korálek.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost základních materiálů a náradí pro korálkování
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost</b>	30 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka a jeho kreativity

#### Postup výroby

Na výrobu hvězdičky je potřeba 25 ks dvoudírkových korálek TWIN, vlasce o délce 30 cm a šířce 0,25 mm, dále vteřinové lepidlo. Vlasce se navleče 10 korálek. Navlečené korálky se posunou k jednomu konci vlasce a spojí do kruhu dvojitým uzlem na vlasci. Krátký konec vlasce se odstříhne. Nyní se navlékne vždy jen jeden korálek a provleče se nejbližší volnou dírkou sousedního twinu v základním kroužku. Takto se postupuje po celém vnějším obvodu kruhu. Nyní má polotovar tvar kytičky.



Obrázek 37: Náušnice ve tvaru hvězdy z korálků TWIN (vlastní zdroj)

Zbýlých pět korálků se postupně provlékají mezi každým druhým párem korálků nacházejících se v druhé řadě. Doporučuji vlasem provlékat i vrchní dírky korálku v první řadě, aby byla hvězdička pevnější a vlasec nebyl tak viditelný, jako kdyby procházel venkem korálků. Potom se zbytek vlasce ještě několikrát prošije mezi korálky, aby se hvězda zpevnila. Tato řada se zakončí pevným uzlem a zbývající konce se odstříhnou. Jelikož je vlasec vyroben z kluzkého materiálu, zakápne se uzel vteřinovým lepidlem, aby nemohlo dojít k jeho snadnému rozvázání.

V případě, že má hvězdička sloužit jako náušnice, je potřeba jedním z cípů hvězdy provléci pootevřený kroužek, na něj navléci háček a kroužek opět uzavřít. Druhá hvězda se vyrobí stejným způsobem.

### 5.3 MODELOVÁNÍ 3D NÁVRHŮ PRO TISK V 3D TISKÁRNÁCH

Náměty budu zpracovávat v programu SketchUp Make 2015, který jsem na základě získaných zkušeností s programem, uvedených v kapitole 4.1.8 *Software pro tvorbu 3D modelů* zvolila jako nejvhodnější nástroj pro výuku 3D modelování u žáků 2. Stupně ZŠ. Práce s programem SketchUp je pro žáky velice zábavná a kreativní a možnost vytisknutí návrhu na 3D tiskárně je pro žáky motivující.

Nejprve je vhodné žákům program představit a krátce nastínit jeho možnosti a funkcionality. Doporučuji také ukázat několik již vytvořených, případně i vytištěných modelů. Žáci si tak lépe dovedou představit, co vše je možné v programu vytvořit.

Poté už je na učiteli, jaký způsob výuky zvolí. Žákům je možné námět představit a vést je krok po kroku až k finálnímu výrobku. Já spíše než tento způsob doporučuji žákům ukázat, čeho by měli docílit a krátce nastínit nebo rozvést diskusi o tom, jak by měli postupovat a posléze jim nechat prostor k vlastní práci. U žáka se tak rozvíjí schopnost řešit samostatně vzniklé problémy a tím, že si sám jednotlivé funkce programu vyzkouší a osvojí si je daleko rychleji a poměrně účinněji, než kdyby postupoval krok po kroku podle učitele. Navíc se v žácích může více projevit tvůrčí činnost, každý může ve finále díky svému tvůrčímu počínu docílit jiného výsledku a všechny budou správné. Vyučující by měl stále být i během jejich tvorby k dispozici pro případné dotazy.

Pokud má být výsledný model vytvořený v programu SketchUp vytištěn na tiskárně CubeX, je potřeba jej kromě standardního uložení exportovat do formátu STL. Ten není součástí základní instalace softwaru SketchUp. Je potřeba doinstalovat plugin s názvem SketchUp STL, který se po kliknutí ve stavovém řádku na *Window* a příkaz *Extension Warehouse* vyhledá zadáním těchto dvou slov.

Vybrala jsem 12 námětů, jejichž výtisk na 3D tiskárně je zobrazen na obrázku. Veškeré náměty, které zde uvádím je možné jakýmkoli způsobem ve výuce modifikovat ať už velikostně, tvarově či celo konstrukčně.



Obrázek 38: Výtisky námětů na 3D tiskárně CubeX (vlastní zdroj)

### 5.3.1 ČASOVÁ NÁROČNOST TISKU NA ZAŘÍZENÍ CUBEX

Pro pedagogy je čas poměrně důležitý faktor, a proto je vhodné volit takové náměty do výuky, jejichž tisk je méně časově náročný. Náměty, které jsou zde uvedeny, toto kritérium ctí a jsou tvořeny tak, aby byly až na výjimky více méně časově zvládnutelné.

Z tohoto důvodu jsem vytvořila tabulku shrnující časovou náročnost tisku na zařízení CubeX v závislosti na rozměrech návrhů. Rozměry je potřeba brát pouze jako orientační, není cílem počítat přesnou plochu a objem materiálu, ale získat představu o tom, jak dlouho trvá vytisknutí jednoho typu takového či podobného výrobku.

V porovnání s tiskárnou Felix, jejíž konstrukce je rámová, je pohyb tiskové hlavy znatelně pomalejší. Model, který vytiskne tiskárna Felix za 15 minut se v CubeXu tiskne běžně kolem hodiny. (Krotký, Honzíková, 2014)

Jednotlivé symboly označují: a, b = délka stran; r = poloměr; h = výška.

Výrobek	Rozměry	Délka trvání
Korálek ve tvaru krychle	a = 8 mm	5 min
Knoflík	r = 15 mm, h = 2 mm	6 min
Pyramida	a = 20 mm, h = 18 mm	12 min
Medailon kosočtverec	a = 25 mm, h = 2,5 mm	13 min
Molekulární struktury	a = 34 mm, b = 15 mm, h = 2,5 mm	6 min
Vločka	r = 22 mm, h = 2,5 mm	16 min
Čtyřlístek	a = 40 mm, b = 30 mm, h = 2,5 mm	12 min
Květina	r = 20 mm, h = 3 mm	21 min
Motýl	a = 35 mm, b = 30 mm, h = 2 mm	19 min
Medailon z kružnic	r = 25 mm, h = 2,5 mm	26 min
Ludolfovo číslo	a = 18 mm, b = 18 mm, h = 2,5 mm	4 min
	a = 30 mm, b = 30 mm, h = 2,5 mm	6 min
Medaile	r = 35 mm, h = 6 mm	1 h 4 min

Tabulka 1: Časová náročnost tisku na zařízení CubeX



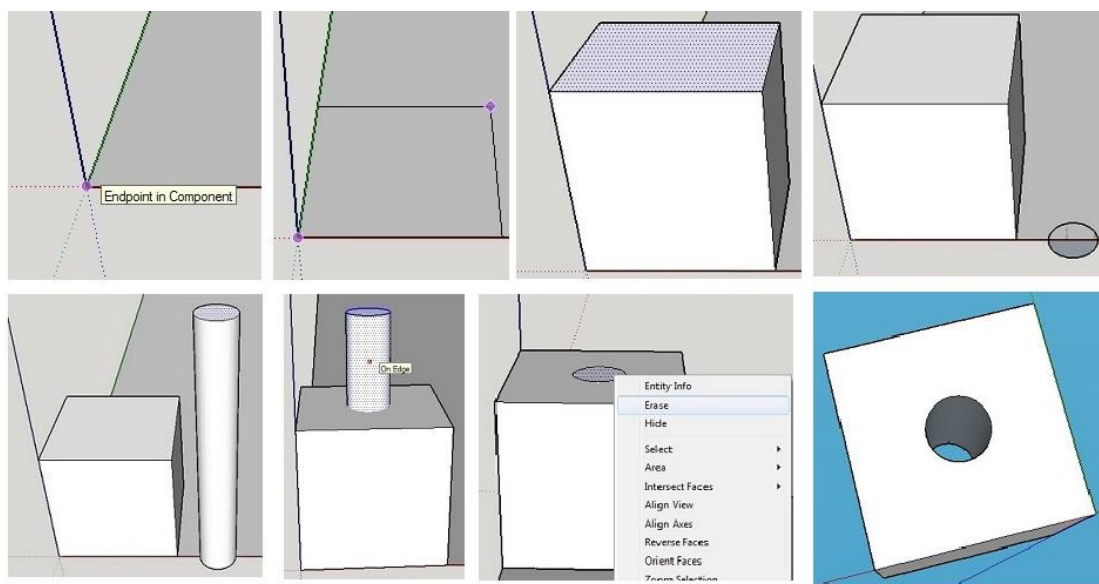
### 5.3.2 KORÁLEK VE TVARU KRYCHLE

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	5. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci si osvojí základní funkce programu SketchUp a pochopí princip modelování 3D objektů.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost základních funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	10-20 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

Původním záměrem bylo vytvoření drobných korálků ve tvaru krychle o délce strany 5 mm. Po zkušebním tisku musel být návrh přepracován, neboť tiskárna měla problém s chlazením materiálu a nanášela další vrstvy materiálu na ještě nezatuhlé vrstvy předchozí. Vznikl tak nesouměrný tvar s téměř zatavenou dírkou. Po několika pokusech byla nakonec zvolena velikost 8 mm, která se ukázala jako optimální.

## Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 39: Naznačený postup tvorby korálku ve tvaru krychle (vlastní zdroj)

Nejprve je potřeba vytvořit podstavu, která bude mít tvar čtverce. V levém panelu nástrojů se vybere nástroj *Rectangle*. Poté se kurzorem myši klikne do osního kříže, tažením naznačí přibližný tvar čtverce a kurzor se pustí. V pravé části obrazovky se zobrazí nyní nastavené rozměry. Ty se změní tak, že se nikam nekliká, pouze se na klávesnici zapíše požadované rozměry v milimetrech ve formátu (x;y), a potvrdí se tlačítkem *Enter*. V našem případě se nastaví hodnoty 8;8.

Pomocí funkce *Push/Pull* se čtverec vytáhne do prostoru a opět se vpravo změní výška na hodnotu 8 mm, která se zadává pouze číslicí.

Na vytvoření otvoru, který bude sloužit na provlečení na některý z návlekových materiálů, se použije funkce *Circle* pomocí níž se vytvoří kruh. Kruh se nevytváří přímo na krychli, ale prozatím se umístí vedle. Zkušebním tiskem bylo odzkoušeno, že mají otvory o něco málo menší nezanedbatelný průměr, než je namodelováno v programu SketchUp. Proto se vytvoří díra o průměru 5 mm, která po vytisknutí bude vzhledem k poměru krychle optimální. Rozměr kruhu se opět nastavuje stiskem číslic na klávesnici a potvrzovacím tlačítkem, ovšem je potřeba brát v potaz, že rozměr, který je potřeba zadat, není průměr, ale rádius (poloměr).

Z kruhu se vytvoří válec pomocí funkce *Push/Pull*, který budou svou délkou přesahovat rozměry krychle, a přesune se do jejího středu. K jeho přesnějšímu umístění je vhodné

využívat několika pohledů na model zobrazenými ikonkami domečků, mezi nimiž je možné přepínat v horním panelu nástrojů.

Nyní je potřeba nastavit, aby se plochy válce protínaly s modelem. Toho se docílí jeho označením dvojným kliknutím na objekt a pod pravým tlačítkem volbou *Intersect Faces* a volbou *With Model*.

Vyčnívající části sloupce se označí a tlačítkem Delete nebo volbou Erase nacházející se pod pravým tlačítkem, se odstraní. Poté se stejným způsobem odstraní zbývající část a v křehli vznikne dutina. Korálky se pak jen označí dvojklikem, namnoží a rovnoměrně rozmístí po tisknoucí ploše. Výrobek se uloží a pro tisk je nutné jej exportovat do formátu STL, který je software 3D Systems určený pro tiskárnu CubeX schopen načíst.

### 5.3.3 KNOFLÍK

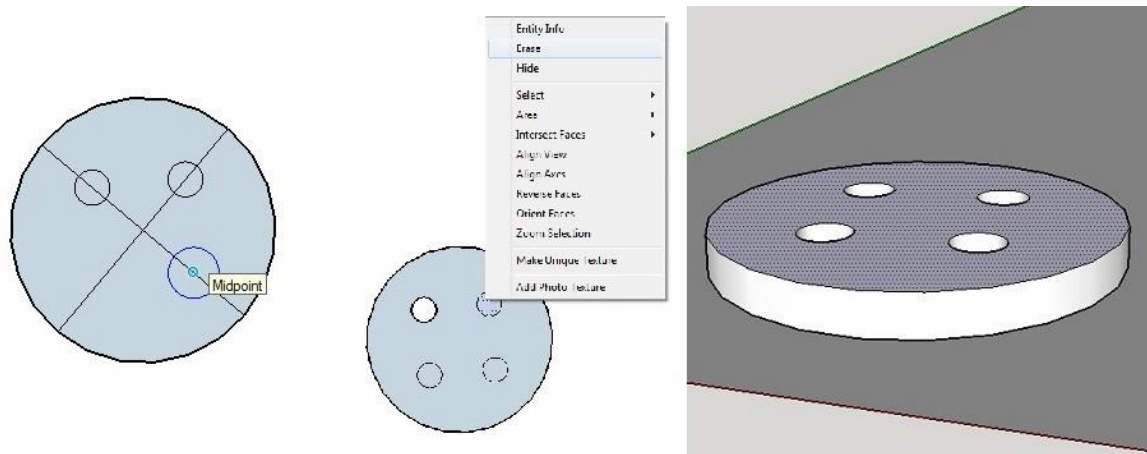
#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	5. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci si osvojí základní funkce programu SketchUp a pochopí princip modelování 3D objektů.
<b>Vstupní požadavky</b>	Znalost základních funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	25 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

Model knoflíku není nijak složitý, a proto je zařazen do výuky již od 5. ročníku ZŠ. Zvládnout by ho měli i žáci s minimálními zkušenostmi s 3D modelováním. Práce

s programem SketchUp je pro žáky velice zábavná a kreativní a možnost vytisknutí návrhu na 3D tiskárně je pro žáky motivující.

### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 40: Naznačení postupu tvorby knoflíku se čtyřmi otvory (vlastní zdroj)

Nejprve se vytvoří kruh (funkce *Circle*), jehož poloměr je potřeba zadat v milimetrech. Pomocí pera (funkce *Line*) se na kruhu vytvoří dvě pomocné čáry ve tvaru kříže. Při najetí kurzoru na linky se ve středových a koncových bodech zobrazují tzv. přichytávací body. K bodům označených jako *Midpoint* nacházejícím se ve středu čtyřech čar se přichytí středový bod kružnice a nastaví se požadovaný rozměr kruhů. Zkušebním tiskem bylo odzkoušeno, že mají otvory menší nezanedbatelný průměr, než je namodelováno v programu SketchUp. Proto doporučuji vytvářet otvory větší, které budou po vytisknutí vzhledem k nedostatkům tiskárny optimální.

Vnitřek každého kruhu se označí a odstraní. Stejně tak se odstraní pomocné čáry. Pomocí funkce *Push/Pull* se knoflík vytáhne do prostoru a nastaví se určitá výška.

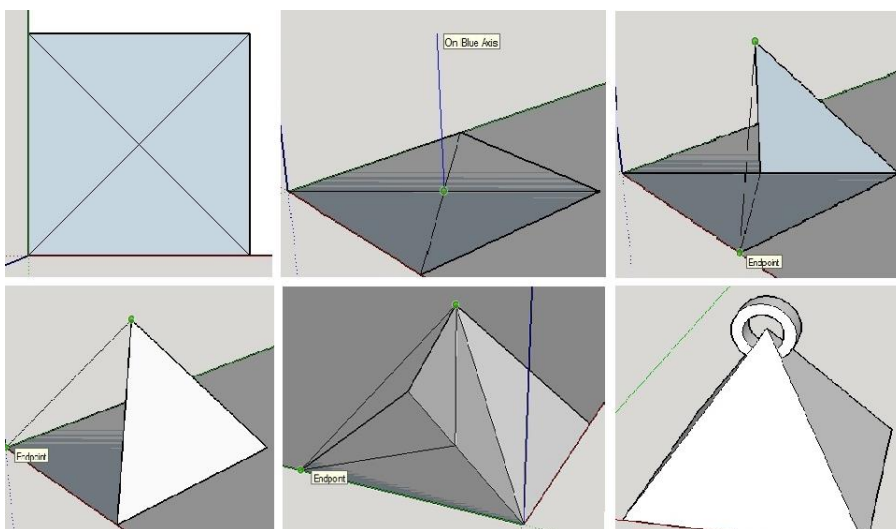
Knoflíky si mohou žáci jakýmkoli způsobem modifikovat. Velice snadno se v programu mění velikost, výška či lze snadno přidat další díрку. Odstranění děr je možné poklepáním a stisknutím klávesy *Delete* nebo kliknutím pravého tlačítka na díru a volbou *Erase*. Realizovat se mohou žáci i v různých tvarech a ozdobných prvcích.

### 5.3.4 PYRAMIDA

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	6. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika, Matematika
<b>Cíl</b>	Žáci si osvojí tvorbu základních tvarů v programu SketchUp a pochopí princip modelování v 3D prostoru.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání základních funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	25 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

#### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 41: Naznačení postupu tvorby pyramidy (vlastní zdroj)

Pyramida, kterou je možné v matematice využít jako ukázkou jehlanu, bude mít rozměry 20 x 20 mm. Nejprve se pomocí nástroje *Rectangle* vytvoří čtvercová podstava o délce strany 20 mm. Mezi vrcholy se načrtnou se dvě pomocné čáry, které vytvoří uprostřed podstavy kříž. Poté je potřeba z bodu uprostřed vztyčit kolmici, která bude určovat výšku jehlanu. Je potřeba se přepnout do jiného pohledu, aby bylo vidět, kudy je kolmice vedena. Doporučuji první pohled *Iso*, ve kterém je vidět model trojrozměrně. Čára napovídá textem *On Blue Axis*, což znamená, že je vedena souběžně s modrou osou, což je pro vytvoření kolmice potřeba. Výšku nastavíme na 12 mm a potvrdíme. Čára bude vedena vždy z horního bodu ke každému vrcholu na podstavě a bude se tak automaticky vyplňovat prostor mezi body uchycenými linkami.

Takto vzniklou pyramidu je možné využít jako dekoraci oblečení, např. nalepením na brož. Pokud má pyramida sloužit jako náušnice, přívěšek na krk, tašku nebo klíče, je potřeba do ní buď vyvrtat otvor, nebo domodelovat očko. To se vytvoří dvěma kružnicemi umístěnými na sobě, z nichž jedna bude mít větší a druhá menší průměr. Vnitřek se odstraní, vytáhne do výšky pomocí funkce *Push/Pull* a přesune na vrchol pyramidy. Pokud bude potřeba kruh otočit, slouží k tomu funkce *Rotate*.

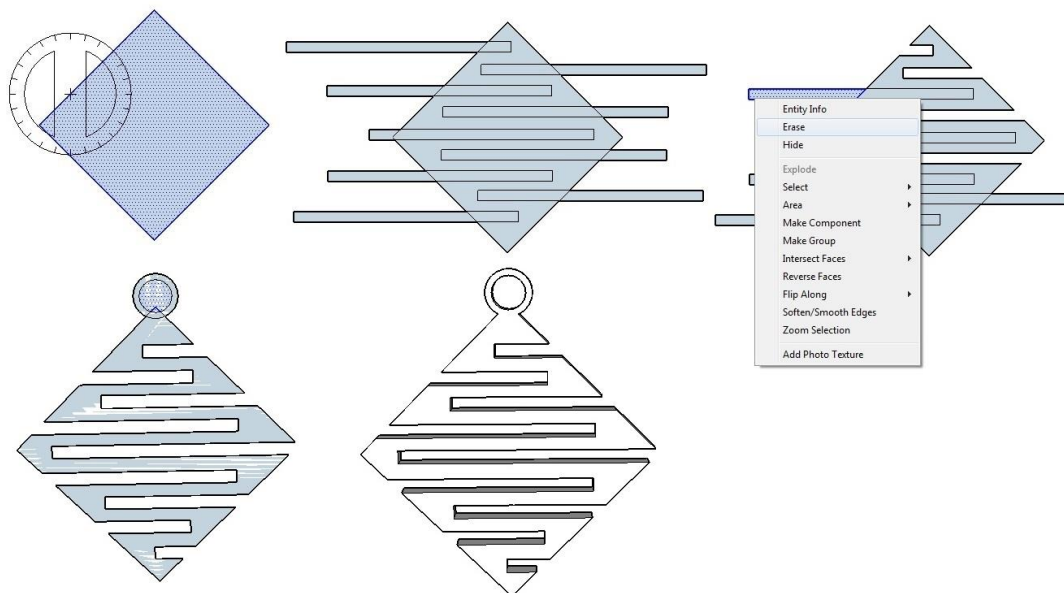
### 5.3.5 MEDAILON VE TVARU KOSOČTVERCE

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	6. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci si osvojí tvorbu modelu pomocí základních tvarů a dokáží jej vytvořit překrýváním několika základních tvarů přes sebe a vytvářením průniku.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání základních funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	30 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.

<p><b>Prostředky</b></p>	<p>Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.</p>
--------------------------	--

### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 42: Naznačení postupu tvorby medailonu ve tvaru kosočtverce (vlastní zdroj)

Vytvoří se obdélník o rozměrech 25 x 25 mm a pomocí příkazu *Rotate* se natočí do tvaru kosočtverce. Dále se vytvoří několik úzkých obdélníčků o rozměrech 35 x 1,5 mm, které se přeskládají přes kosočtverec. Části obdélníčků, které mají být odstraněny, se označí dvojklikem a klávesou Delete se smažou. V medailonku tak vzniknou podlouhlé průřezy. Nakonec se ze dvou kruhů o různých velikostech vytvoří očko a výrobek se tlačítkem *Push/Pull* vysune.

### 5.3.6 MOLEKULÁRNÍ STRUKTURY

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	9. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika, Chemie
<b>Cíl</b>	Žáci si osvojí tvorbu modelu pomocí základních tvarů v programu SketchUp a pochopí princip modelování v 3D prostoru.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání základních funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	30 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

Zpravidla v 8. a 9. ročnících mají žáci základních škol povinnou výuku chemie. V rámci tohoto předmětu se učí i stavbu molekulárních struktur. Samozřejmě, že výuka tohoto tématu není nijak široká, spíše je postavena na informativní úroveň a znalost základu. Molekulární struktury vytvářejí poměrně pěkné obrazce a myslím si, že jako šperk či oděvní doplněk působí poměrně kreativně a originálně, navíc propojují učivo jednoho předmětu ve výuce předmětu druhého.

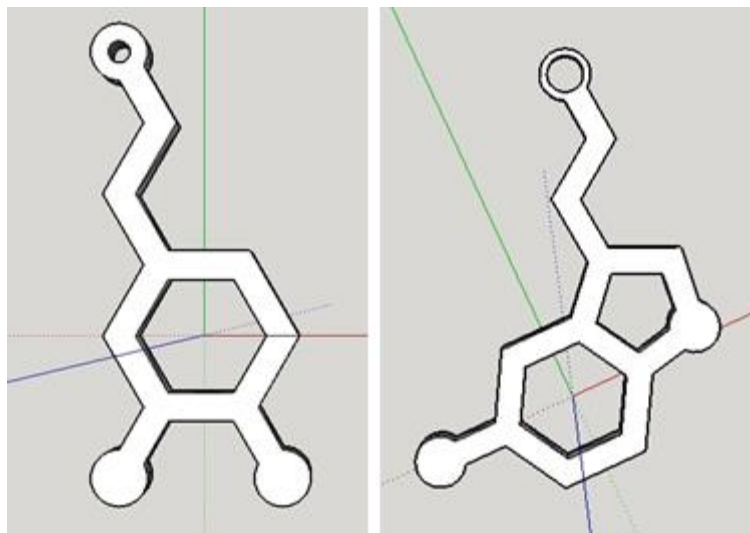
#### Postup tvorby 3D modelu

Molekulární struktury dopaminu a serotoninu se vytvoří ze základního tvaru, jímž je šestiúhelník, v panelu nástrojů dostupný pod názvem *Polygon*. U molekulárních struktur je polygon tvořen šesti stranami, ale v případě, že je potřeba vytvořit jiný objekt s více či



méně stranami, stačí před vytvořením objektu zadat na klávesnici tu číslovku, jaký počet stran má mít tvořený objekt. Zadáním číslice 3 je možné vytvořit např. trojúhelník.

Vytvoří se dva šestiúhelníky o různých velikostech a vnitřní plocha se odstraní. Zbývá část modelu se vytvoří pomocí kružnic a čar, jejichž spojením a uzavřením se vyplní prostor mezi nimi. Následně se pomocí funkce *Push/Pull* nastaví výška.



Obrázek 43: Molekulární struktura dopaminu (vlevo) a serotoninu (vpravo) vytvořená v programu SketchUp (vlastní zdroj)

### 5.3.6.1 Dopamin

Tato biologicky aktivní látka přirozeně vzniká v nervové soustavě obratlovců a v mozku většiny bezobratlých živočichů. Jeho funkce spočívá v přenosu impulsů, proto je také nazýván neuropřenašeč.

### 5.3.6.2 Serotonin

Jedná se o chemickou látku, která je součástí krevních destiček a v menší míře i v centrálním nervovém systému. V centrálním nervovém systému serotonin ovlivňuje vznik nálad. V případě, že je ho v mozku nedostatek, dochází k nižšímu přenosu nervových vzruchů a způsobuje změnu nálad, depresi, poruchy spánku a podrážděnost.

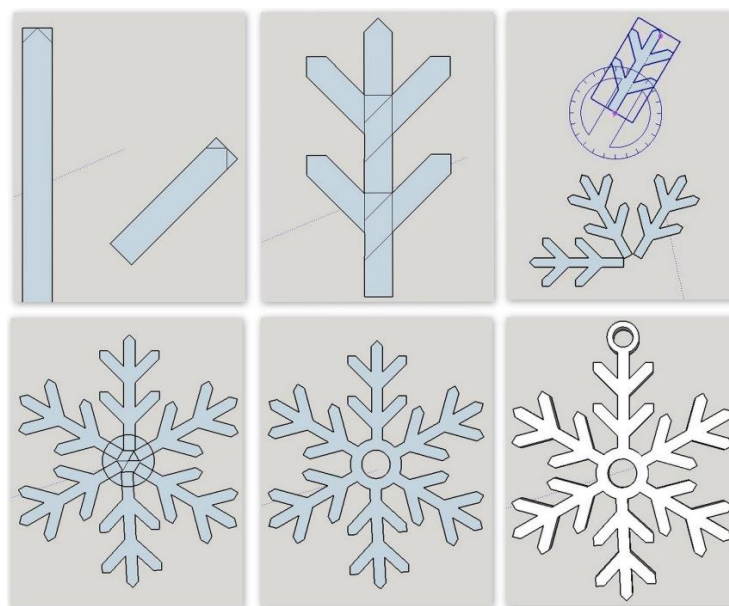
### 5.3.7 VLOČKA

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	7. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit model pomocí základních tvarů a jejich průniku v programu SketchUp. Dále se naučí pracovat úsporně, stejné objekty kopírovat a otáčet.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání základních funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	30-40 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

#### Postup tvorby 3D modelu

Při tvorbě vločky si žáci procvičí zejména kopírování objektů, jejich seskupení, přesun a rotaci. Větev vločky se vytvoří funkcí *Rectangle* a pomocí funkce *Line* se dotvaruje ostré zakončení. Dále je potřeba smazat pomocné čáry. Označená větev se následně seskupí stiskem pravého tlačítka a volby *Make Group*, čímž vznikne jeden objekt, se kterým lze snadněji manipulovat. Další větve není potřeba vytvářet, jelikož mají všechny stejný tvar a postačí jejich zkopírování. Větev se pomocí funkce *Rotate* otočí vždy o 60° a přesune se stiskem ikony *Move* k ostatním větvím, aby postupně vznikala šesticípá vločka. Doprostřed se umístí kruh, který celý model zpevní.



Obrázek 44: Naznačení postupu tvorby vločky (vlastní zdroj)

V případě, že má vločka sloužit jako brož, odstraní se pomocné čáry a funkcí *Push/Pull* se vločka vytáhne do výšky, případně se nastaví přesná velikost. Jestliže účel používání bude vyžadovat její zavěšení, je potřeba v návrhu počítat s vytvořením oka.

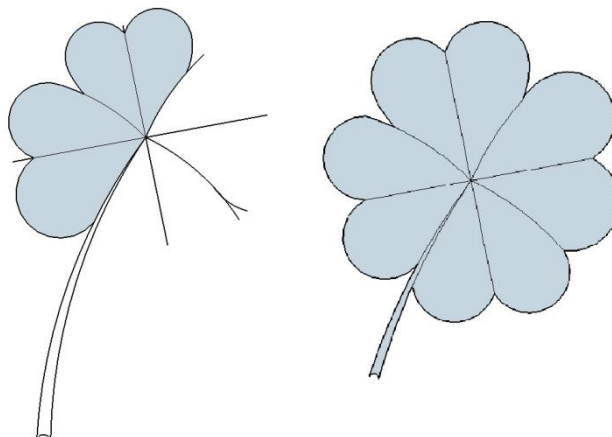
### 5.3.8 ČTYŘLÍSTEK

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	8. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit model využitím základních tvarů a naučí se pracovat s dalšími funkcemi, jako je oblouk definovaný dvěma body.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání pokročilejších funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	30 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.

<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.
-------------------	---

### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 45: Naznačení postupu tvorby čtyřlístku (vlastní zdroj)

První krok spočívá ve tvoření kříže ze dvou čar protínajících se uprostřed a svírajících úhel 90°. Veškeré další činnosti spočívají v tvorbě křivek příkazem *2 Point Arc*. Funkce vykresluje oblouk mezi dvěma zadanými body. Jeho rádius (prohnutí) se určuje tažením myši od dvou předem ukotvených bodů. Pokud nelze tvar zkonstruovat jedním obloukem, linie tohoto tvaru se složí z vícera oblouků, jejichž nepotřebné části se následně odstraní a výsledný tvar se zaoblí. Jestliže účel používání bude vyžadovat její zavěšení, je potřeba v návrhu počítat s vytvořením oka.

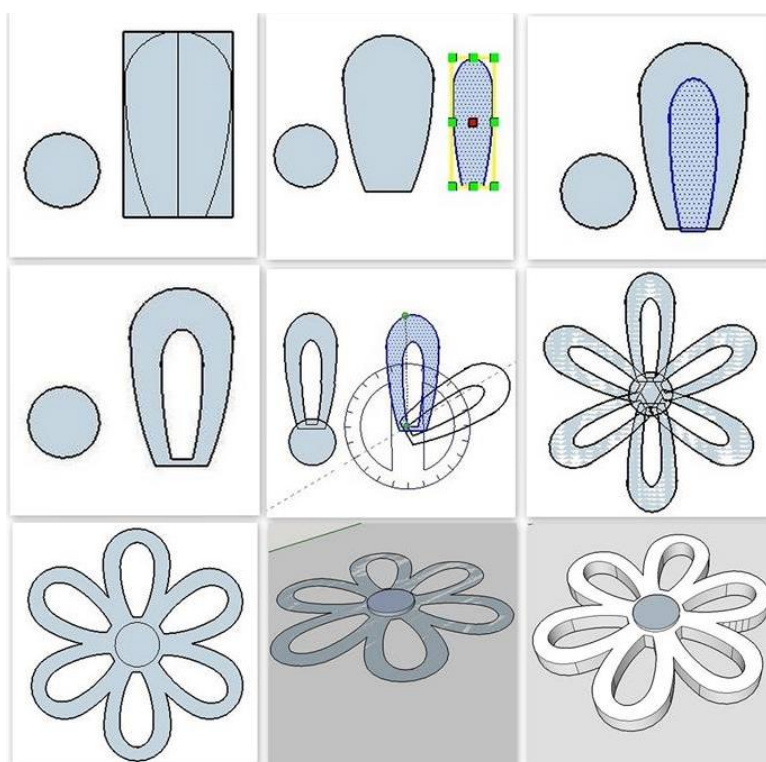
### 5.3.9 KVĚTINA

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	8. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit model využitím základních tvarů a naučí se pracovat s dalšími funkcemi, jako jsou křivky. Dále se naučí pracovat úsporně (stejně objekty kopírovat a otáčet).
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání pokročilejších funkcí programu SketchUp.

<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	45 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 46: Naznačení postupu tvorby květiny (vlastní zdroj)

Při modelování doporučuji nejprve vytvořit její střed, ke kterému se budou postupně přikládat okvětní lístky.

Pro květinu o celkové šíři 4 cm se vytvoří středové kolečko o poloměru 4 mm. Modelování okvětních lístků vychází z obdélníku o rozměrech 9 x 19 mm, v němž je vyznačena pomocná čára v místě svislé osy obdélníka. Poté se pomocí funkce 2 Point Arc zformuje tvar okvětního lístku a odeberou se nepotřebné čáry. Další krok spočívá v utvoření vnitřku

okvětního lístku. Aby se zachoval tvar vnitřního výřezu, zkopíruje se současný model a příkazem *Scale* se upraví jeho velikost. Následně se lístek, který má být vyříznut přesune a vystředí nad lístek primární. Označením a odstraněním vnitřního lístku dostane lístek požadovaný tvar. Lístičky se rozmnoží a otočí. Vzhledem k tomu, že je návrh tvořen šesti okvětními lístky, bude každý z nich pootočen o 60°. Poté se přesunou k prostřednímu kruhovému článku a odstraní se nepotřebné linie, čímž vznikne jednolitý tvar, který se vysune do výšky 2,5 mm.

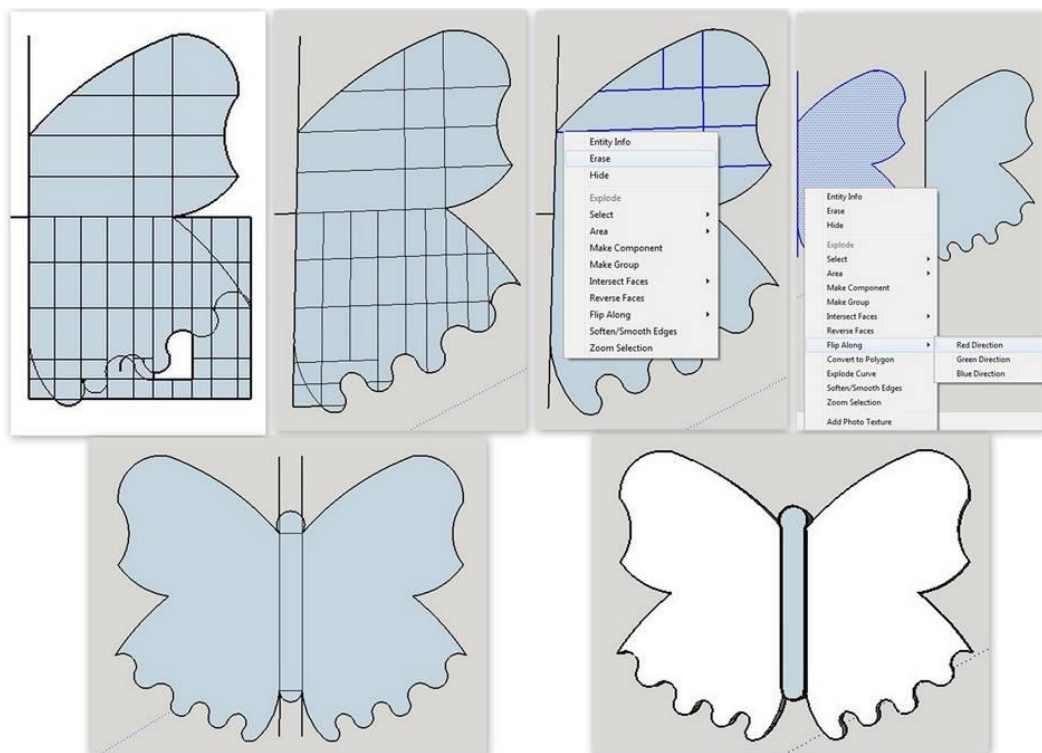
Květinu je možné použít jako brož, po zavěšení na kroužek jako přívěsek na klíče či kabelku, součást náhrdelníku nebo při výrobě dvou kusů doplněných o náušnicové háčky jako náušnice.

### 5.3.10 MOTÝL

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	8. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit model využitím základních tvarů a naučí se pracovat s dalšími funkcemi, jako jsou křivky. Dále se naučí pracovat úsporně, stejné objekty kopírovat a překlápet.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání pokročilejších funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	45-60 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

## Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 47: Naznačení postupu tvorby motýla (vlastní zdroj)

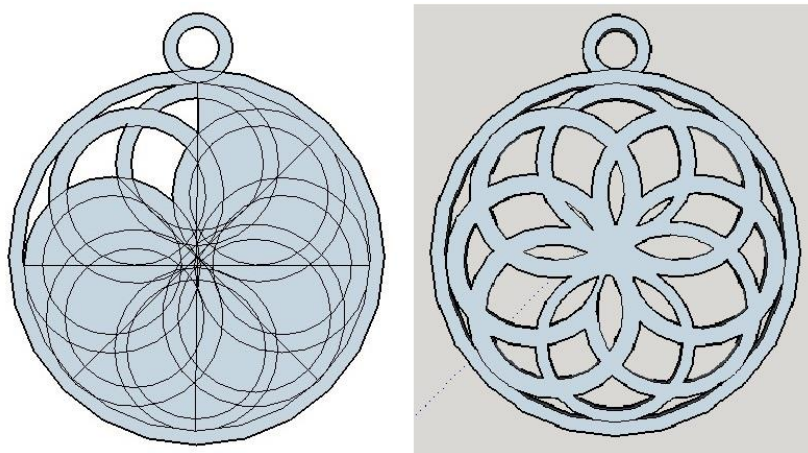
Nejprve se vytvoří obdélník, do kterého se vynesou pomocné čáry jak ve vodorovné, tak ve svislé poloze. Pomocí tlačítek *Arc* a *2 Point Arc* se zformuje tvar jedné poloviny motýla. Pomocné čáry se odstraní, vymodelovaná polovina těla označí a vloží do programu ještě jednou. Pod pravým tlačítkem se klikne na možnost *Flip Along* a příkaz *Red Direction*, jež provede zrcadlení druhého křídla. První křídlo se přesune k druhému tak, aby mezi nimi zůstal svislý pruh na vytvoření těla motýla, jež je zkonstruován pomocnými čarami a příkazem *2 Point Arc*.

### 5.3.11 MEDAILON Z KRUŽNIC

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	8. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit medailon využitím několika kružnic a naučí se pracovat s dalšími užitečnými funkcemi. Dále se naučí pracovat úsporně, stejné objekty kopírovat a přesouvat.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání pokročilejších funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	45 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

#### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 48: Naznačení postupu tvorby medailonku z kružnic (vlastní zdroj)



Obrys medailonu o průměru 50 mm se vytvoří dvěma kružnicemi, z nichž vnější má poloměr 25 mm a vnitřní 23 mm. Tentokrát tři pomocné čáry utvoří uprostřed kružnice kříž, jež usnadní umístění vnitřních kružnic. Vnější kruh má poloměr 13 mm a vnitřnímu kruhu se nastaví poloměr s hodnou 9,5 mm. Vycentrují se do středu a vnitřní část se odstraní. Vznikne prsteneček, který se postupně kopíruje a přesouvá do obrysu medailonu. Celkem je na vnitřek potřeba 8 prstenců se stejnými rozměry.

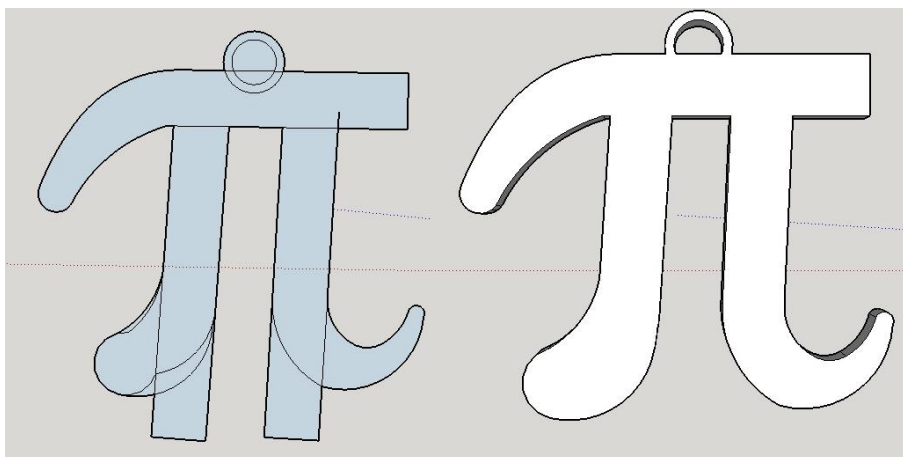
Následně se označí a odstraní ty plochy a čáry, které nejsou žádoucí. Jelikož jich je v modelu velmi mnoho, je vhodné objekty k odstranění nejprve označit při držení klávesy Ctrl nebo klávesy Shift. Tlačítko Shift umí navíc u označeného objektu jeho výběr zrušit. V případě nechtěného překliknutí se tak nemusí všechny objekty označovat znovu. Vytvoří se kroužek pro zavěšení a tlačítkem *Push/Pull* se u objektu nastaví výška.

### 5.3.12 LUDOLFOVO ČÍSLO

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	8. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika, Matematika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit symbol pro Ludolfovo číslo využitím několika základních tvarů a křivek. Naučí se pracovat s dalšími užitečnými funkcemi.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání pokročilejších funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	45 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytisknutý výrobek na ukázkou, počítačová učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

### Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 49: Naznačení postupu tvorby Ludolfova čísla (vlastní zdroj)

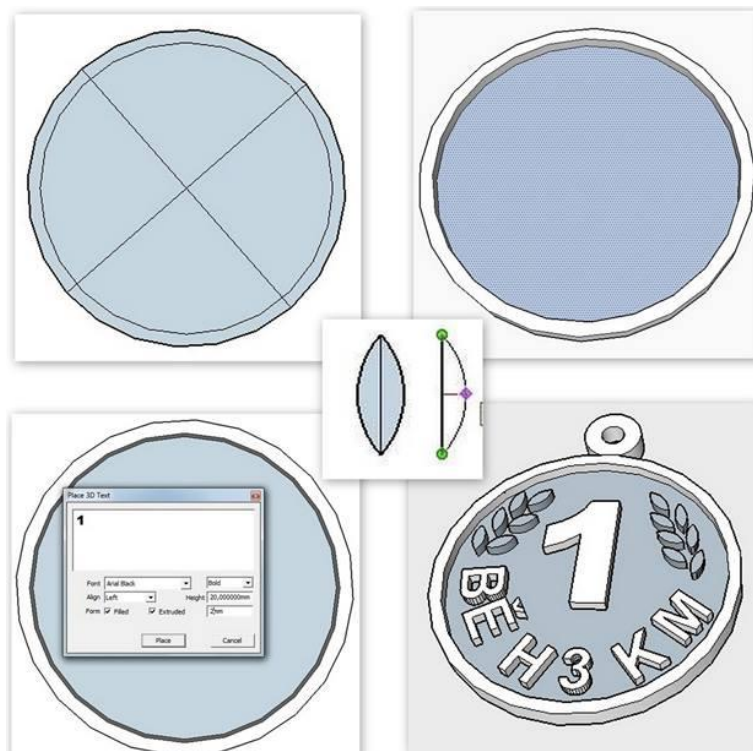
Při tvorbě se opět využívá základních geometrických tvarů, které slouží k vytvoření hrubého nárysu, který je později dotvářen pomocí křivek. Zbylé části se odstraní a modelu se nastaví výška 2,5 mm, která byla několika výtisky shledána za rozměr pevný a zároveň ne tak časově náročný na tisk.

### 5.3.13 MEDAILE

#### Základní informace

<b>Doporučený min. ročník ZŠ</b>	8. ročník
<b>Předmět</b>	Pracovní činnosti, Informatika, Matematika
<b>Cíl</b>	Žáci dokáží vytvořit vlastní návrh medaile s využitím rozšiřujících funkcí a křivek. Budou tvořit kreativně a naučí se pracovat s textem.
<b>Vstupní požadavky</b>	Ovládání pokročilejších funkcí programu SketchUp.
<b>Vyučovací metoda</b>	Názorně demonstrační, instruktáž, samostatná práce
<b>Organizační formy výuky</b>	Frontální výuka, individuální
<b>Časová náročnost tvorby modelu</b>	60 - 80 min
<b>Forma hodnocení</b>	Průběžné slovní hodnocení činnosti žáka, jeho snahy a kreativity.
<b>Prostředky</b>	Vytištěný výrobek na ukázkou, pc učebna, software SketchUp Make 2015, projektor, promítací plátno.

## Postup tvorby 3D modelu



Obrázek 50: Naznačení postupu tvorby medaile (vlastní zdroj)

Tento návrh nelze popsat konkrétně, jelikož je tato tvorba založena na rozvíjení tvořivosti žáků. Při tvorbě se pracuje se základním nástrojem *Circle*, a dalšími nástroji, z nichž jeden je práce s textem dostupný pod ikonou označenou velkým tiskacím písmenem A a slovním spojením *3D text*. U textu je potřeba nastavit font písma, zarovnání, řez písma, jeho výšku a vyvýšení textu nad okolní povrch. Pomocí křivek, geometrických útvarů a dalších funkcí žák vytvoří vlastní návrh medaile, v němž má možnost povolit uzdu své fantazii.

## 6 OVĚŘENÍ VYBRANÝCH NÁMĚTŮ NA KONTROLNÍ SKUPINĚ

Z vytvořených návrhů uvedených v kapitole č. 5 *Náměty a návody na výrobu šperků a oděvních materiálů*, jsem pro ověření vybrala několik námětů odpovídající věku žáků, které by měli s vysvětlením postupu a ukázkou již vytvořeného výrobku bez výraznějších obtíží zvládnout. Zároveň jsem se snažila vybrat takové modely, které jsou jim nějakým způsobem blízké nebo se dají prakticky využít a v nichž mají žáci možnost kreativně tvořit.

K ověření jsem vybrala tři žáky studující ZŠ Chotěšov, načež je již ze samotného počtu zřejmé, že se bude jednat o kvalitativní záležitost. V každém ročníku druhého stupně jsou pracovní činnosti vyučovány ve dvouhodinových blocích. Ve škole je v přízemních prostorech důkladně vybavená dílna. Vlastní 3D tiskárnu zakoupenou nemají. Realizace probíhala v rámci volného času žáků a veškeré prostředky pro výrobu, tvorbu a ověření námětů jsem obstarala samostatně.

Náměty k ověření, jsem se snažila zadávat volněji, aby žáci na základě svých schopností vytvářeli různě složité konstrukce a mohli být tvůrčí, originální a vnášet do výrobku svou myšlenku.

Jméno žáka	Věk	Ročník ZŠ	Zkušenost s 3D modelováním
Jakub	15	9	ne
Petra	14	8	základní úroveň
Eliška	12	6	ne

Tabulka 2: Základní informace o žácích ZŠ podílejících se na ověření návrhů

### 6.1 DRÁTĚNÉ ŠPERKY

Vzhledem k tomu, že se ověření účastnil i chlapec, předložila jsem žákům téma obecnější s názvem **spirálový šperk, oděvní ozdoba nebo přívěsek**. Téma bylo zadáno obecně. Zároveň byly žákům předloženy postupy a rady z kapitoly 5.1.1 *Náušnice z měděného drátu se spirálami* a ukázky výrobků, na základě nichž pak tvořili výrobek vlastní.



Obrázek 51: Spirála vyrobená zleva Jakubem, Petrou a Eliškou (vlastní zdroj)

Všichni pochopili postup do detailů a výrobky po této stránce žádným způsobem netrpěly. Musím říci, že jsem byla nesmírně překvapená, jaká kreativita se u žáků projevila. Nejstarší Jakub pojmul spirálu zcela nečekaně. Řídil se popsáním postupem s tím rozdílem, že místo do tvaru kruhu otáčel drát kleštěmi vždy do pravého úhlu. Vznikla tak spirála ve tvaru čtverce, jichž Jakub vyrobil rovnou několik. Bohužel byl ale drátek uštípnut dříve, než bylo na jeho konci vytvořeno očko pro zavěšení. V tomto stavu nemá výrobek mnoho využití. Stále ho ale je možné dotvořit, pouze se výrobek zmenší o jednu linii, ze které se ketlovacími kleštěmi vytvoří potřebné očko.

Petru práce velice bavila a její výsledek je chvály hodný. Z měděného drátu vytvořila dvě opravdu pravidelné spirály, které uprostřed dozdobila černým korálkem. Její zručnost a smysl pro detaily se potvrdila tím, že vytvořila horní spirálu menší, než tu, která bude směřovat k zemi. Na šperku jsou patrné drobné odřeniny způsobené přílišným tlačáním na ploché kleště. Na doporučení uvedené v textu (oblepit čelisti lepicí páskou) nijak nereagovala.

Eliška si vzhledem ke svému věku na rozdíl od ostatních zvolila poměrně složitou cestu. Vytvářela drátěnou kuličku, pro kterou je nejprve potřeba namotat drát na jehlici nebo špejli a ze vzniklé pružinky tvarovat kouli. Jako pomůcku využila Gizmo, které je pro vytváření spirály významným pomocníkem. Celou práci včetně napodobení tvaru koule zvládla Eliška perfektně, ovšem místo původně chtěných 2 cm měřila téměř 3 centimetry. Bylo to způsobeno tím, že do sebe byly dráty nedostatečně zapletené, nebyly tak husté, a proto v některých místech koule dost prosvítá. To je ostatně vidět na obrázku.

## 6.2 KORÁLKOVÁNÍ

V této sekci jsem ověřovala námět na sestavení **jednoduché kuličky** z 12 korálků. Žáci zde měli velkou volnost ve výběru velikosti, barev a tvarů korálků.



Obrázek 52: Kuličky a náramek vyrobené zleva Jakubem, Petrou a Eliškou (vlastní zdroj)

Všem účastněným se kulička povedla. Jakub byl zvědavý, jaký tvar výrobek dostane použitím netradičních korálků o osmi ploškách a výsledek jej vedl k vytvoření ještě jednoho dalšího jako dárek pro kamaráda.

Petra si vyrobila dvě kuličky z drobných praskaných korálků, ke kterým připevnila háček a budou jí sloužit jako náušnice. Nevyskytl se žádný problém.

Elišku práce nadchla natolik, že jí samotnou napadlo, že je možné tímto způsobem vytvořit nejen kuličku, ale při jejím neuzavření a pokračování stejným způsobem vznikne pás, na který se za mé asistence upevnily kaloty a očko s karabinkou a slouží tak jako náramek. Použila kombinaci fialové a černé barvy perliček, z nichž si vyrobila taktéž náušnice.

## 6.3 MODELOVÁNÍ 3D NÁVRHŮ

Žáky jsem nejprve seznámila s pojmem 3D tisk, ukázala několik vytištěných výrobků pro představu a pustila žákům informační video, aby viděli, jakým způsobem tiskárny pracují. Byla jsem mile překvapena, když mi všichni žáci řekli, že o 3D tisku již slyšeli, ale doposud neměli možnost přijít s ním do styku. Potom jsem žáky seznámila s prostředím SketchUp a jeho vybranými funkcemi a zadala jim ke zpracování modely, které by měly sloužit jako šperk či oděvní doplněk.

Modely jsou následující:

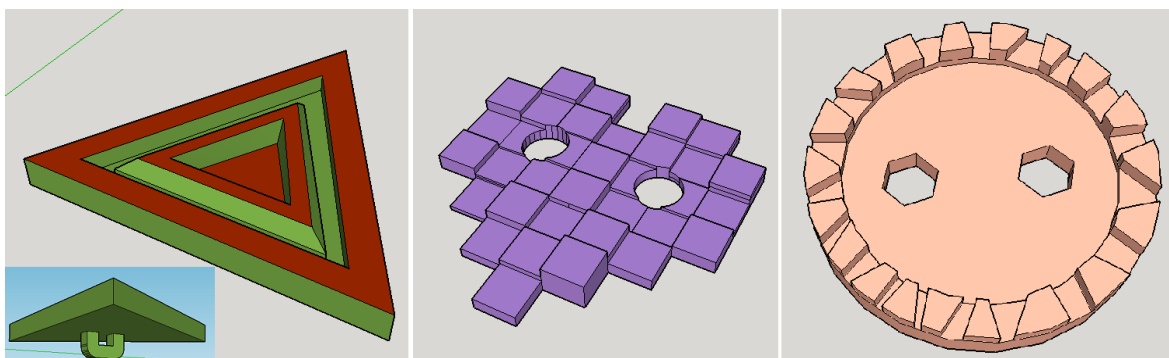
- Knoflík
- Pyramida
- Motýl nebo květina

Žáky jsem upozornila na to, aby přemýšleli, k jakému účelu by měl výrobek sloužit, a tomu přizpůsobili jeho velikost. Dále jsem vysvětlila, že tiskárna není schopna tisknout drobné otvory a detaily, což je třeba vzít při tvorbě v potaz. Podrobněji jsem návrhy nežadávala, chtěla jsem žákům nechat prostor k jejich tvorbě.

Výrobky jsem následně vytiskla na 3D tiskárně, donesla je žákům a vybrané z nich jsem vložila jako fotografie do této diplomové práce.

### 6.3.1 KNOFLÍK

Všichni se práce zhostili velice dobře a s výsledkem jsem nadmíru spokojena. Úplně bez problémů se tvorba neobešla, ale není to zapříčiněno špatným námětem nebo nesprávně napsaným postupem tvorby. Nejprve všichni vytvořili tentýž knoflík, který se nachází v námětu s postupem tvorby. Poté žáci zapojili svou fantazii a navrhli si svůj vlastní.



Obrázek 53: Návrhy knoflíků vytvořené žáky ZŠ v programu SketchUp zleva Jakub, Petra, Eliška (vlastní zdroj)

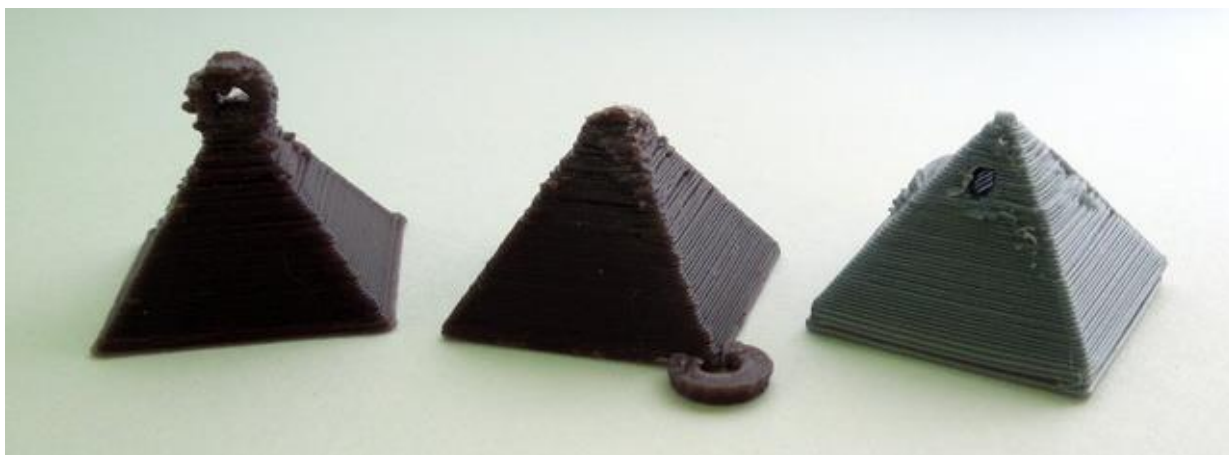
Jakub se tvorby zhostil poněkud netradičně. Neudělal do knoflíku díry jako je to časté, ale k zadní straně připevnil očko. V programu je samozřejmě vše správně, ale tisk takového objektu je na 3D tiskárně velice obtížný a pro začátečníka nemožný. Tiskárna tiskne jednotlivé vrstvy odspodu, takže nejprve vytvoří očko a stěnu knoflíku by pak musel tisknout bez podpory pevné podložky, tzv. „do vzduchu“, což samozřejmě nelze. Proto je v programu CubeX nutné model doplnit o podpěry.

Petra vytvořila pomocí malých kostiček a pomocných čar knoflík ve tvaru srdce. Celá tvorba probíhala bez sebemenších obtíží a prokázala tak, že je navržený námět realizovatelný.

Eliška vyrobila na pohled krásný model knoflíku, ovšem jeho tisk už tak dobře nedopadl. Knoflík obsahuje velmi mnoho detailů, se kterými si tiskárna neporadila, a to z důvodu, že mezery mezi jednotlivými prohlubněmi jsou menší než 1 mm. Stejně tak Eliška nerespektovala minimální velikost děr, na což je poukazováno v postupu. Tyto problémy se následně vysvětlily a výrobek poupravil.

### 6.3.2 PYRAMIDA

Tento výrobek jsem vybrala zejména kvůli častému problému s orientací v prostoru. Kámen úrazu se očekávaně projevil právě tam. Bylo zadáno, že pyramida bude mít velikost podstavy 20 x 20 cm a bude mít díru nebo úchyt pro zavěšení.



Obrázek 54: Pyramidy vytisknuté na zařízení CubeX podle modelů zleva Jakuba, Petry a Elišky (vlastní zdroj)

Jakub neměl problém s vytvořením podstavy, ale velice špatně se orientoval v prostoru. Problém mu dělalo i používání pohledů na daný objekt. Orientace mu trvala déle než ostatním, ale nakonec model úspěšně dokončil.

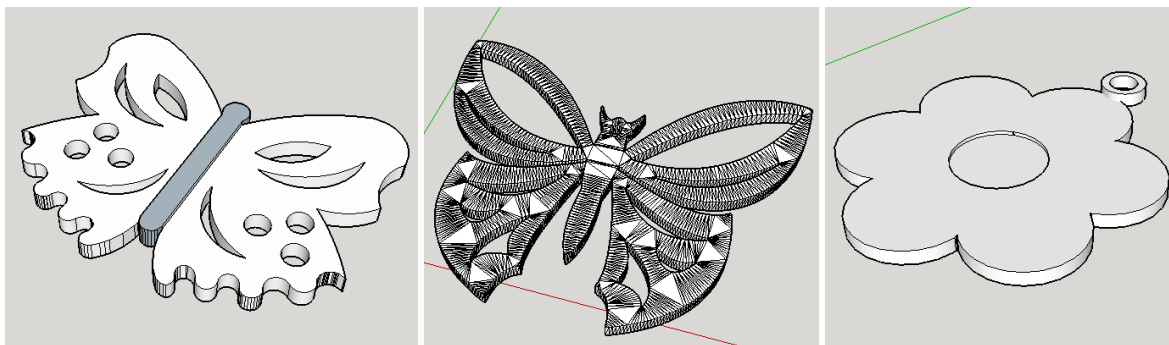
Petra, přestože má již nějaké drobné zkušenosti s 3D modelováním, zvolila moc velké rozměry a tím pádem byla i nepřijatelná předpokládaná doba tisku. Rozměry se musely upravit.



Eliška měla problém s ovládáním všech tří tlačítek myši. Otvor pro zavěšení vytvořila pomocí válce o poloměru 1 mm, který vsunula skrze špičku pyramidy a následně jej odstranila. Ve špičce pyramidy tak vznikl průnik, kterým lze provléci např. lanko.

### 6.3.3 MOTÝL/KVĚTINA

Začlenění námětu motýla či květiny mělo svůj význam. Pokud se žák nespokojil s tou nejjednodušší variantou, v níž se tvoří pomocí základních geometrických tvarů, ale chtěl, aby motýl opravdu připomínal motýla a květina měla samostatné okvětní lístky, musel žák použít křivky. Osvojení principu práce s křivkami není jednoduchá, ale myslím si, že je tato funkce v programu SketchUp zpracována velice dobře. Program se snaží napovídat, jak může, přímo na pracovní ploše základními informacemi a podrobněji včetně instrukcí v šedém řádku spodní části obrazovky.



Obrázek 55: Návrhy motýla/květiny vytvořené žáky ZŠ v programu SketchUp zleva Jakub, Petra, Eliška (vlastní zdroj)

Jakub se pokusil o vytvoření motýla, velmi podobného námětu, který doplnil o další objekty, jež jsou stejně jako tvar podmíněny prací s křivkami. Z modelu se nejdříve vytiskla pouze polovina. Při prohlédnutí modelu ze všech stran bylo zjištěno, že jedno z křídel motýla bylo duté a software tiskárny tento případ vyhodnotil jako nerealizovatelný. To bylo způsobeno nesprávným použitím tlačítka *Push/Pull*, jehož funkce byla použita bez držení klávesy *Ctrl*. Po opravě se model povedl, ale vzhledem k malým vnitřním otvorům se výrobek při tisku slil do jednoho kusu a zachoval si pouze obrys.

Petře toto téma vyloženě sedlo. Modelu věnovala opravdu mnoho času, ale propracovanost veškerých detailů opravdu stála za to. Vytiskl se v menší i větší verzi a plastové vlákno učinilo motýla ještě originálnějším.

Eliška se tématu zhostila poměrně jednoduše, ale dokázala si poradit bez obtíží zcela sama. Chválím nápad, že vytvořila šest lístečků z kružnic a k jejich přesnému umístění využila tvar polygon jako střed.



Obrázek 56: Motýlci vytisknuti na zařízení CubeX podle modelů Jakuba a Petry zleva (vlastní zdroj)

#### 6.4 SHRNUTÍ A ZÁVĚR OVĚŘENÝCH NÁMĚTŮ

Práci s drátem a korálky zvládli žáci poměrně bez obtíží, Budu se tedy hlavně věnovat 3D modelování. Přístup žáků k 3D tisku i práci v programu SketchUp byl velmi pozitivní. Měla jsem obavu, že si žáci s náměty neporadí, bude pro ně práce v programu moc složitá a lokalizace v cizím jazyce tomu nijak nepomůže. Namísto toho byly vytvořené modely, poměrně náročné a mnohdy neočekávaně dokonale propracované.

Několik problémů, které se na místě vysvětlily, jsou součástí každého nového učiva i technologie, na které konstrukce výrobku závisí. Mezi ně patří zejména dodržování rozměrů v nějaké rozumné mezí, což se zpočátku nedařilo Petře. Eliška měla problém se správným používáním všech tří tlačítek myši, jimiž je pohyb v prostředí programu prováděn. Jakub pro změnu nedokázal plně čerpat z nápovědy a tím špatně používal některé funkce. Dále se špatně orientoval v prostoru.

Velmi se mi líbilo, jak aktivně se Eliška vrhla do práce a i když byla ze všech nejmladší, nenechala se zahanbit a dokázala vytvořit také opravdu vzhledně šperky.

Veškeré náměty jsou bez problémů realizovatelné ve výuce, jsou motivační a přinášejí žákovi mnoho nových zkušeností. Je samozřejmě potřeba asistence pedagoga, který je žákům během jejich tvorby k dispozici a připraven reagovat na jejich dotazy či v případě nedařící se práce schopen navést správným směrem.

Vzhledem k tomu, že by tiskárna našla využití v mnoha předmětech, ať už jako aktivní prvek vyučovací hodiny či jako zařízení pro tvorbu učebních pomůcek, jedná se rozumně vynaloženou investici v případě, že je pro školu její pořízení a provoz finančně dostupný.

## ZÁVĚR

V teoretické části jsem na základě stanovených cílů osvětlila historický vývoj šperků. Vyzdvihla jsem významné techniky a technologie jednotlivých historických období. Nenechala jsem bez povšimnutí ani šperky současnosti, které myšlenky a technologie výroby svých předchůdců posouvají do jiné dimenze.

S výrobou šperků je nepochybně spjata lidská fantazie, jež vnáší do tohoto odvětví nové nápady, originalitu. Nejen na těchto aspektech staví tvořivost, a proto jsem na tuto důležitou složku osobního potenciálu nahlédla z několika úhlů pohledu a představila několik klasifikací metod rozvoje tvořivosti, které by měl pedagog v rámci výuky co nejvhodněji používat. Přiblížila jsem metody výzkumu tvořivých schopností uvedením do problematiky Torranceho, Urbanovo a tvarového skládacího testu.

Další kapitola mé práce popisuje vybrané techniky používané při výrobě šperků, jejich částí nebo oděvních doplňků. Na techniky existující několik staletí jsem nahlédla okem moderního člověka, využívajícího výtvarnosti 21. století a zároveň jsem je popsala tak, aby je náhodný čtenář byl schopen pochopit. Z počátku jsem volila techniky základní, používané již dlouhou dobu, k nimž není potřeba moderní výpočetní techniky. Zvyšující se nároky kladené na kvalitu a přesnost šperků si vynutili používání moderních technik, kdy je proces výroby a obrábění řízen výpočetní jednotkou. V diplomové práci jsem nastínila techniky výroby kovových, drátěných, koráلكových a smaltovaných šperků, dále šperků z křišťálové pryskyřice, skvosty vyrobené technikou Tiffany, poměrně novou techniku Steampunk a krátce jsem představila polymerové hmoty a jejich možnosti. Moderní techniky jsem se nakonec rozhodla rozdělit do samostatné kapitoly.

Popsala jsem moderní nástroje pro návrh a výrobu šperků, jimiž je 3D frézka, počítačem řízený soustruh, CNC laserová gravírovací technologie a 3D tiskárna, které jsem se věnovala podrobněji, jelikož představuje významný podíl praktické části mé diplomové práce. Relevantních materiálů v českém jazyce neexistuje o 3D tisku mnoho. Vytvořila jsem si názor, že budoucnost 3D tisku ve šperkařském průmyslu by měla být brána vážně. Na závěr sdílím myšlenku, která vystihuje danou technologii: U 3D tisku nedochází k plýtvání materiálem, jelikož na rozdíl od ostatních uvedených nástrojů se jedná o technologii aditivní.

V kapitole 4.1.5 *Využití 3D tisku* představuji možnosti aplikace 3D tisku. Docházím k závěru, že 3D tisk je vhodné využít v odvětvích, které potřebují velké skladové prostory a musí mít k dispozici velké množství různých součástek, dále v zakázkové výrobě, u které se sériová výroba nevyplatí. Technologie 3D tisku se uplatní také v malosériové a zakázkové výrobě, strojírenství, lékařství a velkou část hraje ve školství, kde je možné ji využít v mnoha vyučovacích předmětech a zapojit do výuky různými způsoby.

Dalším cílem bylo vytvořit vhodné návrhy výrobků a rozšířit tak možnosti praktické výuky na základních školách. V praktické části diplomové práce jsem nejprve navrhla náměty na výrobky určené žákům druhého stupně ZŠ. Jejich tvorbu jsem samostatně prakticky zrealizovala. Tím jsem ověřila vhodnost navržených modelů. K jednotlivým modelům jsem vypracovala postup výroby. Pro lepší představitelnost jsou náměty doplněny o vizualizaci naznačující postup práce. Pro postupný vývoj žákovi tvořivosti a zručnosti jsou náměty řazeny od nejjednodušších k složitějším. Zejména pedagogům bude sloužit kapitola shrnující časovou náročnost tisku modelů v závislosti na velikosti modelů. Pedagog si tak snadno dokáže představit, co v rámci vyučovací hodiny tiskárna zvládne a náplň hodiny tomu přizpůsobí.

Na kontrolní skupině tvořenou žáky 2. stupně základní školy jsem si ověřila realizovatelnost vybraných námětů. Pro ověření jsem vybrala náměty z okruhů techniky výroby drátěných šperků, korálkování a modelování 3D návrhu. Shrnutí výsledků je věnována kapitola 6.4 *Shrnutí a závěr ověřených námětů*. Žákům práce nečinila velké potíže a shledali ji jako velmi zábavnou. Všichni žáci prokázali rozumnou míru kreativity a schopnosti zkonstruovat výrobek. Žáci byly schopni vytvořit poměrně náročné modely, které následně ve většině případů dokonale propracovali. Práci s drátem a korálky zvládli žáci poměrně bez obtíží. Hlavní problémy jsem u 3D modelování shledala u dodržování rozměrů, správného používání všech tří tlačítek myši, nesprávného nebo nulového využívání nápovědy a špatné orientace v prostoru. Tyto nedostatky ve značné míře odstranilo postupné seznamování s programem a důsledné procvičování. Docházím k závěru, že veškeré náměty jsou za asistence pedagoga bez problémů realizovatelné ve výuce, jsou motivační a přinášejí žákovi mnoho nových zkušeností.

Jsem velmi ráda, že jsem si mohla všechny technologie vyzkoušet a tím rozšířit znalosti v tomto oboru. Vzhledem ke skutečnosti, že zejména o moderních technologiích je

k dispozici poměrně malé množství relevantních materiálů v českém jazyce, může tato práce přinést nové informace a myšlenky nejen pedagogům. Mohla by být také jistým impulsem k dalšímu rozvoji tohoto oboru či tvorbě vlastních námětů a výrobků.

## RESUMÉ

V úvodu práce jsem se věnovala stručnému popisu šperků a oděvních doplňků z hlediska historického vývoje. Objasnila jsem důležitou složku osobního potenciálu, jíž je kreativita a představila několik klasifikací metod rozvoje tvořivosti, techniky podporující tvořivost a v rámci metod výzkumu jsem uvedla několik podob testů, ověřující tvořivou schopnost.

Další část práce popisuje vybrané techniky používané při výrobě šperků nebo oděvních doplňků. V práci se věnuji technikám výroby šperků z kovu, drátu, korálků, smaltu, dále šperkům z křišťálové pryskyřice, skvostům vyrobeným technikou Tiffany, poměrně nové technice Steampunk a krátce jsem představila možnosti tvorby s polymerovou hmotou.

Popsala jsem moderní nástroje pro návrh a výrobu šperků, jimiž je 3D frézka, počítačem řízený soustruh, CNC laserová gravírovací technologie a 3D tiskárna. Trojdimenzionálnímu tisku jsem se v diplomové práci věnovala podrobněji, jelikož si budoucnost 3D tisku ve šperkařském průmyslu dokáží dobře představit a relevantních materiálů v českém jazyce neexistuje o 3D tisku mnoho. Touto prací jsem informace o 3D tisku v mateřském jazyce rozšířila. Určila jsem možnosti využití 3D tisku v několika odvětvích, zejména v oblasti školství.

V praktické části diplomové práce jsem navrhla náměty na výrobku určené žákům druhého stupně ZŠ. Návrhy jsou řazeny od nejjednodušších k složitějším. Vypracovala jsem postupy výroby, doplnila je o fotografie vznikajícího výrobku v softwaru SketchUp Make 2015 i výtisku výrobku a ověřila jsem vhodnost navržených modelů.

Na kontrolní skupině tvořenou žáky 2. stupně základní školy jsem ověřila realizovatelnost vybraných námětů. Pro ověření jsem vybrala náměty: drátěné šperky, korálkování a modelování 3D návrhu. Výrobky jsem posuzovala na základě několika hodnotících kritérií, jimiž je funkčnost, složitost, originalita, zdatnost a potřebný čas. Tvůrčí činnost jsem hodnotila individuálně. V závěru práce jsou výsledky shrnuty a vyvozeny závěry.

## SUMMARY

At the beginning of my Master thesis I showed a brief description of the jewellery and clothing accessories according to the historical development. I clarified an important component of personal potential, which is creativity and introduced several classifications of methods of developing creativity, technology supporting the creativity. Several forms of tests, which are certifying a creative capacity, are mentioned due to informing about methods of research.

Next part describes selected techniques which are used in the production of jewelry or clothing accessories. The work is devoted to the techniques of jewelry production from metal, wire, beads, enamel, as well as jewelry from crystal resin, gems made by Tiffany technique and a relatively new technique Steampunk. I also briefly introduced the possibility of making jewelry from a polymer material.

I described the modern tools for the design and production of jewelry, which is a 3D milling machine, computer-controlled lathe, CNC laser engraving technology and a 3D printer. I focused mostly on 3D print, because I can well imagine a future of 3D printing in the jewelry industry. There is not a lot of Czech relevant materials about 3D printing. I extended information about 3D printing in my mother language by writing this thesis. I identified the possibilities of 3D printing in several sectors, particularly in education.

The practical part of the thesis contains proposed themes for products intended for pupils of upper primary schools. Proposals are ranked from the simplest to the more complex. I developed manufacturing processes, complemented by photographs of the products, which were generated in the software SketchUp Make 2015 and issues of the products. I checked the suitability of the proposed models.

I verified the feasibility of the chosen themes on a control group of pupils from upper primary school. I chose following themes for verification: wire jewelry, beads and modeling of 3D design. I judged final products by evaluation criteria based on functionality, complexity, originality, capability and required time. I evaluated creative work individually. The results are summarized and conclusions are drawn in the final conclusion.



**ZDROJE INFORMACÍ**

## SEZNAM LITERATURY

3D Printing: Food in Space. NASA [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: [http://www.nasa.gov/directorates/spacetech/home/feature\\_3d\\_food\\_prt.htm](http://www.nasa.gov/directorates/spacetech/home/feature_3d_food_prt.htm)

Autodesk 123D Design [online]. 2015 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.123dapp.com/design>

BALÁŽOVÁ, Eva. *Hry a hračky jako prostředky edukácie*. Prešov: PU v Prešově, Pedagogická fakulta, 2005, s. 70-76. ISBN 80-8068-372-7.

Brainstorming. In: HANUSKOVÁ, Šárka a Bohumil ZMRZLÍK. *ZŠ Mendelova* [online]. 2014 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: [www.mendelova.cz/files/content/150/files/Brainstorming.pdf](http://www.mendelova.cz/files/content/150/files/Brainstorming.pdf)

Claxton, G., Lucas, B. *Literature Review: Progression in Creativity; developing new forms of assessment*, 2011, Newcastle, CCE.

*Cubify 3D Systems: Custom 3D Printing, 3D Designs and Personal 3D Printers* [online]. 2015 [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://cubify.com/>

DACEY, J. S.; LENNON, K. H. *Understanding Creativity: The Interplay of Biological, Psychological, and Social Factors*. San Francisco : Jossey-Bass, 1998.

DAVIS, Josh. The Strati: a 3D-printed electric car that could be built in 24 hours. *The Guardian* [online]. 2014 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.theguardian.com/technology/2014/dec/09/3d-printed-electric-car>

Dimensional accuracy: Part 1 - Small parts and features. *CubeX 3D Printing Blog* [online]. 2013 [cit. 2015-06-24]. Dostupné z: <http://cubex3dprinting.blogspot.cz/2013/05/dimensional-accuray-part-1-small-parts.html>

History of 3D Printing: The Free Beginner's Guide. *3D Printing Industry* [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/history/>

HONZÍKOVÁ, Jarmila. *Nonverbální tvořivost v technické výchově*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008, 101 s. ISBN 978-80-7043-714-8.

HONZÍKOVÁ, Jarmila. Vliv expresivních výchov na rozvoj neverbální tvořivosti. In: *11. konference ČAPV: Sociální a kulturní souvislosti výchovy a vzdělávání*. Brno: Masarykova univerzita, 2003, s. 1-12. Dostupné z: [www.ped.muni.cz/capv11/4sekce/4\\_capv\\_honzikova.pdf](http://www.ped.muni.cz/capv11/4sekce/4_capv_honzikova.pdf)

JANKŮJ, Monika a A KOL. *Velká kniha výtvarných technik*. Brno: Computer Press, 2007, s. 85-86. ISBN 80-251-1629-8.

JONES, Tammy. Steampunk-Style Jewelry: What It Is and How You Can Make It. *Jewellery Making Daily* [online]. 2012 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.jewelrymakingdaily.com/blogs/daily/archive/2012/10/12/steampunk-style-jewelry-what-it-is-and-how-you-can-create-it.aspx>

JONES, Linda. *Originální bižuterie z drátků: osobité módní doplňky*. Vyd. 2. Praha: Ikar, 2012, 126 s. ISBN 978-80-249-1905-8.

JURČOVÁ, M. *Torranceho figurální test tvorivého myšlení*. Příručka. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy, n.p., 1984.

KIELBUSOVÁ, Marie. *Korálkové nápady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-802-4733-296.

KOVÁČOVÁ, Jana. *Výroba šperků ze dřeva, kůže a kovu*. Plzeň, 2012. Diplomová práce. Západočeská univerzita.

KROTKÝ, Jan. 3D tisk v přípravě budoucích učitelů. *Trendy ve vzdělávání*, 2014, roč. Neuveden, č. 2014, s. 210-213. ISSN: 1805-8949

KROTKÝ, Jan a Jarmila HONZÍKOVÁ. Specifika zavádění prototypingových technologií do technických a přírodovědných předmětů na základních školách. *Časopis Technika a vzdělávání*. 2014, (2).

KŘÍŽOVÁ, Alena, John VAINWRIGHT a Graham RAE. *Ornament - oděv - šperk: archaické projevy materiální kultury*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009, 253 s. Etnologické studie, 5. ISBN 978-802-1049-635.

KŘÍŽOVÁ, Alena, John VAINWRIGHT a Graham RAE. *Proměny českého šperku na konci 20. století: archaické projevy materiální kultury*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 223 s. Etnologické studie, 5. ISBN 80-200-0920-5.

Laminated Object Manufacturing (LOM). *CustomPartNet* [online]. 2009 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.custompartnet.com/wu/laminated-object-manufacturing>

MILLEROVÁ, Judith, VAINWRIGHT a Graham RAE. *Průvodce pro sběratele: šperky*. Vyd. 1. Praha: NOXI, 2004, 255 s. ISBN 80-891-7909-6.

MOC, Pavel. *3D Tisk: nové možnosti ve výuce technických předmětů*. Plzeň, 2015. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Mgr. Jak Krotký.

OWAD, Tom. CNC Machining vs 3D Printing. *Make:: DIY projects* [online]. 2014 [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://makezine.com/magazine/make-ultimate-guide-to-3d-printing/cnc-machining-vs-3d-printing/>

PETRÁČKOVÁ, Věra a Jiří KRAUS. *Akademický slovník cizích slov: [A-Ž]*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1995, 834 s. ISBN 80-200-0607-9.

Printing Material Suppliers. *RepRapWiki* [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: [http://reprap.org/wiki/Printing\\_Material\\_Suppliers](http://reprap.org/wiki/Printing_Material_Suppliers)

Rapid Prototyping Techniques, Selective Laser Sintering, 3D Printing a FDM Prototype. *Protosys Technologies* [online]. 2012 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.protosystech.com/rapid-prototyping.htm>

SCHUBERT, Carl, C. VAN LANGEVELD a Larry A. DONOSO. Innovations in 3D printing: a 3D overview from optics to organs. *British Journal of Ophthalmology* [online]. 2013 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://bjo.bmj.com/content/early/2013/11/28/bjophthalmol-2013-304446.short>

*SketchUp: 3D for Everyone* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.sketchup.com/>

*Společnost pro kreativitu ve vzdělávání* [online]. 2013 [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.crea-edu.cz/>

SVOBODOVÁ, Martina. Jak na to: Křišťálová pryskyřice – výroba šperků. *Výtvarný-shop.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.vytvarny-shop.cz/clanky/jak-na-to-kristalova-pryskyrice-vyroba-sperku-8.html>

Technologie výroby šperků. *Noemi: zlatnictví* [online]. 2011 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.eshop.zlatnictvinoemi.cz/technologie-vyroby-37/>

*Tinkercad: Features* [online]. 2015 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <https://www.tinkercad.com/about/features>

Tvořivost. *Wikisofia: portál pro tvorbu, ukládání a získávání studijních materiálů z oblasti humanitních věd* [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <https://wikisofia.cz/index.php/Tvo%C5%99ivost>

Types of Beads used in jewellery making. *Bojangle beads* [online]. 2015 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://www.bojanglebeads.co.uk/bead-types-explained>

Urban, K. K., Jellen, H. G. *Urbanův figurální test tvořivého myšlení*. Vyd. 3. Brno: Psychodiagnostika, s.r.o., 2003.

VRECKOVÁ, Helena. Netušené možnosti 3D tisku. *VTM* [online]. 2015 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/netusene-moznosti-3d-tisku>

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- 123d-design-robotic-arm-lucy-liu. In: *123DAPP* [online]. © 2014 Autodesk 123D. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://cdn.123dapp.com/wp/wp-content/uploads/2014/10/123d-design-robotic-arm-lucy-liu.jpg>
- Bracelet\_de\_Sheshonq\_ler. In: *Larousse* [online]. © 2012 Larousse. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: [http://www.larousse.fr/encyclopedie/data/images/1311382-Bracelet\\_de\\_Sheshonq\\_ler.jpg](http://www.larousse.fr/encyclopedie/data/images/1311382-Bracelet_de_Sheshonq_ler.jpg)
- Image004. In: *Rusnauka* [online]. © 2008 Rusnauka. [cit. 2015-04-26]. Dostupné z: [http://www.rusnauka.com/28\\_NIOXXI\\_2008/Pedagogica/35481.doc.files/image004.gif](http://www.rusnauka.com/28_NIOXXI_2008/Pedagogica/35481.doc.files/image004.gif)
- Image018. In: *Rusnauka* [online]. © 2008 Rusnauka. [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: [http://www.rusnauka.com/28\\_NIOXXI\\_2008/Pedagogica/35481.doc.files/image018.gif](http://www.rusnauka.com/28_NIOXXI_2008/Pedagogica/35481.doc.files/image018.gif)
- Keltska spirala. In: *Fler* [online]. © 2011 Zdenka Ohn. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://img.flercdn.net/products/1/5/159977/2661626/1335292522-b.jpg>
- Kytička z Preciosa Twin. In: *Barevný svět perlí a perliček*. © 2013 Preciosa Ornela. [cit. 2015-05-16]
- Nahrdelnik zvireci zuby. In: *MuzeumZatec* [online]. © 2013 MuzeumZatec. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: [http://www.muzeumzatec.cz/files/ruzne\\_obrazky/nahrdelnik-zvireci-zuby.jpg](http://www.muzeumzatec.cz/files/ruzne_obrazky/nahrdelnik-zvireci-zuby.jpg)
- Slunicko\_twin. In: *Bijoux-components* [online]. © 2014 Bijoux-components. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.bijoux-components.cz/upload/twin/4.JPG>
- Sperkyssestribrem. In: *AtelierGlass* [online]. © 2007 AtelierGlass. [cit. 2015-05-07]. Dostupné z: <http://www.atelierglass.cz/Soubory/sperkyssestribrem-100129120129.jpg>
- Steampunk\_bracelet. In: *DeviantArt* [online]. © 2012 DeviantArt. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: [http://img07.deviantart.net/255a/i/2012/310/c/a/steampunk\\_bracelet\\_\\_\\_watch\\_movement\\_\\_\\_cybersteam\\_by\\_catherinetterings-d5k7ops.jpg](http://img07.deviantart.net/255a/i/2012/310/c/a/steampunk_bracelet___watch_movement___cybersteam_by_catherinetterings-d5k7ops.jpg)
- Steampunk-Necklace-Sterling. In: *Steampunk Nation* [online]. © 2014 Steampunk Nation. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://steampunknation.com/wp-content/uploads/Steampunk-Necklace-Sterling-Silver-Pocket-Watch-Movement-with-Gears-and-Dragonfly-2-550x412.jpg>
- Tinkercad. In: *Ponoko* [online]. © 2012 Ponoko. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://blog.ponoko.com/wp-content/uploads/2012/11/tinkercad.jpg>
- Urbanův figurální test tvořivého myšlení. In: *Psychodiagnostika*. Urban, K. K., Jellen, H. G. © 2003

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pravěký náramek z kostí v Žateckém muzeu (MuzeumZatec, 2013).....	7
Obrázek 2: Egyptský náramek (Larousse, 2012).....	8
Obrázek 3: Torrancův figurální test - ukázka zadání neúplných figur a vyplněné 3. části testu (Rusnauka, 2008) .....	26
Obrázek 4: Ukázka Urbanova testu figurálního myšlení - varianta B (Urban, Jellen, 2003) .....	27
Obrázek 5: Tvarový skládací test - 4 plošné tvary a konkrétní ukázka zadání testu (Rusnauka, 2008).....	27
Obrázek 6: Ukázka drátů různého průměru, materiálu a barev (vlastní zdroj) .....	31
Obrázek 7: Montážní komponenty (vlastní zdroj).....	32
Obrázek 8: Typy kleští – zleva štípací, ploché s hladkými čelistmi, ploché s vroubky, kulaté ketlovací (vlastní zdroj) .....	33
Obrázek 9: Gizmo s vytvořenou spirálou (vlastní zdroj) .....	35
Obrázek 10: Květiny vytvořené technikou drátování (vlastní zdroj) .....	38
Obrázek 11: Návlekový materiál - voskovaná šňůra, vlasec, lanko, kůžička (vlastní zdroj) .....	39
Obrázek 12: Technika upevnění korálku (vlastní zdroj) .....	40
Obrázek 13: Technika šití korálků (vlastní zdroj).....	40
Obrázek 14: Náušnice vyrobené technikou šití korálků (vlastní zdroj) .....	41
Obrázek 15: Smaltované výrobky (vlastní zdroj).....	42
Obrázek 16: Lůžka na pryskyřici - prstýnek, medailonek, náušnice puzety (vlastní zdroj).....	43
Obrázek 17: Fotografie připravené k přilepení do lůžka, zalité medailonky (vlastní zdroj).....	43
Obrázek 18: Náušnice vyrobené technikou Tiffany (vlastní zdroj) .....	45
Obrázek 19: Medailonky vyrobené technikou Tiffany (AtelierGlass , 2007).....	47
Obrázek 20: Výrobky z polymerových hmot (vlastní zdroj).....	48
Obrázek 21: Medailonek vyrobený technikou Steampunk (Steampunk Nation, 2014).....	49
Obrázek 22: Náramek vyrobený technikou Steampunk (DeviantArt, 2012) .....	50
Obrázek 23: Tiskárna CubeX v prostředí laboratoře školy (vlastní zdroj).....	64
Obrázek 24: Tisková plocha tiskárny CubeX - pohled shora na tiskovou hlavu při právě probíhajícím tisku (vlastní zdroj).....	65
Obrázek 25: Čip originální cartridge pro tiskárnu CubeX (vlastní zdroj).....	66
Obrázek 26: Prostředí programu 3D Systems zobrazující stavbu jednotlivých vrstev modelu (vlastní zdroj).....	66
Obrázek 27: Prostředí programu Tinkercad (Ponoko, 2012) .....	67
Obrázek 28: Prostředí programu 123D Design (Autodesk 123D, 2014) .....	68
Obrázek 29: Prostředí programu SketchUp Make 2015 (vlastní zdroj).....	69
Obrázek 30: Náušnice z měděného drátu (Ohn, 2011).....	73
Obrázek 31: Přívěsek ve tvaru květiny vyrobený technikou drátování (vlastní zdroj) .....	74
Obrázek 32: Drátěné kuličky ze spirály (vlastní zdroj).....	76
Obrázek 33: Náušnice ve tvaru kuličky z perliček (vlastní zdroj) .....	77
Obrázek 34: Graficky naznačený postup výroby jednoduché kuličky (vlastní zdroj) .....	78
Obrázek 35: Sluníčko vyrobené z korálků TWIN (Bijoux-components, 2014).....	79
Obrázek 36: Naznačení postupu navlékání korálků TWIN do tvaru sluníčka (Preciosa Ornela, 2013) .....	79
Obrázek 37: Náušnice ve tvaru hvězdy z korálků TWIN (vlastní zdroj).....	81

---

Obrázek 38: Výtisky námětů na 3D tiskárně CubeX (vlastní zdroj).....	82
Obrázek 39: Naznačený postup tvorby korálku ve tvaru krychle (vlastní zdroj).....	85
Obrázek 40: Naznačení postupu tvorby knoflíku se čtyřmi otvory (vlastní zdroj) .....	87
Obrázek 41: Naznačení postupu tvorby pyramidy (vlastní zdroj).....	88
Obrázek 42: Naznačení postupu tvorby medailonu ve tvaru kosočtverce (vlastní zdroj) ...	90
Obrázek 43: Molekulární struktura dopaminu (vlevo) a serotoninu (vpravo) vytvořená v programu SketchUp (vlastní zdroj) .....	92
Obrázek 44: Naznačení postupu tvorby vločky (vlastní zdroj) .....	94
Obrázek 45: Naznačení postupu tvorby čtyřlístku (vlastní zdroj).....	95
Obrázek 46: Naznačení postupu tvorby květiny (vlastní zdroj) .....	96
Obrázek 47: Naznačení postupu tvorby motýla (vlastní zdroj).....	98
Obrázek 48: Naznačení postupu tvorby medailonku z kružnic (vlastní zdroj) .....	99
Obrázek 49: Naznačení postupu tvorby Ludolfova čísla (vlastní zdroj).....	101
Obrázek 50: Naznačení postupu tvorby medaile (vlastní zdroj) .....	102
Obrázek 51: Spirála vyrobená zleva Jakubem, Petrou a Eliškou (vlastní zdroj).....	104
Obrázek 52: Kuličky a náramek vyrobené zleva Jakubem, Petrou a Eliškou (vlastní zdroj) .....	105
Obrázek 53: Návrhy knoflíků vytvořené žáky ZŠ v programu SketchUp zleva Jakub, Petra, Eliška (vlastní zdroj).....	106
Obrázek 54: Pyramidy vytisknuté na zařízení CubeX podle modelů zleva Jakuba, Petry a Elišky (vlastní zdroj).....	107
Obrázek 55: Návrhy motýla/květiny vytvořené žáky ZŠ v programu SketchUp zleva Jakub, Petra, Eliška (vlastní zdroj).....	108
Obrázek 56: Motýlci vytisknuti na zařízení CubeX podle modelů Jakuba a Petry zleva (vlastní zdroj).....	109

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Časová náročnost tisku na zařízení CubeX.....	83
Tabulka 2: Základní informace o žácích ZŠ podílejících se na ověření návrhů.....	103

## PŘÍLOHY

Součástí práce je i CD s veškerými soubory, potřebnými k vytvoření této práce.

CD obsahuje:

- Složka Modely\_SketchUp\_Make\_2015
- Složka Obrazky\_pouzite\_v\_DP
- Složka Snimky\_postupu\_modelovani\_v\_SketchUp
- Tomanova\_DP\_Anotace.docx
- Tomanova\_DP\_Anotace.docx
- Tomanova\_DP\_FPE\_TE\_Vyroba\_sperku\_a\_odevnich\_doplňku\_tradicnimi\_i\_novymi\_metodami.docx
- Tomanova\_DP\_FPE\_TE\_Vyroba\_sperku\_a\_odevnich\_doplňku\_tradicnimi\_i\_novymi\_metodami.pdf