

Geometrija fraktala u klasičnom grafičkom okruženju

Konjušak, Igor

Doctoral thesis / Disertacija

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Academy of Fine Arts / Sveučilište u Zagrebu, Akademija likovnih umjetnosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:215:284718>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Academy of Fine Arts in Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI

IGOR KONJUŠAK

**GEOMETRIJA FRAKTALA U
KLASIČNOM GRAFIČKOM OKRUŽENJU**

DOKTORSKI RAD

ZAGREB, 2016.



Sveučilište u Zagrebu

AKADEMIJA LIKOVNIH UMJETNOSTI

IGOR KONJUŠAK

**GEOMETRIJA FRAKTALA U
KLASIČNOM GRAFIČKOM OKRUŽENJU**

DOKTORSKI RAD

Mentori :

red. prof.art. Ivica Šiško

red. prof.art. Marcel Bačić

ZAGREB, 2016.



University of Zagreb

ACADEMY OF FINE ARTS

IGOR KONJUŠAK

**FRACTAL GEOMETRY IN THE
TRADITIONAL GRAPHIC ENVIRONMENT**

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Full Professor, Ivica Šiško

Full Professor, Marcel Bačić

ZAGREB, 2016.

BILJEŠKA O MENTORIMA

Marcel Bačić, likovni umjetnik, teoretičar i muzičar, te izvanredni profesor Akademije likovnih umjetnosti, predsjednik Vijeća umjetničkog područja Sveučilišta u Zagrebu i predsjednik Hrvatskoga glazbenog zavoda.

Rođen 1948. u Zagrebu, završio gimnaziju i srednju muzičku školu (1967.), studirao povijest umjetnosti i filozofiju, studirao i diplomirao na grafičkom odsjeku ALU u Zagrebu u klasi prof. Marijana Detonija (1971.). Slobodni umjetnik, priredio pet samostalnih izložbi u Zagrebu te sudjelovao na sedamdesetak kolektivnih i revijalnih izložbi u zemlji i inozemstvu. Kritika je istakla originalan i profinjen, upravo meditativan rad u rijetkoj tehnici psaligrafije, kao i naoko jednostavno, ali zapravo vrlo sofisticirano crtačko umijeće u kojem se često prepoznaje dijalog s povijesnoumjetničkom problematikom (prikazi iz pera Ljerke Mifke, Ješe Denegrija, Tonka Maroevića, Marine Tenžere, Gorana Blagusa, Andriane Škunca, Sanje Cvetnić, Nade Beroš i drugih).

Kao grafički dizajner opremio stotine knjiga i časopisa (stručna je kritika kao antologijske apostrofirala opreme za časopis *Život umjetnosti*, za knjige biblioteke Logos u Splitu, opremu Male biblioteke Instituta za povijest umjetnosti, knjigu Milan Prelog, Poreč, grad i spomenici, 2007., knjigu Plava konjica Hrvatskoga glazbenog zavoda, 2009.). Autor vizualnog identiteta Instituta za povijest umjetnosti i Kongresa hrvatskih povjesničara umjetnosti. Od 2006. predsjednik je ocjenjivačkog suda manifestacije Best Designed Croatian Books.

Objavo nekoliko knjiga te brojne članke, eseje, studije i znanstvene radove u Studentskom listu, časopisu *Život umjetnosti*, časopisu *Arhitektura*, časopisu *Umjetnost i dijete*, *International Review of the Aesthetics and Sociology of Music*, časopisu *Visual Language and Education*, Budimpešta, u UNESCO-vom glasniku, u *Radovima Instituta za povijest umjetnosti* i drugdje. Autor je brojnih prijevoda i recenzija.

Od godine 2007. suradnik je književnog i likovnog leksikona Leksikografskog zavoda Miroslav Krleža.

Ivica Šiško, rođen je 24.siječnja 1946. u Livnu. Završio je Školu primijenjene umjetnosti (Slikarski odsjek). 1965. u Sarajevu u klasi profesorice Mice Todorović. Akademiju likovnih

umjetnosti (Grafički odsjek) u Zagrebu polazio je od 1969. do 1974. i diplomirao 1974. Bio je suradnik Majstorske radionice Krste Hegedušića od 1974. do 1978. Završio je poslijediplomski studij grafike na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu u klasi profesora Frane Baće. Djela Ivica Šiška nalaze se u galerijama i muzejima u domovini i inozemstvu. Boravio je na studijskim putovanjima u Italiji, Austriji, Njemačkoj i Egiptu. Radi kao redoviti profesor na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu. U vlastitoj nakladi objavio grafičke mape Pad, 1974. (bakropis i akvatinte), Zapisi iz Turopolja sa stihovima Zlate Cundeković, 1984. (bakropisi i akvatinte) Hommage a A.T. Mimara (mezzotinte). U izdanju „Mladosti“ objavljena mu je mapa Moj grob – Ivan Goran Kovačić, s predgovorom Marka Grčića. U izdanju „Zbirke Biškupić“ objavljene su mu bibliofilске knjige Danteomanija, 1977. (biblioteka „Iris“, sv. 2. u 49 primjeraka, u tehnici bakropisa i akvatinte) s tekstom – esejem Tonka Maroevića; Contre la mort la Flaque, Uza smrt lokva, 1978. (biblioteka „Arbor“, sv. 4, u 57 primjeraka, u tehnici bakropisa i akvatinte) s pjesmama Jean-Louis Depierrisa; Zimovnik (biblioteka „Vid“, sv. 2. u 37 primjeraka, u tehnici bakropisa) s pjesmama Milovana Danojlića; mapa grafika Teber, 1979. (6 listova u 23 primjerka, u tehnici bakropisa). Jedan je od osam autora grafičke mape Trag (bakropis, akvatinta i suha igla) u izdanju „Zbirke Biškupić“, realizirane 1980. godine. Koautor je mape „Rajski vrt – Dubravka Babić – Ivica Šiško (6 grafika,HPT, Zagreb, 1993.), Samobor u srcu – Dubravka Babić, Ivica Šiško, Miroslav Šutej (6 grafika, „Samobor-art“, Zagreb, 1994., Kuna – Dubravka Babić, Miroslav Šutej, Ivica Šiško (16 grafika, Privredna banka Zagreb, 1994.). Godine 1987. Objavljena je monografija Ivica Šiško autora Jean-Louis Depierrisa, u izdanju „Grafičkog zavoda Hrvatske“. Godine 1996. objavljena je knjiga Rajski vrt, Jardin d' Eden – ciklus slika 1990-1997, autora Jean-Jacques Leveque-a, u izdanju „Konture“, Zagreb. Izlagao je na brojnim izložbama u zemlji i svijetu. Izlagao je u na preko četrdesetpet samostalnih izložbi u zemlji i inozemstvu: Zagreb, Dubrovnik, Opatija, Mostar, Šibenik, Beč, Zadar i drugdje.

Izlaže na više od stotinjak skupnih izložbi od Međunarodnog biennala grafike Ljubljana, Zagreb, Bonn, Düsseldorf, te u više europskih značajnih likovnih centara. Višestruko je nagrađivan, spomenimo samo najvažnije nagrade:

1969. Zagreb, Nagrada sveučilišnog savjeta Zagreb za crtež, Galerija Studentskog centra,

1975. Rijeka, Nagrada za slikarstvo na 8. biennalu mladih umjetnika Jugoslavije,

1977. Zagreb, Otkupna nagrada Moderne galerije Ljubljana,

1977. Zagreb, Nagrada za grafiku na 9. salonu mladih

1978. Sombor, VI. trienale jugoslavenskog crteža

1979. Barcelona, VII. Bienal internacional del porte em las bellas artes premium i medalla internacional de plata
1980. Otkupna nagrada Moderne galerije Ljubljana
1980. Vjesnikova nagrada „Josip Račić“
1983. Otkupna nagrada B i H na Biennalu akvarela Jugoslavije
1984. Nagrada Umjetničkog paviljona Collegium artisticum na 13. Zagrebačkoj izložbi jugoslavenske grafike
1988. Otkupna nagrada na 15. zagrebačkoj izložbi jugoslavenske grafike
1992. Nagrada na 17. izložbi grafike, Umjetnički paviljon u Zagrebu.
1996. Odlikovan je od predsjednika Tuđmana Redom Danice hrvatske s likom Marka Marulića za osobite zasluge u kulturi.

SAŽETAK

Geometrija fraktala u klasičnom grafičkom okruženju proizašla je iz autorovog ranijeg stvaralačkog opusa ostvarenog u tehnici dubokog tiska. To se prvenstveno misli na grafičke listove realizirane u bakropisu i suhoj igli. Oni nedvojbeno svojim likovnim karakterom upućuju na prisutnost fraktalne strukture kroz sam raster ostvaren linearnim umrežavanjem ili kroz komadanje matrica.

Kako fraktal, kao svojevrsan matematički proces, ima za karakteristiku repetitivnost, dakle opetovano ponavljane vlastitih (istih) elemenata, ovdje je spona s autorovim ranijim grafičkim ostvarenjima potpuno neupitna. Sve to je rezultiralo daljnjim likovno stvaralačkim procesima.

Osim same analize autorovih radova, kao izvorište istraživanja – a sve u cilju povezivanja klasično grafičkog postupka s fraktalno matematičkim (ujedno i digitalnim) – trebalo je osloboditi kreativnost koja je svoje novo uporište pronašla upravo u geometrijski organiziranom redu. Dakle, dijametralno suprotnu stranu kakva je prisutna u većini likovne prakse, onu koja je više okrenuta transcendentalnim spoznajama.

Hipotetički su se pokušali "pomiriti" ti svjetovi, a za sponu se koristila upravo geometrija, koja je u likovnoj umjetnosti odavno korištena.

Matrica koja je u središtu stvaralačkog procesa upotrijebljena je kao nositelj budućeg likovnog ostvarenja.

Pri tome se paralelno proučavala i vizualno likovna moć svjetla, te njen ukupni dojam koji ostavlja na promatrača.

Ovdje se ispitala sugestivnost rastera (piksela) ostvarenog putem tv signala a koji se ogledao u crno-bijelim treperavim točkicama (u narodu prepoznatim kao "snijeg").

Tu se moglo govoriti i o aktivnim i pasivnim pozadinama, kao i o gibanju samog svjetlosnog snopa unutar perforiranog grafičkog lista.

Metode kao i alati koji su se koristili bili su sljedeći: cinkova ploča, točnije linearni raster urezan u samu matricu putem grafičke igle za duboki tisak, kojom se dubila njezina površina.

Nadalje, tu je i mehaničko perforiranje same ploče, kao i njeno lomljenje na manje dijelove (fraktale).

Dalje je uslijedio proces nabojavanja same matrice, njeno brisanje od viška boje, kao i otiskivanje na unaprijed pripremljenom (obrađenom) papiru.

Naposljetku je uslijedilo perforiranje i samog nosioca likovne namjere, dakle papira, s ciljem uvođenja još jedne dimenzije, kao i pojačavanja likovno vizualnog doživljaja.

Kao dodatak, putem tv signala – točnije rasterske slike ("snijega") kao i njenog gibanja u prostoru, a i vremenskim intervalima realiziranim kroz perforaciju grafičkog lista, ostvaren je novi likovno-estetski doživljaj.

Za rezultat tog novog likovnog doživljaja imamo grafički list iz kojeg se iščitava geometrijska struktura autorovog likovnog izričaja uobličena u fraktalnoj formi.

Perforacija grafičkog papira ispod kojeg "treperi" raster s tv zaslona, dakle pixeli, stvara ukupni dojam koji objedinjuje sve likovno vizualne doživljaje.

Prožimaju li se ovdje iskustva iz klasičnog grafičkog okruženja i fraktalne geometrije?

Apsolutno da, jer se koristi sukus fraktalne energije i njezini su oblici preoblikovani u novu formu klasičnim grafičkim alatima a njezine likovne zakonitosti definirane autorovim i likovnim izričajem.

Ključne riječi: matrica, duboki tisak, papir, suha igla, perforacije, prostor, svjetlo, gibanje, raster, repetitivnost.

SUMMARY

Fractal geometry in the classical graphical environment has resulted from the author's previous creative work achieved in the technique of deep print. This primarily applies to the prints realised in etching and drypoint. They undoubtedly, with their visual character, indicate the presence of fractal structure by the raster itself, realised by linear networking or the dismemberment of the matrixes.

Given that a fractal, as a kind of mathematical process, has repetitiveness for its characteristic – therefore, reiteration of its own (same) elements, here is a link to the author's previous graphic creations unquestionable. All that resulted in the further artistic creative process.

In addition to the analysis of the author's work, as a source of research – all with the aim of linking the classic graphic procedure with fractal mathematics (also digital) – the creativity had to be unleashed which found its new stronghold right in the geometrically organised order. Therefore, a diametrically opposite side that is present in the most of artistic practice, the one which is more oriented towards the transcendental knowledge.

The attempts were made to hypothetically “reconcile” those worlds and to link them by geometry, which has long been used in the visual arts.

The matrix, which is at the centre of the creative process, was used as a carrier of the future artistic achievement.

At the same time, visual artistic power of light was studied, and its overall impression on the observer.

Also, the suggestiveness of the raster (pixels) was probed, generated by TV signals that were reflected in the black and white flickering dots (popularly identified as “snow”).

Finally, we could also speak of active and passive backgrounds, as well as of the movement of the very light beam within a perforated graphic print.

The methods and tools used were as follows: Zinc plate, namely a linear raster etched into the matrix itself by drypoint for intaglio (or deep) printing, a hard-pointed “needle” which caved its surface.

Furthermore, a technique of mechanical perforating of the plate was used, as well as its breaking into smaller pieces (fractals).

Next came the process of dyeing the matrix, wiping it from excess dye, and printing on a pre-prepared (treated) paper.

Ultimately, the act of perforation of the very holder of artistic intention, therefore, of paper, followed, with the aim of introducing another dimension, as well as of reinforcing the visual artistic experience.

In addition, by the TV signal – namely the raster image (“snow”) and its movement in space, and by the time intervals realised through a perforation of a graphic print, a new artistic and aesthetic experience was created.

As a result of this new artistic experience, we have got a print from which we can read a geometric structure of the author's artistic expression enshrined in a fractal shape.

The perforation of the graphic print, under which the raster – pixels – from the TV screen “flickers”, creates the overall impression which integrates all artistic (visual) experiences.

Do the experiences of the classic graphic environment and fractal geometry pervade here?

Absolutely yes, because the essence of fractal energy is used and its forms are transformed into a new form by classic graphical tools, and its artistic laws are defined by the author's and artistic expression.

Keywords: matrix, intaglio (deep) printing, paper, drypoint (a hard-pointed “dry needle” technique), perforations, space, light, movement, raster, repetitiveness.

SADRŽAJ

1. UVOD	15
Što su zapravo fraktali?	16
Osnova – baza- motiv	18
2. PODJELA FRAKTALA I NJIHOVA SVOJSTVA	18
Podjela prema načinu postanka	19
3. KONSTRUKCIJA FRAKTALA	20
Sierpinski trokut	20
Sierpiński tepih	22
Mengerova spužva	23
Fraktali u prirodi	25
Crtanje fraktala	29
Fraktali u arhitekturi	31
Bionička arhitektura	32
Mandale	33
Svrha i cilj istraživanja	35
Grafika kao medij	36
Opis istraživanja	38
Obrada pozadine	43
<i>Pasivna pozadina</i>	<i>43</i>
<i>Aktivna pozadina</i>	<i>43</i>
Prezentacija grafičkog djela	45
<i>Područje istraživanja</i>	<i>46</i>
<i>Svrha i cilj istraživanja</i>	<i>47</i>
4. KONTEKST ISTRAŽIVANJA	49
Kontekst istraživanja Hrvatska	49

Kontekst istraživanja: svijet.....	56
5. ARHITEKTURA.....	57
Slikarstvo i grafika.....	63
Grafička matrica.....	65
6. ISTRAŽIVANJE UNUTAR KLASIČNOG GRAFIČKOG OKRUŽENJA.....	65
Kaos (teorija kaosa)	67
Promišljane o kozmologiji i njihovim oblicima	68
Op art	69
Op art i glazba	70
Origami.....	72
Tangram	74
Kaledioskop.....	76
Osciloskop	78
Uloga fotografije u istraživanju	79
Tiskarska boja i svjetlost.....	82
Točka	85
ZAKLJUČAK.....	86
Primjeri digitalne grafike i njihove varijacije	87
LITERATURA I IZVORI	94
POPIS SLIKA I TABELA.....	96
ŽIVOTOPIS.....	98

1. UVOD

Ovaj rad bavi se istraživanjem fraktala¹ te njihovu primjenu u mediju grafike kao zasebne likovne tehnike kojoj je osnovna značajka multioriginalnost. Samo istraživanje išlo je u smjeru analize ranijih radova u odnosu prema novonastalim radovima, kao i njihove međusobne sinteze. Odluke koje su se donosile uključivale su uz autocenzuru i kritičku analizu tih radova. Sam proces istraživanja polazio je od idejnih skica, njihove razrade, odabira te ponovne analize. Skice su rađene u digitalnom obliku koristeći se kompjutorskim alatima poput *Wacom Cintiq 13 HD* grafičkog tableta, kao i grafičkog programa *Corel Painter 12*. Na taj je način nastalo preko dvije tisuće i petstotina crteža digitalnom olovkom, koji su se kasnije preoblikovali prema vlastitom kreativnom nahođenju. Drugi smjer razvojnog procesa odvijao se koristeći se digitalnim fotoaparatom dokumentirajući postojeće grafičke otiske koji su se naknadno preoblikovali pomoću računala. Samo preoblikovanje odvijalo se u nekoliko faza koristeći se *Adobe Photoshop* programom, kao i odgovarajućim filterima kao alatima. Na kraju su se *analognim* postupkom izradile skice na papiru na kojem će se na kraju realizirati završni otisci. Grafička tehnika koja se koristila za realizaciju otisaka je suha igla, koja bogatstvom i baršunastim tonovima doprinosi razvitku autorove ideje, a kao mehanička tehnika prikladna je za realizaciju fraktalnih kompozicija. Ostavljanje mehaničkih tragova na strukturi papira nastali urezivanjem igle u metalnu ploču, prilikom otiskivanja ostavljaju vidljive tragove reljefnosti na papiru.

¹ Fraktali su geometrijski objekti čija je fraktalna dimenzija strogo veća od topološke dimenzije. Fraktale je moguće beskonačno uvećavati.

Fraktali. Wikipedia, slobodna enciklopedija. [citirano: 2016-11-11] Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Fraktal>

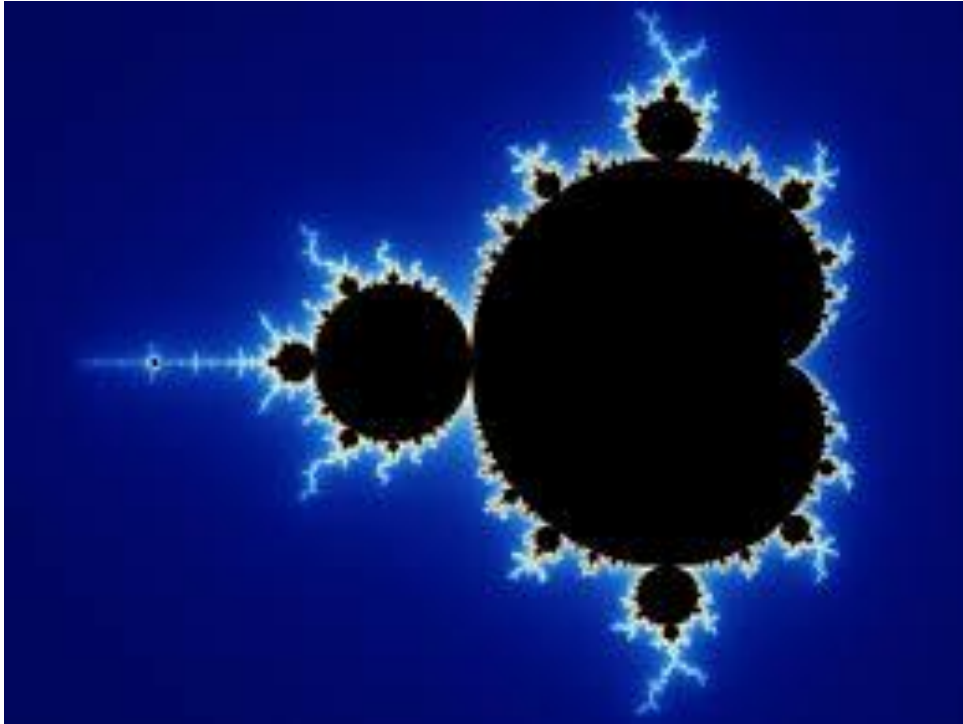
Što su zapravo fraktali?

Fraktali su geometrijski oblici poput pravokutnika, trokuta, kružnica ali koji u sebi sadržavaju drugačija dakle posebna svojstva. Što bi značilo da fraktali mogu biti razloženi u sitne dijelove od kojih je svaki reducirana kopija svoje veće cjeline. Povijest ovih triju oblika seže u doba Euklida, dok je sama povijest fraktalne geometrije znatno mlađa, točnije vezana je za 20. stoljeće.

Fraktali su zapravo čovjeku poznati od postanka civilizacije, a razlog tome je što nas oni okružuju u našem prirodnom okruženju. Tako da neke od dokumentiranih prikaza o fraktalima možemo naći kod Dürera još 1525. Godine i njegovu *Priručniku za slikanje* gdje se obrazlaže kao je nastao pentagram. Svakako da je neizmjerni doprinos proučavanju fraktala dao i poljski fizičar Waclaw Franciszek Sierpinski. Leibniz u 17. stoleću definira ponavljanje i samosličnost, međutim za njega samo linija može biti sebi slična. Upravo se u 19. stoljeću točnije 1892. godine ta se definicija fraktala mijenja. Njezin je autor Karl Weierstrass koji napokon definira samosličnost. Kako je definicija pomalo zvučala apstraktno, napokon Hegle von Kock godine 1904. dao je geometrijsku interpretaciju sličnim funkcijama koje su do danas ostale zabilježene kao *Kochova pahuljica*.

Godine 1915. Waclaw Sierpinski pomoću trokuta kreira vlastiti uzorak fraktala. Zaista je bilo puno pokušaja kreiranja fraktala kroz 19. pa i 20. stoljeće, ali ti pokušaji nisu davali osobite rezultate. Razlog tome treba tražiti u izostanku kompjutorske tehnologije koja je uvelike ubrzala mnoge znanosti i dovela do mnogih otkrića u XX stoljeću. Za većinu to su bile krivulje i samo krivulje, ali nikako ne geometrijski oblici.

Zasigurno, jednu osobu u razumijevanju fraktala treba izdvojiti.



Slika 1: Primjer računalnog fraktala

To je Benoit Mandelbrot koji je godine 1975. skovao riječ fraktal, nakon niza istraživanja i mjerenja Britanske obale, temeljenih na radu Lewisa Fry Richardsona, te definirao njeno značenje

Fractus je latinska riječ a označava nešto slomljeno, izlomljeno, i ona je izvorište današnjih fraktala. Svoje je otkriće potkrijepio raznim atraktivnim grafičkim i računalnim prezentacijama za koje i danas govorimo kako su najčešća prava predočba fraktala i njihovih dimenzija.

Isto tako i sama priroda je neiscrpan izvor fraktalnih oblika i njihovih dimenzija. U prirodi je primjećujemo u fascinatnim oblicima brokule, u meandriranju obale, krošnjama drveća, pahulji snijega, zaleđenosti vode. U strukturi ljudskog DNK –a, u retorici našeg sugovornika pa i nas samih. Arhitektura koju smo stoljećima stvarali potvrđuje naše promišljanje u tom pravcu, kao što su katedrale i njihove rozete prepune vitraja..Iste, fraktalne slike nastaju iteracijom tj. uzastopnim ponavljanjem nekog geometrijskog ili računalnog postupka, što znači da fraktali nastaju ponavljanjem, geometrijskom konstrukcijom ili pak matematičkim ponavljanjem. Fraktali su geometrijski oblici čija je fraktalna dimenzija veća i od topološke

dimenzije, što opet govori u prilog činjenici da su to objekti koji daju jednaku razinu detalja neovisno o razlučivosti koju koristimo.

Fraktale možemo povećavati beskonačno puta, a da se pri tome, pri svakom novom povećanju vide potpuno novi detalji koji do tada nisu bili uočljivi. Ta količina detalja uvijek mora biti jednaka. Njihova ključna odlika je samo-sličnost odlika objekta da slični samom sebi bez obzira koji dio promatrali, sa koje pozicije te koliko ga puta pritom povećavali. Dakle osnovno svojstvo fraktala je da slični samom sebi ma koji dio promatrali, te koliko ga puta uvećavali.

Osnova – baza- motiv

Svaka geometrijska konstrukcija fraktala, sadrži osnovu (bazu) i motiv. Osnova može biti bilo koji oblik koji je sastavljen od linijskih segmenata, dok je motiv potpuno drugi oblik koji se isto tako sastoji od linija.

Kada se svaka linija osnove (baze) nadomjesti oblikom motiva, te se proces nastavi u nedogled, tada govorimo o fraktalima.

2. PODJELA FRAKTALA I NJIHOVA SVOJSTVA

Prema stupnju samo-sličnosti

Potpuno samoslični fraktali sadrže kopije sebe samih koji su slični cijelom fraktalu, dok imitacije samosličnih fraktala suprotno tome sadrže kopije sebe samih ali ne čine sličnu cijelinu istog, već se reflektiraju u iskrivljenom obliku.

Podjela prema načinu postanka

Slučajni fraktali

Ovaj tip fraktala zasigurno posjeduje najmanji stupanj samo - sličnosti a uočavamo ih vrlo često u prirodi a naročito u krošnjama drveća, oblacima, razvedenim obalama mora kao i u munjama.

Iterativni fraktali

Nastaju translacijom kopije, kopiranjem pa rotiranjem, te mogućom zamjenom pojedinih elemenata kopijom.

Rekulzivni fraktali

Koriste se matematičkom formulom (rekulzivnom), koja određuje da li određena točka prostora pripada skupu ili ne.

Oblikovanje iteracijama

Objekt se generira nekim matematičkim a može i geometrijskim procesom, pa se u osnovi (bazni) objekt iterativno ugrađuje u svojstva generatora.

Fraktalna dimenzija

Fraktalna dimenzija je vrijednost koja nam daje uvid u to u kojoj mjeri neki fraktal ispunjava prostor u kojem se nalazi. Postoji mnogo definicija fraktalne dimenzije, od kojih se niti jedna ne može smatrati univerzalnom. Najjednostavnija je dimenzija samosličnosti koja se može upotrijebiti samo kod vrlo jednostavnih geometrijskih fraktala. Za teoriju je najvažnija Hausdorffova dimenzija, dok se u praksi najviše koristi Minkowski – Boulingandova dimenzija.

Najbitnija njihova odlika je vrijednost koja nam daje uvid u kojoj mjeri neki fraktal ispunjava prostor u kojem se nalazi. Fraktalna dimenzija se koristi kako bi se izrazila njegova gustoća kojom objekt ispunjava prostor, odnosno koliko se njegovih novih dijelova pojavljuje prilikom povećanja rezolucije. Fraktalna dimenzija dakle nije cijeli broj već je u pravilu veća

od euklidijske dimezije. Svakako vrijedi napomenuti da fraktalna dimenzija ne određuje kakav će oblik imati fraktalno tijelo. Za korištenje određenih 3d prikaza fraktala koriste se matematički programi poput *Matematica 5*.

Topološka dimenzija

Najbliža je našem intuitivnom prirodnom shvaćanju. Razjasnimo, recimo da točka ima topološku dimenziju 0, prava linija 1, ravan 2 a prostor 3. Sukladno tome naša bi definicija glasila: Skup ima topološku dimenziju O , kada svaka točka ima proizvoljno malu okolinu čiji rub ne siječe određeni skup. Zapažamo da nam je za svaku dimenziju potrebno $n = 2$ istih manjih dijelova kako bi načinili samo - sličan geometrijski objekt, pri čemu je d broj dimenzija.

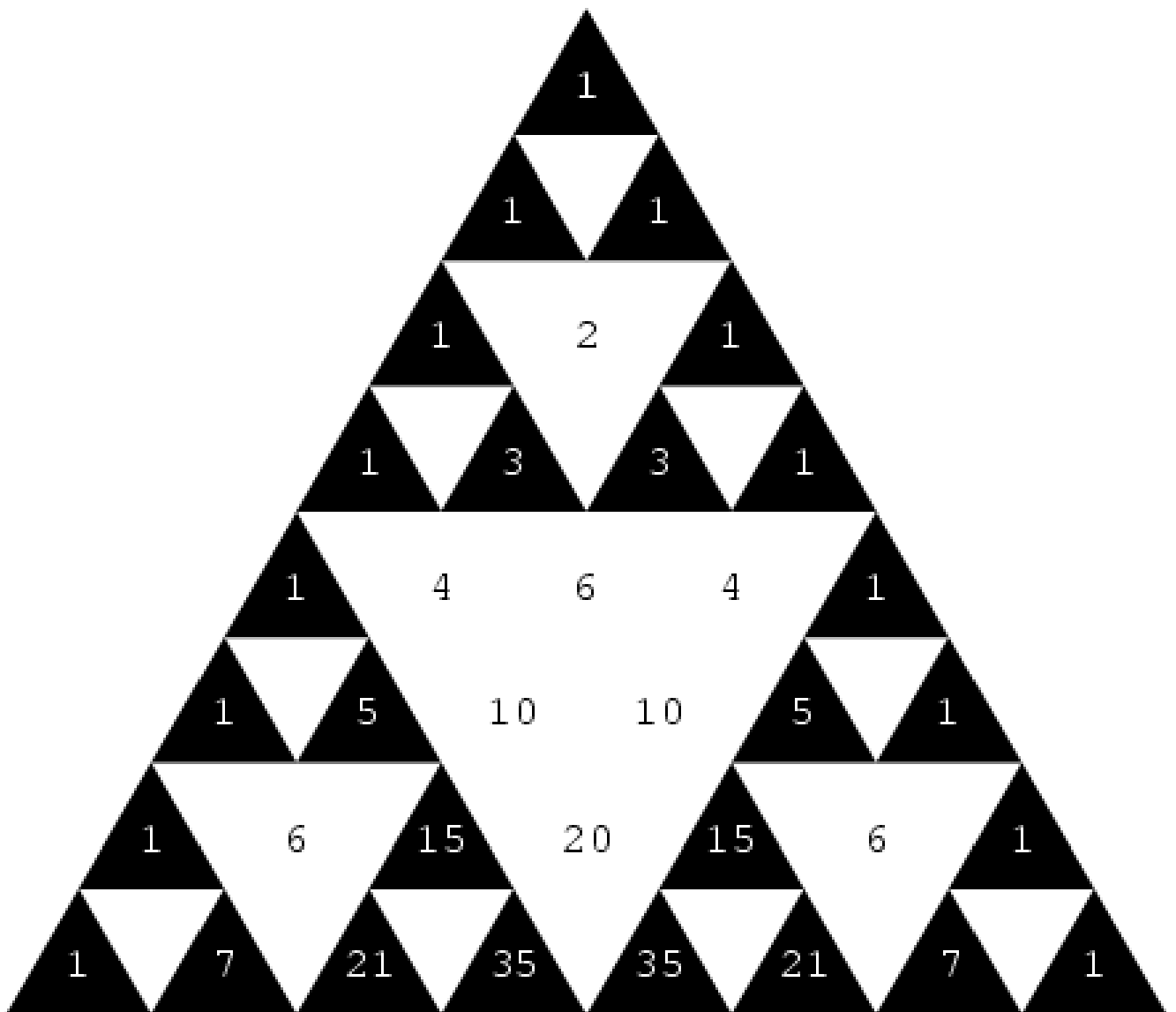
3. KONSTRUKCIJA FRAKTALA

Sierpinski trokut

Sierpinski trokuti nastaju geometrijskom konstrukcijom od jednostraničnog trokuta (no to nije uvijek uvjet) tako da se polovice svake stranice spoje sa polovicama susjedne stranice. Time se postojeći trokut dijeli na četiri jednaka trokuta - dijela.

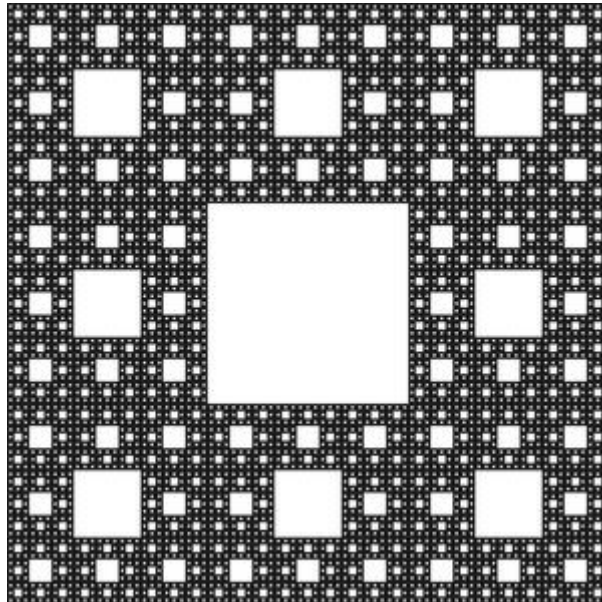
Ako izdvojimo središnji dio trokuta i nastavimo proces iteracije, te se nakon prve iteracije izdvoji još jedna četvrtina trokuta, a preostale tri četvrtine ne diraju tada se dolazi do efekta poznatog kao *sierpinski trokut*. Sierpinski trokut može nastati i iz konstrukcije krivulja ili ponavljanjem detalja. Također, Sierpinski trokut nazivamo skup točaka koji ostane kada broj iteracija ima tendenciju prema nuli. Gledajući sa druge strane, analogijom Sierpinskog trokuta nastaje tetraedar Sierpinskog, tako što se trokuti zamjene tetraedrima. Zanimljivost fraktalne

dimenzije očituje se i u tome što pri svakoj novoj iteraciji nastaju četiri nova dijela, koja su dvostruko manja od dužine stranice. Shodno tome, postoji i veza između Paskalovog trokuta i Sierpinskog trokuta.



Slika 2: Sierpinski trokut

Sierpiński tepih



Slika 3: Tepih Sierpinskog nakon šest iteracija

Na neki način sličan Sierpinski trokutu, ali sa tom razlikom što ima znatno veću fraktalnu dimenziju. Njegova konstrukcija počinje od kvadrata koji se podijeli na devet manjih kvadrata čije su dužine stranica jedna trećina dužine početne stranice. Za razliku od Sierpinski trokuta, gdje se iz sredine izuzme trokut, ovdje se izuzme iz središnjeg njegovog dijela kvadrat, a postupak se ponavlja s preostalih osam dijelova. Dakle, Sierpinski tepih nastaje nakon beskonačnog broja iteracija. Ovaj postulat biti će od krucijalnog značaja za daljnja proučavanja te razrađivanja teme. Svakako pri tom trebamo napomenuti kako je Sierpinski tepih pronašao svoju primjenu u IT industriji, mislimo na izradu računalnih procesora kao i

na izradu matičnih ploča. Iz ovoga je vidljivo da se radi o svojevrsnoj bazi, odnosno matrici. Možda je upravo matrica ključna riječ kojoj bi trebali posvetiti našu pažnju. Jer matrica, u ovom slučaju, ima istu onu ulogu koju posjeduje autor- grafičar kada radi na svome likovnom dijelu. Ona je ishodište kreativne energije preko koje likovni stvaratelj prenosi svoje zamisli na našeg promatrača, koji je jednim od sudionika kreativnog čina.

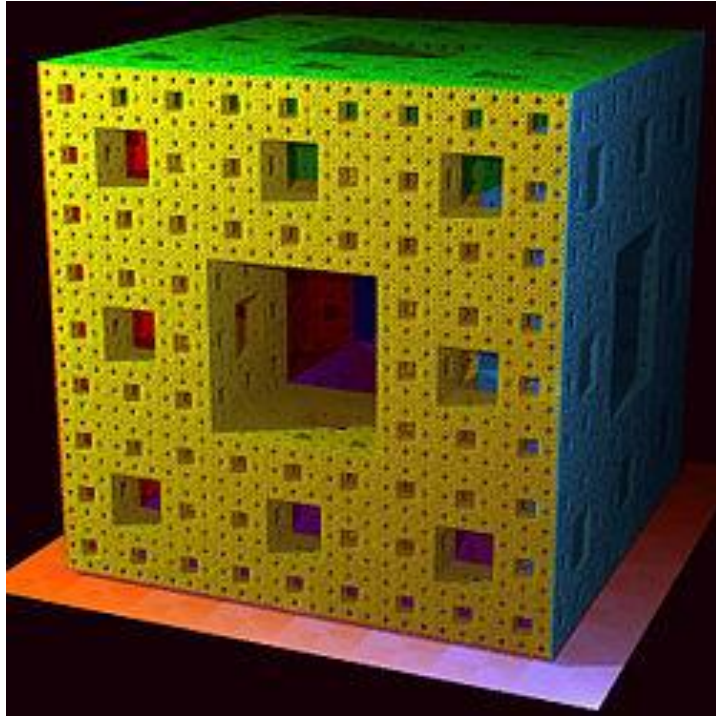
Mengerova spužva

Odmah ćemo uočiti da je to trodimenzionalni analogon Sierpinski tepihu, čija konstrukcija nastaje tako što se počne s kockom koju pak na 27 jednakih dijelova. Potom oduzmemo sedam kockica: dakle ona u sredini i šest u središtima strana početne kockice. Zatim se postupak ponovi sa preostalih dvadeset kockica. Mengerova spužva² može imati beskonačni broj iteracija.

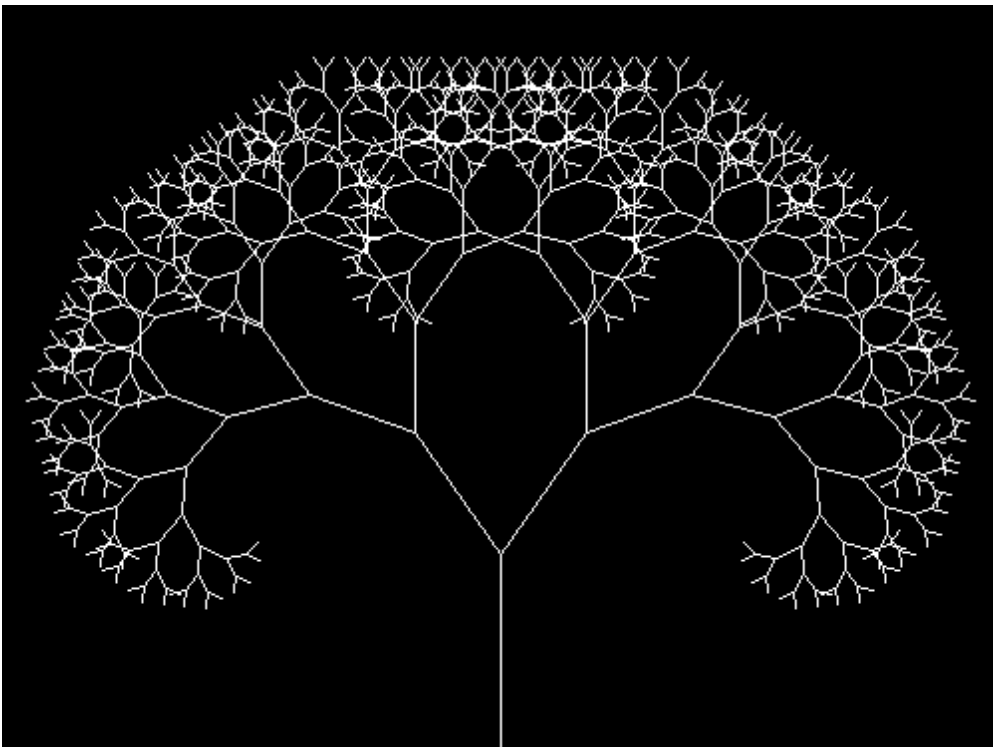
Sve ovo ukazuje na činjenicu da se geometrijska interpretacija fraktala približila ljudskom oku, detalj koje je priroda stvorila svuda oko nas. Fraktalne pojave se primjećuju kako u organskim tako i u anorganskim strukturama.

Nepobitna je činjenica da su postali nezaobilazni čimbenici današnje svakidašnjice.

² Mengerova spužva je fraktal kojeg je opisao austrijski matematičar Karl Menger 1926. Godine.



Slika 4: Mengerova spužva



Slika 5: Pitagorino stablo

Pitagorino stablo

Kada govorimo o Pitagorinom stablu započinjemo od pravokutnog trokuta. I njegova konstrukcija polazi od kvadrata, nad kojom se na jednoj stranici konstruira kružni luk i točka na njemu. Koristeći se Talesovim³ poučkom o obodnom kutu nad promjerom kružnice, koji je opet pravi kut. Ovdje započinje iterativni postupak nad katetama pravokutnog trokuta iz kojeg se konstruiraju kvadrati.

Ako koristimo računalni program *Skethpad proces* fraktalizacije ćemo pojednostaviti ali i objediniti pojedine radnje neophodne u tom postupku. Ovdje se susrećemo s tri veoma poznata fraktala a to su:

Kochova krivulja

Sierpinski trokut

Pitagorino stablo

Kod svih ovih, gore navedenih fraktalnih formi, možemo govoriti kako u svojoj osnovi imaju geometriju kao svoje ishodište.

Fraktali u prirodi

Priroda je svakom likovnom stvaratelju neiscrpni izvor inspiracije. Kroz pažljivo promatranje prirode i njenih mijena, često dolazimo do zanimljivih opažanja. Na neke njene promjene čovjek samo direktno utječe, dok je na neke, naprosto samo njen nijemi promatrač.

Ako usvojimo sve postulate koji su vezani uz fraktale prethodno iznesene, primijetit ćemo da mi živimo s fraktalima, iako toga nismo ni svjesni. Sigurno se nikada nismo zapitali da namirnica, poput brokule, sadrži fraktalne elemente, a da ih uopće nismo svjesni.

³ Tales je grčki filozof (624. Pr. Kr. – 547 pr. Kr.) kojega se smatra začetnikom znanosti.

To ponavljanje koje je jedna od osnovnih značajki npr. kod Sierpinski tepiha, ima apsolutno i kod brokule. Nadalje, forma šišarke govori o identičnim elementima kao i kod brokule.



Slika 6: fraktalna brokula i list avokada



Slika 7: Naličje lista



Slika 8: Paprat



Slika 9: Šišarka i zelje u presjeku



Slika 10: Paukova mreža



Slika 11: Obala

Recimo, Pitagorino stablo je fraktal koji je izuzetno rasprostranjen u prirodnom okruženju. Možemo ga uočiti u meandriranju morske obale npr. Engleske, pa sve do Hrvatske, a jasno da to meandriranje opažamo i na drugim obalnim područjima. Zatim krošnje stabala, naročito zimi kada su ogoljele od lišća, idealan su primjer kojim obrazlažemo fraktalnu temu..

Kada se već spominjmo lišće, sama njegova forma, koja je izuzetno zanimljiva, upućuje na pandan među fraktalima. U vezi s tim, listovi paprati mogu se usporediti s značajkama koje posjeduje *Pitagorino stablo*, a njena konstrukcija izgleda kao da je proizašla iz spomenute vrste fraktala.

Zaleđena pahulja snijega točnije *kristalna pahulja*, više je nego očiti primjer koji je svojedobno proučavao B. Mandelbrot. Ta fascinantna struktura sićušne pahulje možda je i najbolji primjer koliko smo često okruženi fraktalima, a do to nismo primjećivali. Ako pogledamo vlastiti krvožilni sustav, pronaći ćemo fraktalne karakteristike koje naš krvožilni sustav posjeduje. Na kraju, i naš DNK- a ima određene fraktalne značajke. Munja koja zna proparati proljetno nebo također nije ništa drugo nego fraktal, kao i kapljice vode koje se razbijaju o stijenu.

Sve navedeno govori u prilog tome, kako određene prirodne zakonitosti definiramo, a naprosto nismo svjesni da smo s njima okruženi, a nismo u njima prepoznavali fraktalne elemente. Upravo su na fraktalnim zakonitostima i njihovom spoznavanju, Japanci razvili tehniku oblikovanja papira, poznatiju pod naivom *origami*. Riječ je o vrlo kreativnom činu, koji je sastavni dio i japanske filozofije života. Način na koji oni oblikuju određene predmete od životinja do potpuno apstraktnih formi, ukazuje koliko su kreativni, i koliko žive s prirodom i koliko su njen dio. Prisjetimo se samo njihovih ždralova, papirnatih ptica, te ih usporedimo sa Sierpinski trokutom i načinom kako nastaje njihova konstrukcija. Naprosto se jedno na drugo nadovezuje.

Crtanje fraktala

Do sada smo opisali što su to fraktali, kako nastaju, te gdje ih možemo uočiti i prepoznati, naveli smo i gdje ih i kako možemo primijeniti. Sada nam ostaje zadaća kako ih nacrtati. Prvo ćemo se pozabaviti crtežima koje susrećemo kod djece predškolske i školske dobi. Pošto su fraktali sami po sebi vrlo zanimljivo i široko primjenjivo područje, poglavito zbog svoje odlike raspolaganja sa puno detalja i bogatstvom boja, tako su osobito zanimljivi najmlađoj populaciji, a to su djeca predškolske i školske dobi. Njihova neopterećenost s vanjskim svijetom, daje im stanovitu svježinu i posebnu kreativnu energiju. Posebno ističemo fraktalnu

metodu rada s djecom koju je razvila 1991. godine Ruskinja Tanzilija Zakirova Polujahtova. Njena je metoda, zbog nekih aspekata, proglašena svojevrsnom znanstvenom inovacijom. Obzirom na činjenicu da je metoda relativno nova, a postala je izuzetno privlačna, može se očekivati povećan broj sljedbenika u budućnosti. Osnova ove metode je matematika, točnije geometrija. Zbog svoje ljepote, preciznosti i sklada, odnosno reda koji vlada unutar fraktala koji su joj pomogli da razumije osnovne mehanizme i zakonitosti prirode, te njihovo prodiranje u samu bit čovjekova djelovanja. Ovom metodom, moguće je utvrditi psihičko zdravlje svakog polaznika seminara, dakle crtača.

Sigurno sličnih metoda ovoj ima još, ali ono po čemu se ona razlikuje je količina informacija koje se mogu pomoću nje dobiti, a to joj omogućavaju upravo fraktali. Ovom se metodom može uz dijagnozu, koristiti i terapija. Ona je poglavito korisna zbog pokretanja podsvjesnog mehanizma. Uz to je vrlo jednostavna i mnogima dostupna čime ostvaruje stanovitu prednost nad ostalim sličnim metodama.⁴ O ovoj je metodi iznimno je puno pisano,⁵ i s medicinskog i s psihologijskog stajališta.⁶

Osnova ove fraktalne metode je crtež, kao njen temeljni nosilac. Jedan od osnivača fraktala, matematičar H. Werner Franke, znao je istaknuti, kako pojedini stručnjaci ne vjeruju da izgovorenu riječ možemo prevesti na jezik crteža, tvrdeći kako je kvaliteta vizualne informacije manja od verbalne.

Jasno da takav stav nije prihvatljiv pogotovo sa današnjeg gledišta. Kada slušamo određene retoričare koji svoje izlaganje imaju i po nekoliko sati bez prestanka ili se radi o svojevrsnom

⁴ Polujahtova, Tanzilija Zakirova, A.E. Kamov. Izvornik fraktalne mudrosti : ili nov pogled na naše mogućnosti. Zagreb : Puni potencijal, 2014.

⁵ Zimica, J.I.: Primjena fraktalne metode za dijagnostiku i samostalnu korekciju psihoemocionalnog stanja u gradu Kišinjevu pokazala je visoku učinkovitost, čak 75-90 posto. Posljednjih pet godina s pomoću te su metode stotine ljudi uspjele popraviti svoje zdravstveno stanje, uskladiti socijalne, kreativne i međuljudske odnose.

Metoda koja se temelji na znanstvenim radovima (B.Mandelbrot, Faydysz, Lucher itd.) jednostavna je i pristupačna svima, pa se može preporučiti širokim slojevima s ciljem ozdravljenja i prevencije kako u medicinskim i obrazovnim ustanovama, tako i u životu općenito. Autorica je liječnica u Kišinjju.

⁶ Afoničeva, V.V.: Fraktalna metoda ne samo što uspješno dijagnosticira čovjekovo tjelesno stanje ili psihoemocionalnu atmosferu u obitelji, na poslu ili školi, ona uz to daje sjajne rezultate u procesu (samo) ispravljanja problema.

Metoda također pomaže otkrivanju kreativnih sposobnosti kako djece tako i odraslih. Vrlo dobro funkcionira u rješavanju obiteljskih problema.

retoričkom maratonu poput govora Fidela Castra, mi u suštini imamo ponavljanje, te tada možemo reći da se radi o fraktalima, odnosno fraktalnom govoru.

Sa druge pak strane, zamjenom riječi crtežima, mi ne prelazimo samo u novi sustav koordinata, već prihvaćamo nove metode opisivanja svijeta. Velik je broj studija pokazao da čovjekov mozak čuva precizne informacije, te donose precizne činjenice o njegovoj fiziološkoj sposobnosti, te je svojevrsni repozitorij različitih, kako činjeničnih, tako i osjetilnih informacija. Pronaći upravo određene *misli* iz tog svojevrsnog *repozitorija* ili *baze podataka*, izazov je za svakog znanstvenika, ali i umjetnika. Upravo u toj činjenici se krije ono transcendentalno, odnosno ono kreativno, što u određenoj mjeri posjeduje svaki čovjek.

Za realizaciju dijela korištenjem fraktalne metode, bitna je sposobnost raspoznavanja boja, njihovom skladu, poglavito u crtežu i grafici. Alati, s kojima se pritom koristimo, uz papir, su drvene bojice, olovke, flomasteri, kreoni i dr.

Svakako, kreativnost je od presudne važnosti u stvaralačkom procesu, i nju treba poticati i usmjeravati kao važnu u stvaranju likovnog djela.

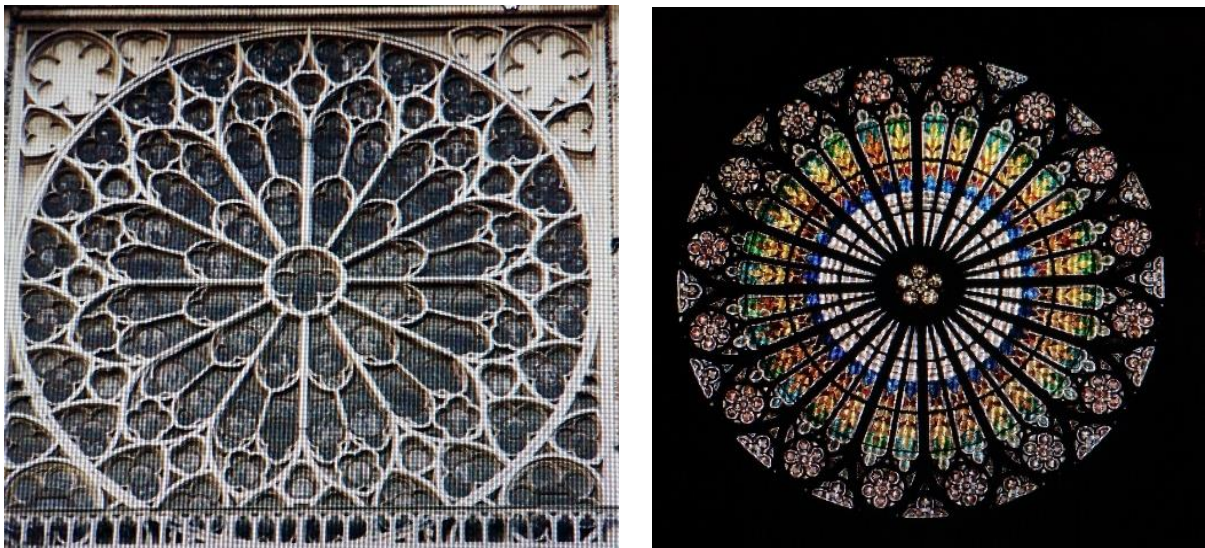
Metoda koju je razvila ruska liječnica i znanstvenica Polujahtova, sastoji se u tome da sudionici seminara, na papiru A4 formata, zatvorenih očiju crtaju (kako bi se isključio utjecaj svijesti, odnosno racija na sliku) kemijskom olovkom ili drvenim bojicama, izrađuju crtež u trajanju od maksimalno šezdeset sekundi. Pri tome se nastoji popuniti što veći dio papirnatu površine. Zatim se otvorenih očiju promatraju dobiveni rezultati, koji su uglavnom više nego pozitivni. U drugom dijelu, nastali crtež potrebno je ispuniti bojom. Da bi se opet izbjegla svjesna manipulacija biraju se ista sredstva za rad (drvene bojice ili flomasteri na primjer), a radi se također zatvorenih očiju. Kada je sve gotovo, sudionik seminara može pogledati čitavu lepezu vlastitog stanja. Ovakav je pristup, naročito kod mlađeg naraštaja, izaziva erupciju oduševljenja i puno pozitivnih emocija. U završnoj fazi slijedi *psihoanaliza* prema nastalom crtežu. Analiziraju se crtež, linija, kompozicija i boja. Da li je linija ispresijecana, nazubljena, ovalna, i kakve su boje? Tople, hladne, i kojih ima više, odnosno koje prevladavaju, te koji su geometrijski oblici pri tome nastali.

Fraktali u arhitekturi

Kada gledamo fascinantnu katedralu u Reimsu tu njenu rozetu vitraj odmah ćemo uočiti i frapantnu fraktalnost iste.

A to potvrđuje i cik cak kompozicija same građevine.

Sazdana je po svim postojećim postulatima o kojima se do sada govorilo.



Slika 12: Rozeta katedrale u Reimsu

Bionička arhitektura

Bionička⁷ arhitektura kao novi pokret u arhitekturi, a koji objedinjava formu i funkciju, kao i konstrukciju, svoj ekspresivan izgled zapravo vuče iz prirode. Pokret se razvio početkom 21.

⁷ Bionika (grč.) je znanost koja istražuje složene mehanizme u životinja da bi ih tehnički reproducirali (npr. ultrazvučni sustav kod šišmiša – uзор za radar). Proučava mehaničke mehanizme u živim sustavima Wikipedia, slobodna enciklopedija. [citirano: 2016-11-11] Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/bionikal>

stoljeća, te obuhvaća napredak računalne analize oblika, računalno projektiranje i grafiku. Kao znanost bionika imitira biološki živi organizam u konstrukciji sa mehaničkim tehničkim uređajima. Za razliku od uglavnom pravilnih i tradicionalnih oblika nova arhitektura predlaže krivulje i koncept matematičkih fraktala. Ideja nije ograničena samo na formu, već i na prirodne procese koje se odvijaju unutar živog bića. Posebna pozornost posvećena je pčelama, točnije, saću kao staništu. Upravo struktura i oblik saća nam ukazuje na to da ni ovdje fraktali nisu isključeni. Poznato je kako se prirodne strukture formiraju po konceptu minimalne površine, odnosno da potencijalna energija i moguća naprezanja unutar strukture bude minimalna, uz optimalnu potrošnju materijala.

Pojam fraktalne bio – strukture postavlja polje u kojem se razvijaju revolucionarni strukturalni i tehnološki planovi, koji se temelje na ideji fraktalne mikrofragmentacije kompleksnih sustava te dinamičkih naprezanja. Tako je i sam Frank Lloyd Wright govorio o važnosti okretanju arhitektonske prakse u ovom smjeru, smatrajući da se, u suvremenom dobu, umjetnost, znanost i religija objedinjuju u organskoj arhitekturi.

Tako je arhitekt Eloy Celaya projektirao bionički toranj, koji u potpunosti koristi pravila iteracije u punom njihovom značenju.

Bionički toranj, vertikalni grad, prvi je model urbane bio-ekološke strukture, koji se temelji na principima fleksibilnosti i sposobnosti bioloških struktura te ima mogućnost prilagođavanja visine, kapaciteta i iskorištavanja različitih ekonomskih i socioloških uvjeta, a sve ovisno o gradu i prostoru gdje se projektira. Taj vertikalni grad inspiriran je prirodom. Sam princip gradnje u prirodi je daleko kompleksniji i zahtjevniji, a naravno i efikasniji od bilo kojeg čovjekovog koncepta. Lakoća s kojom je ona stvarana ili se stvara nadmašuje sve naše dosege ma koliko oni perfekcionistački djelovali. To možda djeluje pomalo frustrirajući, ali je to naša stvarna realnost.

Mandale

Mandala⁸ je jedan od najstarijih i univerzalnih simbola poznatih čovjeku. Kada bi zumirali granicu Mandelbrotova sklopa, našli bi uzorke koji jako podsjećaju na istočnjačku umjetnost,

⁸ Mandala na sanskrtu znači *krug*, a možemo je naći svugdje od paleolitskih gravura do srednjovjekovne alkemije i tibetanskog budizma. One predstavljaju cjelovitost, jedinstvo i sklad. Wikipedia, slobodna enciklopedija. [citirano: 2016-11-11] Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/bionikal>

naročito na mandale ili yantr, budističku ili hinduističku umjetnost (crteži), u svrhu meditacije.

Mandale ili yantr imaju oblik kruga (sanskrit mandala-krug). Ustvari to su geometrijske kompozicije koje se koriste u meditativne svrhe (rituali), a sastoje se od nekoliko koncentričnih oblika. Svaka je yantra jedinstvena i kao takva priziva na božanstvo. U tantrama se objašnjava veza između vanjskog svijeta - makrouniverzuma, te našeg unutarnjeg svijeta - mikrouniverzuma.

Svaki je čovjek minijaturni svemir. Isti principi mogu se primjenjivati, ali i na svako pojedinačno biće. Sličnost nije samo u vizualnoj domeni. U Mahayana budističkoj školi nalazimo na objašnjenje svijeta koji je fraktalne prirode. Pri tome, svemir je objašnjen kroz metaforu *Indrine mreže*⁹, koja objašnjava koncepte praznine, međuovisnosti i prožimanja. Indrina mreža simbolizira svemir u kojem beskonačno ponavljani odnosi postoje među svim njegovim članovima. Sve je u njemu isprepleteno i cjelina je ovisna o svakom njenom članu. Ogromna je mreža dragog kamenja koja visi iznad palače boga Indre, a dragulji su raspoređeni tako da ćemo, ako pogledamo u bilo koji od njih, vidjeti odraze svih njih. U svakom tom odrazu ponovo ćemo vidjeti nove odraze, i tako u nedogled. Ovo nam izgleda u potpunosti fraktalno. Pronaći ćemo ih i u dekorativnim uzorcima gotičkih vitraja (rozete na crkvama), keltske, rimske, egipatske umjetnosti, a pronaći ćemo ih i u japanskim drvorezima. Prisjetimo se Katsushikia Hokusaija i njegovog drvoreza *Veliki val u Kanagavi*, drvorez koji svojim sitnim rastakanjima vodenog vala u tisuće malih kapljica asocira na fraktalnu kompoziciju.

Svojedobno su umjetnici, vježbali ponavljanje istog oblika i njihovih varijanti kako bi mogli što bolje u likovnom mediju pretočiti svoje ideje, što je bio svojevrsan oblik vježbe i samodiscipline, kako bi se neometano oslobodila umjetnikova kreativna energija. Samo se uz duhovnu stabilnost mogla rezultirati sposobnost izrade tako suptilnih formi s puno minucioznih detalja i osjećajem za perfekciju.

⁹ Indra je mitološki bog rata i vremena (vrijeme u meteorološkom smislu). Također je i Kralj Bogova i Nebesa u hinduizmu. Njegov je status niži od statusa Brahme, Višnu i Šiva. Zato se kaže da je Indra kralj nižih bogova.

Svrha i cilj istraživanja

Istraživanje se razvijalo u određenim amplitudama i u različitim pravcima, pogotovo u svojoj ranoj razvojnoj fazi. Nadalje, na samom nosiocu grafičke informacije, papiru, izvršene su intervencije punciranjem, tako da je on postao perforiran. Svakako da je to izuzetno važno obzirom da upravo to otvaranje papira ujedno otvara mogućnost stvaranja nove dimenzije. Perforacija je omogućila stvaranje *novog prostora*, odnosno papiru dala novu dimenziju, gdje on više nije *dvodimenzionalan*, već mu je dodana nova dimenzija stvarajući od njega *objekt*. Efekt trodimenzionalnosti se dodatno pojačava kada se u pozadini grafičkog lista postavi zaslon monitora sa uzastopnim ponavljanjem pixela. Zapravo je riječ o video snimci rastera (pixela), koji je kolokvijalno poznat pod izrazom *snijeg*. Snimljenim ponavljanjem osigurat ćemo da se snimka ponavlja kao konstanta, a jedino ograničenje je vrijeme unaprijed zadano od autora. Perforacije na papiru služe u svrhu da se kroz njih probija zadani video program, stvarajući tako dodatni raster u pozadini. Iz navedenih razloga, može se govoriti o *kontroliranom rasteru*, dakle o nečemu što ima svoju unaprijed zadanu veličinu i dimenziju. Kako je grafički list u cjelini podvrgnut perforaciji po svojoj cijeloj površini, čineći tako određenu geometrijsku figuru, suha igla svojom strukturom stvara reljefnost, dok u pozadini preko perforacija pixela stvara dojam razigranosti, daje svjetlo, time tvoreći i novu fraktalnu razigranost, čime se ona odvija u dva pravca. Jedan je pravac na samoj površini grafičkog lista, dok se drugi, ne manje zanimljiv, odvija unutar grafike kao objekta, stvarajući zajedno novu fraktalnu sliku, a to je grafika. Likovnim djelima izražavamo ideje, često i podsvijesno. Koliko god se trudili uspostaviti kontrolu nad umjetničkim procesima i metamorfozom oblika, ipak je optička projekcija prostora obilježena fokusom naše mašte. Umjetnost je ideja i nije definirana svojim izgledom, nego onim što ima reći. Svijet fraktala usko je povezan sa strogim pravilima grafike i njezinim postulatima. Vizualni prostor je svojevrsna imaginarna pozornica ispunjena apstraktnim geometrijskim elementima međusobno isprepletenih, koji korespondiraju i utječu jedni na druge. Te različite površine koje se savijaju, prožimaju, istežu, rotiraju, a pod čarobnim utjecajem svijetla i boja uvlače nas u svijet beskonačnosti i bezvremenosti, postajući na taj način trajne. Sama forma je nova i ne ogleda se u nečemu što smo već vidjeli i što je uobičajeno, te samim tim prepoznatljivo, nego u svijetlu nečega što još nije u potpunosti istraženo i otkriveno, a što je puno dinamike i iznenađenja, te samim tim nalazi svoje uporište u čovjekovom intelektu, koji na taj način propituje svoj unutarnji kozmos. Taj vlastiti svijet prepun je fantazmagorije, intuicije i snoviđenja. Različite

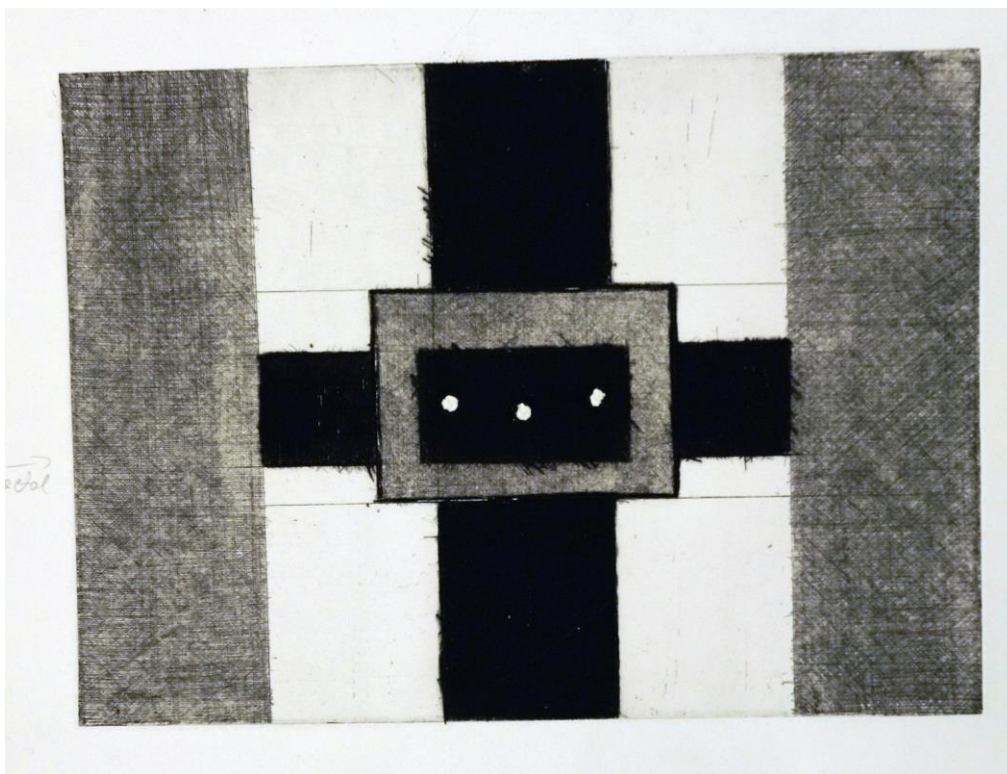
pojavnosti koje se pritom umnožavaju (fraktaliziraju), izokreću se u dinamičku fraktalnost prostora. Njenim multipliciranjem pojačava se osjećaj dubine i stvara osjećaj novog, nama posve nepoznatog, a udaljenog prostora.

Grafika kao medij

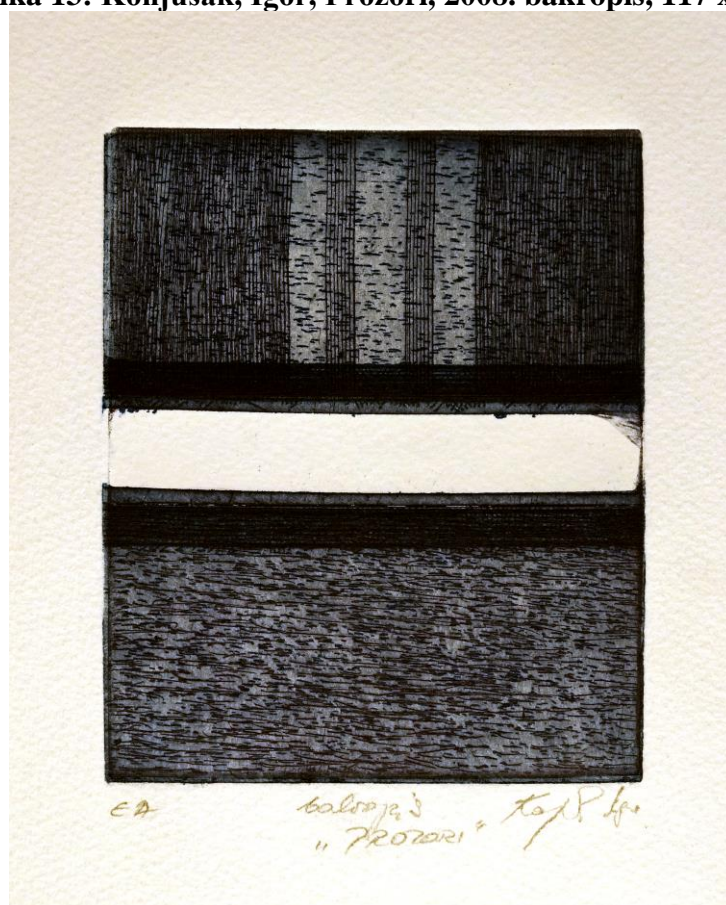
Kako u crtežu, tako i u grafici crta je glavno izražajno sredstvo, ali među njima postoji bitna razlika, a to je unikatnost crteža, dok grafiku karakterizira princip umnoživosti, te je možda daleko bolji izraz da je grafika multioriginal.¹⁰ U grafičkom procesu, crtež je tek pomoćno sredstvo koje je u službi grafičkog dijela, i pomoćno sredstvo u stvaralačkom procesu, ovisno o grafičkoj tehnici u kojoj želi izraziti svoju ideju. Crtež je najčešće skica, koja ima zadaću pomoći umjetniku u što boljoj realizaciji ideje, koja se treba ostvariti u jednoj od grafičkih tehnika. Ovisno o ideji, umjetnik bira grafičku tehniku kojom će tu ideju najbolje izraziti, a skica u crtežu poslužiti će mu za što bolju realizaciju. Matrica¹¹ je osnova svakog grafičkog procesa, bez obzira o kojoj se grafičkoj tehnici radi. Veliku ulogu pri izradi svakog pojedinačnog rada uz matricu ima alat, kao i materijal te sami postupci koji su korišteni pri izradi matrice. Svi oni zajedno, uz umjetnikovu kreativnost, grafičkom listu daju i osebnost i stupanj umjetničke vrijednosti. Pri tome treba istaknuti da je za uspješnost svakog likovnog djela važan spoj svih spomenutih elemenata. To posebno dolazi do izražaja kod grafike, ona mora biti jedinstvo ideje, od koje se polazi, preko grafičke tehnike pa do materijala koji se koristi pri izradi. Mnogi grafičari dvodimenzionalnu grafiku koriste kao transpoziciju za nastajanje trodimenzionalne forme, čime nastaje sasvim novo djelo. Velike su izražajne mogućnosti grafike, od onih pojedinačnih listova pa sve do grafičkih projekata uključujući instalacije.

¹⁰ Grafika je multioriginalom nazvana u: Hozo, Dževad. Umjetnost multioriginala : Kultura grafičkog lista. Mostar : Prva književna komuna, 1988.

¹¹ Matrica je tiskovna forma – od latinskog: mater = majka u: Paro, Frane. Grafički pojmovnik : Akademija likovnih umjetnosti, 2002.



Slika 13: Konjušak, Igor, Prozori, 2008. bakropis, 117 x 11



Slika 14: Konjušak, Igor, Križ, 2008., bakropis, 500 x 320 mm

Opis istraživanja

Grafičko istraživanje povezano fraktalima započeto je tijekom 2009. godine, premda se i ranije, točnije 1995. godine javljaju razmišljanja na tragu fenomena fraktala i njihove pojavnosti kao posebnog prirodnog fenomena. Bilo je to upoznavanje sa fenomenom fraktala i njihovim osnovnim značajkama i pojavnosti. Kako bi se što bolje istražio fraktalni fenomen, korišteni su tada dostupni grafički programi sa svim svojim karakteristikama i mogućnostima. Upravo su ti grafički programi određivali dinamiku istraživanja, koja su često oscilirala u intenzitetu, ali su bila konstantna. Usporedo se odvijao i jedan drugi proces, a to je onaj temeljni interes za *klasičnom grafikom*, odnosno nešto kasnije za tehniku suhe igle. Tako su se međusobno suprostavila dva svijeta, onaj digitalni i onaj tradicionalne grafike koji je zahtijevao strogost grafičkog postupka primjenjujuće sve uzuse primjene zakonitosti grafičke tehnike. Grafički programi strogo su matematički definirani i određeni egzaktnim pravilima, dok je klasična grafička tehnika uvjetovana ljudskim *impulsom*, koji je ipak podložan nesavršenosti i vlastitoj osebnosti.

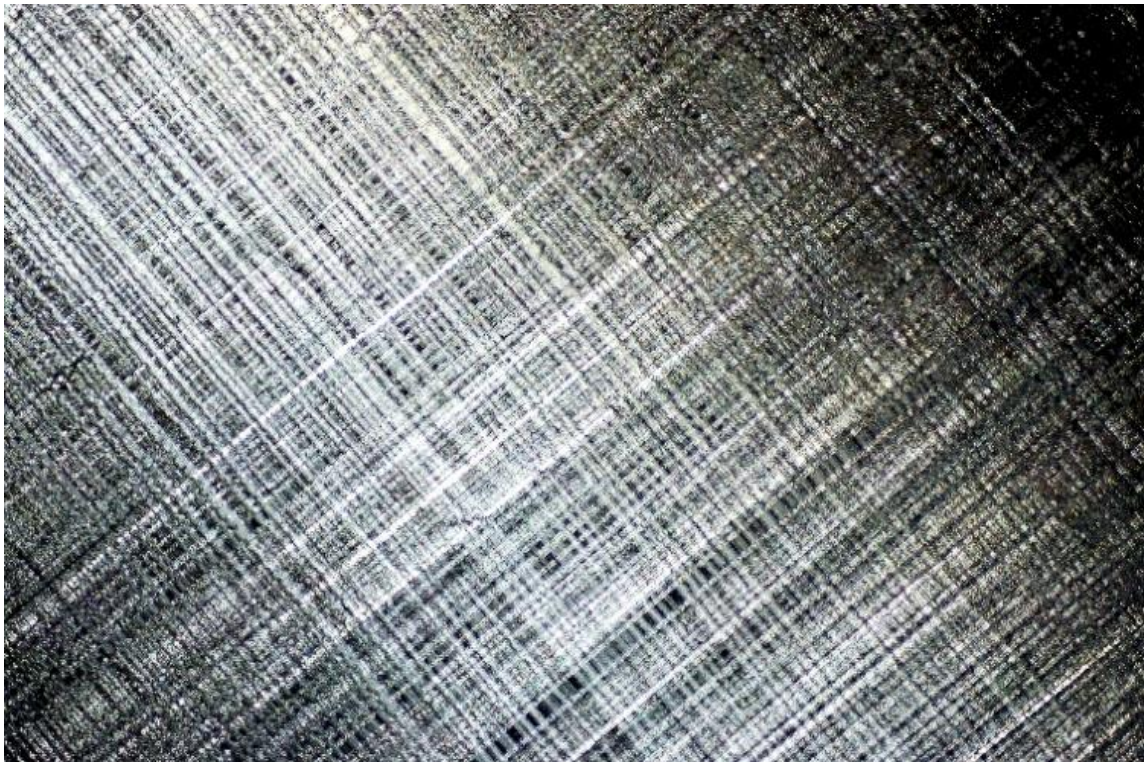
Kako su geometrijski oblici bili predmetom autorovog likovnog interesa, sasvim je razumljivo da će se svijet *digitalne grafike* i *klasične grafike* početi međusobno preklapati. Tome preklapanju uvelike su pomogli alati poput *Wacom Cintiq grafički tablet* zajedno sa digitalnom olovkom pomoću kojih je uspio pretočiti svijet imaginacije i određene estetske doživljaje u specifični trag digitalnog habitusa. Tim činom se otvorio put u ambijentalni svijet geometrijske apstrakcije, koja je striktno definirana određenim matematičkim postulatima, težeći čistoj ekspresiji oblika, ali koja u likovnom svijetu može biti itekako i topla ali i varijabilna. Upravo je varijabilnost ta koja joj daje tu toliko potrebnu svježinu i spontanost. Upravo ta spontanost i neposrednost u procesu istraživanja svakog dijela čini ključ svake kreacije, što je osobito važno u procesu likovnog stvaralaštva.

Već prije spomenuto izmještanje određenih matrica, njihovo pretapanje, preklapanje, te više puta opetovano ponavljanje, dakle svojevrsna iteracija samo nam pomaže u ostvarenju spontanosti izričaja. One na ovaj način određuju principe organiziranja umjetničke aktivnosti, diktiraju njihov ritam, te utiču na konačan proizvod – grafiku. Ciklus grafika manjeg formata počeo sam intenzivnije raditi tijekom 2011. godine. Od tada, pa do 2016. godine sačinio sam oko 2500 što digitalnih što *analognih* skica.

Osim idejnih skica težište sam prebacio na percepciju grafičke matrice, kao osnove pri nastajanju grafičke *manipulacije*. Te nedorađene ploče, naknadnim rezanjem, lomljenjem, uključujući razne perforacije i međusobna preklapanja u svrhu postizanja fraktalnih rezultata.

Svaku od tih ploča dodatno sam podvrgnuo mehaničkim *oštećenjima*. Prvobitnu zamisao sam ostvario uz pomoć određenih alata, prije svega mislim na *grebanje* po površini cinkove ploče. Nadalje podvrgnute utjecajima određenih alata, a tu se prvenstveno misli na *grebanjem* igle po površini cink ploče, nastajala je prvobitna zamisao. Grebanje je ostavilo duboke kanelure na ploči, stvarajući reljefnost koja je oplemenila finalni otisak.

Brojni utori koji su nastali prilikom intervencije, međusobno se isprepliću i imaju svoje uporište u mom ranijem grafičkom radu. Međutim, zbog svoje specifičnosti postupka i ponavljanja jednih te istih linija, u neprekinutom nizu dobili su sasvim drugi karakter, bolje reći novu dimenziju.



Slika 15: Cinkova ploča obrađena u tehnici suhe igle

Spomenutim intervencijama, grafika je dobila fraktalne osobine. Ta novonastala mreža, sazdana od beskonačno puno linija međusobno isprepletenih, čini jednu finu i čvrstu strukturu, mogli bi reći da ju je kao jezgru gotovo nemoguće razlomiti.

To je pokušaj kako pronaći poveznicu između realnih intervencija u prostoru i emotivnih promjena pojedinca, odnosno autora grafičkog djela. Razlomljene cink ploče su kao niz isječaka prostorno i vremenski povezane u cjelinu, i kao takve tvore novi vizualni doživljaj. Poticaj istraživanju je prihvaćanje segmenta koji pokreće cjelinu koja sazdana od niza osobnih intervencija vlastitog karaktera. Svaka intervencija na matrici odrazila se na otisku, odnosno papiru. Očito je da i papir trpi određene manipulacije, posebno kad je riječ o perforaciji. Zbog čega? Iz razloga što se nastojalo jednako tretirati matricu kao i materijal na kojem se otiskuje, u ovom slučaju papir. Važno ih je jednako tretirati kao nositelje. Time se stvara jedinstvo ideje, materijala i oblika grafičkog djela, bez kojega nema niti umjetničkog djela. Ponavljanje je misao vodilja kako bi kroz grafičku manipulaciju izgradili linearni proces i dokumentirali ga određenim brojem otisaka.

Broj probnih otisaka označava etape kroz koje prolazi istraživanje i na taj način nam daje uvid u proces koji moramo ostvariti kako bi dobili krajnji željeni rezultat.

Grafički proces se može nastaviti daljnjim intervencijama na matricama, ne samo zbog umjetnikove znatiželje, već i zbog novo očekivanog rezultata, koji je posebno izražen ako ploče mozaično slažemo u novonastale cjeline. Baš to korištenje više različitih ploča i njihovo stalno razmještanje daje veliki broj kombinacija koje uvijek predstavljaju novo djelo.

Ideja je vodilja, uvijek prema oslobađanju stvaralačke energije, a vještina je kako tu energiju iskoristiti. Za umjetnika je važan proces sazrijevanja ideje, a isto tako i njena realizacija, jer u njoj umjetnik vidi ostvarenje svoje zamisli. Kod umjetnika grafičara, nije dovoljna samo ideja, već i fizička pripremljenost, dakle kada ideja sazrije, na djelu je snaga. Proces oblikovanja grafičkih matrica može dovesti i preusmjeriti umjetnika u nova istraživanja, a time i do novih rezultata, odnosno do nastanka novih umjetničkih djela.

Već smo ranije spomenuli perforaciju papira, koja je produkt preoblikovanja početne ideje i njenog *kolebanja*. Mnoge su nedoumice vezane uz stvaranje perforacije, za njeno korištenje, ili ne korištenje. Ako da, zašto? Perforacija, kao mehanički čin vrlo je jednostavna, no je li u likovnom smislu opravdana, i može li se smatrati svojevrsnom destrukcijom materijala, odnosno grafičkog lista? Budući da se ovdje radi o svjesnom i krajnje odgovornom (kontroliranom) procesu, odgovor je ne. Proces koji se temelji na likovnoj zakonitosti i služi kreativnom činu, stvarajući nove likovne i estetske vrijednosti, znači služi ostvarenju tog cilja. Sve ovo govori u prilog tome da perforacija papira ili same matrice nije destrukcija, već je u službi kreativnog čina, i nastajanja novog fraktalnog grafičkog djela. Perforacije koje na taj

način nastaju, u mehaničkom obliku, imaju potpuno drugu ulogu. Imaju ulogu stvaranja novih vizualnih mogućnosti, na primjer intervencijom svjetla nastaje novo djelo, koje se različitim multimedijским intervencijama može u nedogled mijenjati, stvarajući različite fraktalne efekte. To su svojevrsni *prozori u svijet*, prozori koji nas uvode u novo fraktalno djelo. Intencija je povezivanje planova, dakle, da se poveže prvi plan sa onim što se nalazi u pozadini, a da se pri tome međusobno prožimaju stvarajući jedinstven prikaz. Načinom na koji će se izvoditi, kao i vrstom same perforacije, stvaramo određene geometrijske cjeline koje tvore unaprijed određene geometrijske, odnosno fraktalne oblike. Kako je raspored, ali i veličina određenih točki u međusobnoj korelaciji, i ovise jedna o drugoj, veličinom, gustoćom ili brojem perforacija, koje se u nizu ponavljaju, mi smo zapravo ušli u samu bit fraktala.

Upravo je brojnost, međusobni raspored i gustoća (fino skaliranje) točki, bitna je i gotovo od presudne važnosti za konstruiranje grafičke slike. To ponavljanje elemenata ranije spomenutih, koji su bili izraženi kroz trokutaste oblike, ovdje se prikazuju kroz veličinu i ponavljanje fraktalnog piksela.

Sve ovo, do sada rečeno ima uporište u prirodi. Očiti je primjer paukova mreža na kojoj su *uhvaćene* kapi rose, koje nas neodoljivo upućuju prema našoj perforaciji.



Slika 16: Paukova mreža

Ili drugi primjer, onaj japanskog drvorezca Katsushika Hokusai-a, i njegove grafike *Veliki val u Kanaghawi*, koji je inspiriran prirodom, odnosno razbijanjem vodenog vala po morskoj površini kao i razbijanje vodenog vala o obalu Japana.



Slika 17: Katsushika Hokusai: Vodeni val, drvorez u boji, 275 x 378 mm, 1823.-1829.

Na ovom ćemo prikazu uočiti tisuće sitnih kapljica koje lebde u zraku. Njih možemo usporediti s perforacijama na našem grafičkom listu. To su također, sada u jednom prenesenom značenju, naše perforacije koje čine novi geometrijski oblik. Možda je jedan od izrazitih primjera koji možemo zapaziti u prirodi, a izravno se može povezati sa oblikom maslačka. Ta naizgled krhka forma, koju je lako otpuhnuti, pa samim time i uništiti, odličan je primjer za našu grafiku. Forma maslačka je fraktalna, sa svim njenim zakonitostima. Ako tu formu ogolimo na način da je u photoshopu *peroblikujemo*, dakle *provučemo* kroz određene filtere programa za oblikovane fotografije, uočiti ćemo da smo se približili točkastim elementima koji stvaraju određenu kružnu formu. Ako pak sada sve *ogolimo* do krajnjih granica, te postojeću formu svedemo na razinu piktograma, odnosno reduciramo je i svedemo na minimalizam, dolazimo do područja našeg interesa. Međutim, time ne možemo u potpunosti biti zadovoljni u našem istraživanju. Ako nam je grafička forma unaprijed

definirana, potrebno je dodatno napraviti mehaničke perforacije koje smo prethodno spomenuli. Njih obavljamo pomoću alata koji su napravljeni upravo za tu namjenu.

Obrada pozadine

Bitan element grafičkog postupka je obrada pozadine. Koliko je važno ono što je na našem *nositelju grafike*, dakle papiru, toliko je važno i kakva je pozadina, u likovnom smislu, težina je na onome što je u pozadini. Koristeći se klasičnom grafičkom tehnikom, mijenjanjem pozadine, u svrhu mijenjanja grafičkog lista, stvarajući na taj način seriju grafika koja su bliske svojevrsnim grafičkim instalacijama, prostornim ili *site-specific* grafikama.

Pasivna pozadina

Ako bi definirali pozadinu iza perforacije kao *novu sliku*, tada bi njena uloga u našem procesu nastajanja grafike, bila od vitalnijeg značaja od samog prednjeg plana. Pozadina dakle može biti struktura i tekstura samog zida koji se *probija* kroz perforacije koje smo ostavili na našem nosiocu – grafici. Nadalje, pozadina može biti i određena otisnuta tekstura samog papira koji je nalijepljen na poledinu našeg otiska, pa kroz perforirane forme tvori sada jednu novu likovnu vrijednost u kombinaciji sa onim što smo definirali u prvom planu. Zajedno, u oba slučaja, tvore jednu likovnu cjelinu koja je na neki način grafika objekt, odnosno grafika instalacija, sa obilježjima fraktalne strukture. U ovom slučaju radi se o statičnoj, dakle i pasivnoj slici – grafici.

Aktivna pozadina

Nasuprot pasivnoj pozadini, u našem procesu istraživanja odabrali smo dinamičku, dakle aktivnu pozadinu. Ona mora biti sublimacija svih naših iskustva provedenih tijekom istraživanja, što znači da moramo koristiti cink ploče kao matrice za prijenos grafičke ideje, te pri tome koristi tehniku suhe igle koja će po površini matrice ostaviti reljefni trag.

Reljefni trag ima važnu ulogu u oblikovanju cjelokupne slike, odnosno grafičkog prikaza, koji joj daje autorski pečat i svjedoči o njenoj autentičnosti. *Nositelj grafičke ideje* – papir, je taj koji sada izložen mehaničkim perforacijama, postaje vrlo bitan. Kako je on svojevrsan tampon između onog što želimo i onoga što nastaje, jasno je, da to ne smijemo prepustiti improvizaciji. On mora sadržavati kreativne i manipulativne kvalitete, kako bi postigli željene rezultate. Uz sve navedeno, boja je kao svojevrsni transmiter vrlo bitna. Bez nje naprosto ništa ne bi bilo realizirano u onom obliku kako je to prvotno zamišljeno, a zamišljeno je tako da se koristi niska koloritna gama, naprosto niska skala, crna boja, unutar crnoga. Možda bi ju mogli nazvati *Melodijom baseva*, dakle jedna gotovo prigušena melodija bez disonantnih tonova. Upravo se ta *iskričavost* koja se može vidjeti u navedenim primjerima fraktala željela izbjeći, kao da na klaviru koristimo samo onu stranu klavijature gdje su samo duboki tonovi, tonovi koji su zvonki i jasno definirani.

Zamisao nam je bila da aktivnom pozadinom spojimo naša iskustva iz *klasične* grafičke tradicije zajedno sa onom koju nam pružaju *novi grafički mediji*, a to su fraktalne grafike. Koristeći postojeća znanja i spoznaje iz obaju svjetova, želja nam je bila povezati jedno i drugo iskustvo, te novim likovnim promišljanjem stvoriti novo grafičko djelo, u našem slučaju fraktalno grafičko djelo. Dakle, trebalo je uz dinamičku sliku, koja će djelovati u pozadini te pri tome izazivati *optičku mješavinu*, koja će se kroz otvore – perforacije na *nositelju ideje* – papiru, odražavati na cjelokupnoj grafici, tvoreći tako jedinstvenu cjelinu. Novonastala slika – odnosno grafika u sebi sublimira značajke i op arta, fraktala, a donekle i instalacije, pri čemu zadržava karakter *klasične grafike* i njene grafičke prakse. Pri tome je potrebno voditi računa o svim zakonitostima i specifičnostima koje nam prethodno navedeni procesi nude. Za realizaciju takve zamisli bili su potrebni i određeni alati: fotoaparati i video kamere, video player, te televizijski monitor. Upravo je ta nova, digitalna tehnologija, utjecala na promjenu percepcije, koje više nije bila vezana za vizualnu stvarnost, već je stvoreno novo djelo. Vizualna stvarnost je sada segmentirana (fraktalna), te izdvojena u određene isječke kojima je moguće manipulirati. Snimio sam raster koji nastaje na ekranu monitora (popularno u narodu nazvan *snijeg*), kao i pikseli na samom monitoru. Dobiveni rezultati su prolazili određene procese obrade u programu *Adobe Premier*, te sam ih obrađivao kako bi se mogli ponavljati na samom zaslonu. Na tako pripremljenu pozadinu, sliku koju smo stvorili prenijevši je s video playera na naš monitor, ostvarili smo jedan preduvjet za uspješnu realizaciju ideje, a drugi preduvjet je, da se otisne grafički list prema idejnoj skici.

Postojeći grafički list prolazi različite procese od obrade matrice, iscrtavanja, ostavljanja grafičkog traga na površini cink ploče, utrljavanja odnosno nanošenja boje na površinu ploče, do skidanja viška boje sa njene površine, te pristupanja procesu otiskivanja. Manipulacija otiskivanja odvija se na kalkografskoj preši, te se ponavlja određeni broj puta već prema autorovoj zamisli. Na kraju je potrebno spojiti ova dva prethodno navedena procesa u jednu cjelinu, odnosno, na površinu ekrana postaviti grafički otisak. Sada smo konačno sve ujediniili u cjelinu koja je oblikovana u grafički list, kao novonastalo fraktalno grafičko djelo. Postojeći grafički list je rezultat analiza, htijenja, eksperimenata, izrade skica i propitivanja unutar naše svijesti, ali ne malu ulogu u tome igra i podsvijest, te kreativni napor i želja za novim likovnim izričajem. No, to nije konačno rješenje, već je riječ o fraktalnoj misli ili fraktalnom procesu unutar istraživanja. Područje istraživanja fraktalne grafike je izuzetno kompleksan stvaralački čin, sa puno nepoznanica, koja nas potiču na nova istraživanja, proučavanja, maštanja, jer sve je to dio naše kreativne energije i dio kreativnog čina, bitnoga za rezultat svakog, a u našem slučaju fraktalnog djela.

Prezentacija grafičkog djela

Nakon faze istraživačkog procesa, i njihova nastanka, važno ih je i adekvatno predstaviti. Svakako, mislimo na javnu prezentaciju. Javna prezentacija bi trebala biti u adekvatnom galerijskom prostoru, koja korespondira sa prostornim okvirom i ambijentalnim okvirima naših grafika, kako bi na taj način dala toliko potrebnu sinergiju umjetničkom djelu, umjetniku i promatraču, odnosno važno je stvoriti sinergiju djela, prostora i promatrača. Pri tome je izložba uobičajeni, poželjni način komunikacije između umjetnika i publike. To je svojevrsna valorizacija postojećih razmišljanja i potvrda istraživanja. Sada etape našeg višestrukog istraživanja, dvojbi, kolebanja, ali i stavovi koje smo usvojili prilikom realizacije našeg kreativnog čina dobivaju puni smisao. Zapravo možemo govoriti o afirmaciji ideja ili ideje kojoj smo težili, ideja koja počinje komunicirati sa našim potencijalnim gledateljima podložna je kritici, a sud javnosti preuzima ulogu arbitra, uz mogućnost prihvatanja ostvarenih umjetnikovih ideja.

Kako je doživljaj umjetničkog djela uvijek subjektivan, za očekivati je i različit pristup istome. Bez obzira na različita stajališta i odnos prema novonastalom fraktalnom grafičkom djelu, poželjno je da dosadašnje istraživanje „živi“ u našim grafičkim listovima.

Područje istraživanja

Područje istraživanja odnosi se na grafiku i grafički medij, sa osobitim naglaskom na utjecaj fenomena fraktala na kreativni izričaj i njegovu primjenu, pri čemu osobitu pozornost posvećujem strukturi i biti problema fraktalog likovnog izričaja, s osobitim naglaskom na grafiku kao likovni medij, pri čemu moramo poštivati sve zakonitosti grafike kao likovne discipline, sa naglaskom na vizualni dojam, čistoću grafičkog jezika i korištenja odgovarajućih materijala.

Posebnu ulogu imaju svjetlost i boja, koji u kombinaciji sa podlogom unose element *magije*, dajući neočekivane efekte koji nas uvode u novi svijet imaginarnog.

Pri tome se likovni jezik oblikuje višeslojno, pomalo makro pointilistički. Krugovi ili kružnice, uvećane ili umanjene propuštaju svjetlo, bolje rečeno daju *svjetlosnu snagu* području koje je prethodno bilo perforirano, te svojim svjetlosnim snopovima ukazuje na jedan novi i drugačiji svijet, onaj iluminacije.

Struktura grafičkog lista, zajedno sa svojom teksturom, i *natopljenom* bojom na papiru, a u kombinaciji sa dnevnim svjetlom oblikuje nove fraktalne forme u svom duktusu.

U našem istraživanju se pokazalo da su povezani grafički medij i grafički sadržaj, konstruktivistički ali i dekonstruktivistički, jer koliko gradimo određeno grafičko tkivo, tako ga na neki način istovremeno i razaramo, što se može potkrijepiti perforacijama grafičkog lista kao nosioca grafičko - likovne ideje. Je li je tu riječ o fenomenologiji pristupa likovnom djelu ili fenomenologiji percepcije? Najvjerojatnije i jedno i drugo. Također postavljamo pitanje svrsishodnosti umjetnosti i umjetničkog-grafičkog čina. Postoje mnoge dileme o tome hoćemo li zacrtano uspjeti ostvariti, te u kojem pravcu će istraživanje krenuti. Novo nastale forme rezultat su promijenjene percepcije.

Specifičnost ovog istraživanja, između ostalog, ogleda se i u tome što je pažnja posvećena grafičkim materijalima. Dakle vodilo se računa o komunikaciji autora i *tvori*, u procesima stvaranja i doživljavanja, i o njihovoj bezuvjetnoj komunikaciji

Istraživanje koje je temeljeno na praksi, koje je k tome i umjetničko, raspolaže vrlo specifičnim i snažnim likovnim jezikom ali i metodama koje ga čine drugačijim, *opipljivijim* i nadasve autentičnim.

Istraživanje je utemeljeno na postizanju novog znanja i rezultata istog ali kroz praksu. Likovno istraživanje povezano je s potrebama umjetnika da svoj rad protumači likovnim jezikom, premda rezultat ne mora biti uvijek lako mjerljiv, te ga je ponekad teško obrazložiti iz razloga što se svakom umjetničkom istraživanju treba pristupiti koristeći se specifičnim likovnim govorom.

I ovo se istraživanje povezuje sa umjetničkim i tehničkim aspektima likovne prakse, kroz prožimanje *tradicionalnih* i *novih grafičkih medija*, i vrijednosti unutar istih. Pri tome su ove prvo spomenute izuzetno bitne jer su instrument istraživanja dok je ovo drugo predmet istraživanja.

Kako je grafika medijator svim likovnim granama, prirodno je da se kroz nju propituju svi suvremeni likovni izričaji.

Svrha i cilj istraživanja

Ciljevi se mogu podijeliti na one koji su vezani na studijski rad, dakle proučavanje samih fraktalnih oblika i propitivanje grafičkog medija i njegove likovne specifičnosti u odnosu na fraktale. Ciljevi su iskustveno vezani, a time su stimulativni ali i nadasve inspirativni.

Svrha istraživanja su novi konteksti unutar unaprijed zadanih parametara, čime redefiniramo grafički list, stvarajući *novi grafički jezik* uporabom različitih materijala, alata, kao i svjetla u već unaprijed zadanu formu.

U samom grafičkom mediju namjera mi je bila stvaranje vizualnog izričaja kojim se oblikuju grafički listovi izdvojeni u prostoru, te na taj način postaju dio njega samog, odnosno novog prostora, te postaju svojevrsni objekti kroz koje prolazi svjetlo, treperavo, s „rasterom“ sazdanim od sitnih točkica (fraktala), tvoreći tako suptilne svjetlosne efekte, nenametljive ali dovoljno vidljive da unutar perforiranog grafičkog lista oblikuju novu likovnu vrijednost, kao

i novi vizualni sadržaj. Takav sadržaj u ambijentalno oblikovanom prostoru stvarao bi jedinstven vizualni doživljaj.

Jasno je da to iziskuje određena materijalna sredstva kao i opremu za sam izložbeni prostor. Dakle, osim vizualnog i tehnički aspekt utječe na realizaciju istog.

Između ostalog jedan od bitnih zadataka je unutar praktičnog istraživanja pronaći i materijale koji će omogućiti stvaralačku razigranost, taktilnost, svojevrsno uzbuđenje u pokretanju novih kreativnih ideja. Zatim je bilo poželjno istražiti dotične materijale, specifičnost njihovih svojstva i komunikacija, njihovu snagu i potencijal, kao i ono što se kroz njih utjelovljuje.

Na početku je nužno odabrati odgovarajući materijal, a sve u svrhu usklađivanja s novim pristupom realizaciji novog fraktalnog djela. Pri tome treba posebnu pažnju posvetiti istraživanju svjetla, odnosno njegovo korištenje u zadanim okvirima.



Slika 18: Digitalna grafika (predložak za duboki tisak)

4. KONTEKST ISTRAŽIVANJA

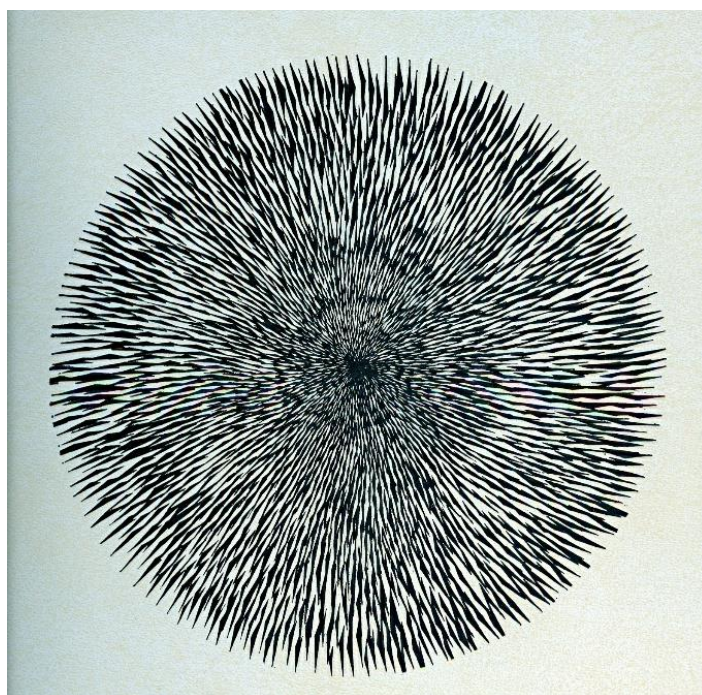
Kontekst istraživanja Hrvatska

Svakako da je poseban izazov istraživaču pronaći suvremenike unutar najbližeg okruženja, u ovom slučaju Hrvatske. Sama ta spoznaja da možda postoji netko tko je u likovnom, pa i ne samo likovnom svijetu posezao za sličnim promišljanjima i idejama, davala je jednu novu dimenziju istraživačkom procesu.

Nakon određene analize i selekcije dostupnih informacija fokusiranje se svelo na likovni segment.

Svakako da tu treba spomenuti prof. **Miroslava Šuteja** i njegovo djelo „Bombardiranje očnog živca“ koje je izuzetno važno u proučavanju domaćeg OPT ART-a, a samim time i fraktala.

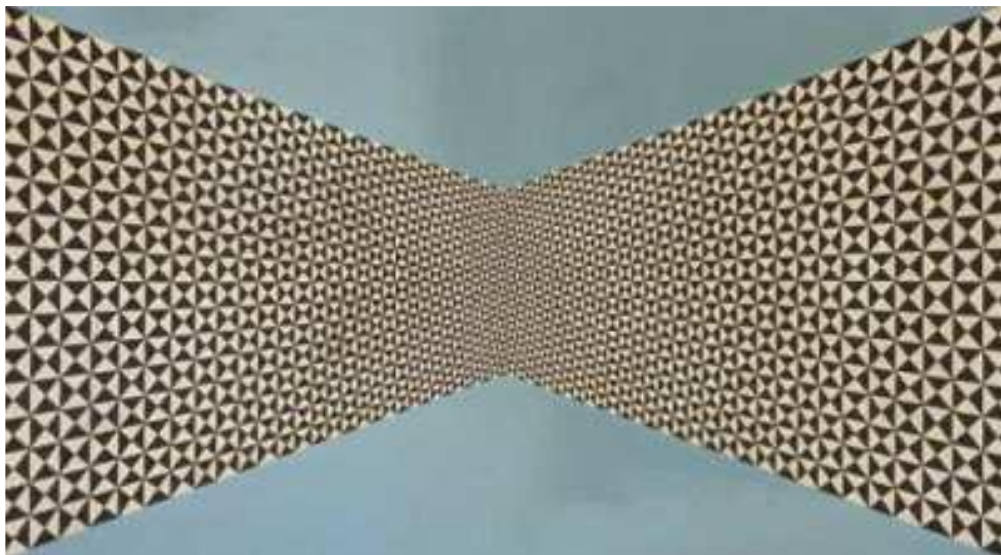
Djelo koje je uvelike u ranoj fazi formiralo samog autora, te mu dalo svojevrsnu prepoznatljivost.



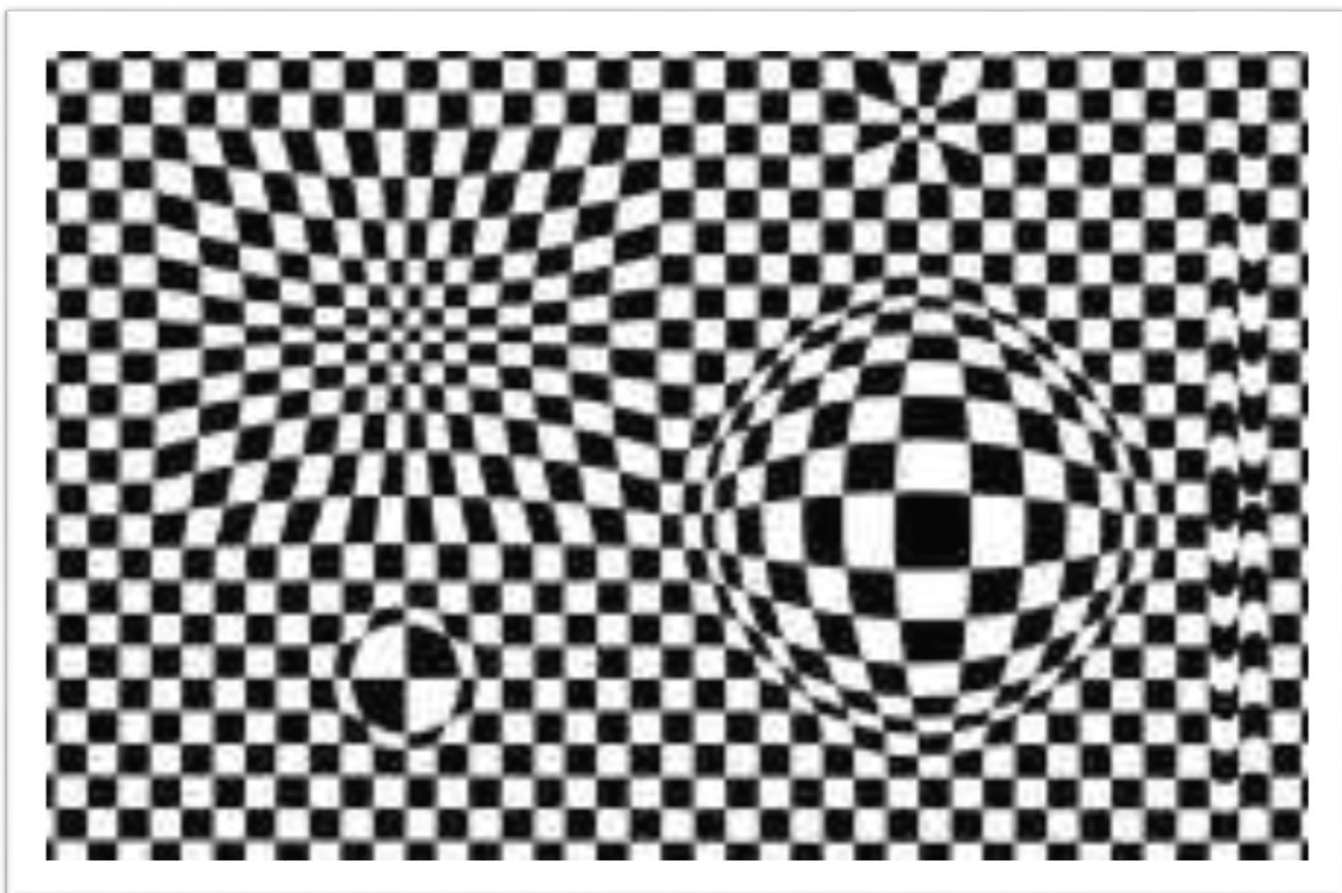
Slika 19: Šutej, Miroslav: Bombardiranje očnog živca, 1962. serigrafija, 690 x 677, 1962



Slika 20: Šutej, Miroslav: Ultra AB, 1965. serigrafija, 234 x 350 mm



Slika 21: Šutej Miroslav: Panorama za lijevo i desno oko, 1966., 536 x 302 mm

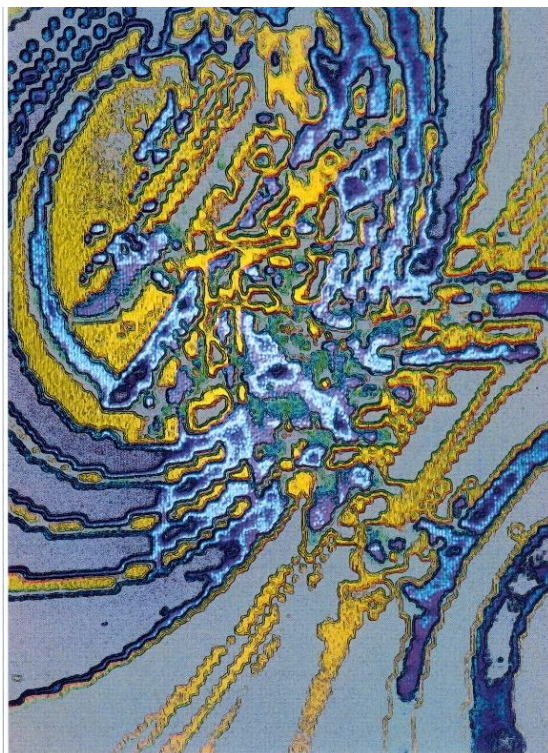


Slika 22: Vasarely Victor: Kompozicija, 1957., 650 x 650 mm

Svakako treba spomenuti i inženjera Vilka Žiljka, svojevrsnog pionira digitalne grafike, koji je svojom izuzimno velikom energijom i željom za proučavanjem digitalne grafike približio, sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća, nepoznati svijet digitalne grafike široj javnosti. Afirmirajući taj novi svijet, koji je u prvom redu bio vezan uz matematiku, otvorio je mnoge rasprave o njevoj ulozi u likovnim umjetnostima. Do danas, autor je istražio i realizirao veliki broj digitalnih-fraktalnih grafičkih listova, koje su objavljene i u njegovoj likovnoj monografiji.



Slika 23: Novinski isječak o kibernetičkom slikarstvu Vilka Žiljka



Slika 24: Žiljak Vilko, Serija kompjutorskih grafika nastalih 1975./1996., razl. dimenzija

Ne manje zanimljiv rad, a vezan za slično područje je i djelovanje **Vlatka Čerića**.

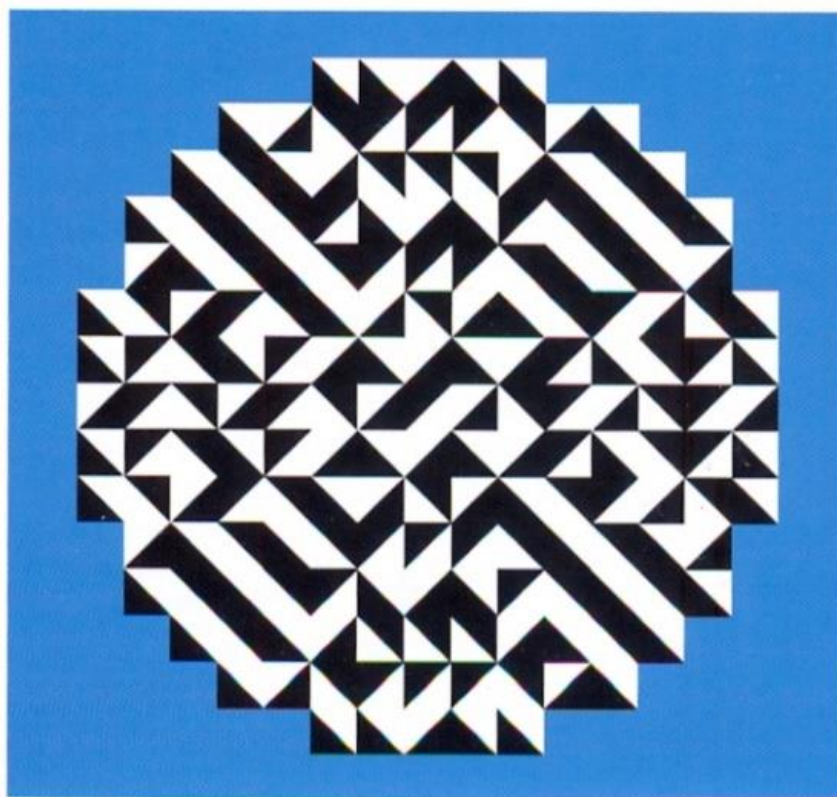
Autor isto dolazi iz svijeta matematike, posebno geometrije, a koristi kvadrat kao bazu za svoja likovna promišljanja.

Povezivost s fenomenologijom fraktala ovdje je izuzetno izražena.

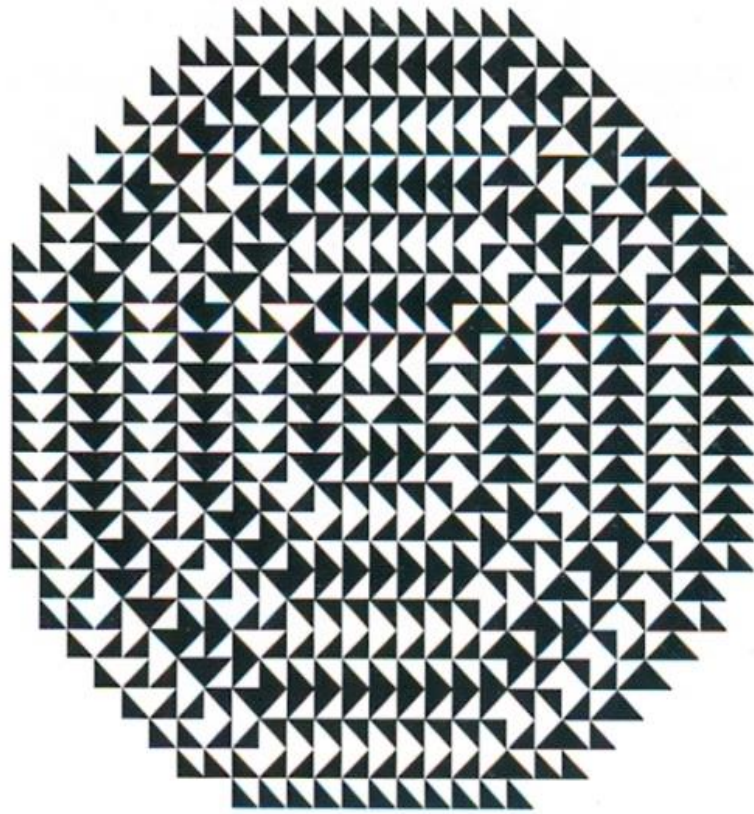
Variranje osnovnog elementa, njegovo ispreplitanje, oblikovanje u novu formu, modeliranje formi izuzetno su interesantni.

Za uspješnu realizaciju istog koristio je alat – software Matematica 5.

Rezultati su jasni i vidljivi.



**Slika 25: Čerić, Vlatko: Modeliranje skulpture,
2009. kompjutorska grafika, 700 x 700 mm**



Slika 26: Čerić, Vlatko: Tokovi u dva različita modela, 2009. kompjutorska grafika, 500 x 400 mm

Kontekst istraživanja: svijet

Što se svjetskih razmjera tiče tu je situacija znatno drugačija. Izbor autora koji su se bavili ovom tematikom je znatno bogatiji. Također i područje njihovog djelovanja je raznolikije. Od matematike-geometrije, digitalne grafike, arhitekture, fotografije, slikarstva, pa do virtualnog svijeta.

5. ARHITEKTURA

Fullerova kupola¹²

Fullerova kupola je čista struktura. Njen izgled podsjeća na mnoge strukture koje nalazimo u prirodi. Njegove su geodezijske kupole, podizane na izložbama, u znanstveno - fantastičnim filmovima ili kao dio vojne opreme. Na Svjetskoj izložbi 1967. godine u Montrealu, izložbeni paviljon Sjedinjenih Američkih Država, bila je njegova biosfera. Konstrukciju temelji na jednostavnim geometrijskim tetraedrima kao trostranim simpleksima i oktaedrima. Upravo zbog te konstrukcije iznimno je jednostavna, ali vrlo stabilna i jednostavna za izradu.¹³

Njegova struktura je izvan svake determinacije, pa je zato i apstraktna arhitektura ili bolje rečeno anti arhitektura jer kako nije ništa određeno ona ustvari uključuje sve od toga.

Arhitekti je rado koriste zbog njene konstruktivne efikasnosti.

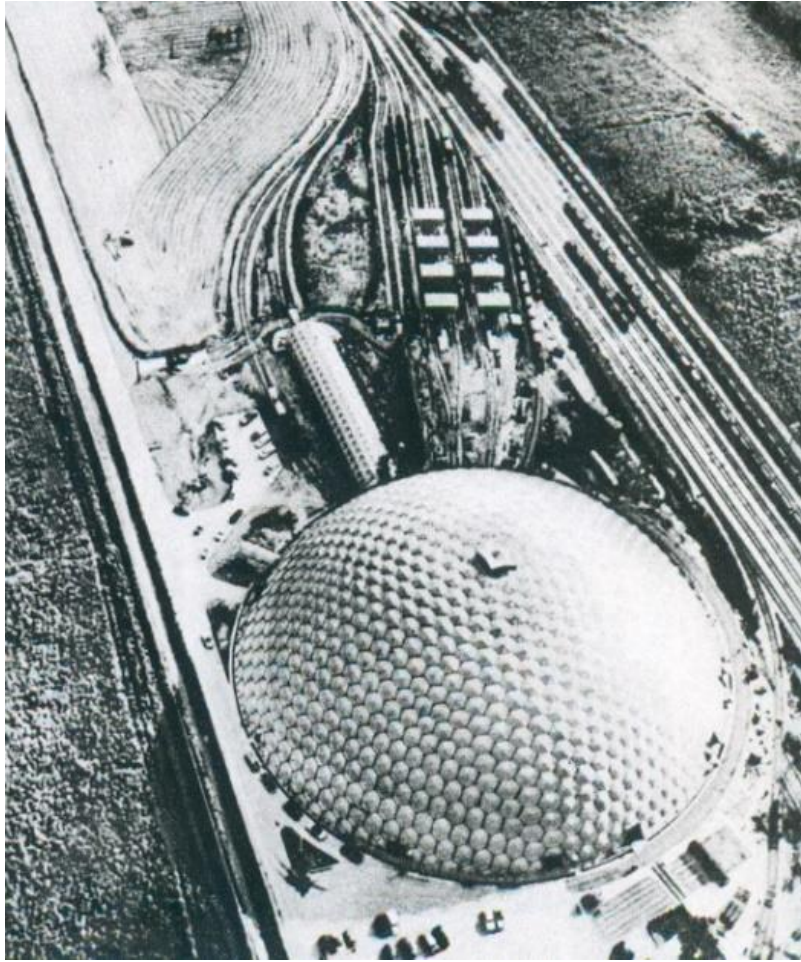
Ona je svojevrsna kuća-šator, obzirom da je lako sklopiva i rasklopiva, pa je zbog toga vrlo interesantna današnjim modernim nomadima.

Kada se počinje „uključivati“ u svijet biti, svijet stvarnosti, dolazi do ukinuća strukture u njezinoj čistoći i apstraktnosti.

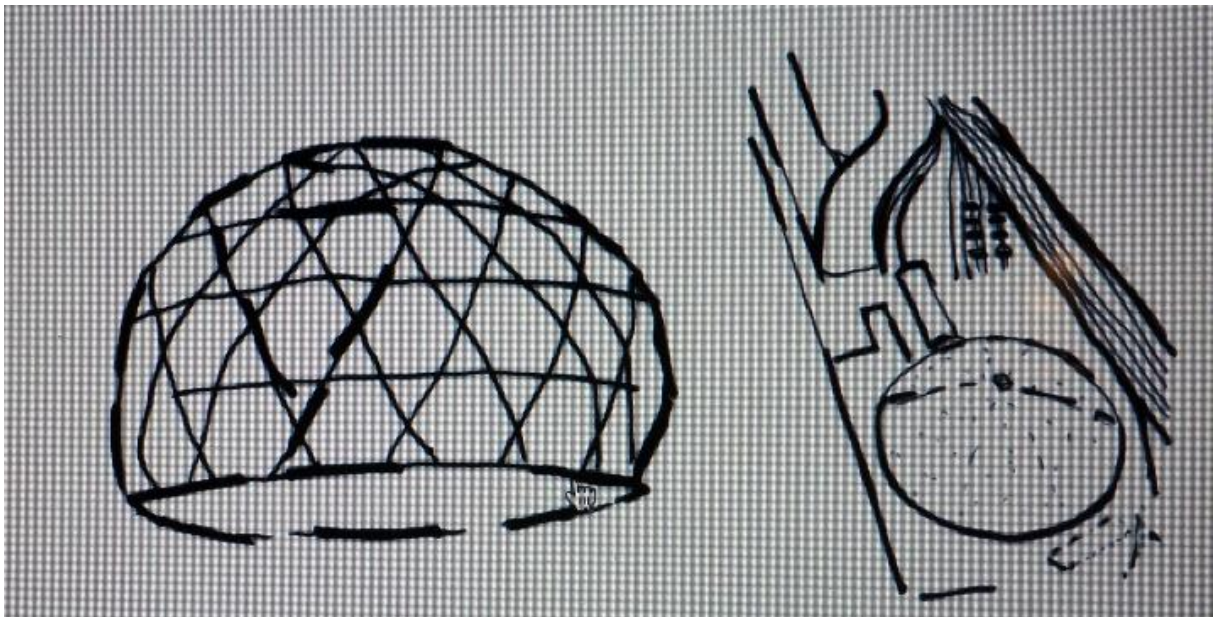
Fullerova kupola je sjajan primjer primjene fraktalne trodimenzionalnosti.

¹² Richard Buckminster *Bucky* Fuller (Milton, Massachusetts, SAD, 1895. – Los Angeles, 1983.) američki arhitekt, dizajner, filozof, izumitelj i pisac. Popularizirao je ideju tehnološkog napretka koji omogućuje da se *čini sve više za sve manje*, kao i postojanje sinergije povezivanja naizgled nepovezanih znanosti. Svjetsku je slavu ostvario svojim geodetskim kupolama koje su podizane na izložbama.

¹³ Damjanov, Jadranka. Likovna umjetnost : II. dio. Zagreb : Školska knjiga, 1989. Str. 243.



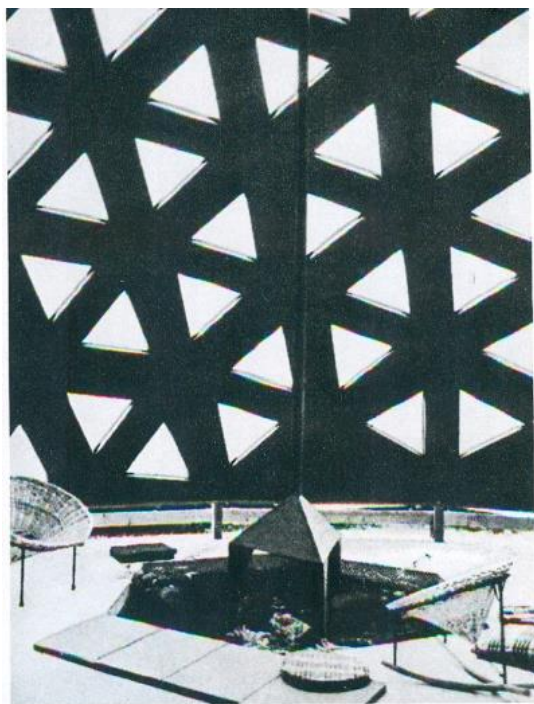
Slika 27: Fullerova kupola



Slika 28: Skica Fullerove kupole



Slika 29: Izgled konstrukcije Fullerove kupole



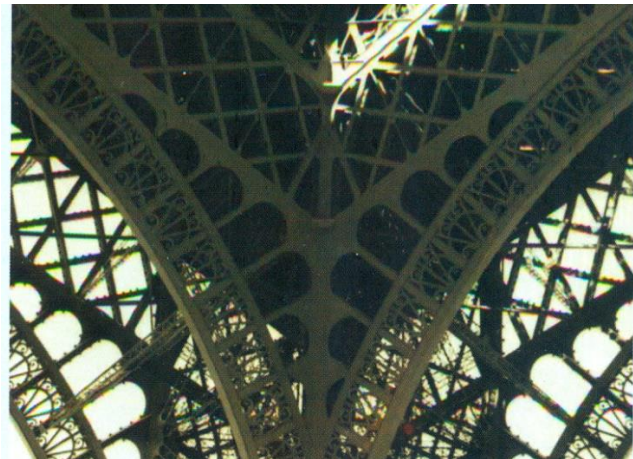
Slika 30: Detalj Fullerove kupole



Slika 31: Fullerova kupola



Slika 32: Narodna knjižnica u Prištini, Kosovo, autor Andrija Mutnjaković¹⁴



Slika 33: Eiffelov toranj, 1889.¹⁵

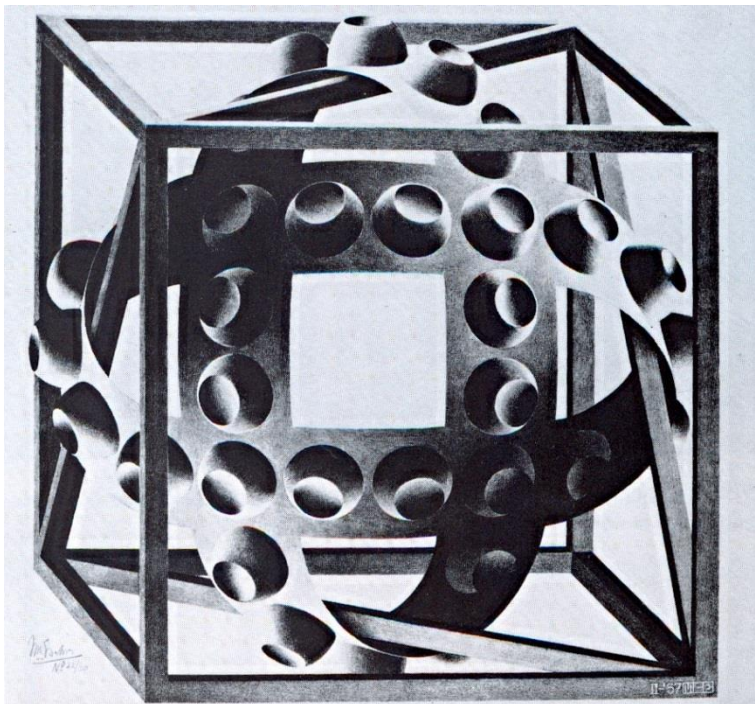
Slika 34: Eiffelov toranj, pogled na konstrukciju

¹⁴ Knjižnica je projektirana 1971., a dovršena 1982. Godine.

¹⁵ Eiffelov toranj (*La Tour Eiffel*) nazvan je po svome dizajneru Alexandreu Gustavu Eiffelu. Konstrukcija je sagrađena između 1887. i 1889. Za svjetsku izložbu koja je obilježila stoljeće Francuske revolucije



Slika 35: Snelson, Kenneth: Chain bridge body, 1991, digitalni print, 762 x 1016 mm



Slika 36: Escher, M. Cornelis: Tube with magit ribbons, litografija, 1957., 310 x 310 mm¹⁶

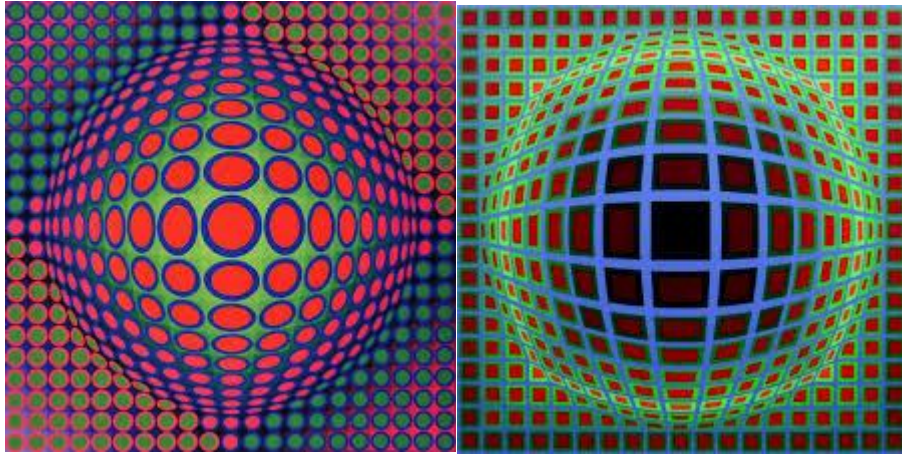
¹⁶ Maurits Cornelis Escher (1898.-1972.) nizozemski je grafičar poznat po svojim, najčešće matematikom inspiriranim grafikama, bakropisima i drvorezima



Slika 37: Paulsen, Herman: Magic knot 1, 1985., gvaš, 750 x 750 mm

Slikarstvo i grafika

Kod slikarstva, kao i grafike možemo reći da je situacija poprilično *živa*. Mnogi su autori dali veliki doprinos ovom vidu likovnog izričaja. Dapače neki od njih, poput recimo Victora Vasarely-a smatraju se osnivačima Op arta ili Stanly Williama Haytera, grafičara koji je razvio jednu posebnu grafičku tehniku unutar dubokoga tiska. Spominjem samo ovu dvojicu autora koji su utjecali na čitav niz naraštaja mlađih autora.



Slika 38: Victor Vasarely: Op art objekti



Slika 39: Hayter, Stanley William: Primjeri Hayterove grafičke tehnike

Grafička matrica

Grafička matrica je polazište i osnova u procesu nastanka grafičkog djela. To je mjesto na kome se susreću autor likovnog dijela i prostor, koji se specifičnim načinom komunikacije međusobno oblikuju. Vizualnim karakteristikama jasno i artikulirano međusobno komuniciraju. Matrica koja je određena specifičnim načinom obrade površine, sa svojim prepoznatljivim znakovima sadrži i osjetilnu razinu autora. Pri tome, trag koji umjetnik ostavlja na površini matrice upućuje na trenutno raspoloženje samog autora, tako da možemo govoriti da je matrica njegovo ogledalo. Način rada i oblikovanja grafičke površine otvara prostor za analiziranje vlastitih postupaka. Pa tako samo mehaničko grebanje po površini ploče možemo povezati sa finalnim produktom u grafičkom istraživanju dakle, fraktalnom grafikom. Mehaničko tretiranje matrice i njenim urezivanjem očeličenom iglom po površini ploče, vizualizira se imaginarna ideja umjetnika. Matrica je mjesto na kome se susreću ideja umjetnika, i materijal na kojem će biti prenesena. Taj stvaralački proces i suodnos, odvijaju su u određenim vremenskim razmacima, koje ima svoje oscilatorne varijable.

6. ISTRAŽIVANJE UNUTAR KLASIČNOG GRAFIČKOG OKRUŽENJA

Autorska kreativnost vrlo često uključuje izoliranost unutar vlastitog radnog prostora, koji često nije primjeren potrebama likovnog, te ga se često mora prilagoditi umjetnikovim potrebama. Grafičar se često koristi tradicionalnim alatom, koji se, za određene potrebe može preoblikovati prema vlastitim potrebama, odnosno grafičkoj tehnici koju će koristiti. Često se autor koristi sistemom pokušaja i pogrešaka, kako bi istražujući odabrao onaj alat kojim će moći najbolje izraziti svoju ideju.

Tradicionalna grafika dubokog i visokog tiska, u kojemu se stvaralački čin provodi nizom preciznih i određenih postupaka., a često je za potrebu realizacije određene grafičke ideje potrebno dulje vrijeme, jer se niti jedna faza grafičkog postupka ne smije preskakati.

Temeljni tiskarski postupci vezani za tradicionalne grafičke tehnike visokog i dubokog tiska, zbog svog specifičnog i strogo određenog procesa obrade tiskovne forme i složenost grafičkih postupaka, nerijetko, bez obzira na složenost, autorima pružaju iznimno

zadovoljstvo, potičući kreativnost i pronalazeći iznimno zadovoljstvo u otisku svakog grafičkog lista, u kojemu veliku ulogu igra i iskustvo. Umnožavajući isti likovni predložak, premda je površni dojam da je riječ o istom djelu u više identičnih primjeraka, radi se zapravo o multioriginalu. Niti jedan otisak nije identičan, i zbog toga postoji draž u tajnovitosti onoga što će nastati od jedne matrice njenim višekratnim korištenjem. Ističemo da manipulacijom tiskovnim procesom na kalkografskim prešama ručne izrade, dolazi do stanovitog *habanja*, dakle trošenja same matrice. Ovisno o kvaliteti materijala to trošenje može biti veće ili manje. Na primjer kod tehnike dubokog tiska – suhe igle, taj proces habanja procentualno može biti iznimno veliki. Ovisno o jačini pritiska na valjak preko kojeg se cijeli proces odvija urezi na našoj matrici mogu vrlo brzo postati plitki, te se na taj način gubi onaj poznati baršunasti ton suhe igle po kojoj je ona poznata i izdvaja se od ostalih tehnika.

Grafikom se ostvaruju autorove zamisli, započete prvobitnim istraživanjem i foto dokumentacijom. Neosporna je činjenica da se pojedini grafički procesi nisu mijenjali gotovo stoljećima, i često ne mogu odgovoriti na zahtjeve današnjeg dinamičkog društva i novih tehnologija. Način na koji se odnosimo prema tradicionalnoj grafici isključivo ovisi o vlastitoj ideji i načinu na koji ćemo ju najbolje realizirati.

Istraživanja su sprovedena unutar atelijerskog prostora, što je prirodno okruženje svakom grafičaru, te su poteškoće s kojima bi se umjetnik mogao susresti bile svedene na minimum. Spomenute grafičke tehnike (prvenstveno mislimo na tehniku suhe igle), služile su mi za propitivanje odnosa umjetničkog dijela i prostora. Takav ostvareni novi rukopis na zadanoj ploči, dao mi je potpuno novu mogućnost pristupa rješavanju idejne zamisli.

Upravo je to put kako se s postojećim matricama, njihovom daljnjom obradom u tehnici koju nam omogućava nova digitalna tehnologija, stvaraju mogućnosti za novi, ovaj put fraktalni uradak, kao i pristupu na drukčiji način, ostvarujući pretpostavke za novo fraktalno grafičko djelo. Ograničenje mogućnosti pojedinih grafičkih tehnika, može umjetnika sputavati u krajnjoj realizaciji. Takve su situacije bile poznate još u doba renesanse ali i danas.

U skladu sa prihvaćenim konvencijama, a koje se odnose na potpisivanje i numeraciju završnih otisaka, treba pristupiti prema propisanim pravilima. Sukladno tome, treba istaknuti kad je edicija završena, potrebno je poništiti matricu. To se obavlja na način da se na samoj matrici određenim oštrim alatom ureže križna forma, odnosno naprosto prekriži ista. Tim postupkom mi smo zatvorili proces multiogrinalnosti i likovne edicije.

Dakle, tijekom postojećeg istraživanja koristila se matrica kao polazište, izvornik iz kojeg

su se formirale te nadograđivale i ideje, ali i realizirale kroz njihovo otiskivanje. Sama ideja potpomognuta je iskustvima foto svijeta, kao i digitalnog medija. Možemo govoriti i o digitalnoj matrici, dakle datoteci na kojoj su se razvijale i isto tako realizirale autorove likovne zamisli. Svakako da ta i takva digitalna matrica ima svoje konotacije, na koje je autor bio upućen. Njih je trebalo prilagoditi vlastitom senzibilitetu, možda koji put i *ukrotiti* iz razloga bogatstva kojom ona obiluje. Zbog specifičnosti autorovog likovnog rukopisa određene momente proizašle iz digitalne matrice potrebno je bilo značajki kontrolirati.

Kaos (teorija kaosa)

Svaki atom u svemiru je međusobno povezan. Vrijeme i udaljenost ne znače ništa u razmjeni energije ili informacije između bilo koje točke u svemiru.

Svaki događaj u svemiru determinira nove događaje. Svaka nova pojava u svemiru, dovodi do stvaranja nove pojave i tako redom. Matematičke tehnike toliko su uznapredovale da danas imamo dokaz da model koji je osmislio Edward Lorenz¹⁷ definitivno vodi u kaos. Geometrija određuje izgled i raspored kristalinske rešetke u kristalu, raspored atoma u molekuli, fizičku građu čovjeka, izgled cvijeta kao i cijelu galaksiju. Svaki dio svemira sadrži informacije o cijelom svemiru, svaka stanica ljudskog tijela sadrži sve informacije i sva moguća znanja o svemiru. To nam zvuči već poznato, naravno riječ je o ponavljanju koje je toliko karakteristično za fraktale.

Vjerojatno bi se za njih moglo reći da stvari koje vidimo kao slučajne i neorganizirane, u svojoj biti su posložene u višem redu i imaju privid slučajnosti i kaosa. Holografski model opisuje stvarnost kao sliku sastavljenu od raspona frekvencija koju kroz naša osjetila i vjerovanja implementiramo kao fizički svijet. Karakteristika ove slike stvarnosti je u tome što je sastavljena od misli i što svaki dio daje potpunu sliku cjeline. I sam čovjek je hologramska slika, a kao dio veće cjeline može svojom svijesću i umom utjecati na sve ostale dijelove hologrfskog svemira. U stvarnosti postoji izuzetno puno razina savršenog reda. Primjer je sama priroda: šuma, vegetacija, krošnje stabala, razvedenost obale, snježna pahuljica, razni kristali. Oblaci izgledaju nasumično, kaotično, kreću se bez nekog određenog reda, međutim sve te pojave mogu se matematički opisati i to kroz fraktalnu geometriju.

¹⁷ Edward Lorenz (1917.-2008.), američki matematičar i meteorolog pionir teorije kaosa.

To nam dokazuje kako u prirodi vlada savršeni matematički red. Značajke fraktalne stvarnosti već smo spomenuli, a to je da se one sastoje od beskrajnog broja sličnih dijelova. Koliko ih god povećavali (zumirali), odnosno duboko išli u mikrokozmos otkrit ćemo iste oblike i strukture i na makro skali, što je svojevrsan svemir unutar svemira. Fraktal je zapravo način promatranja beskrajja. Geometrija nadopunjuje fraktale u smislu da jasno definira oblike i proporcije po kojima se bilo što u ovom dijelu svemira ponaša i kreira. Svaki se gradivi djelić (fraktal) postavlja u odnosu na druge u savršeno pravilnoj geometrijskoj proporciji.

Cvijet života, koji je 2D projekcija Metatronove kocke, može se pronaći na raznim drvenim građevinama od Egipta do Kine. To nam kazuje da su naši preci znali matematički, ali i likovno opisati strukturu svemira. Iz toga možemo zaključiti da fraktali i geometrija daju matematički opis naše stvarnosti i to vrlo precizno, te možemo zaključiti da živimo u stvarnosti organiziranoj po načelu savršenog reda. Međutim, činjenica je da toga nismo dovoljno svjesni i u potpunosti to ne uviđamo.

Promišljane o kozmologiji i njihovim oblicima

Umjetnici su kao i znanstvenici uvijek voljeli tumačiti svijet oko sebe, ali i u sebi, tvoreći tako vlastitu sliku svijeta. Opažanje ili stvaranje nisu jedini procesi kojima su bili zaokupljeni. I mnogi drugi poput biologa sociologa ili fizičara različitim su pokusima pokušali razjasniti zakonitosti koje vladaju svijetom, bez obzira na rezultate do kojih su došli. Za to su bili potrebni određeni opazajni modeli, a koristila se i logika za dokazivanje tvrdnji. Umjetnost u svojoj početnoj (razvojnoj) fazi te osnovne strukture može lako uočiti. Pa i površni pregled na rane kozmologijske opite upućuju nas na paralelu sa likovnom umjetnošću (ali i ne samo njom). Osim nepoznavanja materije, očigledno je bila potreba za sugeriranjem oblika odnosno ulazak u svijet geometrije. Daljnjim istraživanjima došlo se do spoznaje da je zemlja okrugla, pa se i spoznaja o geometrijskim oblicima obogaćivala.

Geometrijska stabilnost ranih modela ukazuje nam na iskušenja da ih zamišljamo kao niz statičkih oblika. Međutim, oni su zapravo određeni sklopovi različitih sila, koji kao takovi imaju svoje značenje. A to bi u stvarnom životu značilo da zid na primjer, ne promatramo kao geometrijski oblik ravni, nego granicu koja ljude i stvari omeđuje, razdvaja, brani ili štiti. Moderna fizika tvrdi kako materijalni oblici nisu ništa drugo nego li čovjekovom umu dostupni načini izražavanja djelovanja sila. To je onaj period kada se tvrdilo da je zemlja bila bez forme i prazna. Kozmologija, odnosno kozmologijski oblici imaju svoje uporište u mitološkim pričama. Za nebeska tijela kažemo da se kreću u krugovima. Možda zato što je krug najjednostavniji prirodni oblik.

Kružni oblici su tako u biti krajnje jednostavni i nevidljivi za ljudsko oko, te je potreban izuzetan napor da bi im se proturječilo na bilo koji način.

Op art

Pojam op art (optička umjetnost) vezan je uz umjetnički pravac koji je nastao i razvijao se krajem 50-ih i početkom 60-ih godina XX. stoljeća. Proizašao je iz konstruktivističke apstrakcije i Bauhauusa.

Kao termin op art počeo se rabiti 1964. godine u *Time* – u, a povodom izložbe „*The Responsive Eye*“. Umjetnost op arta spada u apstraktnu umjetnost, te uključuje od geometrijskih oblika, koji zbog mijenjanja kuta, fokusa uzoraka ili skrivenih detalja, odnosno zbog tromosti ljudskog oka počinju pomicati ili izobličavati se, stvarajući tako optičku iluziju.

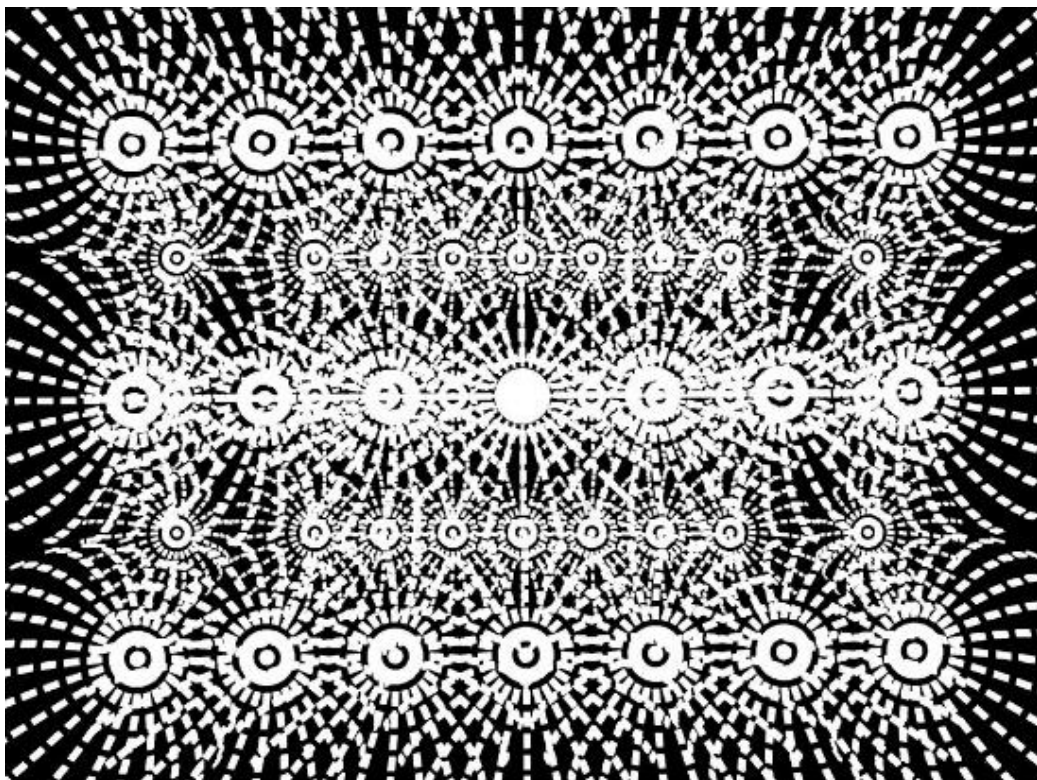
Predstavnici op arta su mnogobrojni i to od Vasarelyya, Jesusa Rafaela Sotoa, Richarda Anuskiewicza, pa do hrvatskog grafičara Šuteja. Stoga izdvajamo, danas već antologijsko djelo Miroslava Šuteja *Bombardiranje očnog živca*. Iznimno dijelo, likovno posebno zanimljivo, a zahtjevno u svojoj izvedbi. Postoji nekoliko varijanti ovog djela istog naslova, a sva su nastala 60-ih godina prošloga stoljeća. To silno pulsiranje sitnih dijelova prikaza autorova rada, vrlo je iritirajuće utjecalo na očni živac, te je predstavljalo problem duljeg gledanja djela. Šutejevo djelo *Bombardiranje očnog živca*, najbolje povezuje op art s fraktalnom umjetnošću.

Sve zakonitosti, odnosno svojstva koja sadrže fraktali, na najbolji su način zastupljeni u ovome dijelu.

Op art i glazba

Sa pojavom konzumerizma, koji je preuzeo gotov sve društvene aspekte, on se počeo provlačiti i kroz umjetnost, tako da se sa pojavom op arta ili pop arta to reflektira i na glazbu. Pri tome se prvenstveno mislimo na *popularnu glazbu*. Glazbenici su od samih početaka vrlo veliku važnost pridavali vlastitom vizualnom identitetu. Svoj prvi kontakt sa glazbenim konzumentima odvija se preko ovitaka ploča, dakle vizualnim, likovnim putem, a pridavala im se velika pažnja.

Stereogram – optičko vizualne iluzije stvorene od plošnih dvodimenzionalnih slika ili oblika.



Slika 40: Primjer op arta



Slika 41: Primjer op arta

Određeni glazbeni pravci imaju autore omota svojih vinilnih ploča u skladu s glazbom koju izvode. Tako i grupa SOULWAX na svome albumu *Any Minute Now*, ima na naslovnici niz sitnih točaka, pri čemu se naslov albuma iščitava udaljavanjem, odnosno odmicanjem od same slike. Ovo je dakle tipično za op art. Kada se događa da moramo pročitati kompleksan sadržaj određene slike, gotovo da je nužno odmaknuti se od izvorišta kako bi što jasnije sagledali sadržaj dijela. Treperavost koju stvaraju detalji u op artu, zapravo mogu biti i mane istog.

Vidimo, a već smo ranije spomenuli i obrazložili, kako su sve to značajke fraktala i fraktalne umjetnosti.

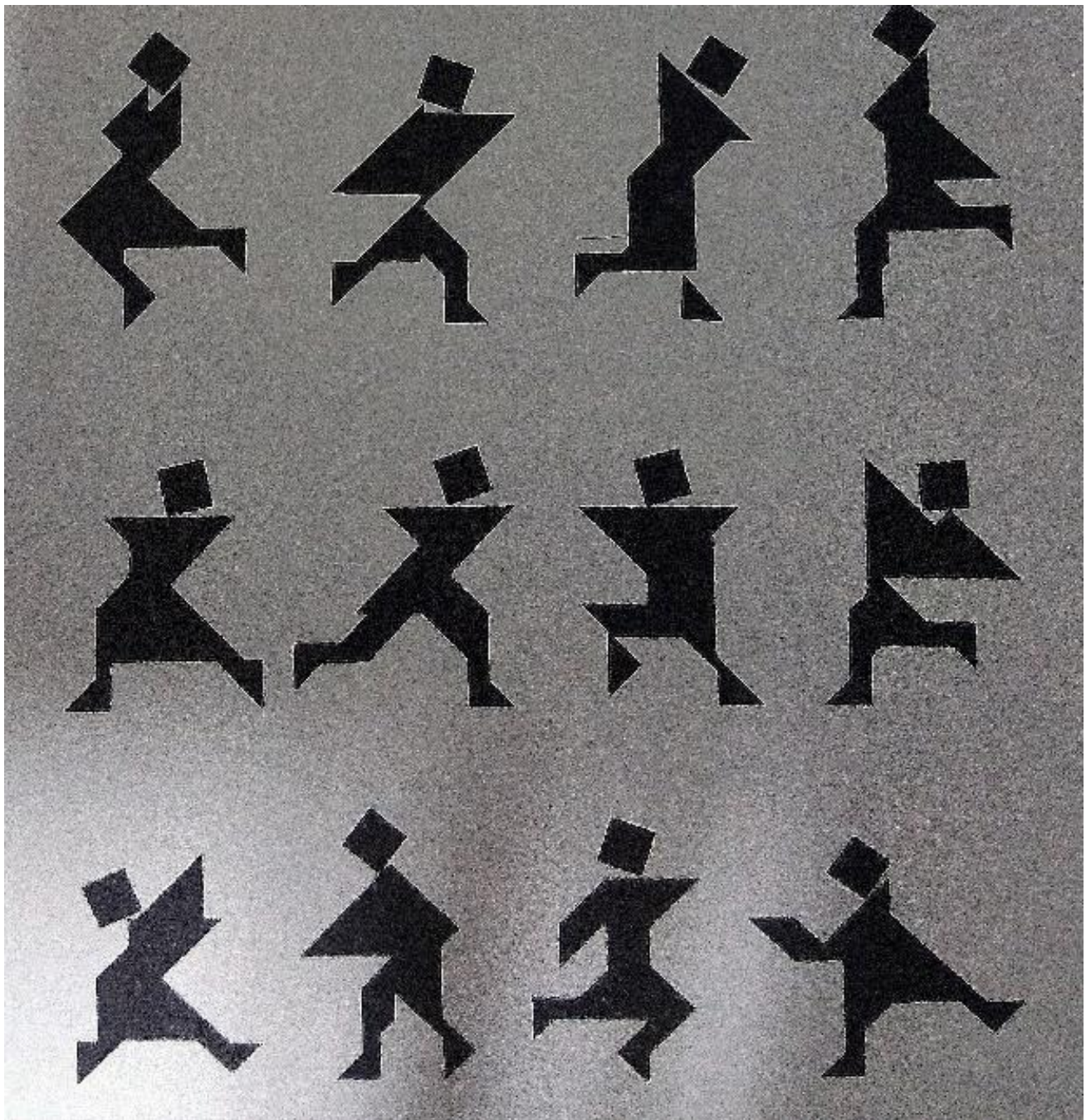
Origami

Možda bi najkraća definicija mogla biti da je to tradicionalna japanska vještina kreiranja modela od papira. Najčešće se koristi oblik kvadrata, ali može biti pravokutnik i trokut. Sve se svodi na navedene geometrijske oblike.

Sama riječ *origami* dolazi iz japanske riječi ORI, što znači saviti i riječi KAMI, što znači papir. Origami kao vještina oblikovanja papira, ne dozvoljava da se isti niti lijepi niti reže prilikom stvaranja određenog objekta. Precizno se ne može tvrditi kada je ta tehnika nastala, ali sigurno je to bilo poslije izuma papira, tako da origami nije stariji od 2000. godina. Iako je origami japanski naziv, mnogi smatraju da izvorno zapravo potiče iz Kine. To nas ne iznenađuje jer su i mnoge druge umjetničke tehnike i oblici došle iz tog podneblja. Prisjetimo se samo drvoreza (japanskog), koji svoj nastanak duguje Kini. Najstarija knjiga *Kanamodo*, koja je nastala u 17. stoljeću, i služila kao uputstvo za izradu predmeta, vrlo je slična origamiju.



Slika 42: Origami luster



Slika 43: Različite mogućnosti savijanja papira

Godine 1797. tiskana je knjiga *Hiden senzaburu Orikata*, što bi u prijevodu značilo *Tajne tehnika savijanja tisuću ždralova*, a odnosi se upravo na tehniku origami. Od tada, pa do danas, razvijeno je tisuće modela, a njih su uglavnom razvijale žene kako bi, u prvom redu, uveseljavale djecu. Do sredine 20. stoljeća smatralo se da je to razonoda za žene, ali se kasnije stvari drastično mijenjaju.

Tangram¹⁸

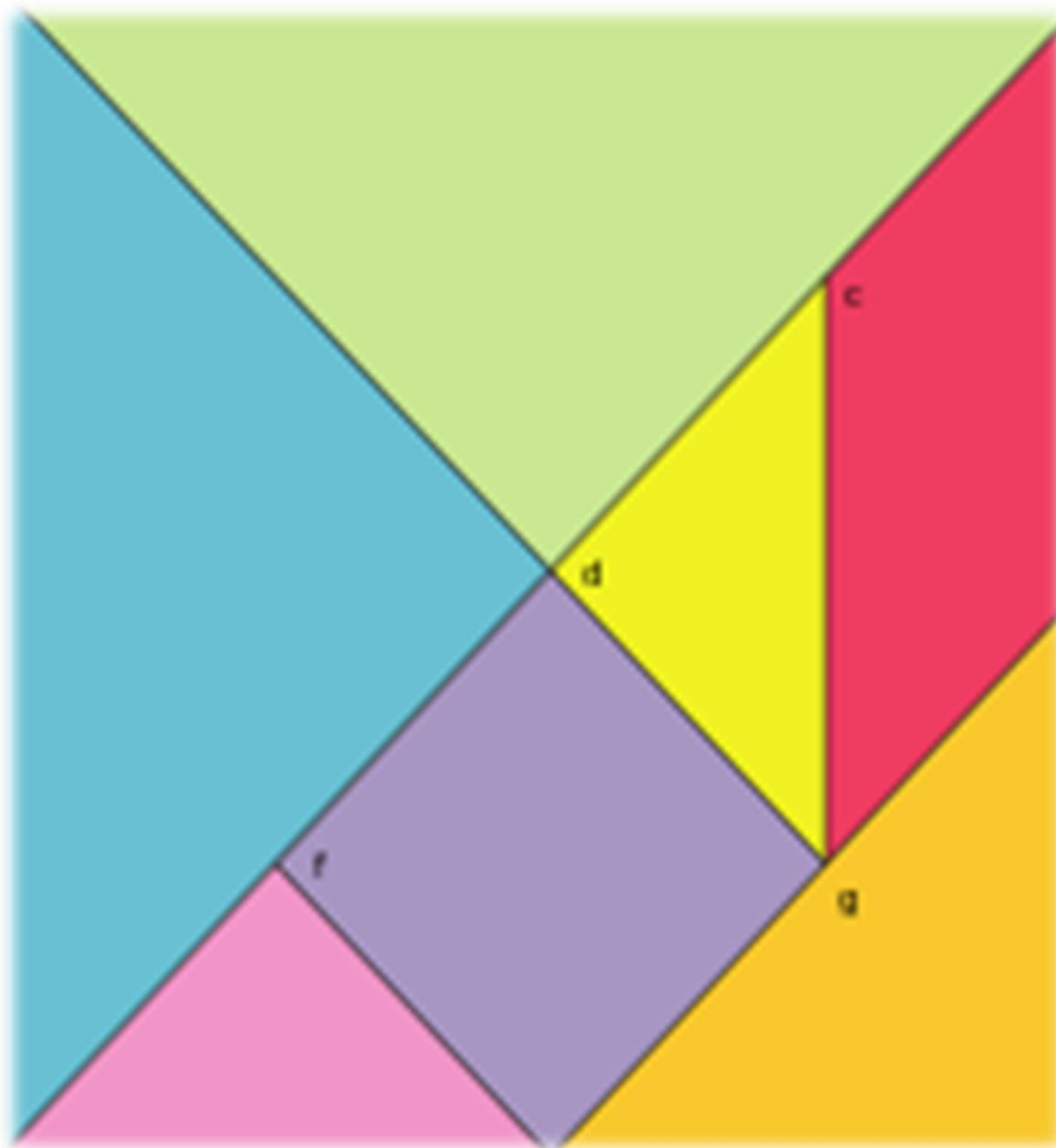
Riječ je tangram u kineskom jeziku označava sedam pločica mudrosti. Tangram je vrlo popularna kineska igra, koja je u Europu i Ameriku došla početkom XIX. st. Sedam dijelova, odnosno tanova, slažu se tako da se formira određena figura koristeći svih sedam dijelova. Ukoliko se iz složene figure prepoznaje ono što predstavlja, igra je uspješno završena.¹⁹ Preraspoređivanjem tih likova tvore se najrazličitiji oblici, kako ljudski, tako i životinjski, kao i drugi različiti prikazi koje susrećemo u svakodnevnom životu. Zamišljena kao razbibriga ili vježbanje oštroumlja, što je ostvareno uz pomoć skrivenih zakona matematičke logike, koja sadrži neograničen broj varijabli, te su s toga izazov mnogim matematičarima, a predstavljaju veliku kušnju imaginaciji.²⁰

Psihoanaliza je priručnim testom razumijevanja sugestivnosti reduciranih dvodimenzionalnih oblika, a dizajnerima odlična vježba kombinatorike pri tvorbi i vizualizaciji nekoga dvodimenzionalnog znaka ili lika“

18 Riječ tangram u kineskom jeziku znači sedam pločica mudrosti.

19 Jukić, Lj. Matematičke slagalice. //Osječki matematički list. 9, (2009), str. 13-20.

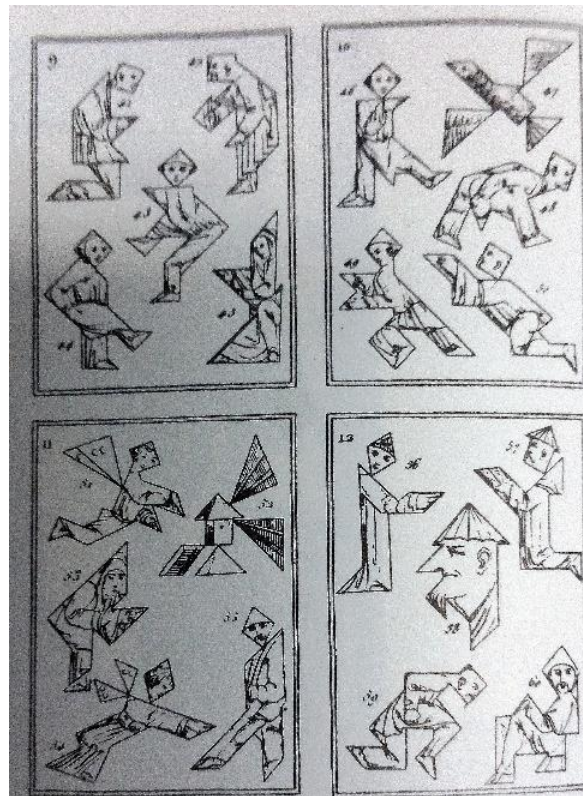
20 O fenomenu tangrama pisano je i u knjizi: Paro, Frane. Grafika – marginalije o crno – bijelom. Zagreb : Mladost, 1991.



Slika 44: Prikaz sedam geometrijskih elemenata koji se koriste za tangram

Nadalje, neograničeni broj varijabli, jedna je od odlika fraktala i njihovog ponavljanja.

Ne može se isključiti mogućnost da su upravo origami – tagrami, djelimice uticali na stvaranje percepcije fraktala.

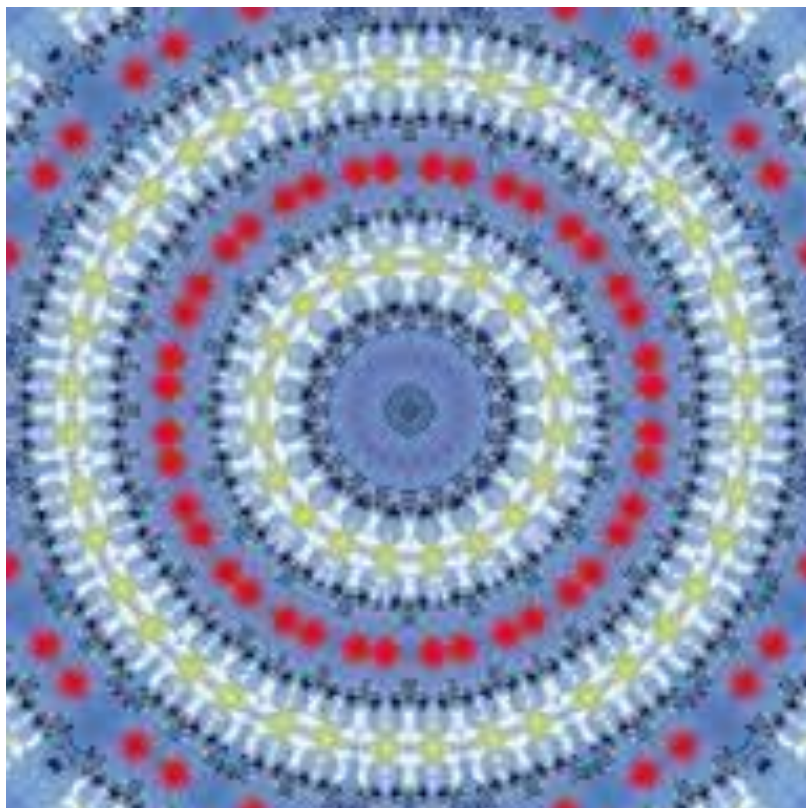


Slika 45: Kineski tangram

Kaledioskop

Kaledioskop je optički instrument koji se sastoji od cijevi i ogledala, a u cijevi je mnoštvo šarenih predmeta, kamenčića, perli, staklenih zrnaca i šarenih papirića. Pomoću ogledala koja su postavljena na 45° osam puta dupliraju sliku. Rotiranjem cijevi ostvaruju se različiti vizualni oblici. Višestrukom refleksijom slike određenog predmeta nastaju izuzetno

zanimljivi simetrični geometrijski oblici.²¹ Na tragu tog pronalaska, danas se može znatno kvalitetnije pristupiti toj optičkoj iluziji, a za to nam je potrebo nam sljedeće: Računalo Wacom Cintiq, grafički tablet sa pripadajućom digitalnom olovkom, kao i računalni program poput Corel Painter 14. Kroz određene filtere unutar samog programa (Corel Painter), moguće je dobiti više nego zanimljive likovne rezultate. Danas su na tržištu dostupni mnogi alati uz pomoć kojih je omogućena kreativnost različitih izričaja. Izvrsna je *podloga* za fraktalne konstrukcije, samim time što kaleidoskop *simulira* sve zakonitosti koji krase fraktalnu umjetnost.



Slika 46: Slika nastala korištenjem kaleidoskopa

²¹ Kaleidoskop je 1817. godine izumio David Brewster.



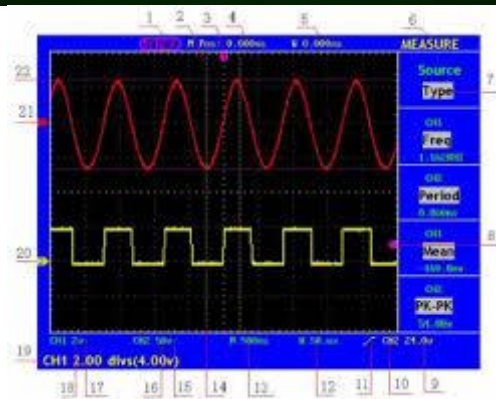
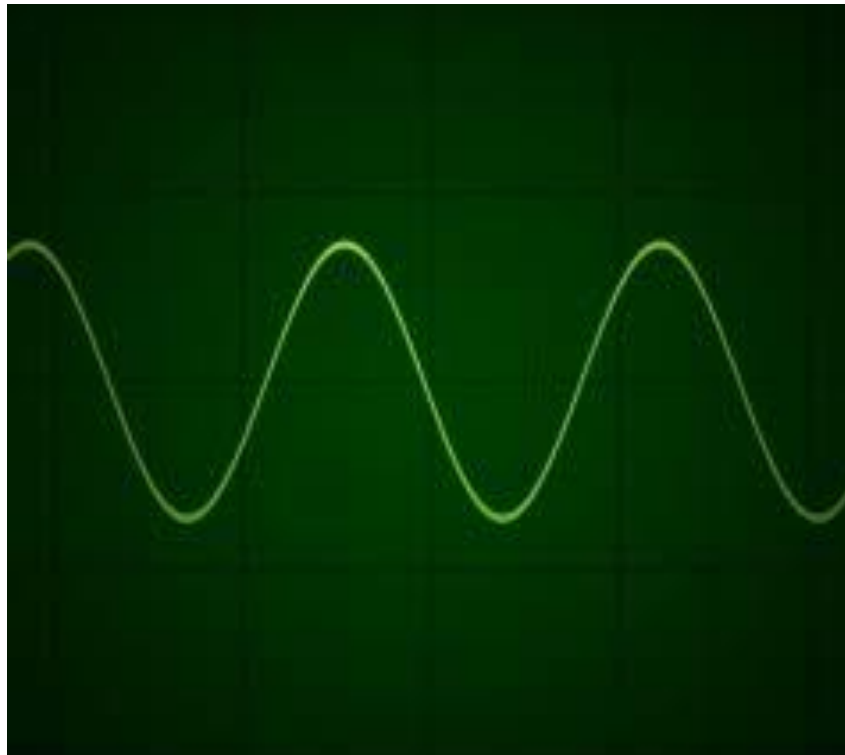
Slika 47: Slika nastala korištenjem kaleidoskopa

Osciloskop

Osciloskop je elektronski mjerni instrument koji omogućava promatranje ovisnosti dvaju signala na fluorescentnom zaslonu katodne cijevi u pravokutnom koordinatnom sustavu. Najčešće se koristi za promatranje ovisnosti električnog signala u vremenu. Slika ovisnosti mjernog signala o vremenu postiže se na vertikalne *os y* otklonske pločice katodne cijevi dovede prethodno pojačan i obrađen elektronski signal a na horizontalne *os x* otklonske pločice pilasti napon, koji omogućuje dobivanje tzv. linearne vremenske baze. Međutim, ono što je tu zapravo bitno, a spominjemo osciloskop iz razloga kako on bilježi *sliku*.

Nizom treperavih linija koja ostavlja trag po monitoru preko kojeg očitavamo zadane parametre, likovno gledano dobivamo uglavnom jednu konstantnu crtu. Upravo nam ta *crt*a zbog svog ponavljanja u određenim vremenskim intervalima govori o korelaciji između samog mjernog instrumenta i fraktala.

Zapravo on svojim *radom* konstanto proizvodi fraktalne crteže.



Slika 48: Prikaz rada osciloskopa

Uloga fotografije u istraživanju

Godine 1936. Walter Benjamin obznanio je kako je objektiv fotoaparata otkrio nove *načine organizacije ljudskog osjetilnog opažanja*. Tako fotografija postaje specifična vrsta spoznaje

vidljivog. Fotografija je ovdje sredstvo – poveznica između onog što opažano, i što nas okružuje i onoga čemu težimo.

Ona je svojevrsan filter naših misli, i korektiv ideja. Koristi se kao konceptualizacija misli.

Fotografija služi u svrhu dokumentiranja, gotovo kao referentna točka nekog događaja, osobe, stvari ili likovnog djela. Ona je svojevrsno arhiviranje ideja ili repozitorij naših zamisli. Ima svojevrsnu ulogu memorijskog zapisa, poglavito u realizaciji grafičkog istraživanja. Postaje svojevrsan dokument u našem nastojanju da ostvarimo naše zamisli na nositelju ideja, a to je matrica. Možemo slobodno kazati, da fotografijom gradimo foto memorijske zabilježbe, pri tome pažljivo izdvajajući one dijelove koje su nam od bitnog značenja za realizaciju naše ideje. Ona preuzima ulogu našeg materijaliziranog pamćenja. Povezuje prošlost sa sadašnjošću, ali izravno ne utiče na njih. U našem slučaju, fotografija nije krajnji produkt, već medij u službi prenositelja ideja, u svrhu jasnog artikuliranja naših stavova kroz fino skalirane fotografske uratke.

.Ovdje postavljamo pitanje o granicama između objekta i subjekta, granicama vanjskih i unutarnjih svjetova. Njihovom međusobnom komunikacijom ostvaruje se autentična vjerodostojnost. U određenom trenutku, nositelj ideja, foto osjetljivi papir, može biti zamijenjen foto osjetljivom cink pločom, gradeći svoje tragove na sada potpuno drugačijem mediju. Fotografija je sama po sebi interpretacija određenog prostora, događaja, vremena ili ambijenta. Njenim novim korištenjem ona se preoblikuje u nove likovne znakove, te nam pomaže u vođenju prema našim grafičkim stremljenjima.

Stvarajući bazu *fotografskih bilješki*, pažljivo se počnu izdvajati određeni trenutci stvarnosti. Samim činom fotografiranja stvara se status događanja. Oni su sada obilježili određeno vrijeme kao i prostor, te postali njen nijemi promatrač. Možemo reći da je fotografija osigurala koegzistenciju prošlosti u sadašnjosti i budućnosti.

Zbog svoje velike mogućnosti arhiviranja koje se konstantno nadograđuje, fotografija je ostvarila status izuzetno visoke vrijednosti i ekskluzivnosti i to kako za pojedince, tako i kao povijesno svjedočanstvo, u svakom slučaju je njen doprinos u umjetnosti velik i slojevit, višestruko kompleksan, te kao takav zahvalan medij u istraživanju problematike vezane uz geometriju fraktala. Potreba za korištenjem fotografije nametnula mi se na način uočavanja, i proučavanja prirodnog okoliša, odnosno prostora. Fotografija mi je bila najneposrednija u posredovanju između predmeta ili zamišljene ideje te realizaciji iste. Fotografijom otvaramo i

memoriramo značajke određenog ambijenta, mada i same doprinose ambijentalnosti u određenom trenutku ili prostoru.

Namjera je koristiti se fotografijom u svrhu istraživanja, kao medijem kojim ćemo zabilježiti određeno stanje, naprosto *zamrznuti* sliku određenog objekta koji nam je u fokusu interesa, te nam kroz vlastitu vizuru, a vezano za njene karakteristike, olakšati vizualno promišljanje.

Za razliku od analogne, digitalna fotografija je ovdje od iznimne važnosti. Razlog tome je višestruk. Svakako, obzirom da je karakter digitalne fotografije vezan uz piksele, dakle za svojevrsan raster, jasno da je njezina fraktalnost više nego uočljiva.

Nadalje, s digitalnom fotografijom u post produkciji puno je lakše manipulirati, to jest kompatibilna je sa svim alatima i programima koji su vezani za *nove medije*. Omogućava nam pristup gotovo u svemu što namjeravamo koristiti ili smo se u samoj pripremi već koristili. Digitalna fotografija je dio informacijskog doba, zapravo se radi o suvremenom tehnološkom dostignuću.

Fragmenti stvarnosti, kao fraktalni segmenti, zarobljeni su u nestvarnom prostoru koji se može reproducirati u nedogled, potpuno istom kvalitetom. Ovdje je dakle spona između korištenih segmenata matrice (cink ploče), fotografije, kao i fraktala – grafike. Fotografski otisak svijetla, podsjećaju na odškrinuta vrata jedne paralelno subjektivne stvarnosti kroz koju se provlači proces njezinog umnožavanja te konstantnom potrebom za redefinicijom iste. U istraživanju koje je sprovedeno nastojalo se pristupiti minimalističkim kompozicijama koje će korespondirati s grafičkim pločama, bez dodatnih primjesa koje opterećuju zadanu formu, koja je naprosto morala biti raščlanjena, dovedena na razinu piktograma, što znači geometrijski ogoljena. Pri tome niti estetska komponenta nije zanemariva, ona je jedna od odredišta kome se stremilo. Naglasak je na iteraciji, ponavljanju određenih segmenata, formi, koje nastoje fino balansirati između stvarnosti kojom smo okruženi i naše imaginacije. U tome je foto medij izuzetno podatan. Jer fotografija je shvaćena i kao čin potvrde likovnog stvaratelja u adekvatnom prostoru. Nakon spoznaje o mogućnostima same fotografije, kao i njeno korištenje prvenstveno u vanjskom prostoru, a zbog potrebe uočavanja fraktalnih objekata, koji su svojevrsan *okidač*, našem istraživanju, pristupilo se sljedećoj etapi, a to je ona koja se odvija unutar samog studija, odnosno atelijera. Bez određenog kronološkog reda slažu se prikupljeni materijali koje smo snimili, te započeli njihovu analizu koja se obavlja ili na radnom stolu ili na računaru. Tada započinjemo uranjati u *vanjski* ili *nutarnji* svijet. Komunikacija među njima stvara kreativnu razinu svijesti. Transformacijama zatečenih

postupaka, iz vlastite vizure u elektroničku, briše granice između fizičkog (stvarnog) objekta i imaginacije - fikcije.

Iz toga proizlazi novi, sada virtualni prostor, koji zrcali mentalni svijet likovnog kreatora, i njegove imaginacije, *nove slike* realizirane kroz otisnuti grafički list. Prolazeći kroz sva proživljena iskustva, olakšano pristupamo grafičkim izazovima.

Tiskarska boja i svjetlost

Fizikalna definicija nam govori o tome kako je boja psihofizički fenomen induciran svjetlom. Ali se može opisati i kao osjećaj koji u oku izaziva svjetlost emitirana iz nekog izvora ili reflektirana od površine nekog tijela. Vrsta boje također ovisi i o frekvenciji treperenja svjetlosti.

Pod pojmom boje mi automatski određujemo i pojam pigmenta ili bojila. Njezin efekt ovisi o više čimbenika.

O molekularnoj strukturi samog materijala od kojeg se svjetlo odbija, o tvari koja ga propušta.

O spektralnom sastavu svjetla koje pada na promatrani predmet, te o našim osjetilima, što se ponajprije misli na oči i um.

Svjetlo je elektromagnetsko zračenje, koje se zapaža očima, odnosno vidljivo svjetlo. Za tumačenje fizikalnih aspekata svijetlosti koristimo se dualnom teorijom značenja. Pri tome valna teorija objašnjava kako se svijetlost širi prostorom kao elektromagnetski val. S druge strane, kvantna teorija objašnjava kako je svako zračenje sastavljeno od elementarnih energetskih čestica poznatijih kao fotoni. Oni se (fotoni) u vakuumu šire brzinom svjetlosti i njihova je energija veća što je frekvencija zračenja veća, ili što je valna duljina manja. Kada neki foton naiđe na neki materijalni atom onda on nestaje i predaje mu svu energiju. On nema

materijalne osnove, posjeduje energiju samo ako se kreće. Svjetlost je preduvjet vidljivosti, preoblikovanja, sjaja i dematerijalizacije tvari.

Kada spominjemo svjetlo prva asocijacija nam je na dnevno svjetlo, dakle ono koje uočavamo po *bijelom danu*, dok se sljedeća asocijacija odnosi na svjetlo neke izuzetno jake žarulje.

Svakako da bijelo svjetlo nije homogeni medij, već mješavina svih valnih duljina vidljivog svjetla između 380 i 780 nanometara u približno jednakim omjerima koje nadražuje mrežnicu u čovječjem oku i samim time u organizmu izaziva osjet vida. Međutim ljudsko oko ipak nije u stanju razlučiti i prepoznati spektralne komponente bijelog svjetla. Granice područja čine infracrveno i ultraljubičasto zračenje. Čovjek svoje informacije u najvećoj mjeri prikuplja vidom. Dakle njegova je okolina vizualni svijet. Oko kao njegov najvažniji organ prikuplja gotovo 80% svih informacija. Svakako da nema svjetla da bi to bilo gotovo nemoguće. Dakle svjetlo čovjeku omogućava vizualnu percepciju. Ono ne samo da mu omogućava samo vidni podražaj, već utječe na njegovo raspoloženje, te ga na neki način i mentalno oblikuje.

Svjetlost nije nešto za što bi mogli reći da se događa slučajno. Materijali reagiraju na svjetlo, kao i otisnute forme, koje se pod njenim utjecajem ili intenziviraju ili naprosto nestaju.

Samim time mijenjaju se i doživljaji. Obično znamo reći kako tamo gdje nema svjetla nema ni boje, i zaista nećemo biti u krivu. Svakako da je važno upoznati se fizikalnim osobinama boje, odnosno pigmenta, jer kroz tu materiju mi stvaramo određeno likovno djelo, a samim time gradimo i određeni doživljaj. Kada govorimo o boji mi govorimo o njenom materijalnom ali i apstraktnom aspektu. Pri tome materijalni aspekt obuhvaća samu tvar kao nositelja boje (cinober, kobalt plava...). Apstraktnost se pak odnosi na psihofizički osjećaj koji ona stvara u čovjeku kada vidi određenu boju. Potrebna svojstva koje pigmenti moraju posjedovati u pripremi grafičkih boja su sljedeća: Kvalitetna disperzivnost u vezivima, dobra topivost u vezivima, pokrivenost i obojenje. Nadalje, povoljnu teksturu za grafičke boje; otpornost na vodu, razne kiseline, alkalna i druga otapala. U svemu tome posebno treba istaknuti postojanost pigmenta u odnosu spram svjetla. Ako je pigment nepostojan ili nestabilan prema svjetlu ne možemo govoriti o njegovoj kvaliteti. Pigmente pronalazimo u prirodi ali se i sve češće i umjetno proizvode. Tako da ih danas možemo podijeliti na:

organske i anorganske, prirodne kao i sintetske, na one s većom mogućnosti pokrivenosti, kao i one s manjom mogućnosti pokrivenosti.

U svakom slučaju imaju zadaću da oboje neku površinu u skladu sa zadanim medijem, odnosno njegovim nositeljem. U tome im pomažu određena veziva. Veziva su tekuća komponenta unutar zadane boje-pigmenta. Njihov je zadatak da nose pigmentnu česticu kroz

distributivne mehanizme strojeva za tiskanje, sve do same tiskovne podloge. Pigmentna čestica se tada veže za površinu tiskovne podloge(forme), dajući joj potrebne karakteristike na primjer sušivost.

U ovisnosti o karakteru samog pigmenta i te karakteru određene tehnike vezivo može biti, laneno ulje, karanfilovo, ali i lavandino ulje. Uglavnom se koriste vegetabilna ulja, u kombinaciji sa određenim sušilima. Sušila potiču proces stvrdnjavanja boje i utiču na njenu koheziju.

Svakako da su otapala isto tako uključena u proces nastanka određenog likovnog djela.

Ona u industriji grafičkih boja predstavljaju tekućinu koja služi za otapanje određenih materijala, a koje stvaraju više puta nepoželjan film na površini same boje.

Njihove karakteristike su laka hlapljivost, kao i mogućnost što kvalitetnijeg prolaska kroz određeni materijal – boju.

Boju kao medij pripremano mehaničkom metodom ali i optičkom. Boja se u grafičkoj industriji nanosi špahtlom na valjke, dok likovni stvaraoci – grafičari kombiniraju postupke prema tehničkim karakteristikama same matrice. Tako će oni koji rade u tehnici visokog tiska, koji rade linorez i drvorez, koristiti a priori različite veličine valjaka. Nasuprot njima, autori koji koriste cinčane ili bakrene matrice u tehnikama dubokoga tiska, imaju znatno veće mogućnosti. Na raspolaganju su im i valjci u različitim dimenzijama ali i razni priručni tamponi za utrljavanje boje, koje u pravilu autor sam izrađuje. On odlučuje o debljini nanosa boje na matricu u skladu sa svojim likovnim namjerama, te da li će boja biti gušća ili rijedja, svjetlija ili tamnija.

Bitne karakteristike za tiskarsku boju su njena ljepljivost, hlapljivost, viskozitet, izdašnost i pokrivenost. Osim same boje, nedostaje još i papir kako bi se tiskovni proces zaokružio. Boja kao fizička komponenta ovisna je o vrsti svjetlosti. Naravno da i puno drugih čimbenika utiču na nju. Mijenjajući se i boja utiče na oblike. Njima vlada kroz svijetlost, pri tome ih čini tvrdim ili mekšim, koji put nepostojanim ali i jakim. Snažnost, intenzitet isijavanja boja uslijed crne svjetlosti nameće se u tamnoj prostoriji, ima svoj život, stvara auru kojom osvaja prostor znatno veći, što joj fizički zapravo pripada. Tada takva boja traži prepuštanje i zaranjanje u prostor, dok je pri dnevnom svjetlu potpuno drugačiji doživljaj. Odjednom je sve suptilnije i nježnije, upućeno na komunikaciju sa posjetiteljem. Dakle, oblici se međusobno izgrađuju slojevito, kroz jačinu i čistoću boja.

Priroda boje se očituje osebnosti, promjenjivošću ili međuovisnosti, što govori o mogućnosti iluzije. Iste forme kao i postav mijenjaju se u kombinaciji svjetla, to jest količine svjetla koje kroz nju prolaze. Svakako treba spomenuti kako je svakom autoru primarno bitan kromatski aspekt boje, dok onaj stvarni, pigment boje koji ispituju kemičari i fizičari za njega je zanemariv. Zapravo prava, najdublja i bitna tajna o djelovanju boje ostaje nedostupna i samom oku. Mi je sagledavano suštinski, samo svojim osjećajem, te kao takvu teško ju je postaviti i uobličiti u bilo kakvu formulaciju. Dakle ona je izvan bilo koje *opipljive* definicije.

Točka

Točka je najmanji likovni element od kojeg se može graditi likovno djelo; osnovna i optička vrijednost kojom možemo graditi i međusobno kombinirati, nizati ili ih slobodno raspoređivati po plohi. Točka je oblik bez ijedne naglašene dimenzije, bez visine, bez dužine, bez širine. Zbog toga je točka gotovo apstraktan, nedefinirani oblik koji je baza za sve druge vizualne oblike. Svojim kretanjem i ostavljanjem traga stvara crtu. Njenim proširenjem u određenom trenutku nastati će ploha. Također zgušnjavanjem jako puno točaka nastati će ploha. Točka je zapravo vrlo jasna likovna i optička vrijednost kojom možemo graditi, varirati ili kombinirati. Ono što je zanimljivo da točke možemo nizati ili njima teksturirati oblike. Možemo ih nepravilno grupirati. Gušćim ili rjeđim grupiranjem točaka možemo dobiti različite svjetlosne vrijednosti, što je iznimno zanimljivo u gradnji fraktala. To može biti u kombinaciji sa svjetlosnim efektima što stvara izniman estetski doživljaj. Ako je prijelaz od gušćeg dijela prema rjeđem dijelu postepen, možemo stvoriti privid treće dimenzije na plohi. Kako nema sive, točka je u ovom primjeru isključivo crna, te možemo govoriti o grafičkoj modelaciji. Sitnim točkama u boji može nastati pointilistički izraz, čiji je najpoznatiji predstavnik Georges Seurat.

Optičko miješanje nastaje kada se dvije boje sitnim točkanjem u oku prividno spajaju u jednu. Taj pristup kasnije će se koristiti u ofsetnom tisku.

Također, na televizoru, a nešto kasnije i na monitoru, slika je nastala po istom principu, dakle nizanjem točkica, odnosno njihovom optičkom mješavinom. Svaki pixell ima svoje koordinate, svoju boju, kao i zasićenost. Grupiranjem pixella nastaje slika, a to govori o točki kao osnovnom elementu.

ZAKLJUČAK

U istraživačkoj praksi razvijenoj kroz ovo proučavanje fraktala, kao i tradicionalne grafike, pristupilo se vrlo otvoreno bez unaprijed postavljenih pitanja ili pretpostavki. Specifičnost konteksta i zadataka vrlo je precizno opisan i obrađen. Same stvaralačke odluke, kao i pravci kamo će se istraživanje usmjeriti određivale su date situacije kao i građa sa kojom se raspolagalo, kao i sam proces istraživanja koji je nametao svoj ritam.

Dakle odluke i pravci unutar projekta upravljali su samim projektom, a autorefleksija je bila njihov svojevrsan filter. Bilo je tu dosta kritičkih analiza, dilema, propitivanja i sinteza, uz korištenje kontekstualnog znanja.

U biti, namjera nam je bila uspostaviti komunikaciju *dvaju svjetova*, onog digitalnog i tradicionalnog, te pokušati dublje spoznati njihove prednosti unutar njih samih, kao i njihova ograničenja. Proučiti i povezati njihove likovne raznolikosti ali i sličnosti, stvoriti svojevrsnu simbiozu različitih *svjetova*.

Slijedeći osobna pitanja i dileme, kao i stalno propitivanje pristupa i analizu rezultata kojeg smo dobili, nastojalo se pomaknuti granice i koristeći se različitim teorijama i praksom kao jedinstvene procese unutar zadanog projekta.

Nastojali smo razložiti i obrazložiti geometriju fraktala, a dobivene rezultate slikovno obrazložiti i prezentirati.

Proučavajući fraktale možemo zaključiti, da oni kroz čitavu našu povijest pa i nas samih kao jedinice, zapravo imaju svoju namjenu i svrhu postojanja. Već smo ranije obrazložili njihovu pojavu u prirodi, ljudskom dnc, kao i samim procesima čovjekovog razvoja. Različito zalaženje u virtualnom prostoru fraktala, a koristeći se određenim programima, otvorili su se potpuno drugačiji svjetovi, od onih koje smo do sada baštinili. Ta spoznaja nečeg novog

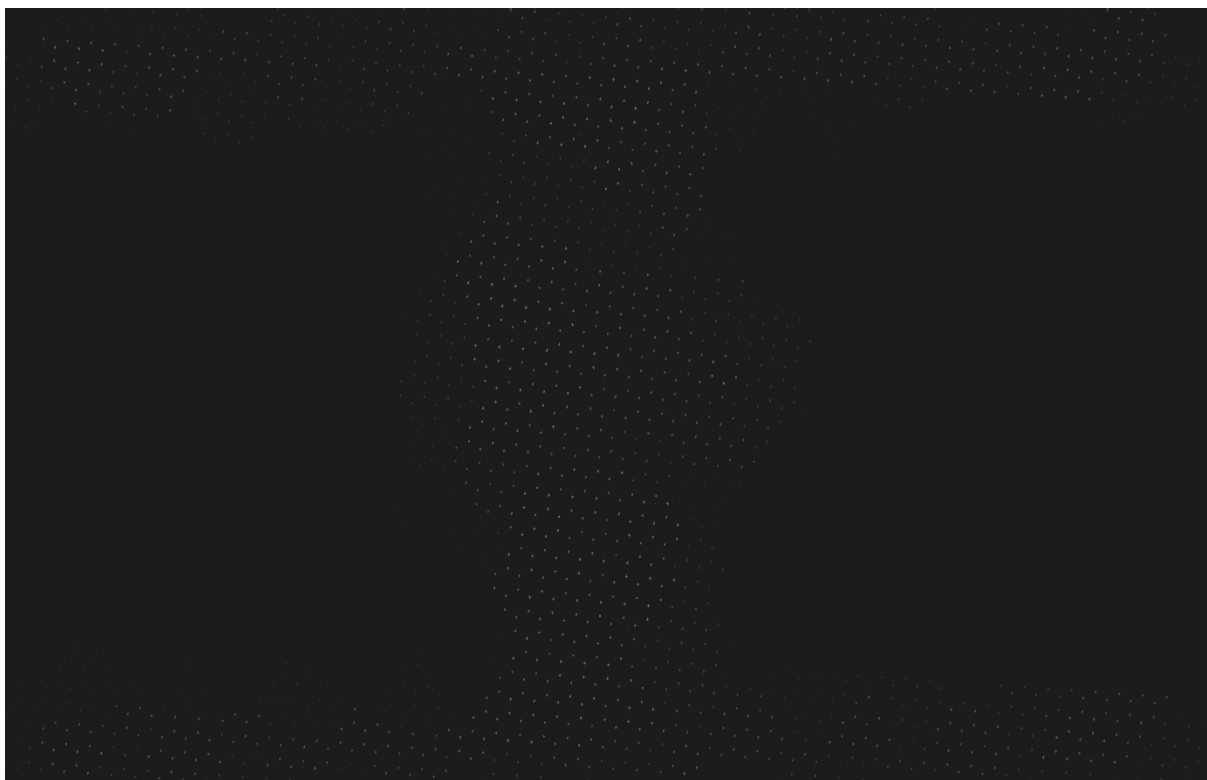
usmjerila je tokove istraživanja i dala svoj doprinos razvoju novih tehnoloških mogućnosti u odnosu prema klasičnom grafičkom okruženju.

Novonastalo djelo posjeduje potpuno drugačije i otvorenije karakteristike, poprimilo je jednu novu dimenziju, gotovo zvukove polifonične melodije, obzirom na svoje ponavljanje i različite razine ploha koje se lome i prožimaju pod utjecajem određenih likovnih zakona potpomognuti snagom svjetlosti. Svjetlost, koja je toliko bitna za današnju civilizaciju. Likovna forma je ovdje lomljiva, izbrazdana žljebovima (kanelurama), perforirana, ali uvijek u službi fenomenologije fraktala. S druge strane, virtualni prostor je dinamičan, razigran i *otvoren*.

Prelomljeno autorovom prizmom kreativne energije, stvorene su fraktalne slike – grafike potpuno drugačije od ponuđenog. Autorov likovni izričaj je taj koji određuje karakter i definiciju samih grafičkih fraktala. Grafike oblikuju same forme potpomognute reljefnošću tiskovne površine, nosioca, papira, koji pak svojim perforiranim površinama otvara novi prostor za djelovanje svjetla, njenog intenziteta, te tako korespondira sa pozadinom (virtualnom) koja je dinamična i utječe na vizualni doživljaj kompletne slike grafike, što nam je bio cilj istraživanja. Ovim smo postupkom pokušali pokazati i dokazati da se likovni svjetovi unutar zadanog segmenta mogu *pomiriti* i transferirati u nešto novo i zanimljivo, a likovno još neistraženo. Istraživanje se može i nastaviti jer sama umjetnost ne poznaje granice.

Primjeri digitalne grafike i njihove varijacije

Niže reproducirane grafike nastale su iz klasičnog grafičkog predloška uz pomoć određenih filtera u programu *Corel Painter 12*.



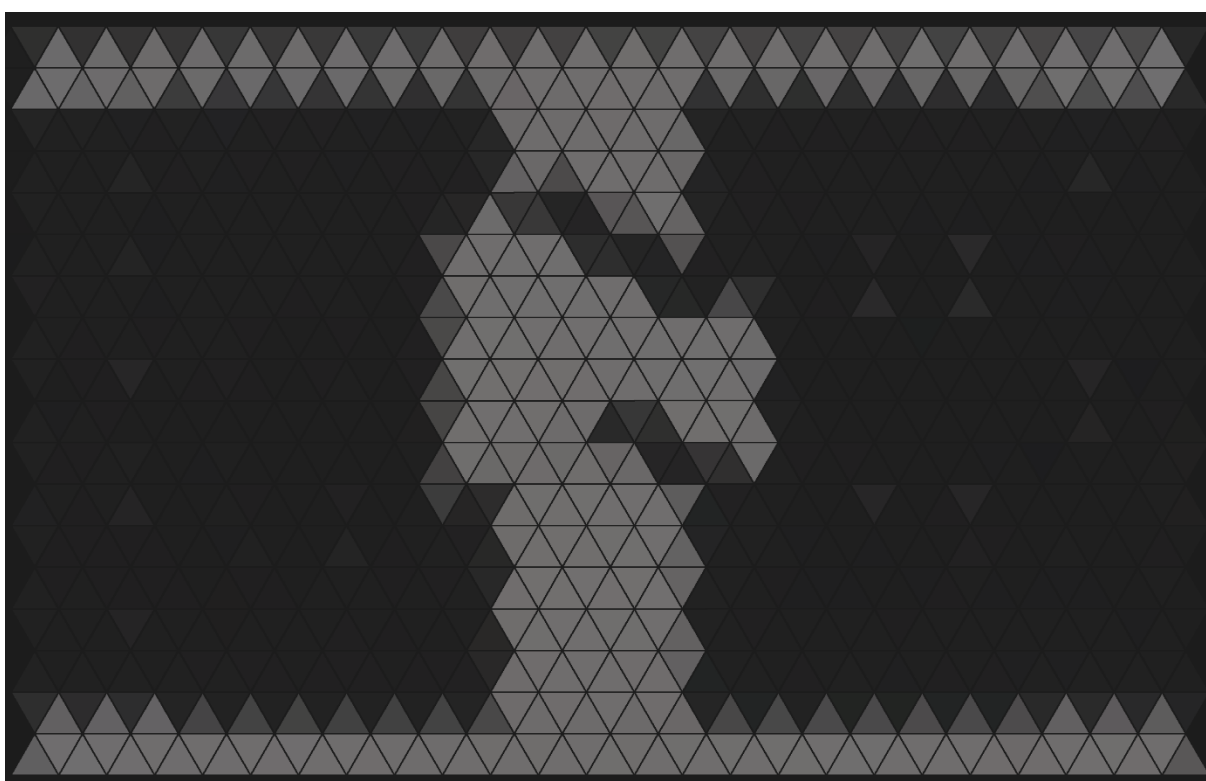
Slika 49: Konjušak, Igor: No I, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm



Slika 50: Konjušak, Igor: No II, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm



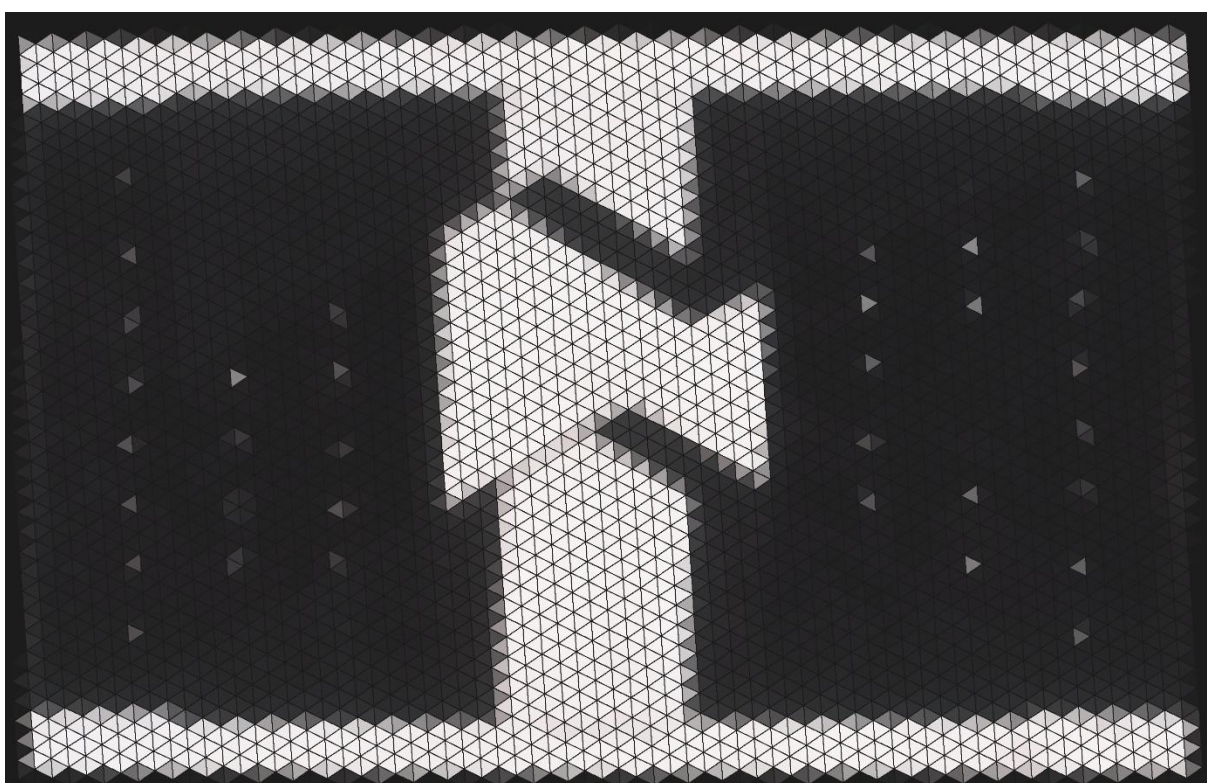
Slika 51: Konjušak, Igor: No III, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm



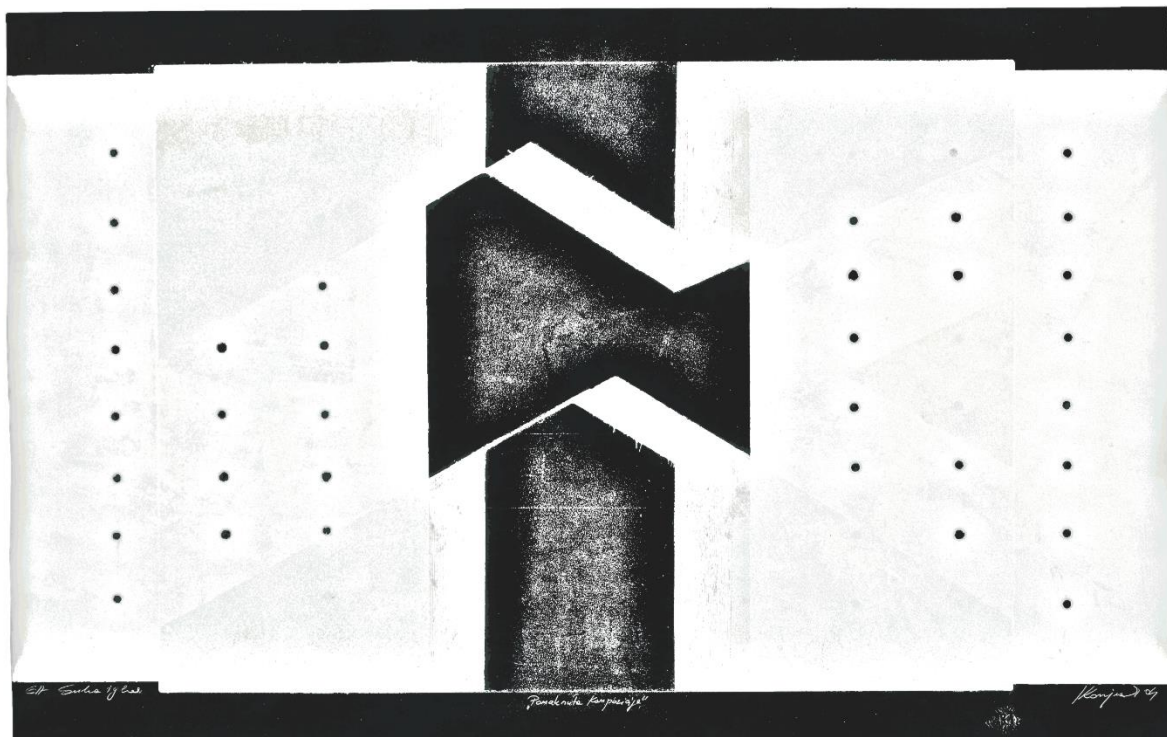
Slika 52: Konjušak, Igor: No IV, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm



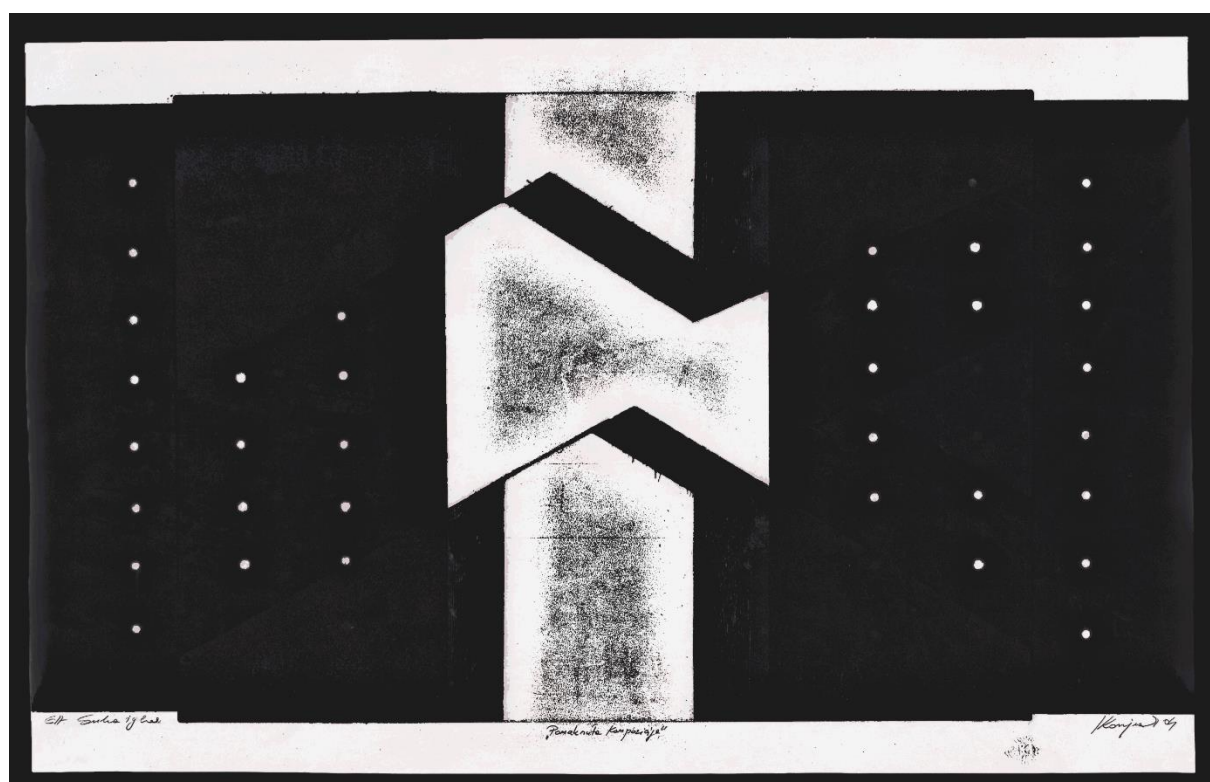
Slika 53: Konjušak, Igor: No V, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm



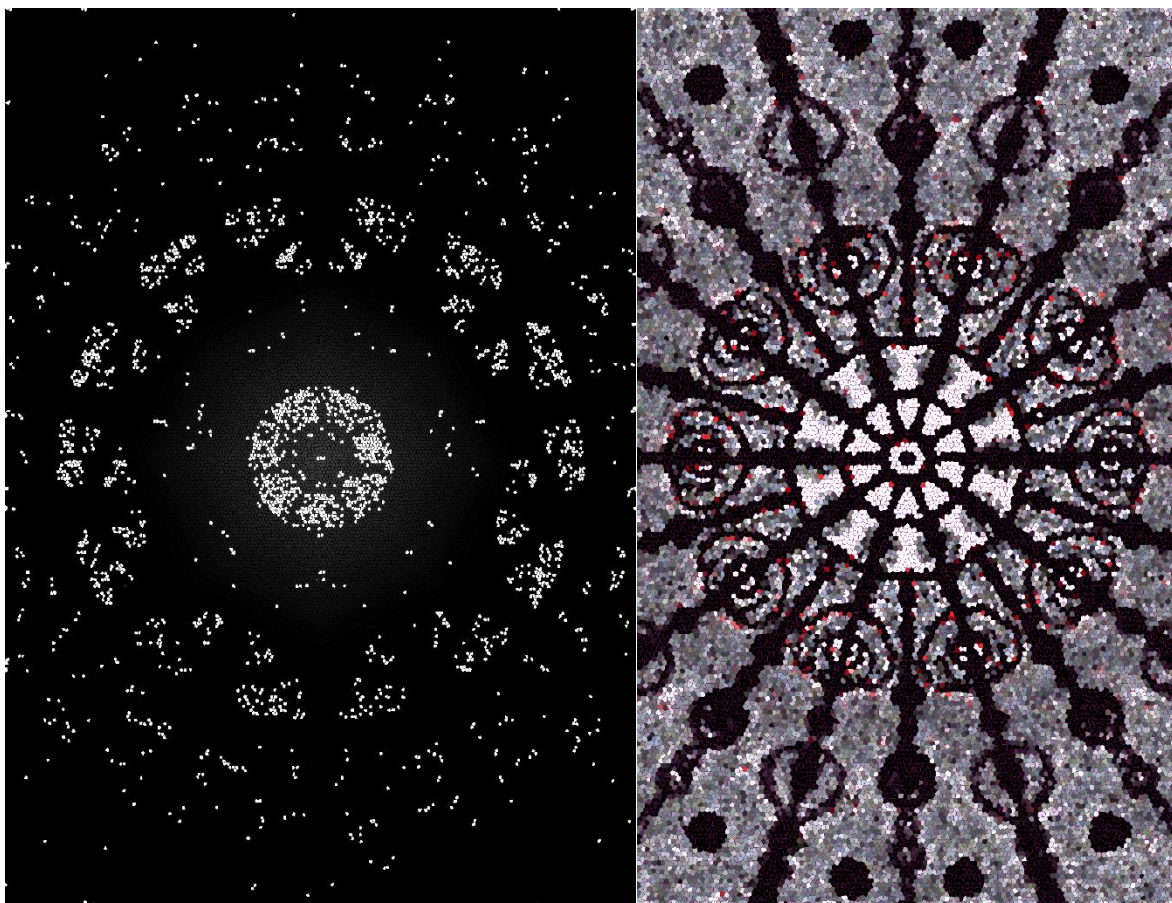
Slika 54: Konjušak, Igor: No VI, 2015. digitalni tisak, 350 x 500 mm



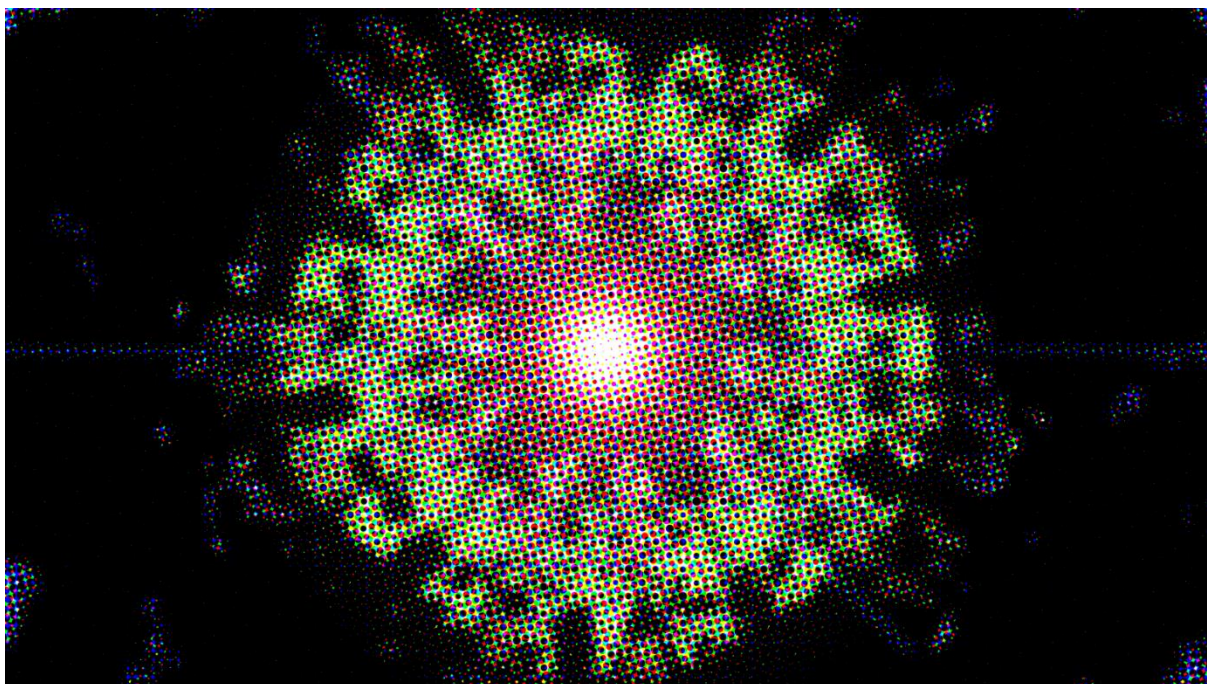
Slika 55: Konjušak, Igor, Pomaknuta kompozicija, 2014., suha igla, dig. obrada, 500 x 320 mm



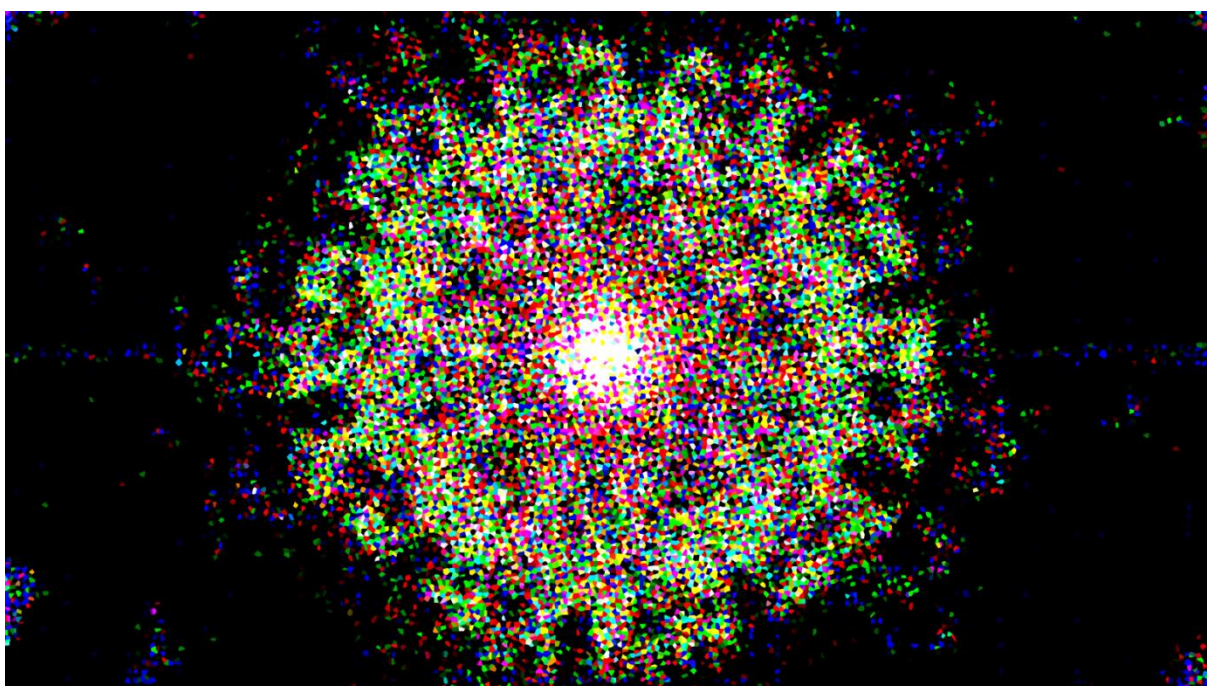
Slika 56: Konjušak, Igor, Pomaknuta kompozicija II, 2014., suha igla i dig. obrada, 320 x 500 mm



Slika 57: Konjušak, Igor, dvije digitalne skice realizirane Wacom graf. tabletom u programu Corel Painter 12, 2014. 350 x 500 mm



Slika 58: Konjušak, Igor, Kompozicija I, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm



Slika 59: Konjušak, Igor, Kompozicija II, 1915., digitalni tisak, 350 x 500 mm

LITERATURA I IZVORI

5. hrvatski trijenale grafike : Dom HDLU-a [i] Kabinet grafike HAZU, Zagreb, lipanj - srpanj 2009. / ed. Slavica Marković. Zagreb : Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Kabinet grafike, 2009. Exhibition catalogue

Alberti, Leon Battista. O slikarstvu = De pictura ; O kiparstvu = De statua. Zagreb : Institut za povijest umjetnosti, 2008.

Arnheim, Rudolf. Novi eseji o psihologiji umjetnosti. Zagreb: Matica hrvatska, 2008.

Arbanas, Nevenka. Grafičke tehnike. Zagreb : Laser plus, 1999.

Bačić, Lj.; Đuračković, V. Fraktali u Sketchpadu. // Matematičko fizički list, 63, 4 (2012/2013), str.220-226.

Bačić, Marcel. Partitura. Zagreb : Akademija likovnih umjetnosti, 2010.

Barnsley, Michael Felding. Fractals everywhere. Boston [etc.] : Academic Press, 1988.

Baudrillard, Jean. Simulacija i zbilja. Zagreb : Jesenski i Turk : Hrvatsko sociološko društvo, 2001.

Brockhaus konversations-Lexikon. / hsgb. von F. A. Brockhaus. Leipzig : F. A. Brockhaus, 1908-.

Croce, Benedetto. Brevijar estetike. Zagreb : Naklada Ljevak, 2003.

Damjanov, Jadranka. Likovna umjetnost. 2 sv. Zagreb : Školska knjiga, 1989.

Danto, Arthur Coleman. Nasilje nad ljepotom : estetika i pojam umjetnosti. Zagreb : Muzej suvremene umjetnosti, 2007.

Delivering digital images : cultural heritage resources for education / edited by Stephenson C.; McClung P. Los Angeles : The Getty Information Institute, 1998.

Eco, Umberto. Umjetnost i ljepota u srednjovjekovnoj estetici. Zagreb : Institut za povijest umjetnosti, 2007.

Finci, Predrag. Priroda umjetnosti. Zagreb : Izdanja Antibarbarus, 2006.

Feder, Jens. Fractals. New York ; London : Plenum Press, 1989.

- Fuller, Richard Buckminster. Operating manual for spaceship earth[citirano: 2016-10-13]
Dostupno na: <http://bfi.org/about-bucky/resources/books/operating-manual-spaceship-earth>
- Hozo, Dževad. Umjetnost multi originala : Kultura grafičkog lista. Mostar : Prva književna komuna, 1988.
- Hrvatski biografski leksikon. Zagreb : Leksikografski zavod Miroslava Krleže, 1989-2005.
- Koschatzky, Walter. Die Kunst der Graphik : Technik, Geschichte, Meisterwerke. München : Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, 2003.
- Lopac, Vera. Fizika kaosa : nova revolucija u znanosti (III) : fraktali – čudesne slike kaosa. // Matematičko fizički list za učenike srednjih škola, 43, 2(1992/93), str. 66-73.
- Paić, Žarko. Događaj i praznina : ogledi o kraju povijesti, Zagreb : Izdanja Antibarbarus, 2007.
- Paić, Žarko. Slika bez svijeta. Zagreb : Litteris, 2006.
- Paro, Frane. Grafika : marginalije o crno – bijelom. Zagreb : Mladost, 1991
- Paro, Frane. Raspletanje pletera. Zagreb : Akademija likovnih umjetnosti, 2010.
- Pawley, Martin. Buckminster Fuller. New York : Taplinger, 1991.
- Polujahtova, Tanzija Zakirovna, A.E. Kamov. Izvornik fraktalne mudrosti : ili nov pogled na naše mogućnosti. Zagreb : Puni potencijal, 2014.
- Rosenfeld, Vladimir R. Color symmetry, semigroups, fractals. // Croatica chemica acta, 86, 4(2013), str. 555-559.
- Sedlmayr, Hans. Umjetnost i istina : o teoriji i metodi povijesti umjetnosti. Zagreb : Scarbus – naklada, 2005.
- Tucotte, Donald Lawson. Fractals and chaos in geology and geophysics. Cambridge ; New York ; Oakleigh : Cambridge University Press, 1993.
- Zlatić, Sanja. Kaotično ponašanje interakcijskog procesa u Newtonovoj metodi – Newtonov fraktal. // Tehnički glasnik (Varaždin), 7, 4 (2013), str. 347-354.
- Žiljak, Vilko. Kompjutorska grafika. Zagreb : FS, 1996.

POPIS SLIKA I TABELA

Slika 1: Primjer računalnog fraktala.....	17
Slika 2: Sierpinski trokut.....	21
Slika 3: Tepih Sierpinskog nakon šest iteracija.....	22
Slika 4: Mengerova spužva	24
Slika 5: Pitagorino stablo	24
Slika 6: fraktalna brokula i list avokada.....	26
Slika 7: Naličje lista	26
Slika 8: Paprat	27
Slika 9: Šišarka i zelje u presjeku.....	27
Slika 10: Paukova mreža	28
Slika 11: Obala.....	28
Slika 12: Rozeta katedrale u Reimsu.....	32
Slika 13: Konjušak, Igor, Prozori, 2008. bakropis, 117 x 11	37
Slika 14: Konjušak, Igor, Križ, 2008., bakropis, 500 x 320 mm.....	37
Slika 15: Cinkova ploča obrađena u tehnici suhe igle.....	39
Slika 16: Paukova mreža	41
Slika 17: Katsushika Hokusai: Vodeni val, drvorez u boji, 275 x 378 mm, 1823.-1829.	42
Slika 18: Digitalna grafika (predložak za duboki tisak)	49
Slika 19: Šutej, Miroslav: Bombardiranje očnog živca, 1962. serigrafija, 690 x 677, 1962.....	50
Slika 20: Šutej, Miroslav: Ultra AB, 1965. serigrafija, 234 x 350 mm.....	51
Slika 21: Šutej Miroslav: Panorama za lijevo i desno oko, 1966., 536 x 302 mm.....	51
Slika 22: Vasarely Victor: Kompozicija, 1957., 650 x 650 mm	52
Slika 23: Novinski isječak o kibernetičkom slikarstvu Vilka Žiljka.....	53
Slika 24: Žiljak Vilko, Serija kompjutorskih grafika nastalih 1975./1996., razl. dimenzija.....	54
Slika 25: Čerić, Vlatko: Modeliranje skulpture,.....	55
Slika 26: Čerić, Vlatko: Tokovi u dva različita.....	56
Slika 27: Fullerova kupola	58
Slika 28: Skica Fullerove kupole.....	58
Slika 29: Izgled konstrukcije Fullerove kupole.....	59
Slika 30: Detalj Fullerove kupole.....	60
Slika 31: Fullerova kupola	60
Slika 32: Narodna knjižnica u Prištini, Kosovo, autor Andrija Mutnjaković.....	61
Slika 33: Eiffelov toranj, 1889.	61
Slika 34: Eiffelov toranj, pogled na konstrukciju.....	61
Slika 35: Snelson, Kenneth: Chain bridge body, 1991, digitalni print, 762 x 1016 mm.....	62
Slika 36: Escher, M. Cornelis: Tube with magit ribbons, litografija, 1957., 310 x 310 mm.....	62
Slika 37: Paulsen, Herman: Magic knot 1, 1985., gvaš, 750 x 750 mm.....	63
Slika 38: Victor Vasarely: Op art objekti	64
Slika 39: Hayter, Stanley William: Primjeri Hayterove grafičke tehnike	64
Slika 40: Primjer op arta.....	70
Slika 41: Primjer op arta.....	71
Slika 42: Origami luster	72
Slika 43: Različite mogućnosti savijanja papira.....	73

Slika 44: Prikaz sedam geometrijskih elemenata koji se koriste za tangram	75
Slika 45: Kineski tangram	76
Slika 46: Slika nastala korištenjem kaleidoskopa	77
Slika 47: Slika nastala korištenjem kaleidoskopa	78
Slika 48: Prikaz rada osciloskopa.....	79
Slika 49: Konjušak, Igor: No I, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm	88
Slika 50: Konjušak, Igor: No II, 2015, digitalni tisak, 350 x 500 mm	88
Slika 51: Konjušak, Igor: No III, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm.....	89
Slika 52: Konjušak, Igor: No IV, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm.....	89
Slika 53: Konjušak, Igor: No V, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm	90
Slika 54: Konjušak, Igor: No VI, 2015. digitalni tisak, 350 x 500 mm.....	90
Slika 55: Konjušak, Igor, Pomaknuta kompozicija, 2014., suha igla, dig. obrada, 500 x 320 mm.....	91
Slika 56: Konjušak, Igor, Pomaknuta kompozicija II, 2014., suha igla i dig. obrada, 320 x 500 mm ..	91
Slika 57: Konjušak, igor, dvije digitalne skice realizirane Walcom graf. tabletom u programu Corel Painter 12, 2014. 350 x 500 mm	92
Slika 58: Konjušak, Igor, Kompozicija I, 2015., digitalni tisak, 350 x 500 mm.....	93
Slika 59: Konjušak, Igor, Kompozicija II, 1915., digitalni tisak, 350 x 500 mm.....	93

ŽIVOTOPIS

Igor Konjušak rođen je 1957. godine u Zagrebu. Akademiju likovnih umjetnosti završio je u Sarajevu na Odjelu grafike u klasi prof. Dževada Hoze, a 2012. godine magistrira kod istog profesora. Sudjelovao je u izvedbi dva dugometražna animirana filma *Čudesna šuma i Čarobnjakov šešir* za Croatia film. Od 1988 pa sve do kraja 1996. godine dizajnira kristalne proizvode za jednu tvornicu stakla. Do sada je izlagao na preko dvadeset samostalnih izložbi, tristotinjak skupnih. Do sada je objavio dvadeset grafičkih mapa, što samostalnih, a što u suautorstvu.. Sudionik je sedamdesetak radionica u zemlji i inozemstvu. Održao je niz predavanja u: Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Kabinetu Grafike Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, kao i u Bogenšpergu u Sloveniji. Redovito je prisutan na bijenlima Splitgraphic, Trijenalima hrvatske grafike, kao i na Hrvatskom trijenalu akvarela. Izlagao je u Poljskoj, Njemačkoj, Švicarskoj, Sloveniji, BiH. Godine 2008. objavljena mu je i monografija u izdanju splitskog *Brevijara*, autora Ive Šimat Banova. Bio je član raznih strukovnih udruženja (Društvo filmskih radnika hrvatske, Likuma, Hzsua).

Danas je član HDLU-a Zagreb. Godine 1989. dobitnik je prve nagrade za ilustraciju na temu *Borbe protiv alkoholizma i drugih toksikomana* u Sarajevu. Realizirane su mu tri poštanske marke od kojih je posljednja po pozivu na temu *950. obljetnica grada Šibenika*. Zaposlen je kao stručni suradnik na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu.

Važnije samostalne izložbe:

1989. Studio Galerije Karas, Zagreb

1992. Likum galerija, Zagreb

1996. Likum galerija, Zagreb

1998. Galerija CEKAO, Zagreb

1999. Galerija Forum, Zagreb

2000. Muzej Mimara, Zagreb

2003. Nacionalna i sveučilišna knjižnica, Zagreb

- 2004.** Galerija Zilik, Karlovac
- 2005.** Galerija A-Ž, Atelijeri Žitnjak, Zagreb
- 2006.** Izložba i predstavljanje grafičke mape *Bezpredmetnost*, NSK, Zagreb
- 2006.** Izložba grafičke mape *Bezpredmetnost*, Galerija Canvas, Zagreb
- 2007.** Predstavljanje i izložba grafičke mape *Bezpredmetnost*, Galerija OK , Rijeka
- 2009.** Galerija Kula, Split
- 2009.** Galerija Događanja, Zagreb
- 2009.** Galerija Novi hram, Sarajevo
- 2010.** Galerija Bužančić, Centar za kulturu Novi Zagreb
- 2012.** Akademija likovnih umjetnosti, Sarajevo
- 2015.** Muzej Međimurja, Čakovec

Važnije međunarodne izložbe:

- 1992.** 6. međunarodna izložba grafičkog dizajna ZGRAF, Zagreb
- 1998.** 2. internacional biennial Racizborz 98., Poljska
- 1999.** 3. međunarodna izložba Ex libris, Rijeka
- 2000.** 3. internacional biennial Racizborz 2000., Poljska
- 2001.** 3. međunarodna izložba Ex libris, Rijeka, Stara pisma
- 2001.** Prvi salon grafike Rab – Beč
- 2009.** Galerija Novi hram, Sarajevo, BiH
- 2011.** Splitgraphic, međunarodni grafički bijenale, Split
- 2011.** 100 grafičara BiH i Hrvatske, Galerija Collegium artisticum, Sarajevo, BiH
- 2012.** Akademija likovnih umjetnosti, Sarajevo, BiH, (samostalna izložba)
- 2013.** Splitgraphic, međunarodni grafički bijenale, Split
- 2015.** 2. Valvasorjevi mednarodni grafični dnevi, Bogenšperg, Slovenija
- 2015.** Splitgraphic, međunarodni grafički bijenale, Split

Važnije zbirke u kojima se nalaze djela:

Muzej suvremene umjetnosti, Zagreb

Galerija umjetnina, Split

Gradski muzej, Vukovar

Muzej Međimurja, Čakovec

Muzej moderne i suvremene umjetnosti, Rijeka

Muzej za umjetnost i obrt, Zagreb

Grafička zbirka Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu

Grafički kabinet HAZU, Zagreb

Znanstvena knjižnica, Zadar

Franjevački muzej, Livno, BiH

Zbirka Zilik, Karlovac

Zbirka Lafranca, Švicarska

Zbirka Dukchevich, Italija