

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra výtvarné výchovy

Bakalářská práce

Veronika Lednová

Číslo

Olomouc 2017

Vedoucí práce: Mgr. akad. mal. René Hábl

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala sama a že jsem použila uvedenou literaturu a prameny.

V Olomouci dne:

.....

vlastnoruční podpis

Děkuji panu Mgr. akad. mal. René Háblovi, za jeho rady a cenné připomínky, které přispěly k vyšší úrovni bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat firmě R & M, spol. s.r.o., za sponzorský dar, díky kterému se má práce mohla realizovat.

Obsah

Úvod	1
1 TEORETICKÁ ČÁST	2
1. 1 Matematika v umění v historickém kontextu	2
1. 1. 1 Pravěk	2
1. 1. 2 Starověk	2
1. 1. 2. 1 Egypt	2
1. 1. 2. 2 Řecko	3
1. 1. 2. 3 Řím	6
1. 1. 3 Středověk	7
1. 1. 3. 1 Gotika	7
1. 1. 3. 2 Renesance	8
1. 1. 4 Novověk	10
1. 1. 4. 1 Baroko	10
1. 1. 5 Doba moderní	10
1. 1. 5. 1 Kubismus	10
1. 2 Autoři využívající matematiku	11
1. 2. 1 Georges Seurat	11
1. 2. 2 Maurits Cornelis Escher	12
1. 2. 3 Roman Opalka	13
1. 2. 4 František Kupka	14
1. 2. 5 Bohumil Kubišta	15
1. 2. 6 Stanislav Kolíbal	16
1. 2. 7 Dalibor Chatrný	17
2 PRAKTICKÁ ČÁST	18
2. 1 Hledání	18
2. 2 Popis vlastní práce	18
2. 2. 1 Materiál	18
2. 2. 2 Technické řešení	19
2. 2. 3 Cesta k obrazu	19
Závěr	25
Seznam použité literatury	26
Seznam použitých internetových zdrojů	28

Zdroje obrazových příloh	31
Anotace	33

Úvod

Téma bakalářské práce přímo souvisí s mými studovanými obory, matematikou a výtvarnou tvorbou. Je tomu tak proto, že jsem se od začátku prvního semestru setkávala s názory, že spolu tyto dva předměty nemají nic společného. Ovšem již během studia obou zmiňovaných předmětů jsem zjistila, že toho mají společného víc, než by se na první pohled mohlo zdát, a ve své práci se snažím právě o obhájení tohoto stanoviska.

V teoretické části se zabývám tématem matematiky v umění. Protože se matematika ve výtvarných projevech začíná objevovat již v samotných počátcích výtvarného umění, věnuji se ze začátku historii. Jelikož ve své práci pracuji s čísly a geometrií, není mým cílem podrobné zkoumání dějin umění, ale zaměřuji se na období, v nichž se matematika projevila nejvýrazněji. Dále zmiňuji autory, kteří rovněž ve své tvorbě pracovali s matematikou.

Praktická část popisuje vznik mé práce od inspirace, přes výběr materiálů, až po finální zhotovení. Ve výtvarném projevu obdivuji roli symbolu. Čísla, se kterými ve svém díle pracuji, nejsou vlastně nic jiného než symboly, značí počet nebo pořadí. Jedná se o abstraktní prvek vyjádřený znakem - číslem. Možná právě z tohoto důvodu jsem se nechala tak fascinovat čísly. Také se tu objevuje geometrie, která společně s čísly patří k nejstarším zkoumaným předmětům matematiky.

Tento text je doprovodem k praktické bakalářské práci.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1. 1 Matematika v umění v historickém kontextu

1. 1. 1 Pravěk

S prvními projevy matematiky v umění se setkáváme již v paleolitu. Například na jeskynních malbách, kdy se prostor znázorňoval na plochu, což je bráno jako počátek geometrických představ. Víme i o první numeraci, kdy se číselný znak značil jako zářez či čárka a opakováním se jeho hodnota navyšovala.¹ V období mladšího paleolitu se s matematikou můžeme setkat na keramice. Začalo se využívat geometrických znaků a to i v malbách, kdy se geometrické vzory a znaky stávají součástí reálných kreseb. K většímu prohloubení dochází v mezolitu a neolitu, kdy dochází k postupnému zjednodušování tvarů. Zprvu symetrické tvary a jednoduché linie se mnohonásobí. Začíná se využívat symetrie.²

1. 1. 2 Starověk

1. 1. 2. 1 Egypt

Ve starověkém Egyptě šel vývoj matematiky ruku v ruce s vývojem egyptské civilizace. Za největší matematickou památku starověkého Egypta lze označit Moskevský (1890 př. n. l.) a Rhindův (1700 př. n. l.) papyrus. Oba dva obsahují matematické úlohy, proto si z nich můžeme udělat představu o egyptské matematice.³ Kromě těchto papyrů a některých matematických zápisů na kůži a číselných zápisů se nic nedochovalo. V této době sloužila matematika především k měření a výpočtům. Bylo třeba využít matematických principů při budování monumentální architektury. Španělský archeolog Lopez Ferreiro se zabýval tím, jak se Egyptanům povedlo docílit pravého úhlu u pyramid. Vydal v roce 1890 hypotézu, podle níž využívali konstrukci pravidelného šestiúhelníku.⁴ Právě u pyramid můžeme využití matematiky sledovat nejvíce. U Velké pyramidy se používal ke stanovení sklonu vztah 14/11, což je poměr výšky pyramidy k polovině její základny. Když si 14/11 vyčíslíme, dostaneme

¹ STRUIK, D. J. *Dějiny matematiky [Struik, 1963]* : Dirk J. Struik. 1. vyd. Praha: Orbis

² MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury 1*. 5. vyd., V Idea servis 4. vyd. Ilustroval Václav RYTINA. Praha: Idea servis, 2009-. ISBN 978-80-85970-65-4.

³ STRUIK, D. J. *Dějiny matematiky [Struik, 1963]* : Dirk J. Struik. 1. vyd. Praha: Orbis

⁴ Dějiny matematiky. In: *Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity* [online]. České Budějovice, 2012 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/knihy/DejinyM.pdf>

číslo 1,272, které odpovídá úhlu sklonu $50^{\circ}50'35''$. Poměr úsečky vycházející z vrcholu a směřující doprostřed základny k polovině základny je 1,618, tedy $1,272 \times 1,272$, tento údaj odpovídá přímo zlatému řezu, ke kterému se ve své práci dostanu později.

Dále víme, že poměr poloviny obvodu k výšce pyramidy je $22/7$, tj. 3,1428. Můžeme si hned povšimnout, že se toto číslo blíží Ludolfovu číslu 3,1416. Proto můžeme tvrdit, že geometrické poměry Velké pyramidy nejsou náhodné, ale matematicky vypočítané.⁵

1. 1. 2. 2 Řecko

K velkému rozvoji matematiky a také dalších vědních disciplín došlo ve starověkém Řecku. Z tohoto období známe mnoho skvělých matematiků. Mezi nejznámější patří Thales (asi okolo roku 624 – 548 př. n. l.), kterého si zřejmě vybavíme jako tvůrce Thaletovy věty, která nám říká, že: „*Všechny trojúhelníky, jejichž střed kružnice opsané leží na přeponě tohoto trojúhelníku, jsou pravoúhlé*“⁶, dále Pythagoras (asi 570 – 510 př. n. l.), který přikládal číslu 1 velký význam. Považoval ho za číslo pocházející přímo od Boha, jež tvoří základ všem ostatním číslům, kterým také přikládal symbolický význam. Například sudá čísla byla ženská, zatímco lichá byla mužská. Číslo 5 znamenalo manželství (jelikož se jednalo o součet prvního ženského, tedy sudého čísla, s prvním mužským). V čísle 4 spatřoval spravedlnost, neboť tohoto čísla docílíme nejen jako součtem dvou 2, ale i vynásobením dvou 2. Znamější je ovšem jeho Pythagorova věta, která zní: „*Obsah čtverce nad přeponou pravoúhlého trojúhelníka je roven součtu obsahů čtverců nad jeho odvěsnami*“⁷. Zajímavé také je, že měl Pythagoras vycházet z babylónské znalosti o průměrech, které využil při své hudební teorii: „*Tóny, které k sobě ladí, vznikají tehdy, jsou-li délky stran v poměru malých celých čísel*“⁸. Stejně jako on, měli i Pythagorejci, jeho stoupenci a následovníci, mít znalosti o průměrech z Babylonie, které využili při konstrukci zlatého řezu. Není tedy náhodou, že znakem Pythagorejců byl pravidelný pětiúhelník, který v sobě skrývá poměr zlatého řezu.⁸

Bylo by dobré zmínit, co to zlatý řez vlastně je a jak se dá matematicky zkonstruovat, protože právě zde vidíme jasné propojení matematiky a výtvarného umění. Zlatý řez je tedy matematická konstanta, která se nejčastěji vnímá jako ideální poměr mezi dvěma úsečkami. Je velmi pravděpodobné, že zlatý řez znali už starověcí Egypťané. První zmínku o něm

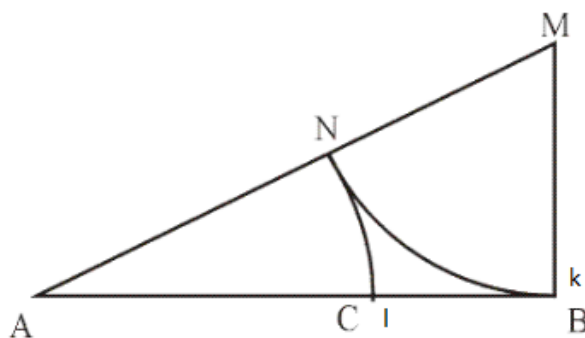
⁵ *Tajemný Egypt*. EU: Nakladatelství Atlas, 1997.

⁶ Thaletova kružnice. In: *Matematika.cz* [online]. Brno: Vydavatelství Nová média, 2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.matematika.cz/thaletova-kruznice>

⁷ Pythagorova věta. In: *Matematika.cz* [online]. Brno: Vydavatelství Nová média, 2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.matematika.cz/pythagorova-veta>

⁸ Dějiny matematiky. In: *Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity* [online]. České Budějovice, 2012 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/knihy/DejinyM.pdf>

nalézáme až v době antiky u Eukleida (asi 340 – 287 př. n. l.), který na zlatý řez naráží při jedné z úloh ve svém díle *Základy*. Pak se na zlatý řez zapomíná a lidé se k němu vrací až v době renesance, kde se vyskytuje hojně, jelikož mu řada autorů přikládá až božské vlastnosti. Můžeme se s ním setkat například v díle *Poslední večeře* od Leonarda da Vinci, dále pak v chrámu Notre-Dame v Paříži. Co se týče moderní doby, se zlatým řezem se můžeme setkat ve 20. letech v díle Le Corbiseura (1887 – 1965). Nejčastěji ho značíme řeckým písmenem Φ (fi). Volba označení má být na počest řeckého sochaře Feidia (asi 490 – 430 př. n. l.), někteří se ale domnívají, že se jedná spíš o počest Leonarda Pisánského, zvaný Fibonacci (asi 1170 - 1240 n. l.), jehož posloupnost, kterou uvedu později, souvisí se zlatým řezem. Nyní se podíváme na geometrickou konstrukci, která bývá označována jako Herónova. Narýsujeme si libovolně velkou úsečku AB, kterou budeme chtít rozdělit ve zlatém řezu. Vztýčíme kolmici procházející bodem B, jejíž délka odpovídá polovině $|AB|$. Na konci kolmice jsme našli bod M. Z tohoto bodu sestrojíme kružnici k s poloměrem velikosti $|BM|$. Spojíme si body A a M. Tam, kde se protne kružnice k s úsečkou AM, nalezneme bod N. Nyní sestrojíme další kružnici, tentokrát kružnici l , z bodu A o poloměru $|AN|$. Průnik kružnice l s úsečkou AB označíme jako bod C. Bod C nám dělí úsečku AB v poměru zlatého řezu. Pro názornost je konstrukce znázorněna na obrázku.⁹



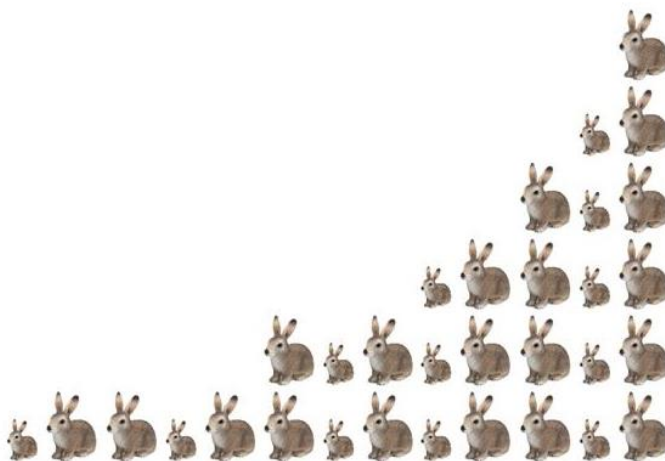
Obrázek 1. Geometrická konstrukce zlatého řezu¹⁰

Nyní se vrátím k Fibonaccimu a ukážu, jak jeho matematická práce souvisí se zlatým řezem. Na úvod připomeňme, co to vlastně Fibonacciho posloupnost je. Jedná se o posloupnost, která začíná čísly 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ... Vidíme, že každý člen je součtem obou předchozích. Tato posloupnost byla vymyšlena pro rozptýlení v souvislosti se vzorci

⁹ HORDĚJČUK, Vojta. Zlatý řez. In: *Voho* [online]. Luxembourg, 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://voho.eu/wiki/zlaty-rez/>

¹⁰ FRICOVÁ, Eva. Zlatý řez. In: *Žroutik.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.zroutik.cz/download/1_semestr/ak1_fraktaly_zlaty_rez.pdf

množení králíků.¹¹ Úloha se objevila v jeho knize *Liber abaci* (1202) a zní: „*Kdosi umístil pár králíků na místě ze všech stran ohrazeném zdí, aby poznal, kolik párů králíků se narodí v průběhu jednoho roku, jestliže u králíků je tomu tak, že pár králíků přivede měsíčně na svět jeden pár a že králíci počinají rodit ve dvou měsících svého věku. S případy uhynutí se nepočítá. První králíci umístění do ohrady jsou čerstvě narození*“. Představme si tedy, že na konci prvního měsíce máme 1 pár, na konci druhého měsíce už 2 páry, protože původní pár porodil, ale nový ještě nezačal. Když takto budeme pokračovat dál, dostaneme po čísle 1 a 2 dále 3 a 5, tak bychom pokračovali dále. Další počítání je už náročnější, proto se snažíme zobecnovat. Počet párů králíků na konci $(n + 1)$ -ního měsíce si označíme jako F_{n+1} , na konci $(n + 2)$ -hého měsíce bude v ohradě F_{n+1} starých párů králíků, ale kromě toho se ještě narodí tolik párů králíků, kolik jich bylo na konci n -tého měsíce, tj. F_n . Dostaneme tedy pro konec $(n + 2)$ -ho měsíce vztah: $F_{n+2} = F_{n+1} + F_n$. Příklad nám demonstruje obrázek:



Obrázek 2. *Fibonacciho posloupnost – úloha s králíky*¹²

Když vypočteme všechny mezikroky, dostaneme číslo 377.¹³ Sám Fibonacci ale posloupnost nepojmenoval, to udělal francouzský matematik Edouard Lucas v 19. století. Ukázali jsme si obvyklou definici Fibonacciho posloupnosti, ale k některým účelům je dobré znát vyjádření n -tého členu.

¹¹ BALL, Keith M. *Podivuhodné křivky, počítání králíků a jiná matematická dobrodružství*. Praha: Argo, 2011. Zip (Argo: Dokořán). ISBN 978-80-7363-289-2.

¹² Fibonacciho posloupnost - zavedení. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1493-fibonacciho-posloupnost-zavedeni>

¹³ Fibonacciho posloupnost - zavedení. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1493-fibonacciho-posloupnost-zavedeni>

Tento vzorec se obvykle připisuje matematiku Binetovi z Francie a obecně je dán takto:¹⁴

$$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1 - \sqrt{5}}{2} \right)^n \right]$$

Ve vztahu můžeme jasně vidět zakódovaný zlatý řez. První člen je totiž mocnina zlatého řezu a druhý člen můžeme chápat jako jakousi opravu, protože zlatý řez získáme jako limitu Fibonacciho posloupnosti.¹⁵

Kromě zlatého řezu nalézáme aplikaci matematiky na výtvarné umění i v kánonech, které určovaly ideální rozměry lidské postavy. V 5. století př. n. l. řecký sochař Polykleitos z Argu hledal matematické a geometrické zákonitosti ve skladbě lidského těla. Ve svém pojednání *Canon* stanovil pravidla proporčně vyvážené postavy. Znamenalo to, že výška postavy se musela rovnat 7,5 násobku vertikálního rozměru hlavy. Tento zákon využil především u svých soch atletů, například u Doryfora a Diadúmena.¹⁶ Ve 4. století přichází s novým kánonem Lýsippos, dvorní sochař Alexandra Velikého. Výška hlavy tvoří jednu osminu lidského těla.¹⁷

1. 1. 2. 3 Řím

Když pomineme architekturu, využití matematiky v Římě můžeme sledovat v malířství. Nejvíce se dochovaly nástěnné malby z Pompejí a samotného Říma. Pompejské malířství můžeme rozdělit do čtyř skupin podle motivů, období vývoje a malířských technik. Jedná se o styl inkrustační, styl architektonický, styl ornamentální a styl fantaskní. Z hlediska matematiky nás bude nejvíce zajímat styl architektonický a fantaskní. Architektonický styl lze datovat zhruba mezi lety 80 – 15 př. n. l., začalo se používat racionální prostorové iluze vyvolávané konstruktivními postupy. Nejedná se však o perspektivu jak ji známe z období renesance. Malovaly se například architektonické články, před nimiž se nacházely skutečné sloupy, a tak se vyvolávalo většího pocitu iluze. Mimo to zde ale někdy můžeme spatřit i krajiny a figurální kompozice.¹⁸ Okrajově zmíním i ornamentální styl, který lze datovat

¹⁴ BALL, Keith M. *Podivuhodné křivky, počítání králíků a jiná matematická dobrodružství*. Praha: Argo, 2011. Zip (Argo: Dokořán). ISBN 978-80-7363-289-2.

¹⁵ Fibonacciho posloupnost - zavedení. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main/article/view/1493-fibonacciho-posloupnost-zavedeni>

¹⁶ KAFKOVÁ, Martina. Srovnání Praxitele, Skopy a Lýsippa, závěrečná práce. In: *Masarykova univerzita* [online]. Brno, 2007 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/64624/ff_m/Praxiteles__Skopa_a_Lysippos_Nnnn.pdf

¹⁷ MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury* 1. 5. vyd., V Idea servis 4. vyd. Ilustroval Václav RYTINA. Praha: Idea servis, 2009-. ISBN 978-80-85970-65-4.

¹⁸ PIJOAN, José. *Dějiny umění* 2. Praha: Odeon, 1977.

zhruba do roku 15 př. n. l. až 63 n. l.. Prosazovala se v něm plošnost a potlačení prostorové iluze. Bylo to zapříčiněno politickým vývojem, jelikož za Flaviovců byl silně vázán na klasicistní dobrý vkus. Prosadily se ornamentální prvky, například girlandy, odtud název stylu ornamentální. Fantaskní styl (63 a 79 n. l.) rozvíjel stále složitější architektonický ornament, prvky a články. Některé z kompozic silně připomínají divadelní dekorace. Mísil i prvky předchozích stylů, jelikož se začal využívat při obnově a nové výzdobě po výbuchu Vesuvu. Můžeme zde vypožorovat smysl pro světlo a atmosféru, což také souvisí s používáním sytých barev.¹⁹

1. 1. 3 Středověk

V raném středověku je věda potlačena díky nástupu křesťanství. Studovala se především teologie. Matematiky bylo využíváno především u výpočtů daní, velmi důležitý byl také kalendář, především kvůli církevním svátkům.²⁰

1. 1. 3. 1 Gotika

V období gotiky dochází k zesvětštění umění z důvodu rozvoje městské kultury. Výjevy začínají být plastičtější a prostorovější, protože mizí zlaté univerzální pozadí, které je nahrazeno krajinou.

I přesto, že se v Evropě setkáváme s „temným“ středověkem, se v Itálii můžeme setkat s malířem a architektem, který do svých obrazů vkládá hloubku. Řeč je o Ambrogiovi di Bondone (1267 – 1337), který byl známější pod jménem Giotto. I když je jeho perspektiva spíše intuitivní, je pokládán za předchůdce renesančního umění. Vědomě využíval dvou a více hlavních bodů na obraze, čímž mu ale vznikaly chyby. Přímký se totiž nesbíhaly do hlavního bodu, ale rozbíhaly se. Můžeme to pozorovat například na fresce *Sen sv. Františka*.²¹

Využití geometrie můžeme dále sledovat u lomených oblouků, které někdy využívají až složité geometrické konstrukce, a také u dekorativního systému.²²

¹⁹ SOUČEK, Jan. Antické umění: Římské malířství. In: www.zamecek.home [online]. Soukromá střední uměleckoprůmyslová škola Zámeček, 2013 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://intranet.zamecek.cz/dum/DVK12/20-DVK12_RIMSKE_MALIRSTVI.pdf

²⁰ STRUIK, D. J. *Dějiny matematiky [Struik, 1963] : Dirk J. Struik*. 1. vyd. Praha: Orbis

²¹ ŠTAUBEROVÁ, Zuzana. Když malíř neumí matematiku aneb "Chyby" na obrazech známých malířů: vývoj zobrazovacích metod ve výtvarném umění. In: *Mladý Sisyfos* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sisyfos.zcu.cz/matika/predm1/prednaska.htm>

²² MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury 1*. 5. vyd., V Idea servis 4. vyd. Ilustroval Václav RYTINA. Praha: Idea servis, 2009-. ISBN 978-80-85970-65-4.

1. 1. 3. 2 Renesance

Renesance je považována za období, kdy dochází k duchovní vzpouře jedince a znovuzrození antiky.

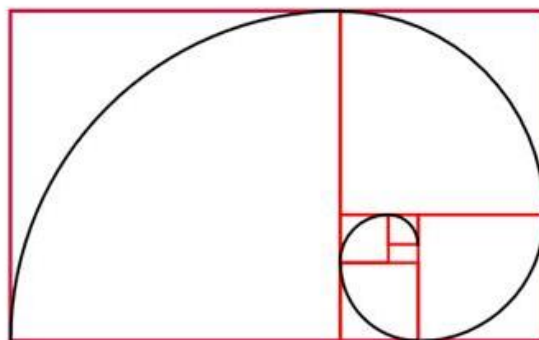
Nejbouřlivěji se perspektiva projevila právě v italské renesanci. Dochází k rozvoji vědy. Neobyčejně velké pokroky se dějí právě v matematice (geometrii) a fyzice (optice). Zkoumání je založeno na zkušenosti. Perspektivu hojně využíval architekt Filippo Brunelleschi (1377 – 1446). Vytvořil systém využívající půdorysu i nárysu (průsečná metoda), což umožňovalo pomocí průsečíků a rovnoběžek nakreslit perspektivní zobrazení. Tohoto systému využil například u stavby florentského dómu. Italský učenec Leon Battista Alberti (1404 - 1472) sepsal *Tři knihy o malířství* (*Della pittura libri tre*, 1435), v nichž podrobně popisuje průsečnou metodu. Protože perspektivy ve svých dílech využívala opravdu řada umělců, zmiňují se o těch, u kterých se matematika projevila nejvíce. Masaccio (1401 - 1428), který užívá zákonitostí Brunelleschiho perspektivní metody, Masolini da Panicale (1383 - 1447), který navazuje na Masaccia, Paolo di Dono, zvaný Uccello (1396 - 1475), o kterém se tvrdí, že byl až přímo posedlý problémy perspektivy a kompozice. Italský malíř, teoretik umění a matematik Piero della Francesca (1420 - 1492) studoval geometrická tělesa a zkoumal základy perspektivního zobrazování. Není tedy divu, že je perspektiva v jeho obrazech pečlivě a přesně konstruována. Za zmínku stojí také to, že vymyslel, jak nakreslit trojúhelník, šestiúhelník a osmiúhelník. Své znalosti sepsal v několika pojednáních o matematice, geometrii a perspektivě.²³ Dalším pojednáním na toto téma byla *Božská proporce* (*Divina Proportione*) od mnicha Luky Pacioliho (1445 – 1517), jejíž ilustrace se ujal sám Leonardo da Vinci, rozebírala zlatý řez.²⁴ Leonardo da Vinci (1452 – 1519) je znám nejen jako malíř, ale i kreslíř, jehož kresby se mimo jiné zaměřují na lidskou anatomii, a vynálezce různých létajících, válečných, či vodních strojů. Ve svých dílech často využívá zlatého řezu.²⁵ Na obraze *Mona Lisa*, můžeme podle spekulací nalézt logaritmickou (zlatou) spirálu. Logaritmická spirála má tu vlastnost, že její spojnice pólu a libovolného jejího bodu protne spirálu vždy pod stejným úhlem. Také můžeme říct, že je to spirála,

²³ ŠTAUBEROVÁ, Zuzana. Když malíř neumí matematiku aneb "Chyby" na obrazech známých malířů: vývoj zobrazovacích metod ve výtvarném umění. In: *Mladý Sisyfos* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sisyfos.zcu.cz/matika/predml/prednaska.htm>

²⁴ OLSEN, Scott Anthony. *Záhadný zlatý řez: největší tajemství přírody*. Praha: Dokořán, 2009. Pergamen. ISBN 978-80-7363-195-6.

²⁵ PEČÍRKA, Jaromír a Alfred LUKASEY. *Život a dílo mistra Leonarda*. Praha: Columbus, 2005. ISBN 80-7249-213-6.

kteřá je postupně vykreslována do obdélníku rozděleného v poměru zlatého řezu.²⁶



Obrázek 3. Zlatá spirála²⁷

Co se týče renesance mimo Itálii, za průkopníka je považován vlámský malíř Jan van Eyck (1390 - 1441). Na jeho obrazech je možné patrně vysledovat základní vlastnosti lineární perspektivy. Neopírá se o teoretický základ, vychází ze svého pozorování, a proto dochází v jeho dílech k chybám.²⁸ Malíř, grafik, matematik a hlavně rytec Albrecht Dürer (1471 – 1528) měl skvělý pozorovací talent a smysl pro přesnost a pečlivost. Zaměřím se na mědirytinu s názvem *Melancholie I.* z roku 1514. Z matematického hlediska hned zaujme magický čtverec umístěný na pravé straně obrazu vzadu. Magický čtverec je: „Čtvercová tabulka o n sloupcích a řádcích, kterou je třeba vyplnit čísla (navzájem od sebe různými a – až na výjimky – po sobě jdoucími od 1 do n^2) tak, aby součty v řádcích, sloupcích a na obou diagonálách byly stejné“.²⁹ Zjistíme, že takto provedený součet nám dá číslo 34. Dolní řada zároveň ukazuje 1514, což je rok, kdy byla rytina vytvořena.³⁰ Jsou v ní navíc zanesena i počáteční písmena malířova jména a příjmení. Totiž v numerologickém převodu písmen na číslice odpovídá D číslici 4 a A číslu 1.³¹ Dále zde můžeme spatřit různé geometrické pomůcky, například kružítko a pravítko. Na levé straně je umístěn mnohostěn. Mimo to je zde spousta předmětů symbolického významu a také šifry, které prostupují celou rytinu.

²⁶ Zlatý obdélník a logaritmická spirála. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1465-zlaty-obdelnik-a-logaritmicka-spirala>

²⁷ Zlatý obdélník a logaritmická spirála. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1465-zlaty-obdelnik-a-logaritmicka-spirala>

²⁸ ŠTAUBEROVÁ, Zuzana. Když malíř neumí matematiku aneb "Chyby" na obrazech známých malířů: vývoj zobrazovacích metod ve výtvarném umění. In: *Mladý Sisypfos* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sisyfos.zcu.cz/matika/predml/prednaska.htm>

²⁹ MAREŠ, Milan. *Příběhy matematiky: stručná historie královny věd*. Příbram: Pistorius & Olšanská, 2008. ISBN 978-80-87053-16-4, str. 189-190

³⁰ WOLF, Norbert. *Albrecht Dürer: 1471-1528 : génius německé renesance*. Praha: Slovart, 2007. ISBN 978-80-7209-889-7.

³¹ Magický čtverec Albrechta Dürera. In: *Doplnek.com* [online]. doplnek.com, 2012 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.doplnek.com/content/magicky-ctverec-albrechta-durera>

Na konci 16. století uhasíná snaha hlouběji proniknout do perspektivy. Perspektivou se začínají zabývat matematici. Významný byl objev úběžníku, který popsal a ve svých konstrukcích použil učenec Quido Ubaldi del Monte (1545 - 1607). Teorii lineární perspektivy pak zpracoval anglický matematik Brook Taylor (1685 - 1731).³²

1. 1. 4 Novověk

1. 1. 4. 1 Baroko

V období baroka, které probíhá v 17. a 18. století, se matematiky nevyužívá skoro vůbec. Odvrací se od přísných geometrických tvarů, dochází k nadsazení proporcí a také využívá asymetričnost. Mnohdy se autoři dopouští záměrně chyb v perspektivě. Populární je iluzivní perspektiva, ta se hojně vyskytuje na nástěnných malbách chrámů, reprezentačních sálů a schodišť.³³

1. 1. 5 Doba moderní

1. 1. 5. 1 Kubismus

Umělecký směr 20. století, který vznikl v malířství a záhy se objevil v sochařství, v Čechách dokonce pronikl do architektury. Vyznačuje se zavržením tradiční perspektivy. Název směru vznikl jako přezdívka H. Matisse, který popisoval Braquovy obrazy jako kompozice složené z „petits cubes“ (v překladu malé krychle). Na rozdíl od impresionismu se oko pozorovatele zaměřuje na objekt v celé své podobě. Na dílo se tedy nahlíží z více úhlů současně. Zobrazovaný předmět je rozkládán na jednodušší geometrické tvary a tělesa, jimiž jsou například různé trojúhelníky, čtyřúhelníky, krychle apod.³⁴ Autoři pracují nejen se čtvrtým rozměrem, který souvisí s nahlížením z více úhlů pohledů na objekt, ale snaží se tak vyjádřit i čas (uvedme například *Akt sestupující ze schodů* od Marcela Duchampa).³⁵ Mezi bezesporu nejvýznamnějšího představitele kubismu patří mimo Braqua také Pablo Picasso (1881 – 1973). Jeho ranou tvorbu dělíme do dvou období a to na modré (1901 – 1904) a růžové (1905 – 1907). Názvy těchto období jsou odvozeny od převládající barvy. Modř

³² ŠTAUBEROVÁ, Zuzana. Když malíř neumí matematiku aneb "Chyby" na obrazech známých malířů: vývoj zobrazovacích metod ve výtvarném umění. In: *Mladý Sisyfos* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sisyfos.zcu.cz/matika/predml/prednaska.htm>

³³ ŠTAUBEROVÁ, Zuzana. Když malíř neumí matematiku aneb "Chyby" na obrazech známých malířů: vývoj zobrazovacích metod ve výtvarném umění. In: *Mladý Sisyfos* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sisyfos.zcu.cz/matika/predml/prednaska.htm>

³⁴ MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury* 3. 2. vyd. Praha: Idea servis, 2003. ISBN 80-85970-47-3.

³⁵ KAKU, Michio. *Hyperprostor: vědecká odysea paralelními vesmíry, zakřiveným prostorem a desátým rozměrem*. Praha: Argo, 2008. Zip (Argo: Dokořán). ISBN 978-80-7363-193-2.

měla symbolický význam, byla to barva smrti a mystérií. Námětem mu byli chudí lidé, matky s dětmi a žebráci. V růžovém období se kromě růžové barvy objevují i náměty jako cirkus, provazolezci a artisti, obrazy se tedy jeví „živější“. V roce 1907 maluje své *Avignonské slečny*, asi nejznámější obraz, který ale nikdy nedokončí a stává se jakýmsi prototypem kubistického díla.³⁶

1. 2 Autoři využívající matematiku

1. 2. 1 Georges Seurat

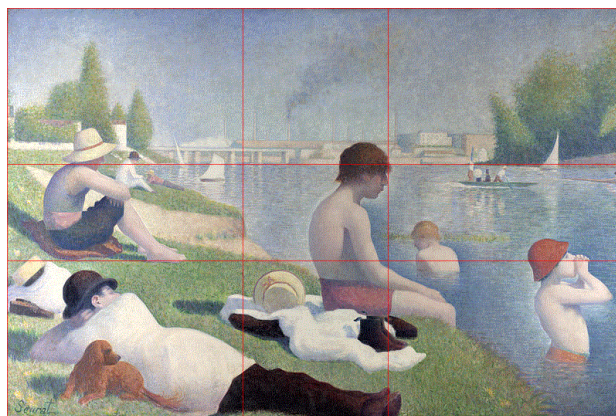
Francouzský malíř Georges Seurat se narodil 2. prosince 1859 v Paříži. Nejdříve se učil kresbě, později studoval umění na École des Beaux-Arts, kde se zpočátku zaměřoval na sochařství. V roce 1883 poprvé vystavoval v Salonu. Následující rok byly jeho obrazy odmítnuty, a tak vystavoval v Societé des Artistes Indépendants, kterou pomáhal založit.³⁷ Je považován za zakladatele pointilismu. Malbu netvoří jednotná plocha, nýbrž body vzniklé krátkými tahy štětce. Z matematického hlediska je bod stavebním kamenem geometrie. Bod je vlastně to, co nemá délku, šířku nebo výšku. Ve 2D prostoru je určen souřadnicemi x a y , přičemž x je horizontální a y vertikální. Bod bývá nejčastěji reprezentován tečkou, francouzsky *point* (odtud název pointilismus).³⁸ Využívá se optiky, jelikož barevné body splývají až na sítnici oka diváka. Seurat u některých ze svých děl využívá zlatého řezu, například v obraze *Koupání v Asnières*.³⁹

³⁶ MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury* 3. 2. vyd. Praha: Idea servis, 2003. ISBN 80-85970-47-3.

³⁷ Georges Seurat. In: ARTMUSEUM.CZ [online]. 2009 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.artmuseum.cz/umelec.php?art_id=364

³⁸ BAUTISTA, Guillermo. Points, Pixels, and Pointillism. In: *Math and Multimedia: School math, multimedia, and technology tutorials* [online]. 2013 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://mathandmultimedia.com/2013/04/03/points-pixels-and-pointillism/>

³⁹ MEISNER, Gary. Seurat and the Golden Ratio in Art Composition. In: *GoldenNumber.net* [online]. 2014 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://www.goldennumber.net/georges-seurat-golden-ratio-in-art/>



Obrázek 4. Georges Seurat, 1883-84, *Koupání v Asnières*, olej na plátně, 201 × 300 cm⁴⁰

1. 2. 2 Maurits Cornelis Escher

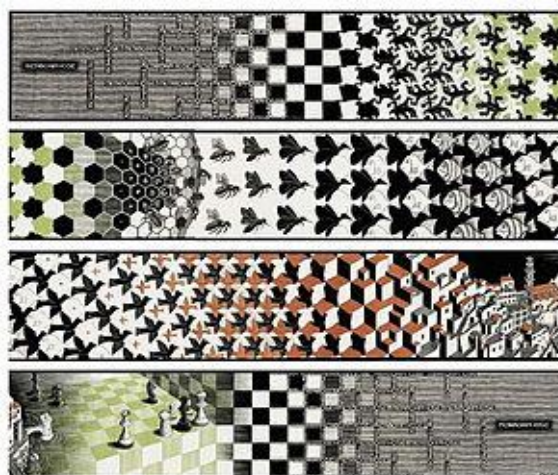
Nizozemský umělec Maurits Cornelis Escher se narodil 17. června 1898. Zabýval se převážně kresbami a grafikami, ve kterých pracuje s paradoxy perspektivy, rozvržením roviny na pravidelné obrazce a topologickými útvary. Používal především litografii a dřevořezbu. Zobrazoval matematické vztahy mezi tvary, prvky a prostorem. Začleňoval do svých děl zrcadlové zobrazení. Neměl velkou zkušenost s matematikou, jeho díla jsou intuitivní a vizuální. Také se zde vyskytuje mnoho nereálných objektů. Mnohdy využívá opakované překrytí, nazývané mozaikování. Při cestování Středomořím okolo roku 1936 si velmi oblíbil symetrii a geometrický pořádek. Sám tuto cestu označoval jako nejbohatší zdroj inspirace, který kdy měl. V roce 1941 napsal článek *Regular Division of the Plane with Asymmetric Congruent Polygons*, díky kterému byl v té době považován za vědeckého matematika. Studoval zde barevné členění a vyvinul systém kategorizace kombinací tvarů, barev a podmínek symetrie. Tímto studiem objevil prostor, který byl později matematiky pojmenován jako krystalografie. Kolem roku 1956 přišel na způsob zobrazení nekonečna ve dvou rovinách. V roce 1958 vyšla jeho kniha *Regular Division of the Plane*. Zde popisoval systém vytváření matematických děl ve své tvorbě.⁴¹ Vytvořil přes 150 barevných prací, ve kterých využívá koncept pravidelného dělení rovin. Za pozoruhodnou můžeme označit práci *Metamorphosis III.*, v níž pokryl všechny stěny místnosti a potom je smyčkou vrátil zpět do sebe.⁴² Jeho poslední prací před smrtí je dřevořezba *Snake*, v níž se vzory vytrácí

⁴⁰ MEISNER, Gary. Seurat and the Golden Ratio in Art Composition. In: *GoldenNumber.net* [online]. 2014 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://www.goldennumber.net/georges-seurat-golden-ratio-in-art/>

⁴¹ M. C. Escher. In: *Osobnosti.cz* [online]. TISCALI MEDIA, a.s [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://zivotopis.osobnosti.cz/m-c-escher.php>

⁴² ESCHER, M. C. *M.C. Escher: Grafika a kresby*. Praha: Slovart, 2006. ISBN 80-7209-832-2.

do nekonečna, hadi překrývají kruh a hlavy jim z něj trčí.⁴³



Obrázek 5. M. C. Escher, 1939-40 a 1967-68, *Metamorfóza*, dřevořez, 19, 5 × 700 cm⁴⁴

1. 2. 3 Roman Opalka

Dalším zahraničním autorem je polský malíř Roman Opalka, který se narodil 27. října 1931 ve Francii. Nejdříve se vyučil litografem na grafické škole Walbrzych a poté vystudoval Vysokou školu umění a designu v Lodži. V roce 1965, zatímco čeká na svou manželku v kavárně Café Bristol ve Varšavě, dostává nápad psát čísla od jedné do nekonečna. Maluje je malá za použití bílého pigmentu a štětce. Vytváří tak rytmické vodorovné pruhy na černém pozadí. Každé plátno, které nazývá „Detail“, začíná v levém horním rohu a postupně se dostává až do pravého dolního rohu. Jak asi můžeme tušit, tento proces byl velmi zdoluhavý.⁴⁵ Rozhodl se, že každé plátno bude vertikální s rozměrem 196 × 135 cm. Nebylo tomu tak náhodou, jelikož výška obrazu odpovídala umělcově fyzické výšce, zatímco šířka byla odvozena z obvodu dveří jeho studia ve Varšavě. Tvořil tak od doby, kdy svůj projekt ve Varšavě zahájil, až do své smrti v roce 2011. Takových obrazů namaloval osmdesát. Postupem času se z černého pozadí stávalo šedé. Jelikož každý následující obraz zesvětlil o 1%. Na konci roku 1970 bylo pozadí téměř bílé, stejně tak čísla. Ta se jakoby rozpouštěla do pozadí a ztělesňovala tak samotný povrch. Nakonec mezi bílou plochou a bílými čísly

⁴³ Matematika a geometria M.C.Eschera: Grafický projekt pre MFF UK. *Matematika a geometria M.C.Eschera* [online]. Praha: Matematicko-Fyzikální fakulta Univerzity Karlovy [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://juggle.sk/escher/>

⁴⁴ Metamorphosis II. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. 2016 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Metamorphosis_II

⁴⁵ MORGAN, Robert C. Roman Opalka's Numerical Destiny. In: *Hyperallergic* [online]. New York: Hyperallergic, 2014 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://hyperallergic.com/153559/roman-opalkas-numerical-destiny/>

nebyl žádný rozdíl. Díky tomu dospěl až k jakési prázdnotě, k něčemu transcendentnímu. I když byl původní plán nekonečno, chtěl dosáhnout alespoň čísla 7 777 777, což mělo být podle něj číslo hluboce filozofického a náboženského smyslu. Jeho myšlenka se postupně zarazila na číslo 6 000 000. Nakonec se dostal k číslu 5 607 249. Svě práce dokumentuje tak, že se u nich od roku 1968 sám fotí. Za svůj život získává řadu ocenění a nakonec 6. srpna 2011 umírá v Itálii.⁴⁶



Obrázek 6. Roman Opalka, 1972, *Detail 1965/1 – ∞, Detail 993460–1017875*”
(detail místa, kde dosáhl čísla 1 000 000), bílý pigment na plátně, 196 × 135 cm⁴⁷

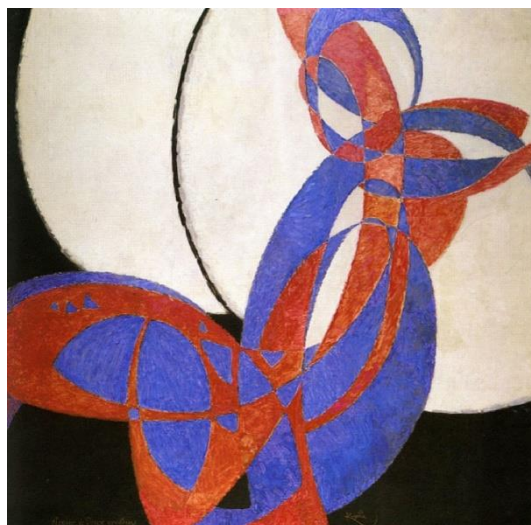
1. 2. 4 František Kupka

Český malíř a grafik František Kupka se narodil v roce 1871 v českém Opočně. Několik let strávil ve Vídni a později, od roku 1896, žil v Paříži. Nechtěl se účastnit skupinových výstav a především nechtěl být přiřazován ke kubistům. Zajímal se o východní filozofii, archaické kultury a temné přírodní vědy. Dokonce se považoval za médium. Vývoj jeho děl nelze označit za lineární, jelikož vytváří ve svých obrazech všechny formy, které pozměňuje a rozvíjí po celý život. Kolem roku 1912 vzniká *Amorfa, Dvoubarevná fuga*. Jedná se o abstraktní obraz složený z kruhových tvarů vycházejících z otáčivého pohybu. Ve 30. a 40. letech převážně znázorňuje čistě geometrické, vertikální plochy. Celé jeho dílo prolíná určité napětí mezi pohyblivými kruhovitými tvary, které přechází na některých

⁴⁶ THEOPHANIDIS, Philippe. Roman Opalka: Polish painter 1931-2011. In: *APHELIS: An iconographic and text archive related to communication, technology and art* [online]. Toronto: APHELIS, 2011 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://aphelis.net/roman-opalka-polish-painter-1931-2011/>

⁴⁷ MORGAN, Robert C. Roman Opalka's Numerical Destiny. In: *Hyperallergic* [online]. New York: Hyperallergic, 2014 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://hyperallergic.com/153559/roman-opalkas-numerical-destiny/>

obrazech ve tvary amorfní, a geometrickými, které jsou zaměřeny na statické uspořádání.⁴⁸



Obrázek 7. František Kupka, 1912, *Amorfa, Dvoubarevná fuga*, olej na plátně, 210 × 200 cm⁴⁹

1. 2. 5 Bohumil Kubišta

Český malíř, grafik a výtvarný teoretik Bohumil Kubišta se narodil 21. srpna 1884 ve Vlčkovcích u Hradce Králové. Počátky jeho tvorby byly ovlivněny Vincentem van Goghem, Edvardem Munchem a Paulem Cézannem. Spolupodílel se na založení skupiny Osma, se kterou vystavoval v letech 1907 a 1908.⁵⁰ Začal se zajímat o spiritismus a parapsychologii, kolem roku 1909 vstoupil do okultistické skupiny Sursum. Můžeme si všimnout, že díla z této doby obsahují surrealistické prvky.⁵¹ Na prvních kubistických dílech začal pracovat v roce 1910. Má matematické nadání, kterého se snaží využít u svých děl, a proto vkládá do obrazu základní geometrické formy. V posledním období jeho tvorby se seznámil s futurismem, snažil se zachytit vztah techniky a přírodních sil, a fauvismem. Ovlivnila ho i první světová válka, v této době se navrácí k dřívějším analytickým formám.⁵²

⁴⁸ KUPKA, František, Tamara MARKOVÁ a Denisa VOSTRÁ. *Tvoření v umění výtvarném*. Praha: Brody, 1999. ISBN 80-86112-16-0.

⁴⁹ Mistrovská díla z českých sbírek: František Kupka-Amorfa-Dvoubarevná fuga (8/26). In: *Česká televize* [online]. 2002 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/1036841398-mistrovska-dila-z-ceskych-sbirek/201323232300008-frantisek-kupka-amorfa-dvoubarevna-fuga/>

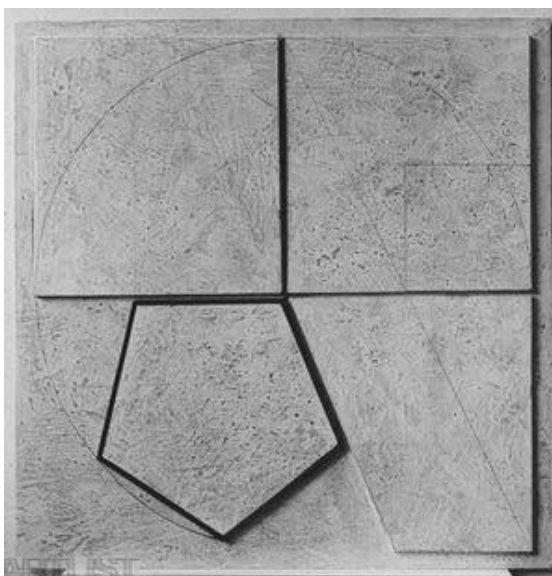
⁵⁰ Kubišta Bohumil (1884 – 1918). In: *Sophistica Gallery.cz* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://sophisticagallery.cz/kubista-bohumil-1884-1918/>

⁵¹ Bohumil Kubišta. In: *ARTMUSEUM.CZ* [online]. 2008 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.artmuseum.cz/umelec.php?art_id=535

⁵² Kubišta Bohumil (1884 – 1918). In: *Sophistica Gallery.cz* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://sophisticagallery.cz/kubista-bohumil-1884-1918/>

1. 2. 6 Stanislav Kolíbal

Stanislav Kolíbal se narodil 11. prosince 1925 v městě Orlová. Studoval na Vysoké škole uměleckoprůmyslové v Praze užitou grafiku. Poté mezi lety 1951 – 1954 i scénografii na Pražské DAMU. Spolu s dalšími členy se stal spoluzakladatelem skupiny UB 12. Už během své první výstavy v sedmnácti letech se inspiroval Emilem Filou a snažil se o kubismus. V roce 1958 obdržel od neznámého odesílatele knihu o Alexandru Calderovi, která zcela mění jeho pohled v pohlížení na sochu a její místo v prostoru.⁵³ Jeho nejoblíbenějším materiálem je sádra. Její bílá barva symbolizuje čistotu, znamená také opak reality, ve které žil, jelikož pocházel z chudých poměrů na Ostravsku. Od roku 1970 mu je zakázáno vystavovat své sochy, a tak začíná používat provázky a nitě místo kresby, které napíná v prostoru.⁵⁴ Od roku 1973 začíná kombinovat různé materiály. Jedná se i o běžné věci, které najde vyhozené či doma. V roce 1987 se ve svém díle přiklání k čisté geometrii, ta je podle něj jazykem zprostředkovávající vyjadřování myšlenek. Záměrně vyhledává průsečíky a shody hran. Nyní žije a tvoří v Praze.⁵⁵



Obrázek 8. Stanislav Kolíbal, 1988, *Geometrické cvičení č. A/III*, dřevo, tmel a železo, 120 × 120 cm⁵⁶

⁵³ Kolíbal Stanislav (1925). In: *Sophistica Gallery* [online]. Praha: <http://sophisticagallery.cz/>, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sophisticagallery.cz/kolibal-stanislav-1925/>

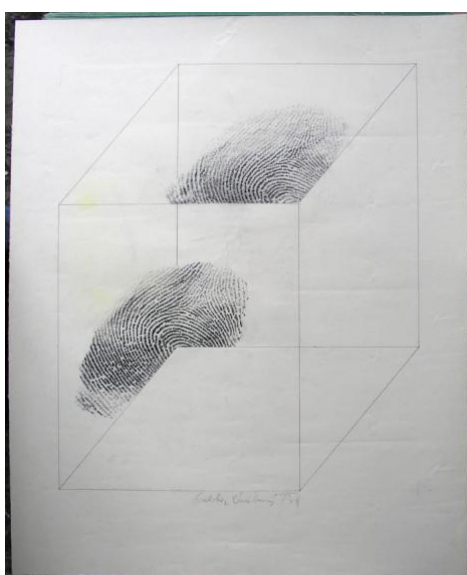
⁵⁴ MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury 4*. Praha: Idea servis, 2002. ISBN 80-85970-32-5.

⁵⁵ Kolíbal Stanislav (1925). In: *Sophistica Gallery* [online]. Praha: <http://sophisticagallery.cz/>, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sophisticagallery.cz/kolibal-stanislav-1925/>

⁵⁶ Stanislav Kolíbal. In: *Artlist: Centrum pro současné umění Praha* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.artlist.cz/dila/geometricke-cviceni-c-a-iii-7834/>

1. 2. 7 Dalibor Chatrný

Malíř, grafik a pedagog Dalibor Chatrný se narodil 28. srpna 1925 v Brně, kde také prožil většinu svého života. Patřil k ústředním představitelům avantgardních tendencí české vizuální kultury. Nacházel nezvyklé pohledy na dnešní svět. Tento autor experimentoval s písmeny a slovy nejen vzhledově, ale i obsahově. Prováděl i další experimenty. Uvádím ho však proto, že v mnoha případech pracoval s geometrickými tělesy, nejvíce s hranoly. Jednou z nejpoutavějších jsou práce nazvané *Krychle* (1971 -1976). V těchto dílech se zabývá vlastnostmi prostoru. Například zde můžeme najít krychli z černé lepicí pásky, díky které vytvořil dokonalou iluzi krychle v prostoru.⁵⁷



Obrázek 9. Dalibor Chatrný, 1973, *Krychle*, tužka na papíře, 615 × 500 mm⁵⁸

⁵⁷ MACHALICKÝ, Jiří. TZ: Dalibor Chatrný. In: *Artalk.cz* [online]. Brno, 2015 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://artalk.cz/2015/09/15/tz-dalibor-chatrny-5/>

⁵⁸ *Dalibor Chatrný* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.chatrny.cz/v/PraCeNaPapiRe1970-1980/Krychle/1973_615X500_TuzkaPapiR_S_L_P_9.jpg.html

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2. 1 Hledání

Již v úvodu bylo řečeno, proč se zabývám právě matematikou a výtvarnou tvorbou. Pro připomenutí je tomu tak proto, že chci propojit své studované obory, o kterých si řada lidí myslí, že nemají nic společného.

Nejdříve jsem zápolila s myšlenkou, jak demonstrovat jejich podobnost. Snažila jsem si vybavovat příklady z reálného života, kde spolu matematika a výtvarné umění kráčí bok po boku. Nápad se objevil při focení digitálním fotoaparátem. Co je vlastně digitální obraz? Změť nul a jedniček. Nuly a jedničky nám tedy tvoří obraz. Ale jak ho tvoří? Začala jsem si hrát s myšlenkou vytvoření obrazu za pomoci jedniček a nul. Ty patří svými vlastnostmi, ať už je to agresivita nuly nebo neutralita jedničky při násobení a podobně, mezi „jedinečná“ čísla matematiky. Taky jsem si uvědomila, že se tato čísla používají při programování. Hned se mi vybavil obrázek jedniček a nul v několika řadách za sebou. Tehdy přišel nápad na koncipování díla. Dostat tato čísla a následný obraz do prostoru.

2. 1 Popis vlastní práce

2. 2. 1 Materiál

Z materiálů přicházely v úvahu plexisklo nebo plast. Nevěděla jsem však, s kterým z nich se mi bude pracovat nejlépe. Začala jsem psát různým firmám, které mi poradily či přímo zaslaly vzorky. Pro práci jsem si zvolila materiál PETG, který se mi nejvíce osvědčil, jelikož byl z plastů nejpevnější a nejméně se kroutil. Pro představu se jedná o polyesterovou desku patřící do skupiny tzv. polyetylentereftalátů (PET). Vyznačuje se odolností vůči chemikáliím, je špatně hořlavá a má vynikající optické vlastnosti. Rozhodla jsem se pracovat s čirou deskou, i když existuje ještě v opálovém či antireflexivním provedení. Jelikož jsou desky náchylné na poškrábání a ulpívání prachu, jsou pokryté z obou stran PE folií.⁵⁹

Původně byla práce zamýšlená ve formátu A2 či A1, ale využila jsem sponzorského daru od firmy R & M plast, která mi poskytla zhruba třicet desek menšího formátu zdarma.

⁵⁹ OMNIPLAST s.r.o. [online]. Podolí, 2013 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.omniplast.cz/531/arla-polyester-petg-desky-a-folie/>

Na desky se mi osvědčilo psát popisovacím fixem Centropen, který má permanentní inkoust na alkoholové bázi, tudíž se nerozmazává. Zvolila jsem tloušťku 1 mm. S častým psaním se ale fix opotřebovává, čára začíná být silnější, proto jsem během vytváření obrazů musela fixy často měnit. Na zkouškové desce jsem si mimo psaní fixem zkoušela i jeho odstraňování za použití lihu. Musela jsem si ověřit, zda se nenaruší struktura. Zjistila jsem, že líh tomuto materiálu nevadí, a tak k němu v případě potřeby mohla sáhnout a opravovat vzniklé chyby.

Rozhodla jsem se pro cyklus čtyř obrazů, kde každý obraz bude tvořit pět desek umístěných za sebou. Číslo 5 není zvolené náhodně. Symbolizuje život, je totiž spojením 2 a 3, které zastupují muže a ženu (zmíněno v teoretické části).

2. 2. 2 Technické řešení

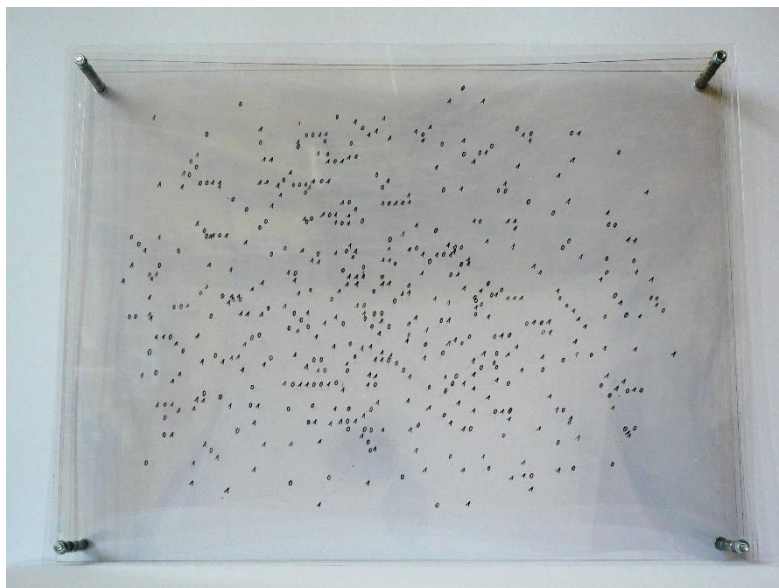
Co se týče technického řešení, bylo potřeba vymyslet, jak bude obraz zavěšen. Práci mi zkomplikovala rozdílná velikost desek, které se od sebe lišily nepatrně, avšak použití děrovačky na papír nebylo možné, jelikož bych musela každou desku zvlášť přeměřovat a přesně vytvářet otvory. Rozhodla jsem se tedy vždy vybrat pět desek velikostně podobných, položila je na sebe a otvory v každém z rohů dělala za pomoci vrtačky. Do každého z rohů jsem umístila šroub, který byl oddělen z obou stran desky podložkou, aby nedošlo k poškození. Postupně jsem na šrouby umísťovala desky. Každá z nich byla od sebe oddělená válečkem, který jsem si nařezala z ocelové trubky o průměru 0,6 cm. Jednotlivé desky mají mezi sebou díky válečkům 1,2 cm. Aby nedošlo k prohnutí desek, omotala jsem zadní části vrchních šroubů u poslední desky a vytvořila tak závěsný aparát.

2. 2. 3 Cesta k obrazu

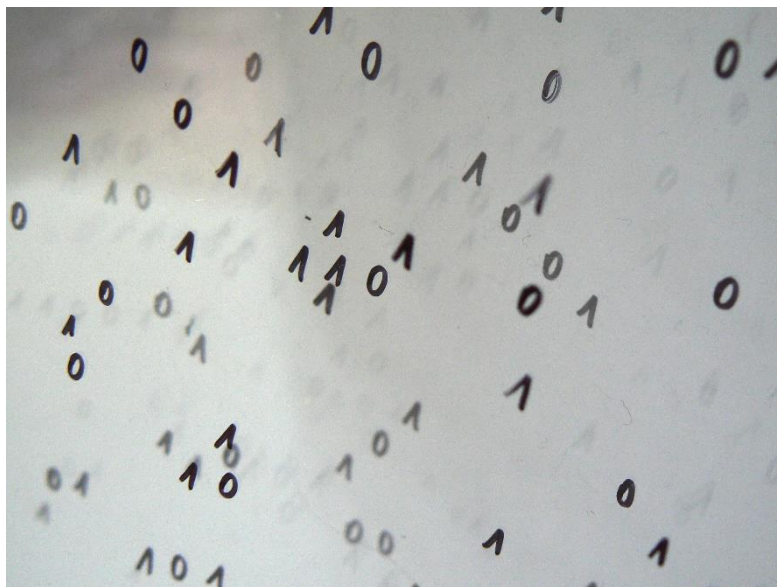
Mé čtyři obrazy na sebe logicky navazují. Postupují zde nejen jako matematik, ale i výtvarník. V geometrii je tím základním prvkem bod. Následuje několik bodů za sebou, které nám vytvoří přímku. Dále nám vzniká geometrický obrazec. Když se dostáváme do další dimenze, přichází na řadu objem. Toto dílo tedy prochází tou samou cestou. Od bodu k přímce, pak k obrazci až po těleso v 3D prostoru.

Body

V tomto obraze jsem využila principu náhody. Podobně jako Hugo Demartini. Vzala jsem si korálky, vyhodila je do vzduchu a nechala spadnout na podložku. Na papír jsem si zaznamenala jejich pozici. Tak jsem to učinila celkem pětkrát, abych si jejich rozestavení mohla přenést na každou z desek. Jelikož jsem chtěla docílit co největší přesnosti u čísel, abych se vyhnula rýsování, rozhodla jsem se použít čtverečkový papír. Měla jsem ho jako podklad, na který jsem přiložila desku a poté vepisovala čísla do čtverečků.



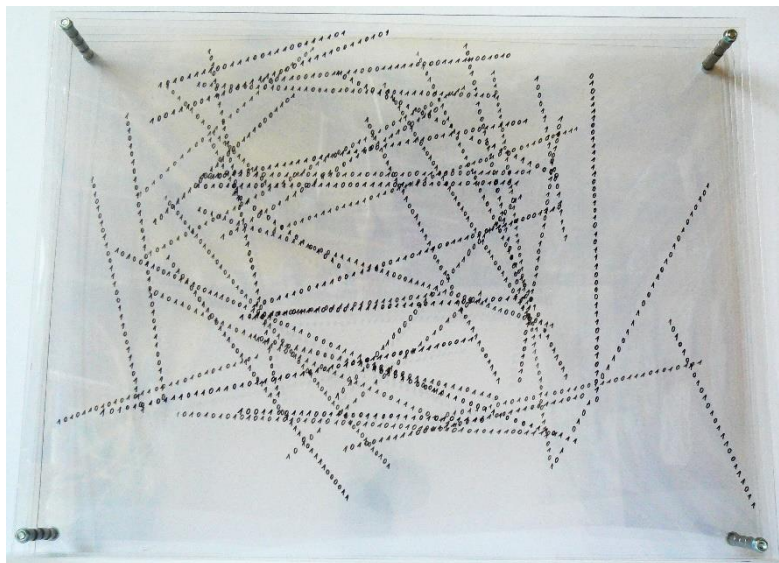
Obrázek 10. *Body*, fix na plastové desce, 50 × 39 cm



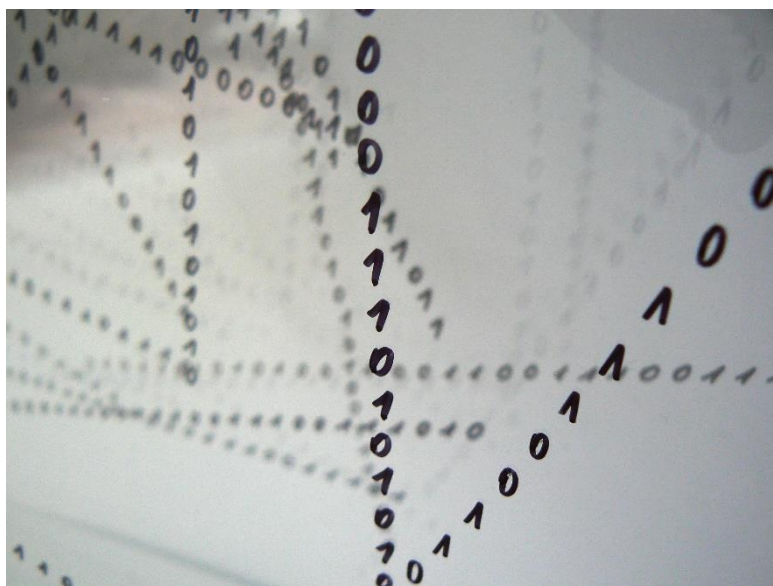
Obrázek 11. Detail obrazu *Body*

Přímky

Stejně jako v obraze *Body*, jsem i zde využila náhody. Tentokrát jsem do vzduchu házela špejle. Postupovala jsem tak jen jednou, protože se špejle při dopadu různě křížily a spodní byly překryty vrchními, tudíž jsem se dostala do prostoru. Opět stačilo si jen jejich rozmístění překreslit na čtverečkovaný papír. Abych poznala, které špejle ležely nahoře a které dole, volila jsem jinou tloušťku čar.



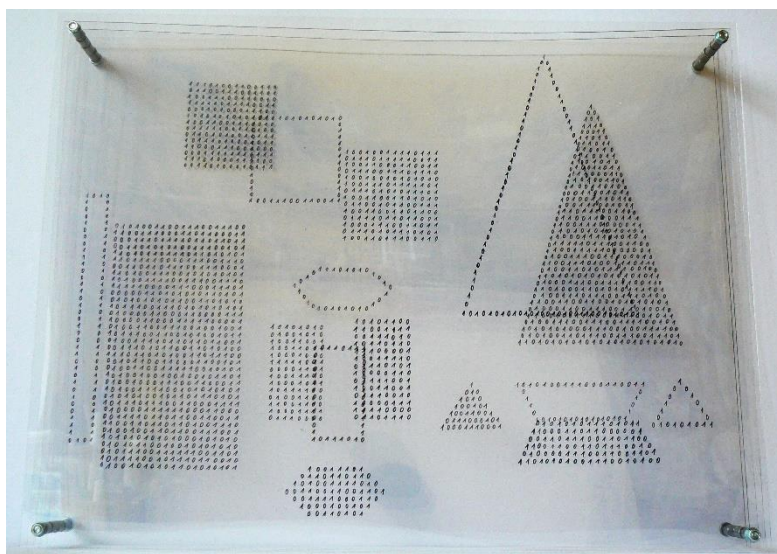
Obrázek 12. *Přímky*, fix na plastové desce, 50 × 39 cm



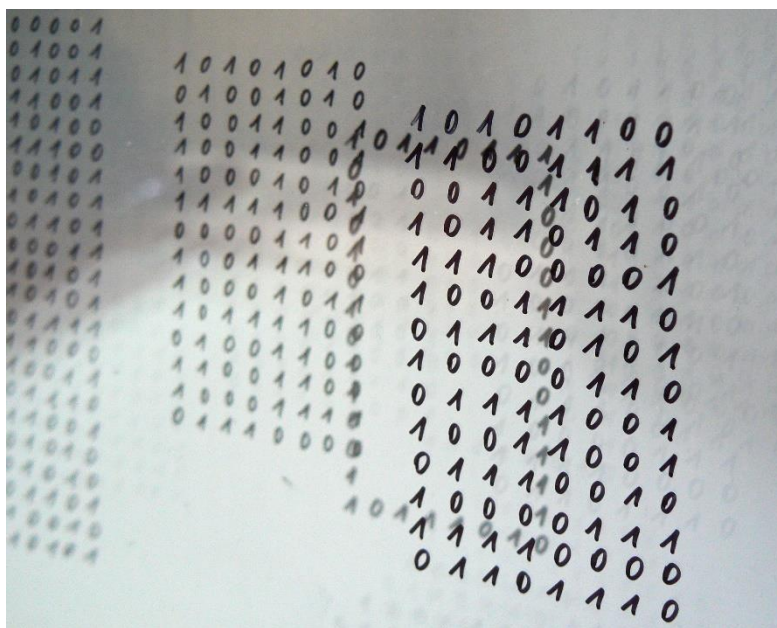
Obrázek 13. Detail obrazu *Přímky*

Obrázce

U tohoto obrazu se dostáváme z bodů a čar do konkrétnější roviny. Zde už můžeme vidět, jak se nám rýsuje finální obraz a přemýšlet nad tím, jak by mohl vypadat. Na rozdíl od předchozích dvou si v tomto obraze kompozici promýšlím. Mám i zcela odlišný přístup. Nejdříve si nakreslím skici obrazců v různých pozicích, pak vybírám tu, která se mi zdá jako nejlogičtější předobraz posledního obrazu. Pak беру do ruky pravítko, abych zachovala rovnoběžnost a poměry stran. V další fázi si беру čtverečkový papír, vystřihávám z něj obrazce a lepím na daná místa narýsovaného předobrazu. Některé obrazce vyplňuji čísly, u některých však nechávám jen obrysovou linku.



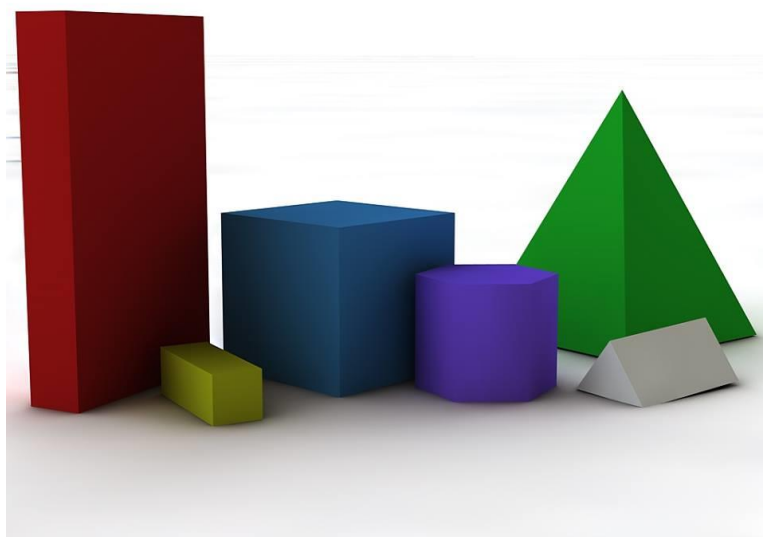
Obrázek 14. *Obrázce*, fix na plastové desce, 50 × 39 cm



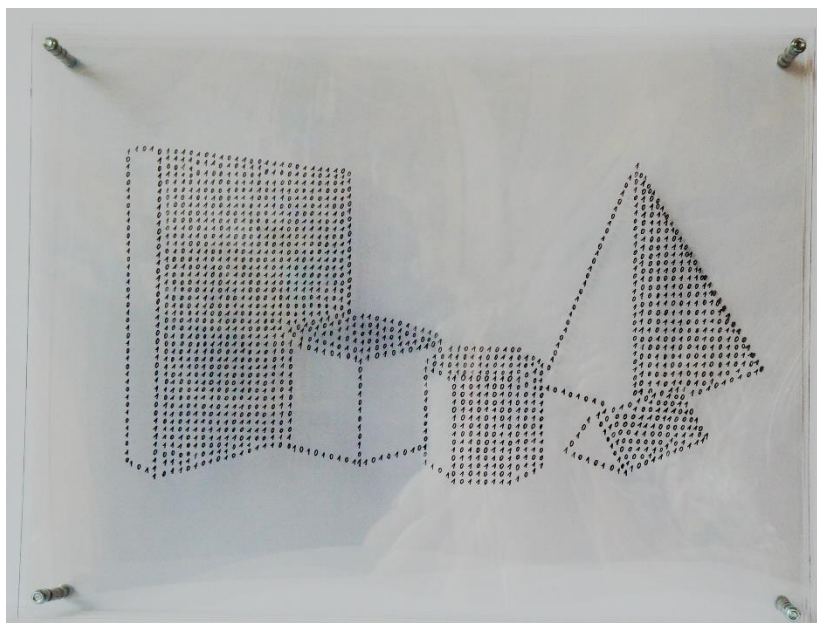
Obrázek 15. Detail obrazu *Obrázce*

Tělesa

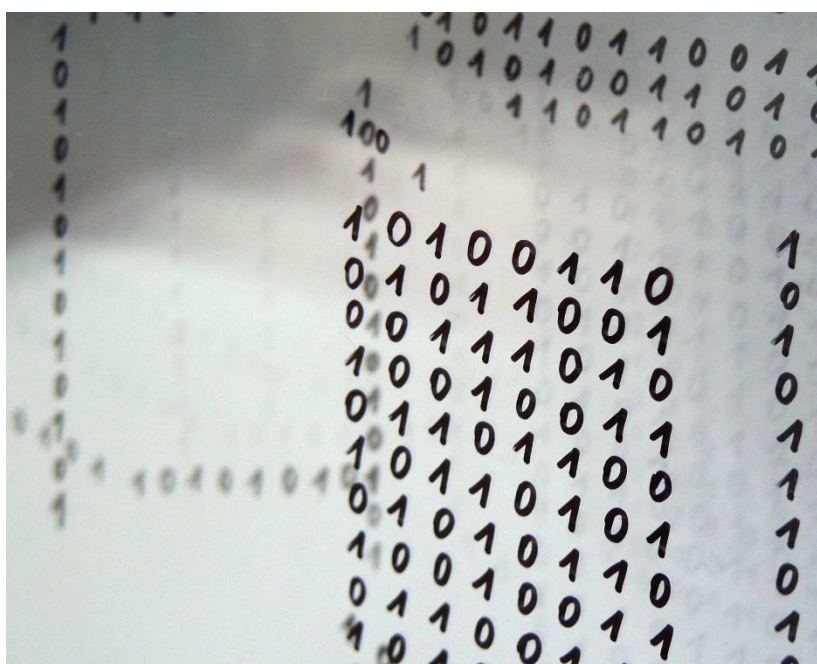
Čtvrtý obraz je finální ze série cyklu *Číslo*. Tento obraz byl rozložen v předešlých třech obrazech, ale až teď ho můžeme vidět v jeho konečné fázi. Z výtvarného i matematického hlediska se jedná o nejvíc propracovaný obraz. Musela jsem zde volit taková tělesa, aby na deskách v řadě za sebou vynikla, proto jsem upustila například od koule či kuželu. Jelikož jsem byla omezená pěti deskami, musela jsem dále přemýšlet nad rozmístěním těles, aby se mi tam jejich hrany a plochy vešly. Nejdřív jsem si rozložení skicovala. Pak jsem si vystříhla tělesa z papíru a rozestavovala do různých kompozic tak, aby to na diváka působilo příjemně a zároveň opět kvůli nutnosti rozkládat obraz, aby se vlezl na pět desek, proto se nesměly tělesa o větším počtu hran nacházet vzadu. Výslednou kompozici jsem si vymodelovala pro lepší představu v programu Cinema4D. Pro dodržení pravidel perspektivy jsem si jednotlivé hrany vykreslovala za pomoci provázku omotaného kolem rýsovačky. Rýsovačky jsem měla dva, oba byli umístěni na kartonové desce a představovali místo, kde se mi sbíhaly přímky. Za použití pravítka jsem nakonec vytvořila požadovaný obraz, na který jsem opět nalepila čtverečkovaný papír. Stejně jako u předchozích obrazů jsem na přípravný papír položila desku a vpisovala čísla.



Obrázek 16. Vymodelování obrazu *Tělesa* v programu Cinema4D



Obrázek 17. *Tělesa*, fix na plastové desce, 50 × 39 cm



Obrázek 18. Detail obrazu *Tělesa*

Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se snažila ukázat souvislost mezi matematikou a výtvarnou tvorbou. Díky stručnému historickému přehledu, kde jsem poukázala na využití matematiky v umění, a vybráním několika umělců, kteří matematiku aplikují do svých děl, se mi povedla prokázat spojitost mezi těmito dvěma obory.

V praktické části jsem si sama vyzkoušela začlenění matematiky do výtvarného projevu. Pracovala jsem s čísly, jelikož ty jsou mi z celé matematiky nejbližší. Práce byla založena na pečlivosti. Musela jsem dosáhnout toho, aby čísla byla takřka totožná. Dále se mi nesměly určité linie překrývat. Mnohdy jsem viděla vzniklé chyby až při zavěšení. I když jsem si myslela, že se na obraz bude dát nahlížet jen z jediného místa, protože jen tehdy obraz vypadá tak, jak byl zamýšlen, zjistila jsem, že pohled z jiných úhlů je umělecky taky zajímavý. Z jednoho obrazu se mi povedlo udělat obrazů víc pouze změnou nahlížení. Tato pozoruhodná skutečnost mě inspiruje k tomu, abych v takových dílech dále pokračovala.

Seznam použité literatury

ATLAS. *Tajemný Egypt*. EU: Nakladatelství Atlas, 1997.

BALL, Keith M. *Podivuhodné křivky, počítání králíků a jiná matematická dobrodružství*. Praha: Argo, 2011. Zip (Argo: Dokořán). ISBN 978-80-7363-289-2.

ESCHER, M. C. M. C. *Escher: Grafika a kresby*. Praha: Slovart, 2006. ISBN 80-7209-832-2.

KAKU, Michio. *Hyperprostor: vědecká odysea paralelními vesmíry, zakřiveným prostorem a desátým rozměrem*. Praha: Argo, 2008. Zip (Argo: Dokořán). ISBN 978-80-7363-193-2.

KUPKA, František, Tamara MARKOVÁ a Denisa VOSTRÁ. *Tvoření v umění výtvarném*. Praha: Brody, 1999. ISBN 80-86112-16-0.

MAREŠ, Milan. *Příběhy matematiky: stručná historie královny věd*. Příbram: Pistorius & Olšanská, 2008. ISBN 978-80-87053-16-4, str. 189-190

MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury 1*. 5. vyd., V Idea servis 4. vyd. Ilustroval Václav RYTINA. Praha: Idea servis, 2009-. ISBN 978-80-85970-65-4.

MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury 3*. 2. vyd. Praha: Idea servis, 2003. ISBN 80-85970-47-3.

MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury 4*. Praha: Idea servis, 2002. ISBN 80-85970-32-5.

OLSEN, Scott Anthony. *Záhadný zlatý řez: největší tajemství přírody*. Praha: Dokořán, 2009. Pergamen. ISBN 978-80-7363-195-6.

PEČÍRKA, Jaromír a Alfred LUKASEY. *Život a dílo mistra Leonarda*. Praha: Columbus, 2005. ISBN 80-7249-213-6.

PIJOAN, José. *Dějiny umění 2*. Praha: Odeon, 1977.

STRUIK, D. J. *Dějiny matematiky*. 1. vyd. Praha: Orbis, 1963.

WOLF, Norbert. *Albrecht Dürer: 1471-1528 : génius německé renesance*. Praha: Slovart, 2007. ISBN 978-80-7209-889-7.

Seznam použitých internetových zdrojů

BAUTISTA, Guillermo. Points, Pixels, and Pointillism. In: *Math and Multimedia: School math, multimedia, and technology tutorials* [online]. 2013 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://mathandmultimedia.com/2013/04/03/points-pixels-and-pointillism/>

Bohumil Kubišta. In: *ARTMUSEUM.CZ* [online]. 2008 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.artmuseum.cz/umelec.php?art_id=535

Dějiny matematiky. In: *Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity* [online]. České Budějovice, 2012 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/m/knihy/DejinyM.pdf>

Dalibor Chatrný [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.chatrny.cz/v/PraCeNaPapiRe1970-1980/Krychle/1973_615X500_TuzkaPapiR_S_L_P_9.jpg.html

Eduard Ovčáček [online]. Ostrava: Eduard Ovčáček [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.eduardovcacek.cz/>

Fibonacciho posloupnost - zavedení. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main/article/view/1493-fibonacciho-posloupnost-zavedeni>

Georges Seurat. In: *ARTMUSEUM.CZ* [online]. 2009 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.artmuseum.cz/umelec.php?art_id=364

HORDĚJČUK, Vojta. Zlatý řez. In: *Voho* [online]. Luxembourg, 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://voho.eu/wiki/zlaty-rez/>

KAFKOVÁ, Martina. Srovnání Práxitele, Skopy a Lýsippa, závěrečná práce. In: *Masarykova univerzita* [online]. Brno, 2007 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/64624/ff_m/Praxiteles_Skopa_a_Lysippos_Nnnn.pdf

Kolíbal Stanislav (1925). In: *Sophistica Gallery* [online]. Praha: <http://sophisticagallery.cz/>, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sophisticagallery.cz/kolibal-stanislav-1925/>

Kubišta Bohumil (1884 – 1918). In: *Sophistica Gallery.cz* [online]. [cit. 2017-03-30].

Dostupné z: <http://sophisticagallery.cz/kubista-bohumil-1884-1918/>

M. C. Escher. In: *Osobnosti.cz* [online]. TISCALI MEDIA, a.s [cit. 2017-03-27]. Dostupné z:

<http://zivotopis.osobnosti.cz/m-c-escher.php>

Magický čtverec Albrechta Dürera. In: *Doplnek.com* [online]. doplnek.com, 2012 [cit. 2017-

03-27]. Dostupné z: <http://www.doplnek.com/content/magicky-ctverec-albrechta-durera>

MACHALICKÝ, Jiří. TZ: Dalibor Chatrný. In: *Artalk.cz* [online]. Brno, 2015 [cit. 2017-03-

27]. Dostupné z: <http://artalk.cz/2015/09/15/tz-dalibor-chatrny-5/>

Matematika a geometria M.C.Eschera: Grafický projekt pre MFF UK. *Matematika a*

geometria M.C.Eschera [online]. Praha: Matematicko-Fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

[cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://juggle.sk/escher/>

MEISNER, Gary. Seurat and the Golden Ratio in Art Composition. In: *GoldenNumber.net*

[online]. 2014 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: [https://www.goldennumber.net/georges-seurat-](https://www.goldennumber.net/georges-seurat-golden-ratio-in-art/)

[golden-ratio-in-art/](https://www.goldennumber.net/georges-seurat-golden-ratio-in-art/)

Mistrovská díla z českých sbírek: František Kupka-Amorfa-Dvoubarevná fuga (8/26). In:

Česká televize [online]. 2002 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z:

[http://www.ceskatelevize.cz/porady/1036841398-mistrovska-dila-z-ceskych-](http://www.ceskatelevize.cz/porady/1036841398-mistrovska-dila-z-ceskych-sbirek/201323232300008-frantisek-kupka-amorfa-dvoubarevna-fuga/)

[sbirek/201323232300008-frantisek-kupka-amorfa-dvoubarevna-fuga/](http://www.ceskatelevize.cz/porady/1036841398-mistrovska-dila-z-ceskych-sbirek/201323232300008-frantisek-kupka-amorfa-dvoubarevna-fuga/)

MORGAN, Robert C. Roman Opalka's Numerical Destiny. In: *Hyperallergic* [online]. New

York: Hyperallergic, 2014 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z:

<http://hyperallergic.com/153559/roman-opalkas-numerical-destiny/>

OMNIPLAST s.r.o. [online]. Podolí, 2013 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z:

<http://www.omniplast.cz/531/arla-polyester-petg-desky-a-folie/>

Proběhlá výstava: Eduard Ovčáček: Šifry & citace. In: *Muzeum a galerie Hranice* [online]. Hranice: Muzeum a galerie Hranice, 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://muzeum-hranice.cz/vystavy-expozice/eduard-ovcacek-sifry-citace/>

Pythagorova věta. In: *Matematika.cz* [online]. Brno: Vydavatelství Nová média, 2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.matematika.cz/pythagorova-veta>

SOUČEK, Jan. Antické umění: Římské malířství. In: *www.zamecek.home* [online]. Soukromá střední uměleckoprůmyslová škola Zámeček, 2013 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://intranet.zamecek.cz/dum/DVK12/20-DVK12_RIMSKE_MALIRSTVI.pdf

ŠTAUBEROVÁ, Zuzana. Když malíř neumí matematiku aneb "Chyby" na obrazech známých malířů: vývoj zobrazovacích metod ve výtvarném umění. In: *Mladý Sisyfos* [online]. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://sisyfos.zcu.cz/matika/predm1/prednaska.htm>

Thaletova kružnice. In: *Matematika.cz* [online]. Brno: Vydavatelství Nová média, 2014 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.matematika.cz/thaletova-kruznice>

THEOPHANIDIS, Philippe. Roman Opalka: Polish painter 1931-2011. In: *APHELIS: An iconographic and text archive related to communication, technology and art* [online]. Toronto: APHELIS, 2011 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://aphelis.net/roman-opalka-polish-painter-1931-2011/>

Zdroje obrazových příloh

Obrázek 1.

FRICOVÁ, Eva. Zlatý řez. In: *Žroutík.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: http://www.zroutik.cz/download/1_semestr/ak1_fraktaly_zlaty_rez.pdf

Obrázek 2.

Fibonacciho posloupnost - zavedení. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1493-fibonacciho-posloupnost-zavedeni>

Obrázek 3.

Zlatý obdélník a logaritmická spirála. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1465-zlaty-obdelnik-a-logaritmicka-spirala>

Obrázek 4.

MEISNER, Gary. Seurat and the Golden Ratio in Art Composition. In: *GoldenNumber.net* [online]. 2014 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://www.goldennumber.net/georges-seurat-golden-ratio-in-art/>

Obrázek 5.

Metamorphosis II. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. 2016 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Metamorphosis_II

Obrázek 6.

MORGAN, Robert C. Roman Opalka's Numerical Destiny. In: *Hyperallergic* [online]. New York: Hyperallergic, 2014 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://hyperallergic.com/153559/roman-opalkas-numerical-destiny/>

Obrázek 7.

Mistrovská díla z českých sbírek: František Kupka-Amorfa-Dvoubarevná fuga (8/26). In: *Česká televize* [online]. 2002 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/1036841398-mistrovska-dila-z-ceskych->

sbirek/201323232300008-frantisek-kupka-amorfa-dvoubarevna-fuga/

Obrázek 8.

Stanislav Kolíbal. In: *Artlist: Centrum pro současné umění Praha* [online]. [cit. 2017-03-28].

Dostupné z: <http://www.artlist.cz/dila/geometricke-cviceni-c-aiii-7834/>

Obrázek 9.

Dalibor Chatrný [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z:

<http://www.chatrny.cz/v/PraCeNaPapiRe1970->

[1980/Krychle/1973_615X500_TuzkaPapiR_S_L_P_9.jpg.html](http://www.chatrny.cz/v/PraCeNaPapiRe1970-1980/Krychle/1973_615X500_TuzkaPapiR_S_L_P_9.jpg.html)

Obrázek 10. – 18.

Veronika Lednová, fotodokumentace vlastní realizace

Anotace

Jméno a příjmení:	Veronika Lednová
Katedra:	Výtvarné výchovy
Vedoucí práce:	Mgr. akad. mal. René Hábl
Rok obhajoby:	2017

Název práce:	Čísla
Název v angličtině:	Numbers
Anotace práce:	Tato bakalářská práce se skládá ze dvou částí, teoretické a praktické. Jejím cílem je prokázat spojitost mezi matematikou a výtvarnou tvorbou. Teoretická část je zaměřena na matematiku v umění v historickém kontextu, dále popisuje autory, kteří matematiku využívali ve své tvorbě. Praktická část se věnuje mé vlastní práci.
Klíčová slova:	Matematika, umění, čísla, geometrie, zlatý řez
Anotace v angličtině:	This bachelor thesis consists of two parts, a theoretical and a practical part. The aim is to demonstrate a connection between mathematics and art. The theoretical part is focused on mathematics in art in historical context and it also describes artists who use the mathematics in their work. The practical part includes information about my own work.
Klíčová slova v angličtině:	Mathematics, art, numbers, geometry, golden ratio
Přílohy vázané v práci:	Fotografie a obrázky uměleckých děl
Rozsah práce:	33
Jazyk práce:	Český jazyk