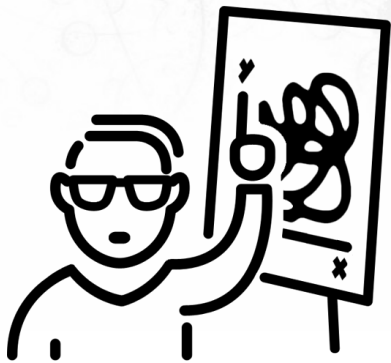


**ARTGORITMY / 02**

# **SOFTWAREOVÁ ESTETIKA**

■ Výtvarné formy počítačového umění



# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

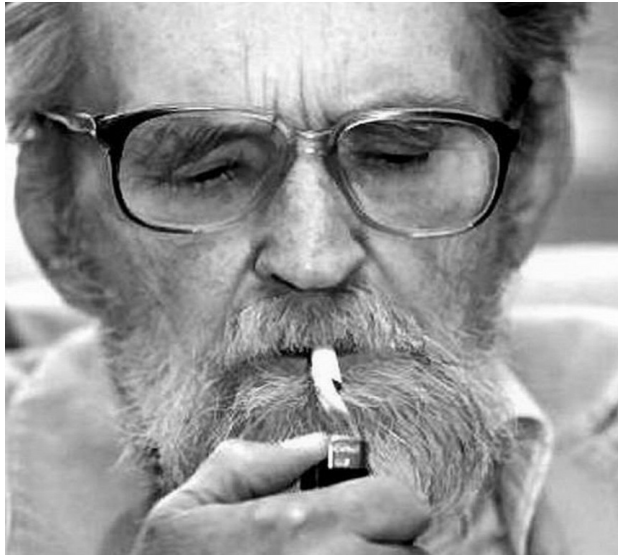
- **Umění, estetika a počítač**
- Náhodné formy
- Rostoucí formy
- Umělecké formy
  - figurace
  - abstrakce
  - improvizace
  - konstrukce
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění





***„Estetická recepce zvětšuje odstup  
od pouhé vegetativní úrovně  
života a humanizuje člověka.“***

**Tomáš Kulka**



***„I pouhých pár týdnů, měsíců či let strávených ruku v ruce s uměním znamená velký krok k sebekultivaci.“***

**Egon Bondy**

## Umění

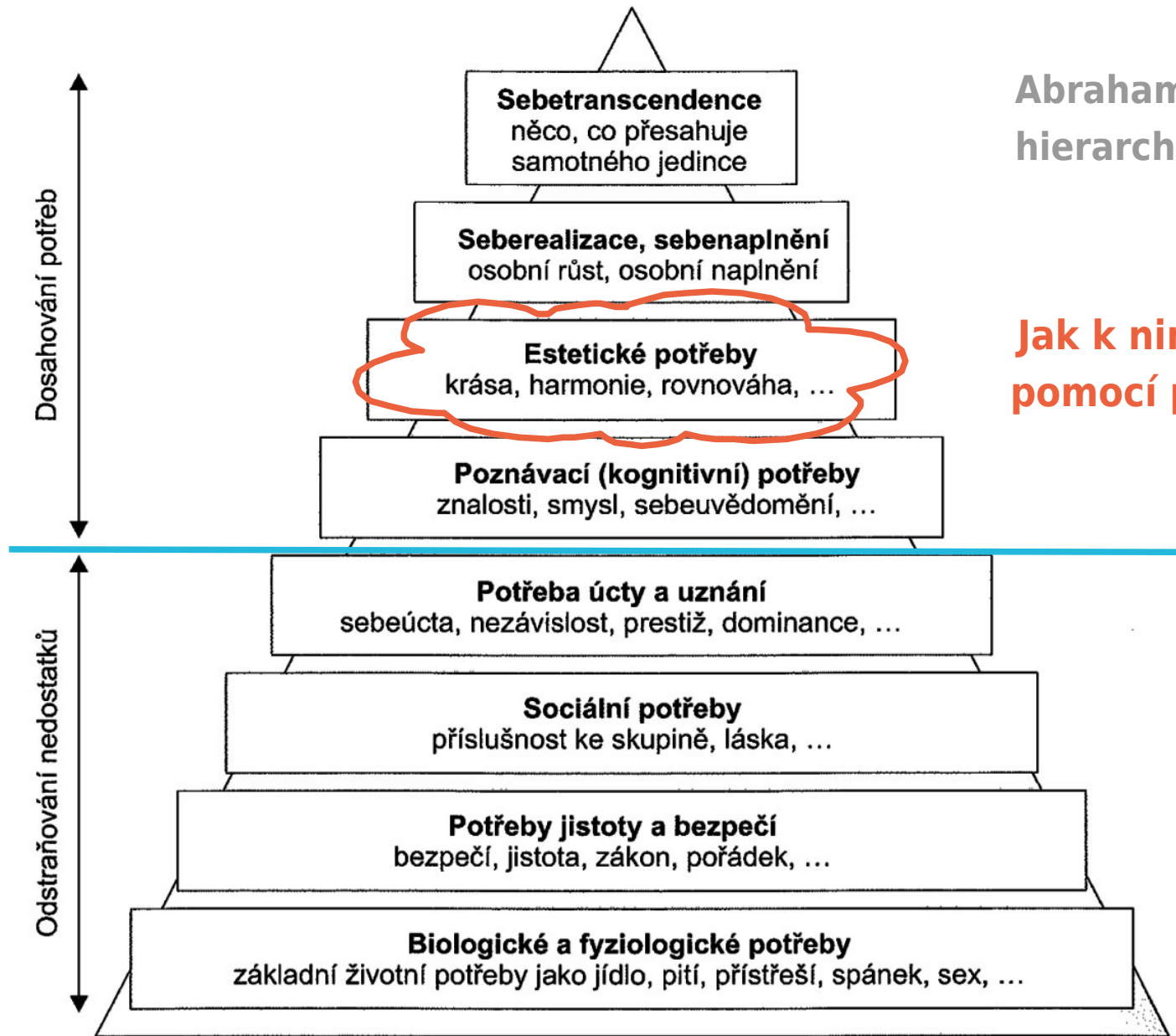
**Umění je záměrná lidská tvořivá činnost, jejímž cílem je zobrazení skutečnosti určené k tomu, aby se líbilo při samotném jeho poznávání**



„Podstatou umění je snaha umělce vyjádřit skrze sebe, skrze svoji potřebu cosi obecně lidského, společně sdíleného, co nezůstává toliko v umělci, ale překračuje jeho osobní hranice směrem ven, do společnosti, k lidem.“

Jan Paul

**Umění obohacuje funkční rozměr lidské existence  
o projevy nadutilitární (rituální, citové, estetické)**



Abraham Maslow:  
hierarchie potřeb

Jak k nim dospět  
pomocí počítače?

**Umělecká tvorba je činnost veskrze lidská,  
ale může být podporována počítačem**



**Z. Sýkora: Tři fáze  
(1997)**

## Umění výpočtů

„Když vidíte numericky generovaný obraz, tak význam slova obraz již nespočívá v obraze.

Je to algoritmus, je to obraz čistě abstraktního, bezrozměrného myšlení a tyto obrazy mají moc. Mají moc, která ovlivňuje naše prožitky.

[Čísly] můžeme manipulovat s etikou, epistemologií, s estetikou, tedy nejenom s modely poznání a chování, nýbrž i s modely prožitků.“

Vilém Flusser

[ → ]



## Estetika

= věda zabývající se smyslovým a emočním vnímáním  
mj. krásou a jejím hodnocením (Baumgarten, Hegel, Kant)

### Exaktní estetika – vnímání matematického řádu

Pythagorejci nacházeli krásu v dokonalosti čísel,  
poměrů a symetrií

### Hledáme estetiku, která pojme i projevy výtvarné informatiky

... abychom mohli přijmout počítač jako  
plnohodnotnou součást uměleckého světa



## Kterou si ale vybrat?

- **Vědecká estetika**  
Thomas Munro, 1957
- **Systémová estetika**  
Jack Burnham, 1968
- **Teorie systémů, synergetika**  
Buckminster Fuller, 1975
- **Algoritmická estetika**  
George Stiny & James Gips, 1978
- **Rhizome, plateau, chaosmos...**  
Gilles Deleuze & Félix Guattari, 1987
- **Nová (fraktální) estetika vědy a umění**  
John Briggs, 1992



## Zobecněná estetika

Roger Caillois, 1962

**Pravidla pro estetické vnímání  
veškerých výtvarných objektů**

**Dekompozice krásy na několik  
základních forem dle způsobu vzniku**

„Je krása, již člověk nachází v přírodě,  
a ta, kterou vytváří z vlastního podnětu.

Jednou ceníme objevování a dokonalost forem,  
podruhé pojmání tématu a provedení díla.“

**Estetické formy vznikají náhodou, růstem,  
návrhem (→ umění a design) nebo otiskem**



# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

- Umění, estetika a počítač
- **Náhodné formy**
- Rostoucí formy
- Umělecké formy
  - figurace
  - abstrakce
  - improvizace
  - konstrukce
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění





## Objevování

působení přírodních „tajemných a neviditelných sil“ (R. Caillois)

**Vznik bez přispění života,  
resp. jeho pasívním působením**

**Kdo je tvůrcem estetiky?**

*Krása v záměru autora ×  
krása v oku pozorovatele*

**Tapetový ornament  
(nebo zkamenělá přeslička?)**



**Abstraktní plátno  
(nebo fotografie stěny výkopu?)**

## Lidská fantazie objevuje v náhodných formách známé tvary

Často vidíme něco, co objektivně  
neexistuje, ale jeví se tak

Umělci takové formy  
upravují a doplňují

Zřídka jim připisují autorství

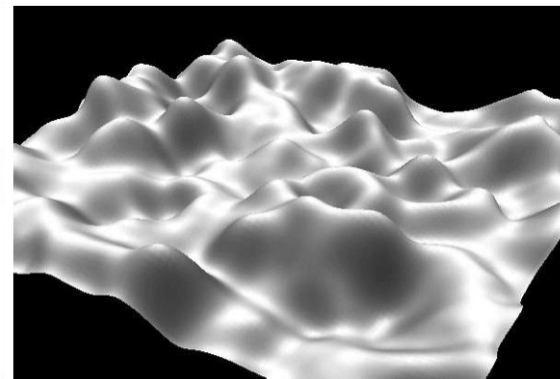
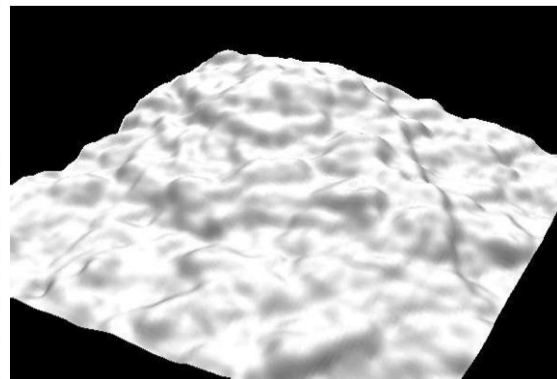
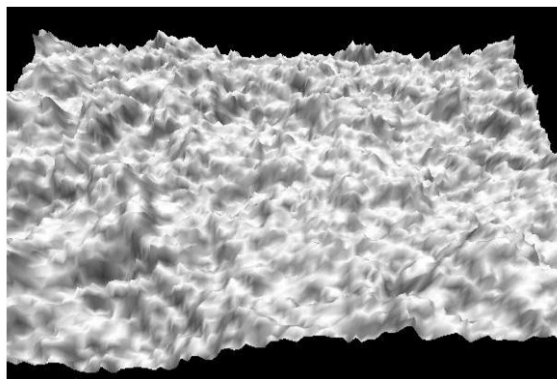
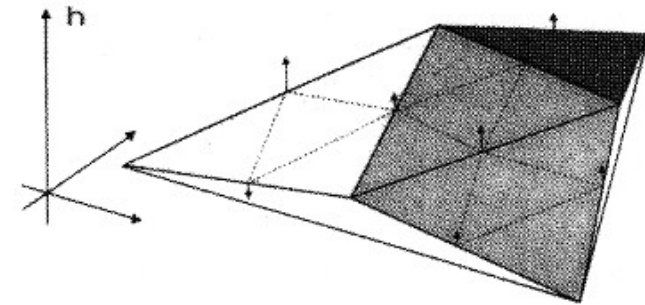
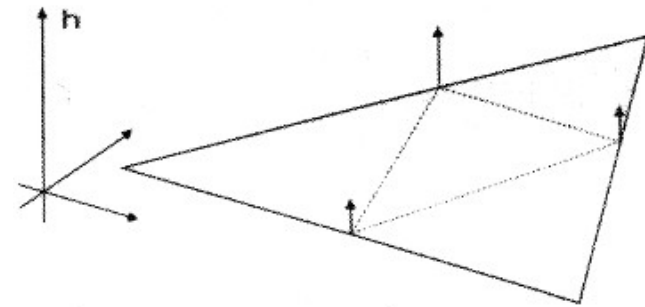
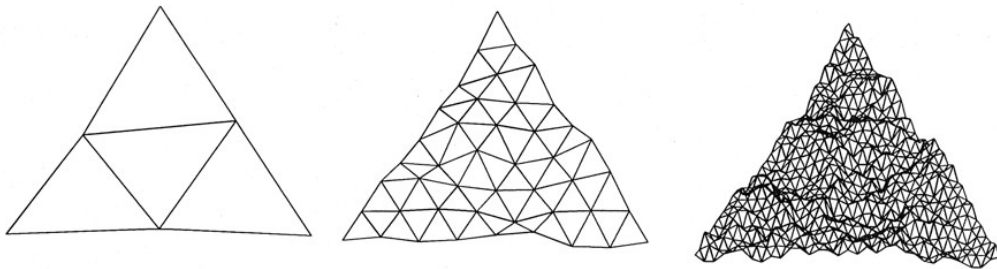
Staří Číňané dokreslují fosilie,  
Marcel Duchamp vystavuje  
nalezené objekty (*ready-made*)

„Umění je uměním, je-li představeno jako umění.“  
(M. Duchamp)



# Modelování realistického terénu

Náhoda nepravých fraktálů



Od náhodného Brownova pohybu k Perlinovu šumu





## I. Serba: vizualizace komplexních a nepravých fraktálů



V. Šalbaba

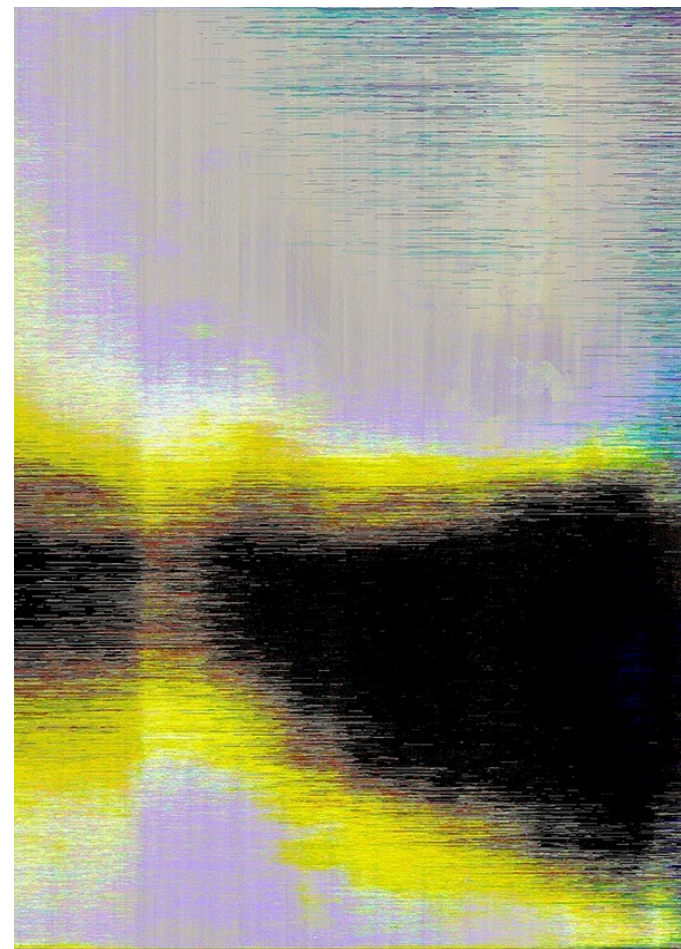
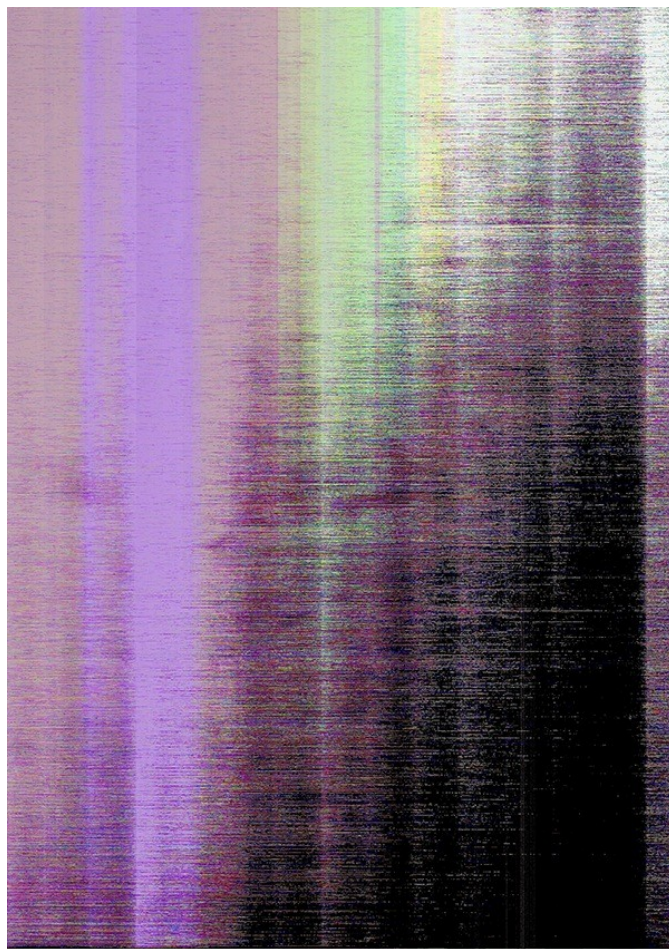
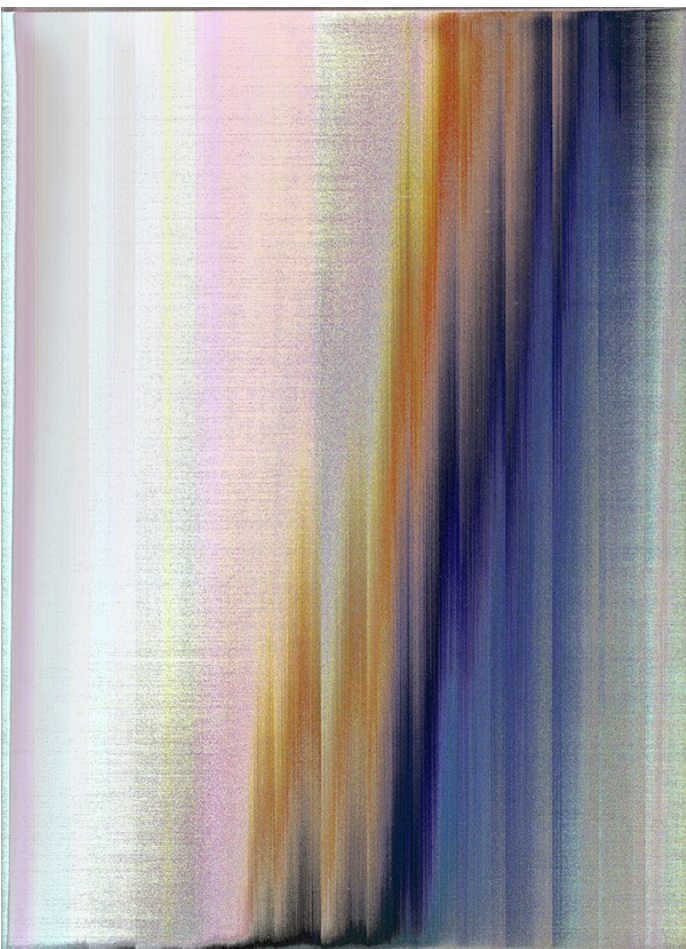
## Glitch

„Klopýtnutí“ systému, narušení datového toku,  
náhodná ztráta kontroly nad některým z procesů  
obvykle krátkodobá a nefatální

- **Circuit bending**  
= záměrné zásahy do hardwaru
- **Databending**  
= úprava kódu a dat, typicky  
v jiných než k tomu určených  
editorech
- **Pure glitch**  
= objevený bez úmyslného  
hackování systému



p5art



**J. Donaldson: Scanner Error Series**



**Glitch v informačním systému  
Krajské vědecké knihovny v Liberci (foto: I. Proios)**

# ■ **SOFTWAREVÁ ESTETIKA**

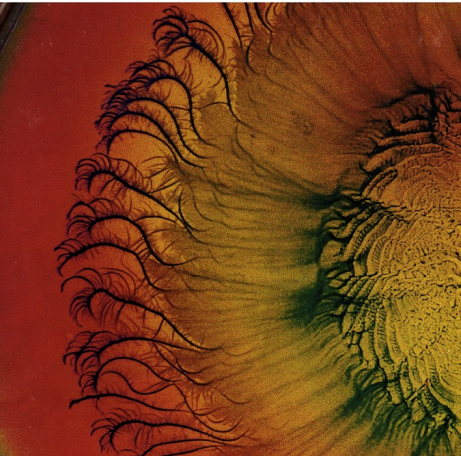
- Umění, estetika a počítač
- Náhodné formy
- **Rostoucí formy**
- Umělecké formy
  - figurace
  - abstrakce
  - konstrukce
  - improvizace
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění



# Život

Růst a vývoj přírodních forem — autor splývá s dílem

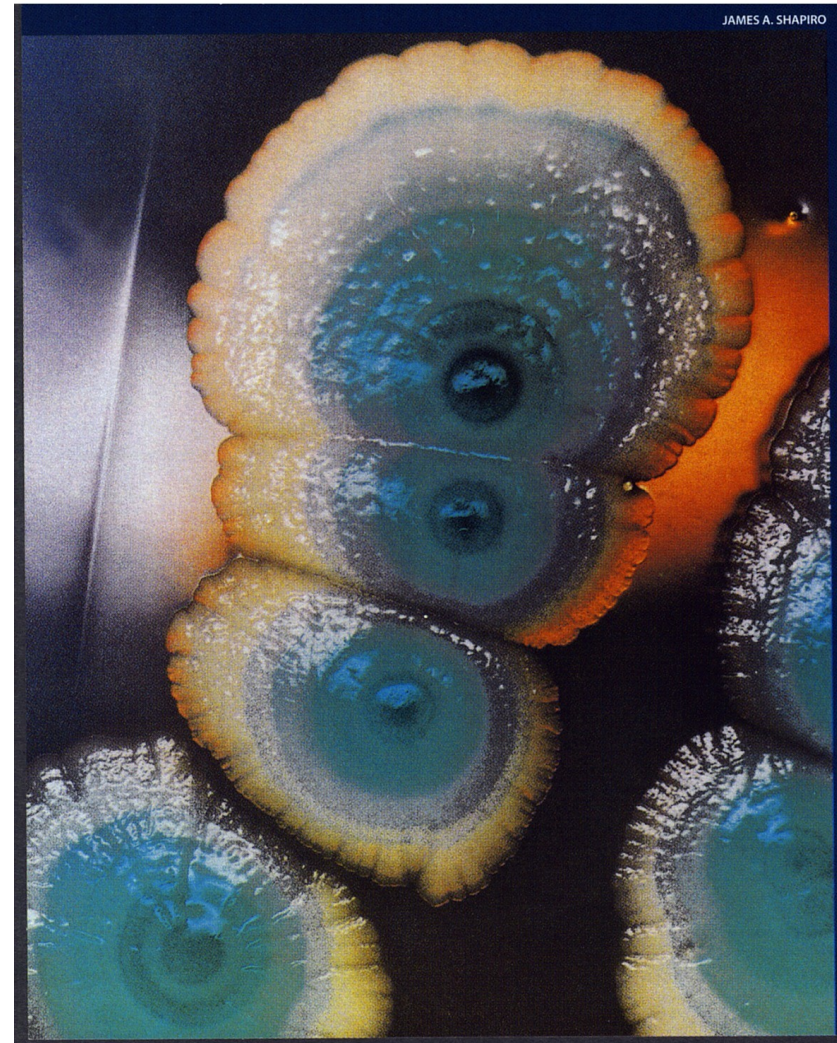
**Přírodní struktury se vyvíjejí podle vnitřního zákona,  
genetického projektu příslušného jeho říši, třídě, čeledi...**



**Obvyklým projevem symetrie, orientace, repetice  
a často též proporcionalita zlatého řezu**



Dendrity pod mikroskopem

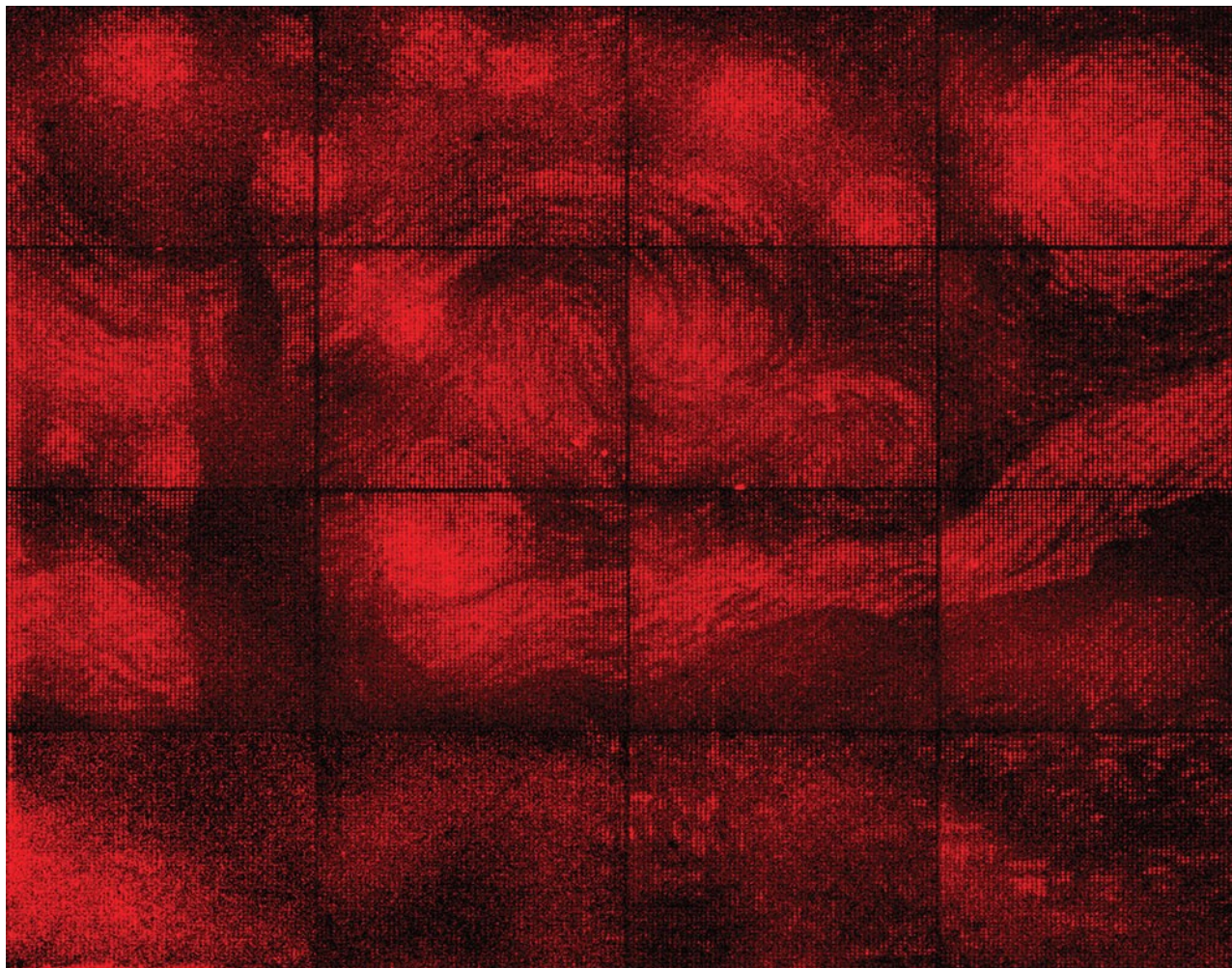


Buňky pěstované  
v řízených podmínkách





**Van Gogh z bakterií *Proteus mirabilis*,  
*Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecalis* a *Klebsiella pneumonia***



**Van Gogh zakódovaný  
ve složených molekulách DNA**



**Analýza přírodních forem —  
mnoho zákonitostí růstu a vývoje  
má matematický základ**

D'Arcy W. Thompson  
*On Growth and Form, 1917*



Alan Turing  
*The Chemical Basis of Morphogenesis, 1952*

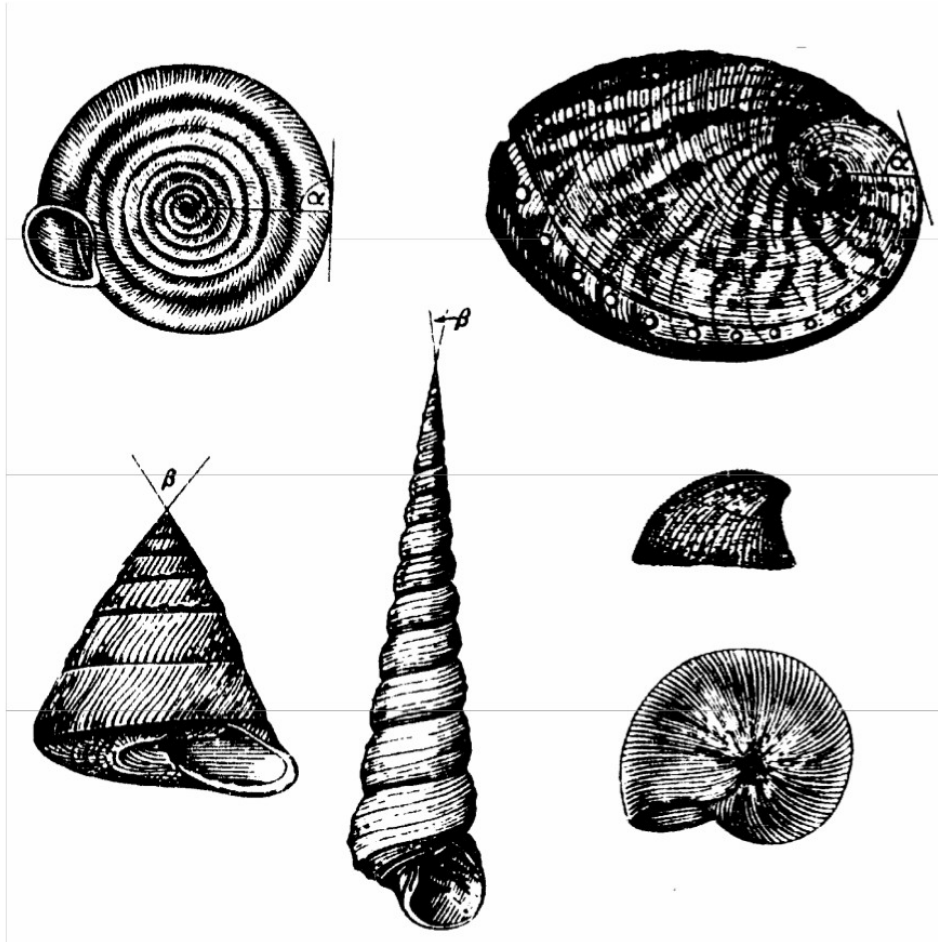
Przemysław Prusinkiewicz  
*The Algorithmic Beauty of Plants, 1990*



Gary W. Flake  
*The Computational Beauty of Nature, 2000*

Hans Meinhardt  
*The Algorithmic Beauty of Seashells, 2009*

## Ulity, lastury, kly, rohy...



**Ulita je záznamem historie organismu**

Soběpodobnost růstu

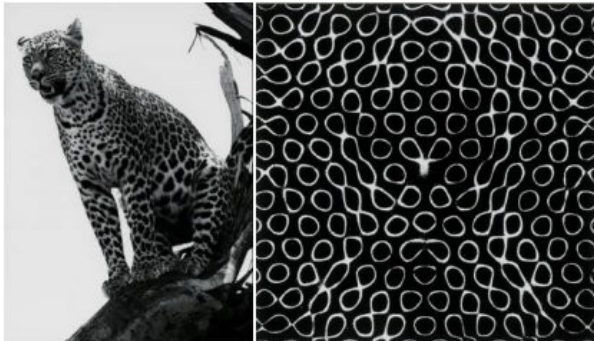
Modelování tažením generující křivky po strukturální křivce

Tou bývá obvykle

trajektorie lineárního dynamického systému



## I. Serba: výtvarná vizualizace růstu



$$\frac{dx(t)}{dt} = a x(t) + b$$

System modelován  
diferenciálními rovnicemi

Generuje řád v chaosu  
i chaos v řádu

## Turingovy rovnice morfogeneze

Modelování vzorů zbarvení zvířat

Produkce a rozmísťování morfogenů

= chemických látek řídících vznik tkání

- **Reakce**

Vznik nových molekul je nelineární  
s kladnou zpětnou vazbou

- **Difuze**

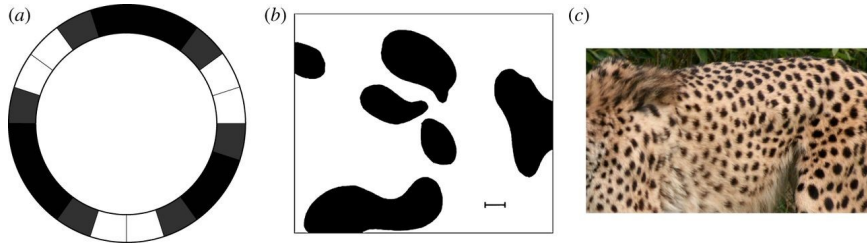
Lineární šíření morfogenů po kůži

Pruhy = stabilní reakčně-difusní systém

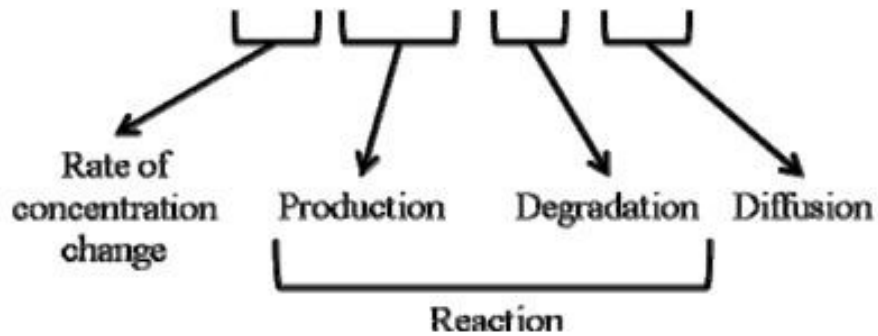
Skvrny = porušení symetrie systému  
náhodnou nebo chaotickou změnou

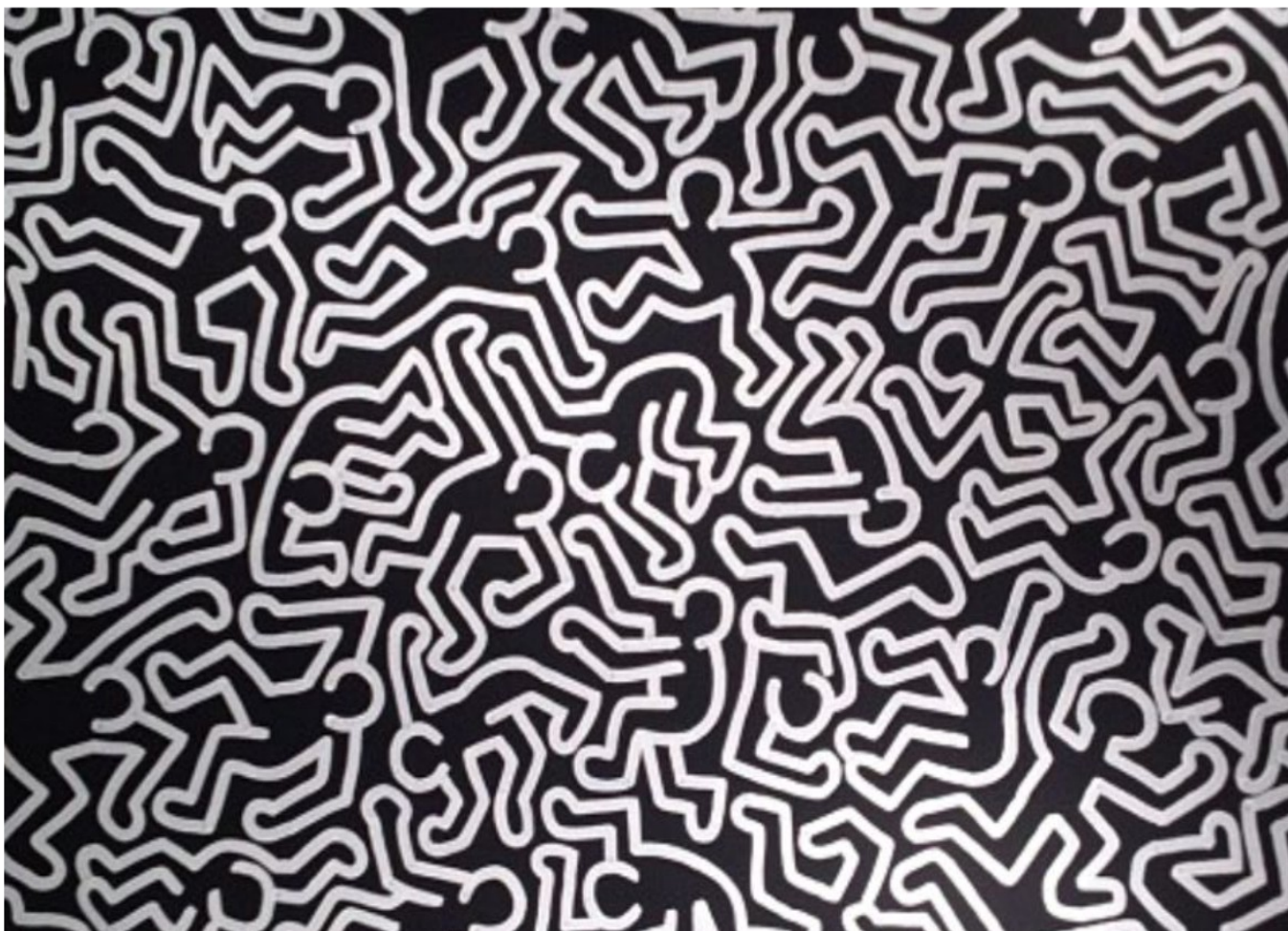
• chaos → řád

• řád → chaos



$$\frac{\partial u}{\partial t} = F(u,v) - d_u v + D_u \Delta u$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} = G(u,v) - d_v v + D_v \Delta v$$





Umění se inspiruje: oblíbené motivy Keitha Haringa





Soběpodobné vzory  
na ulitě homolice

Některé látky aktivují  
chemické reakce, jiné je tlumí

**Co když je produkt systému  
katalyzátorem své produkce?**

**Opakovaným působením  
aktivátorů a inhibitorů  
vyvolány oscilace,  
v nestabilních místech  
chaotické**

Heinz Meinhardt  
Max Planck Institut (2009)

## *Buněčné automaty*

John von Neumann, John Conway

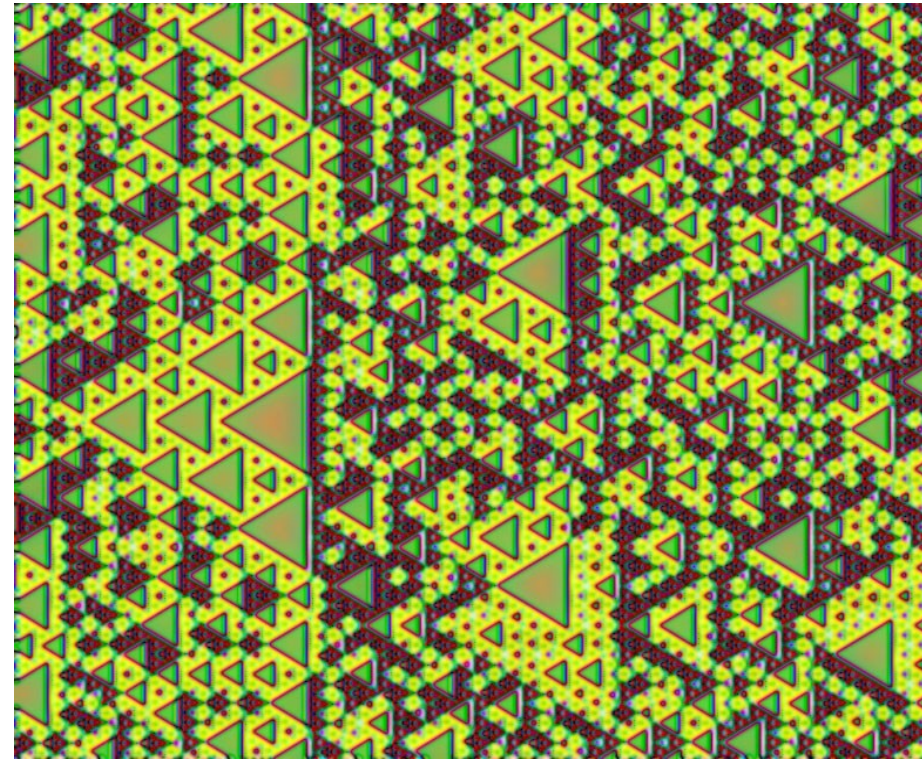
**Dynamické systémy  
v diskrétní mřížce  
řízené pravidly pro  
růst generací**

**Paralelní přepisovací  
pravidla**

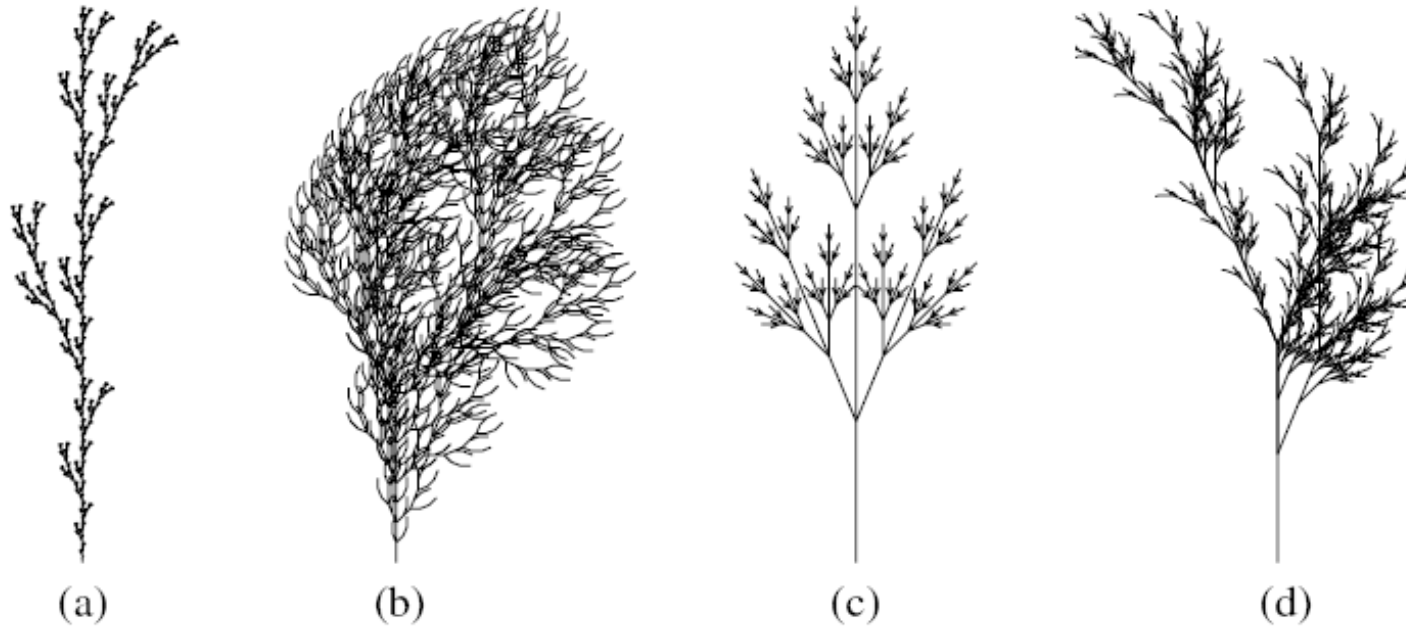
Výpočetní možnosti stejné  
jako Turingův stroj

Stephen Wolfram: *A New  
Kind of Science* (2002)

[ → ]



## Lindenmayerovy systémy větvení



	$n$	$\delta$	$\omega$	$P$
(a)	5	$25.7^\circ$	$F$	$F ::= F[+F]F[-F]F$
(b)	4	$22.5^\circ$	$F$	$F ::= FF - [-F + F + F] + [+F - F - F]$
(c)	7	$25.7^\circ$	$X$	$X ::= F[+X][ -X]FX, F ::= FF$
(d)	5	$22.5^\circ$	$X$	$X ::= F[[X] - X]F[+FX] - X, F ::= FF$



PLATE X



P. Prusinkiewicz: algoritmická botanika na bázi L-systémů

[ → ]



...dnes běžná součást nástrojů pro 3D modelování

# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

- Umění, estetika a počítač
- Náhodné formy
- Rostoucí formy
- **Umělecké formy**
  - figurace
  - abstrakce
  - improvizace
  - konstrukce
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění



## Tvorba

→ vědomá lidská činnost = **UMĚNÍ**

**Tradiční přístup: umění je zhmotněná krása**

Vnímání krásy odvozeno z návyků, konvencí, předsudků, výchovy či zálib, závisí na době a místě

***Univerzální měřítko krásy odvozujeme z přírody***  
**= mimetická estetika**

Umělecké formy (proporce, kompozice, barvy, gesta), od nichž pochází vzor a zdání krásy, nejsou volné ani nepřeborné



## Znázornění

**Předmětné umění zobrazuje formy ,takové jaké jsou‘**

**Krása = přesnost a řemeslná zručnost zpracování tématu**

realistické umění, *proto-fotografie*

**Později subjektivní nálada**

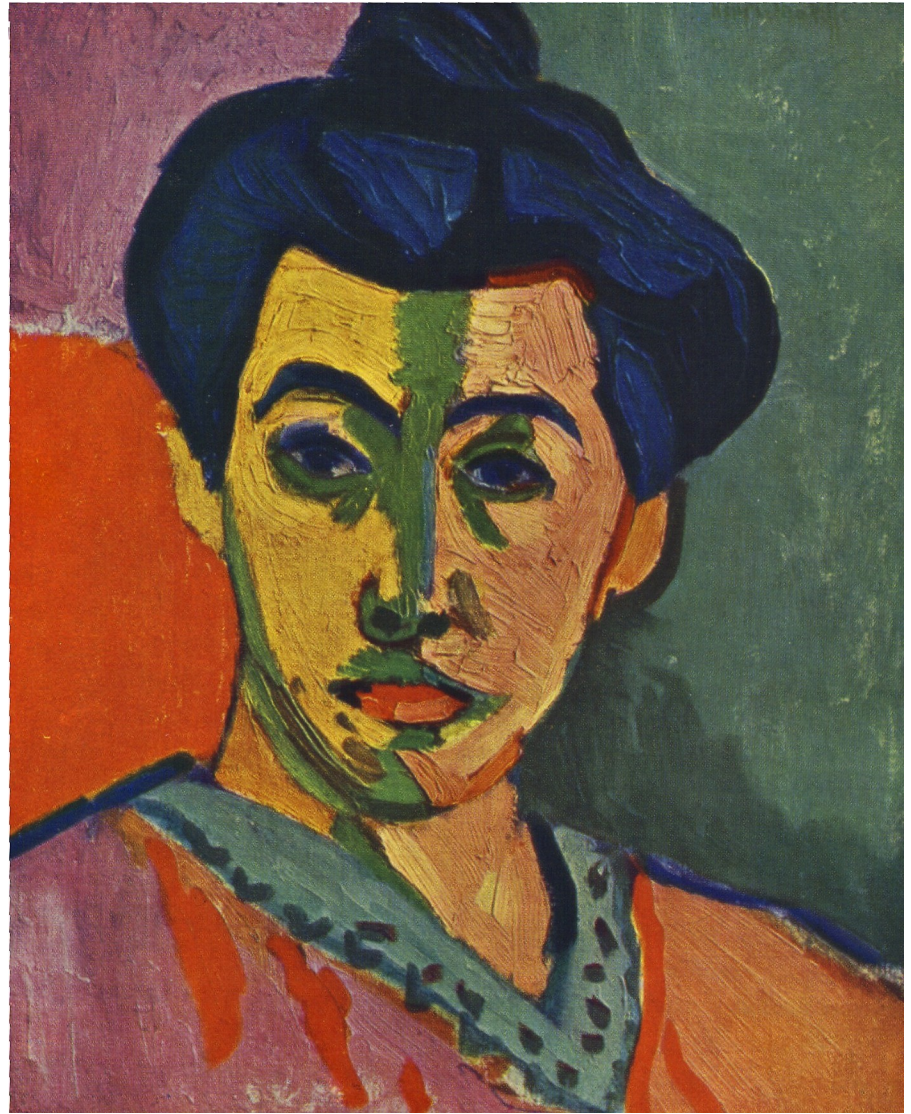
impresionismus, expresionismus  
fauvismus...

**J. Vermeer: Mlékařka**





C. Monet: Dívka se slunečníkem



H. Matisse: Madame Matisse



## + počítač:

**Nepřeberné množství nástrojů,  
filtrů, efektů, skriptů, stylů  
v grafických editorech**

– univerzálních i značně speciálních

Obvykle interakční způsob práce,  
počítač je štětec v ruce výtvarníka  
...což puristé za pravé počítačové  
umění nepovažují

**J. Rypalová-Simonsen: Tvor 144**

# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

- Umění, estetika a počítač
- Náhodné formy
- Rostoucí formy
- Umělecké formy
  - figurace
  - **abstrakce**
  - improvizace
  - konstrukce
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění

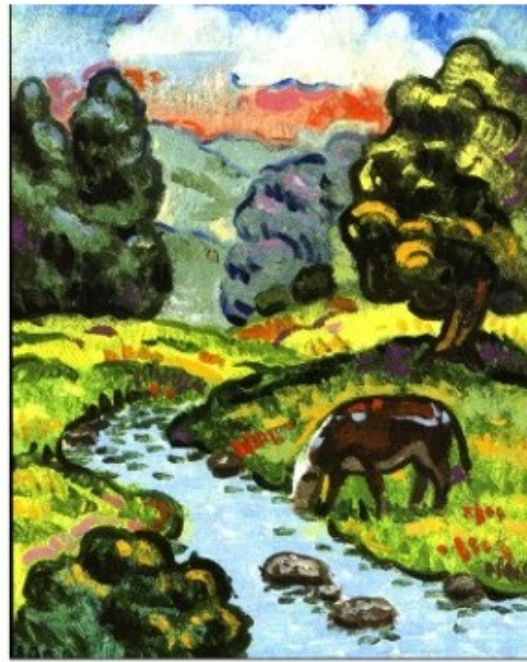
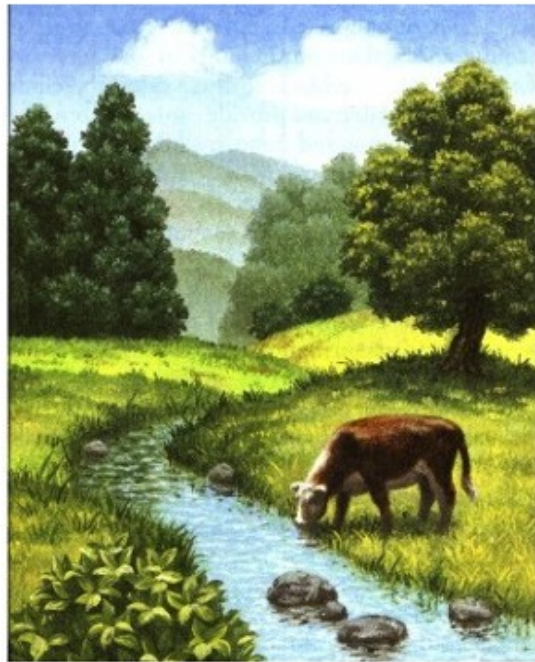


## Interpretace

**Koncepční přístup: umění je diskursní —  
obrazy záměrně umožňují více interpretací,  
aby divák ztratil jakoukoli orientaci**

Abstrakce = svoboda nepředmětности, posílení imaginace

Model může existovat jen v představách umělce





F. Kupka: Příběhy o pesticích a tyčinkách



V. Kandinskij: Auf Weiss II

**Abstraktní dílo přestává být dešifrovatelné,  
autor mu dá nanejvýš název**

— často zavádějící, aby neposkytnul ‚návod ke čtení‘

**Nosná myšlenka:**

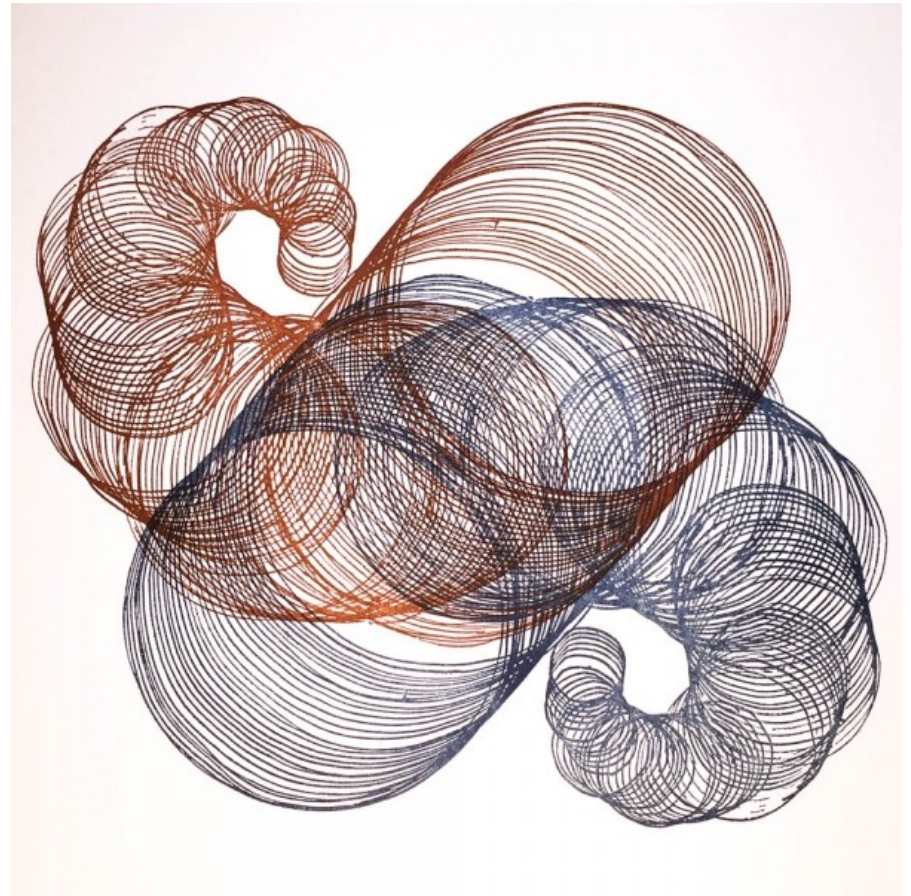
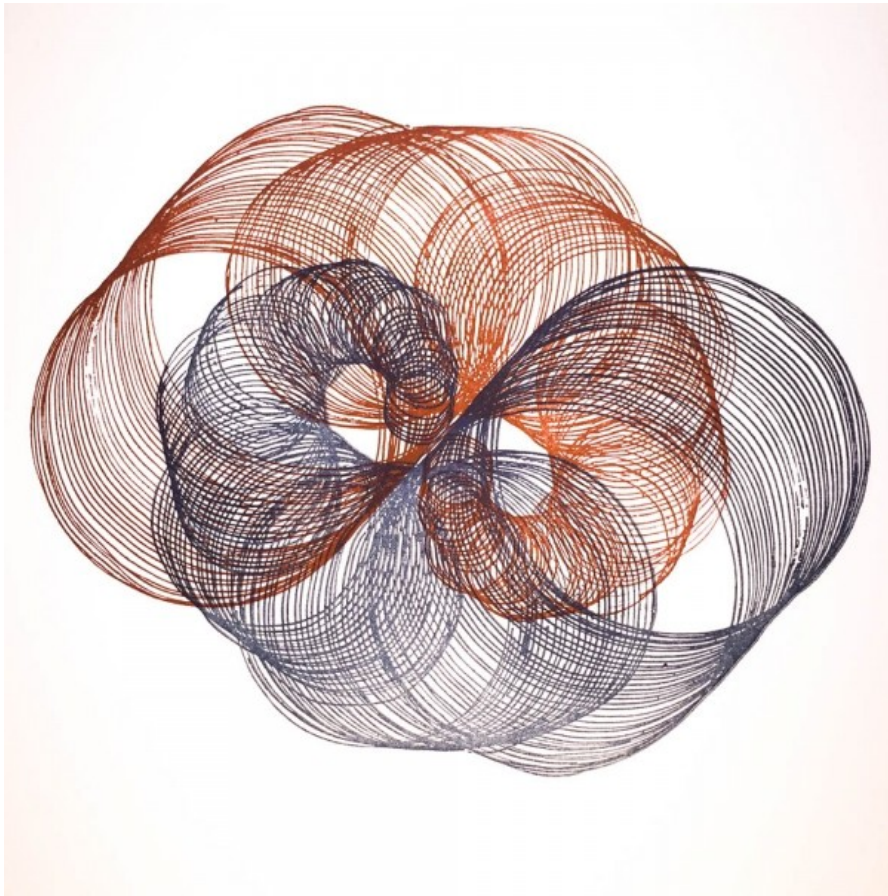
**Dílo může být vnímané každým okamžikem jinak,  
stále v něm lze něco nového objevovat**

„Člověk nemá abstraktních představ, ale podvědomě si  
dosazuje na příslušná místa to, co vidí, co je mu blízké,  
na co právě myslí.“

Max Ernst

**Výklad abstraktního díla je volný,  
obnovuje se tak svazek s přírodní krásou**

## *Esteticky produktivní funkce*

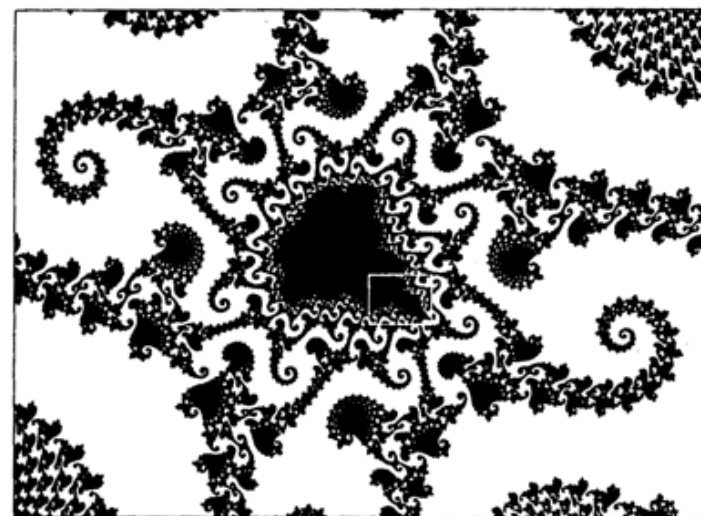
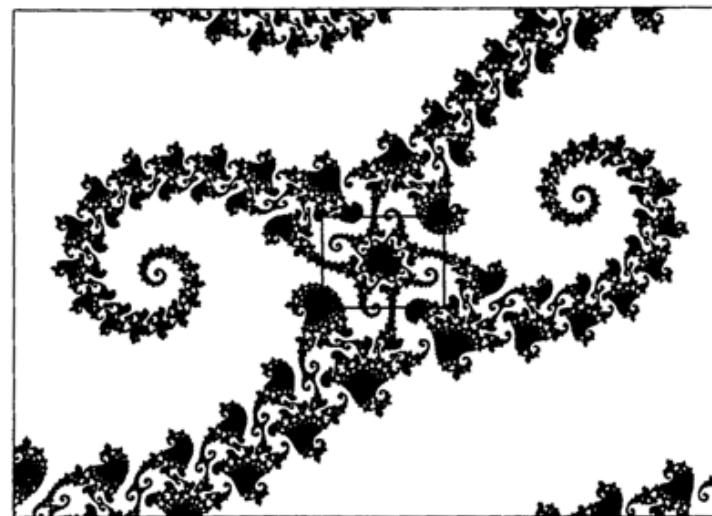
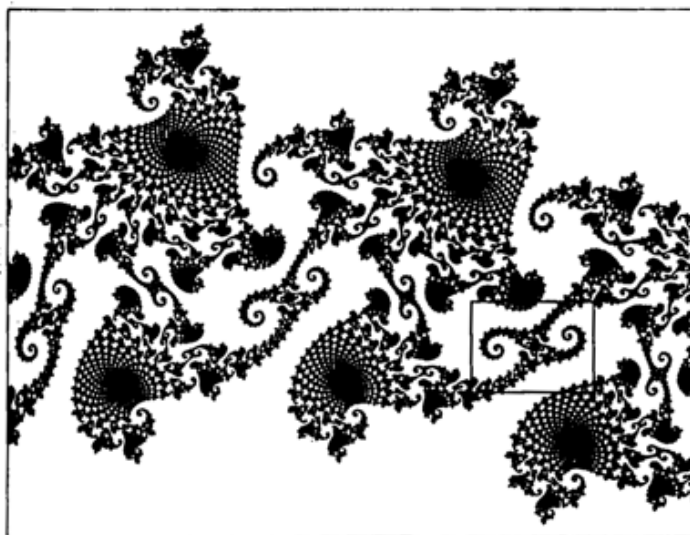


**S. Happersett: Fibonacci Spiral (Print 2 & 3)**



Z. Sýkora: Linie 24 (vpravo překódování v jazyku Processing)

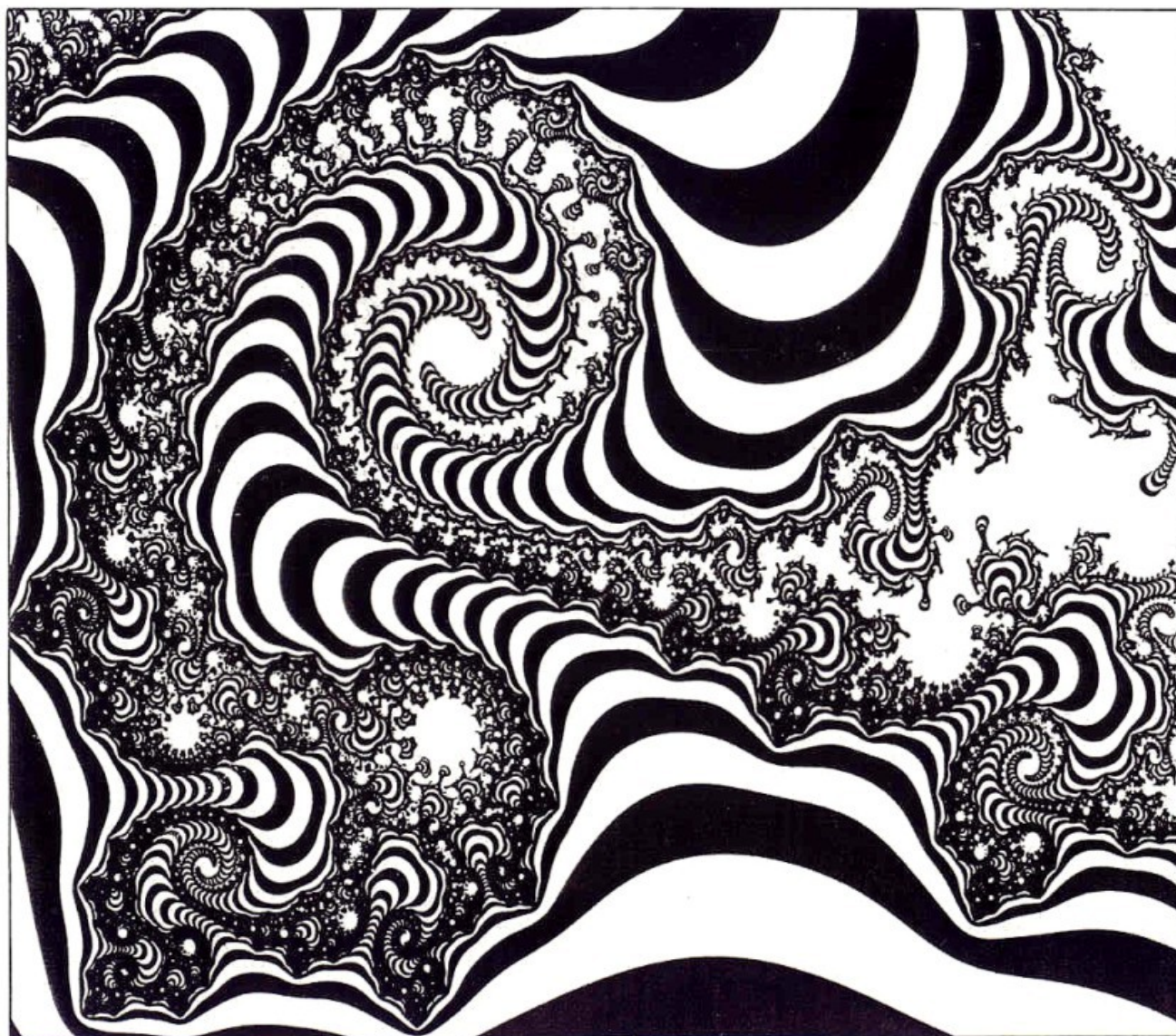




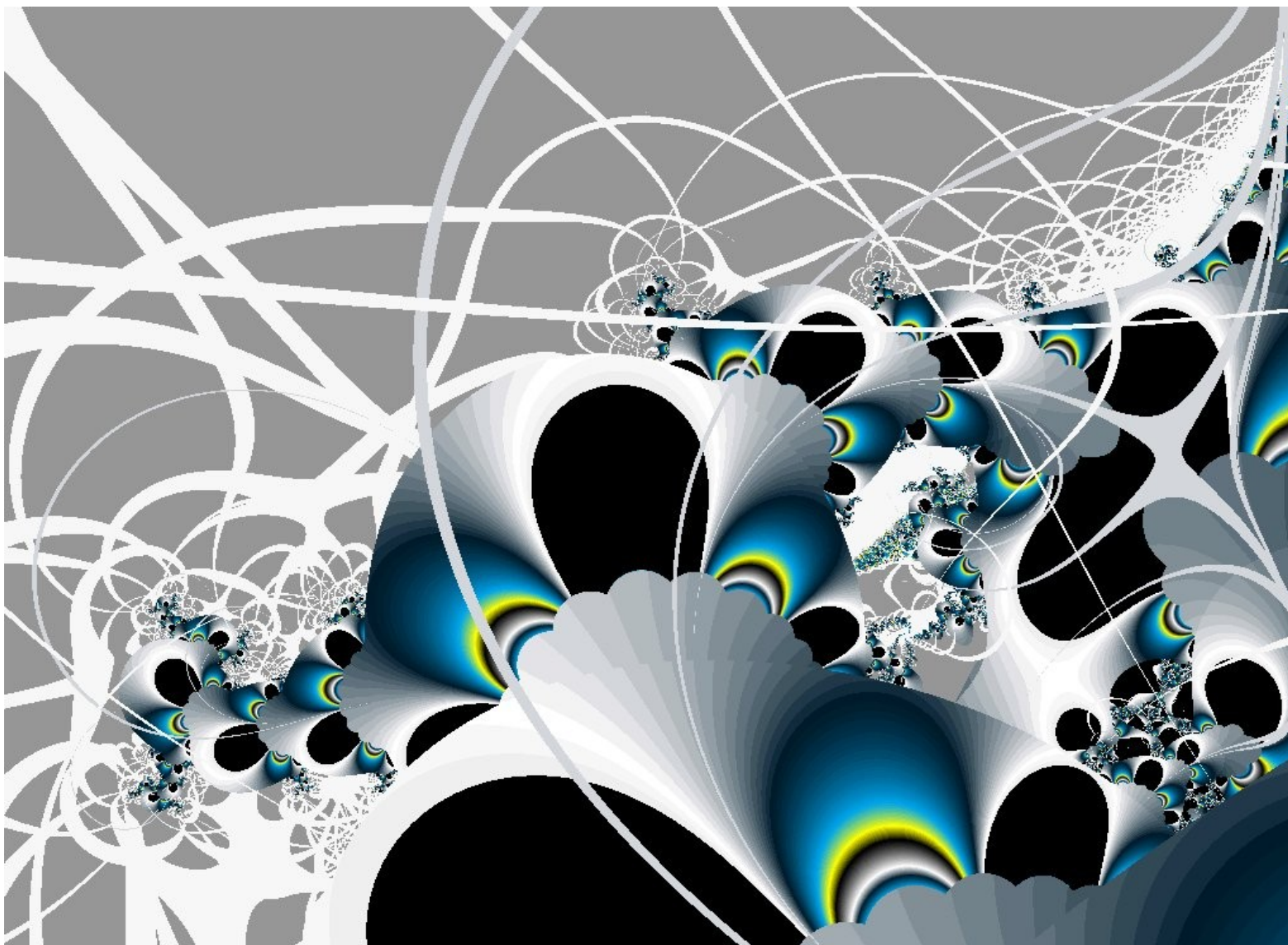
## *Algebraické fraktály*

Iterací nelineárních funkcí  
v komplexních číslech lze  
tvořit abstraktní, nekonečně  
složitě soběpodobné vzory

Mandelbrotova množina



fraktál à la dřevoryt



I. Serba: Modrá peříčka (kvadratická rovnice v komplexní rovině)

## *Generovaný koncept*

**Abstraktní výstup  
programovatelných  
automatů**

**Výtvarná vizualizace  
stavů a průběhu  
výpočtu**

**„Grafický  
Turingův stroj“**

**R. Danelzik**



# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

- Umění, estetika a počítač
- Náhodné formy
- Rostoucí formy
- Umělecké formy
  - figurace
  - abstrakce
  - **improvizace**
  - konstrukce
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění





T. Hencze: Colour Informel

## Gesto

**Odklon od postupného vývoje díla, snaha rázem navrhnout shluk forem**

**Dekonstrukční přístup: tvarová i barevná složka obrazu se rozpadá**

**Čím je postup brutálnější, tím více je oceňován**

tašismus, informel, art brut, automatická malba



**G. Mathieu: Les Capétiens partout! (vlevo detail)**

## ***Náhoda jako estetický generátor***

**Autor „nahrazuje štětec granátem“ —  
ne snad proto, že by toužil po skandálu,  
— i když v něm nachází souběžné potěšení  
ale aby dosáhl nevinnosti základních sil**

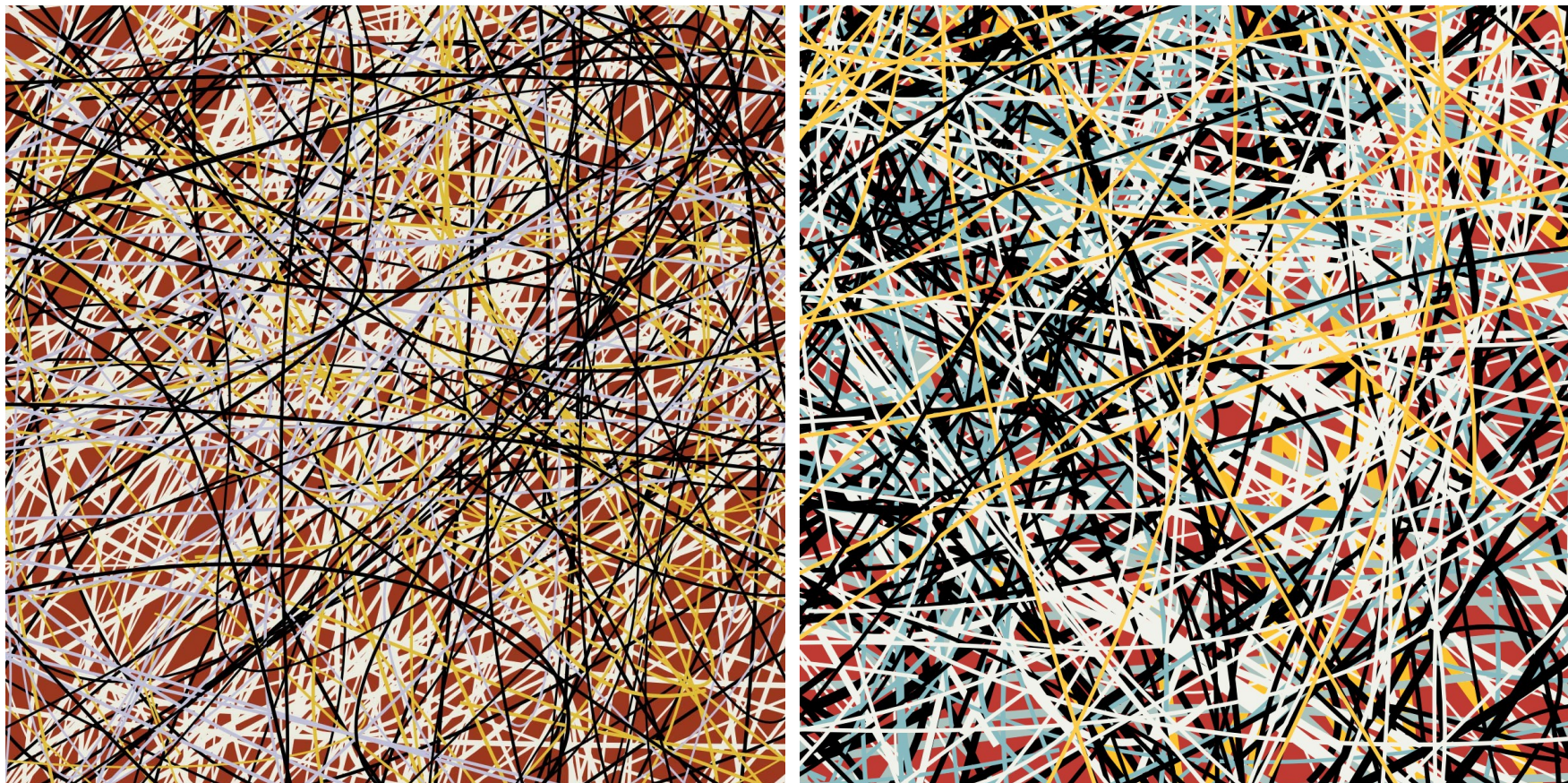
**Myšlenka (*koncept*) i tvůrčí proces (*performance*)  
mají stejnou hodnotu jako výsledné dílo  
— často pomíjivé a nehmotné, předávané mediálně**

**Umělecké formy končí ve shluku, který je nejvíc  
podobný přírodním abstraktním tvarům**





J. Pollock: № 5



**Parametrická akční malba  
J. Kůr: Digitální Pollock**

# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

- Umění, estetika a počítač
- Náhodné formy
- Rostoucí formy
- Umělecké formy
  - figurace
  - abstrakce
  - improvizace
  - **konstrukce**
- Reprodukované formy
- Otázky počítačového umění



## Vynalézání

Člověk je stejně schopen  
napodobovat jako vynalézat

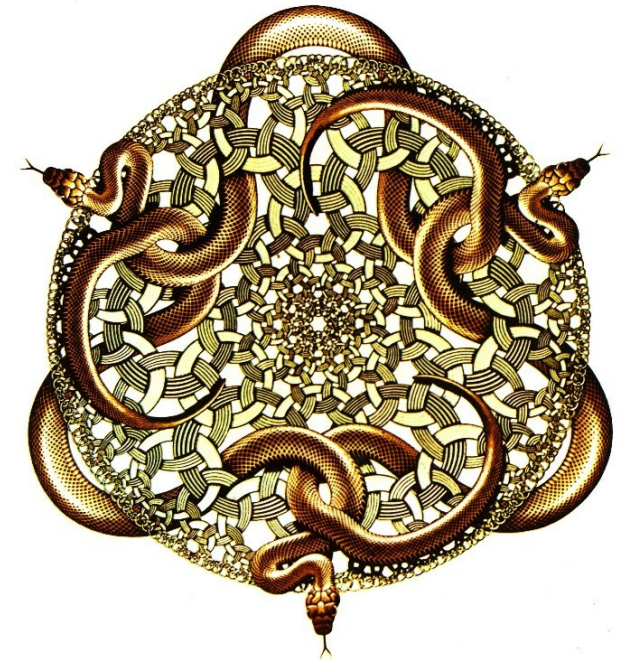
**Spekulativní přístup: formy  
nemají vzor v reálném světě,  
ale v geometrii, symetriích...**

Formy viditelného světa konstrukce  
„očisťuje a destiluje“, abstraktní  
vzory skládá dle matematického řádu

**Projevy: repetice, fáze, návaznost**

Příliš monotónní nebo mechanické?

Potom rozrušíme redundanci záměrnou chybou



M. C. Escher:  
Kruhová limita

## Jak přenést různé geometrie na dvojrozměrné plátno?

### *Vektorový prostor*

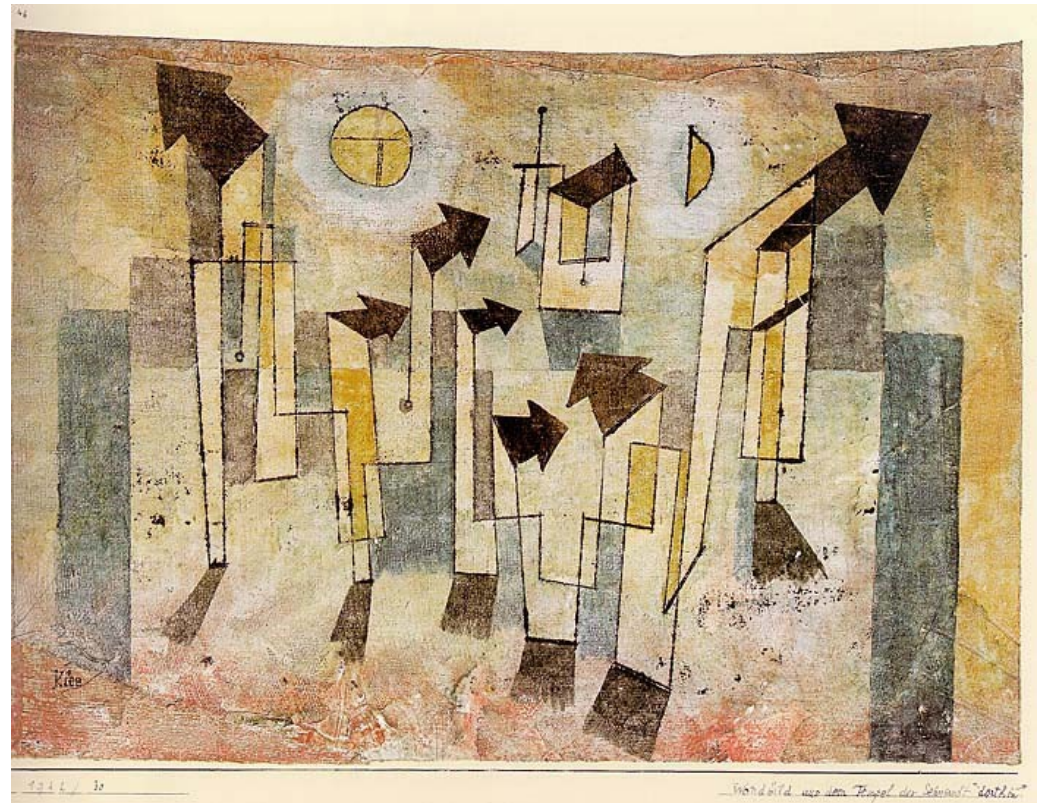
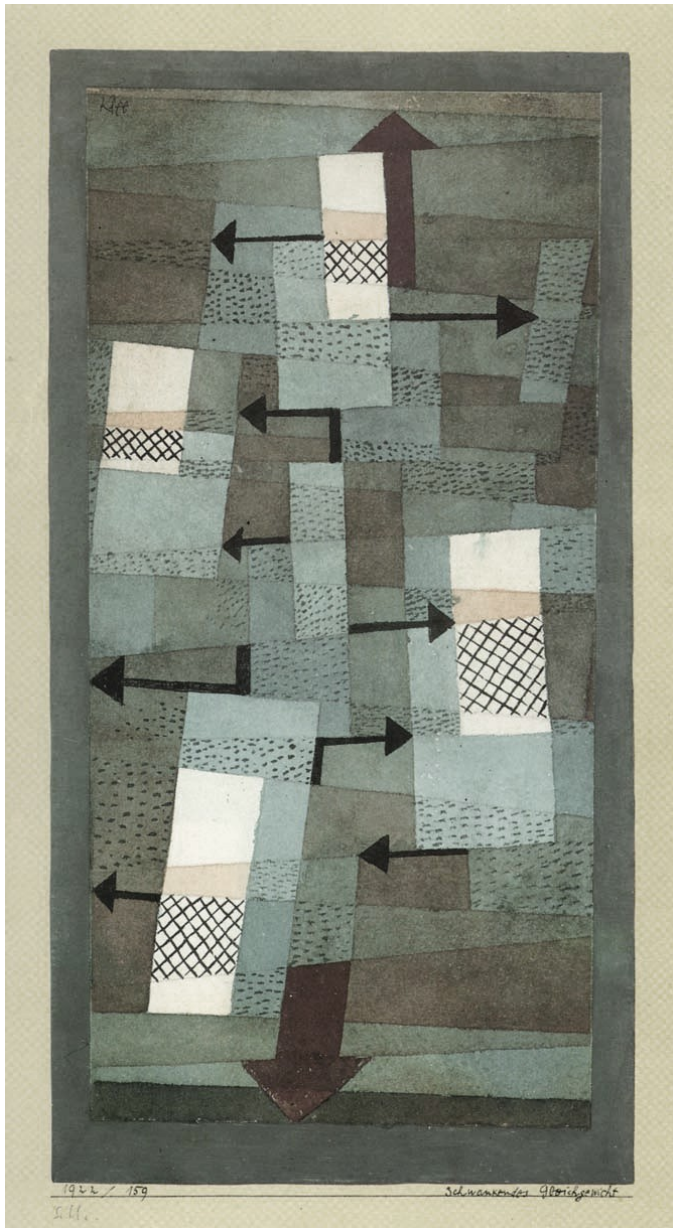
**Zajímá nás velikost a směr**

Vektor = hodnota se směrnici

**Operace prodlužování (skalární násobení)  
a skládání (součet) – lineární kombinace**

**Dimenze = nejvyšší počet lineárně nezávislých  
vektorů (stupňů volnosti)**

**Lineární algebra: výpočty silového působení  
a rovnováhy sil v klasické mechanice**

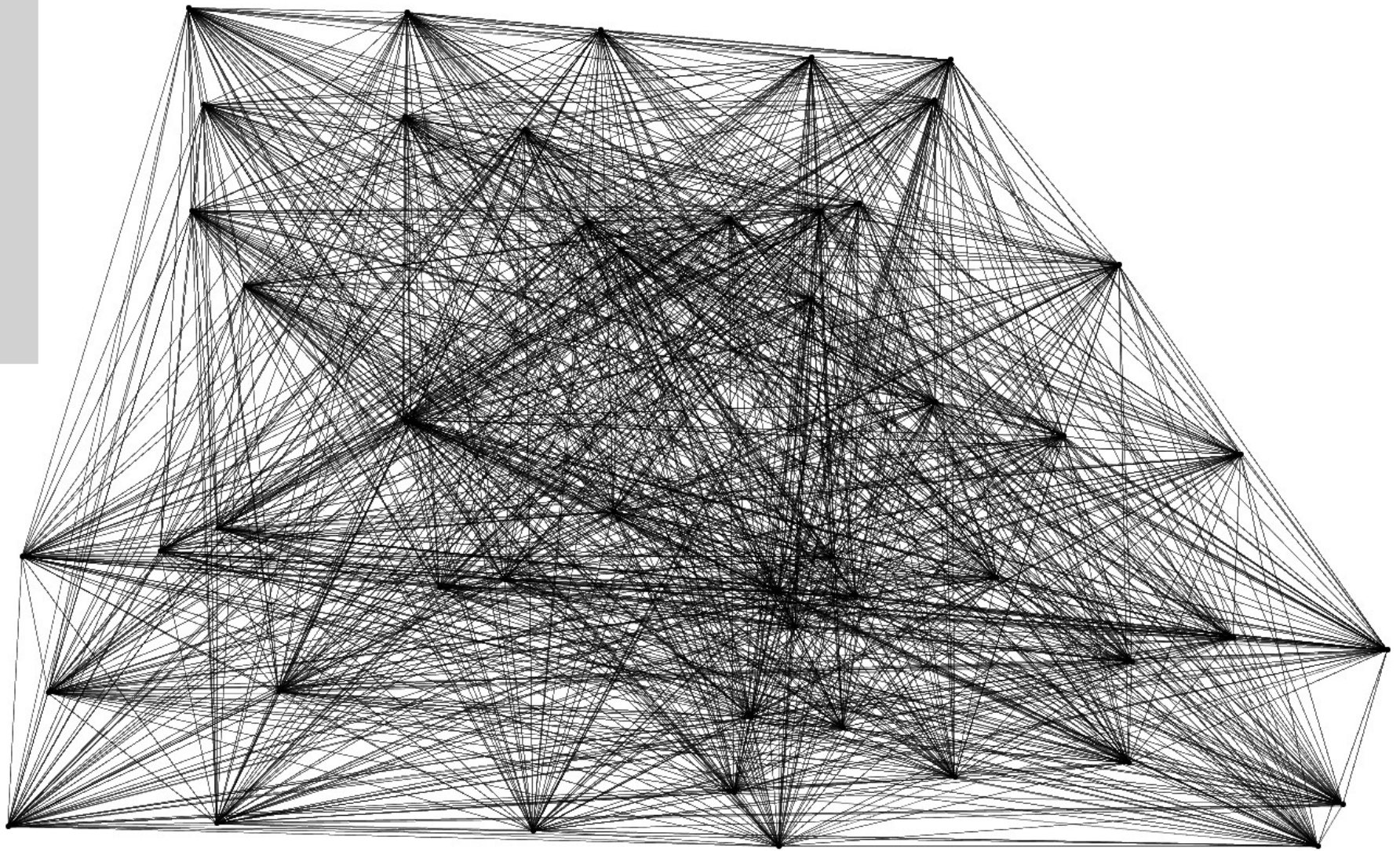


P. Klee: Stěna z Chrámu touhy

P. Klee: Kolísavá rovnováha

On a wall surface, any continuous stretch of wall, using a hard pencil, place fifty points at random. The points should be evenly distributed over the area of the wall. All of the points should be connected by straight lines.

Instructions for Sol LeWitt's 'Wall Drawing #118.'



S. Lewitt: Wall Drawing 118



## *Projektivní prostor*

**Prostor všech paprsků vycházejících z daného bodu**

**Zajímá nás pouze směr, nikoli velikost**

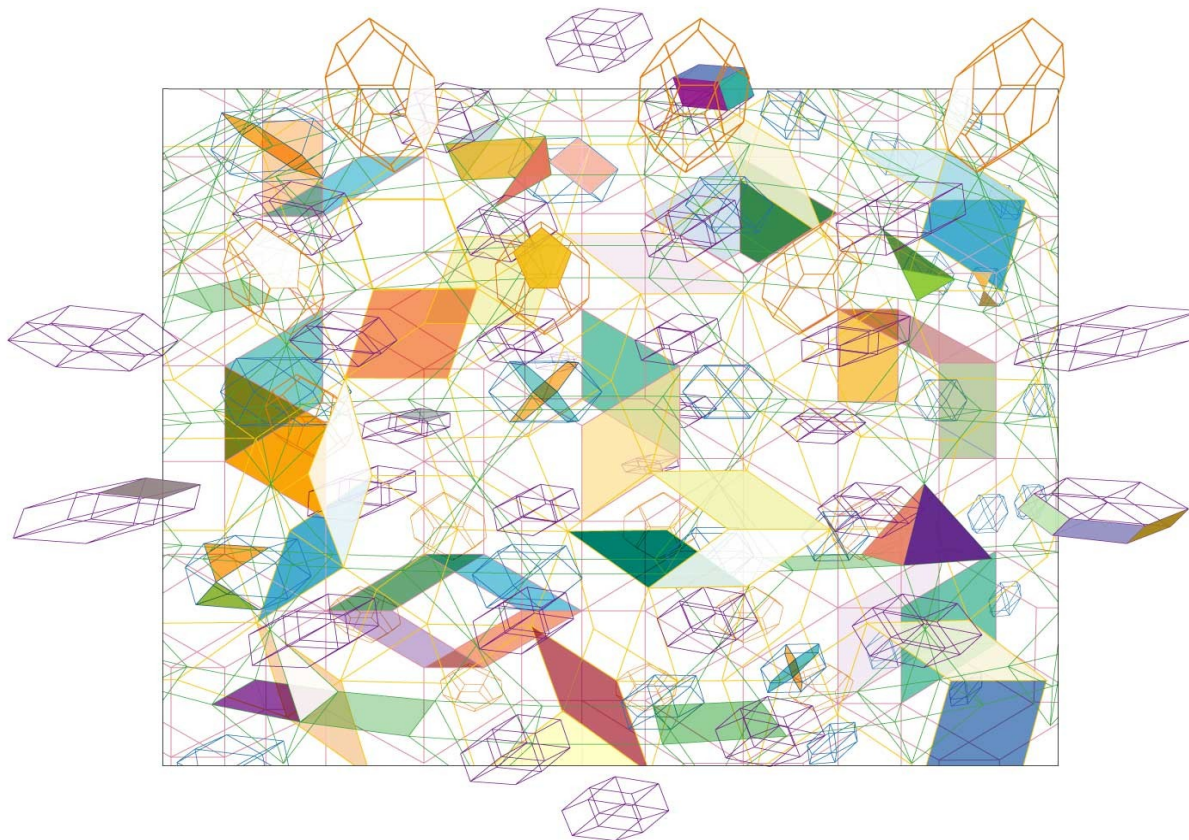
- Bod v projektivním prostoru je přímkou ve vektorovém prostoru
- Vektory se stejnou směrnicí považujeme za jeden objekt
- Nulový vektor neexistuje — neukazuje nikam
- Jednorozměrným reálným projektivním prostorem je kružnice
- Jednorozměrným komplexním projektivním prostorem je koule

**Projektivní transformace zachovávají linearitu a protínání, nikoli však rovnoběžnost**



## Perspektiva

Jak zobrazit pohled z určitého místa pomocí horizontu a úběžníků



T. Robbin: Drawing 50



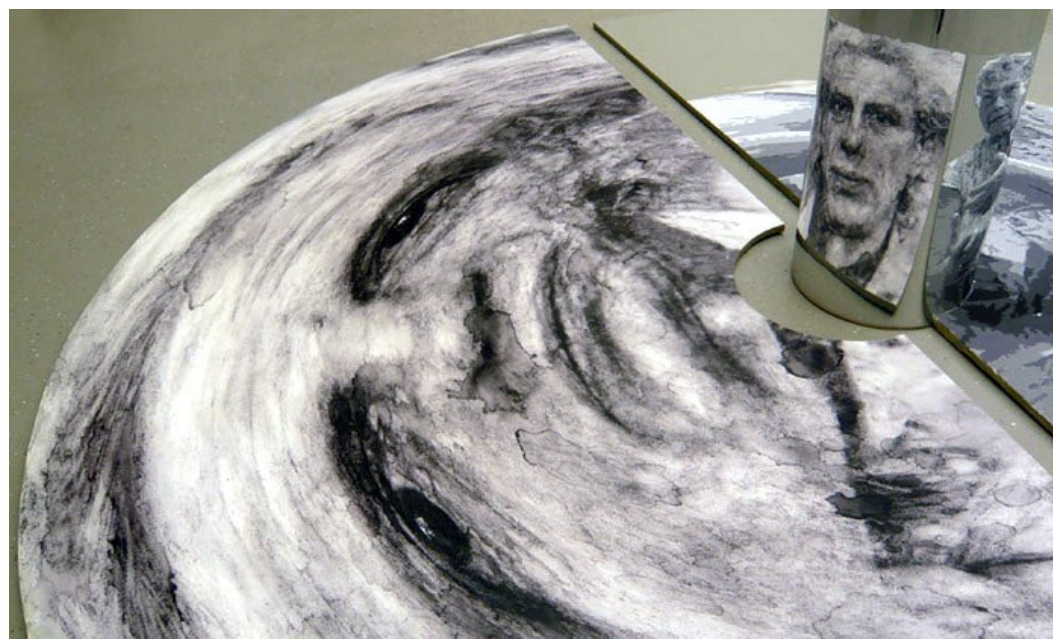
## Anamorfismus

Řízená deformace  
projektivními transformacemi

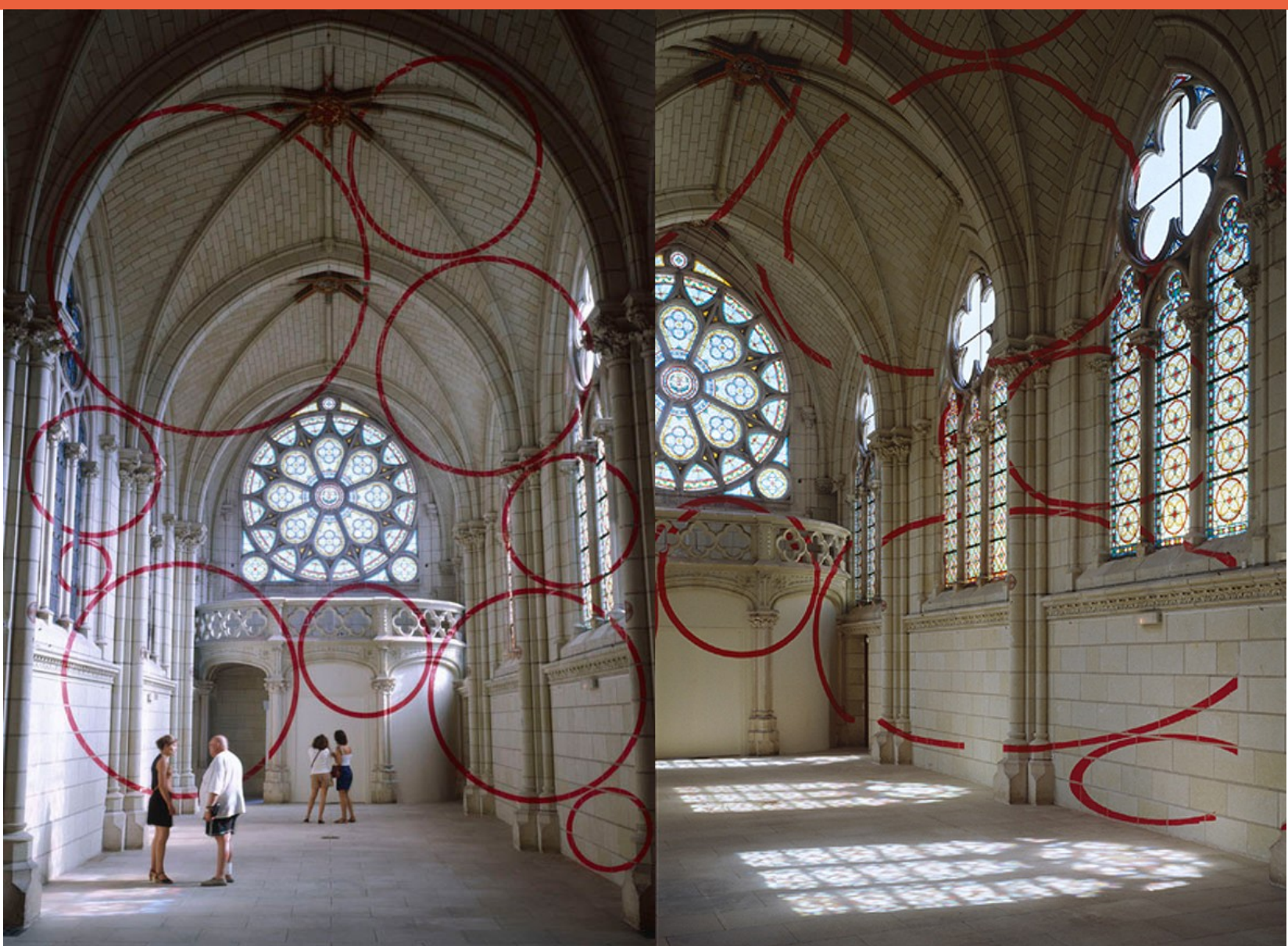
Původní prostor lze zobrazit  
změnou perspektivy nebo  
zrcadlením

často na zakřiveném povrchu

J.-M. Albert: Anamorfni reflexe



## D. Fischer: 8 statečných – Vynořování



F. Varini: Deset kružnic



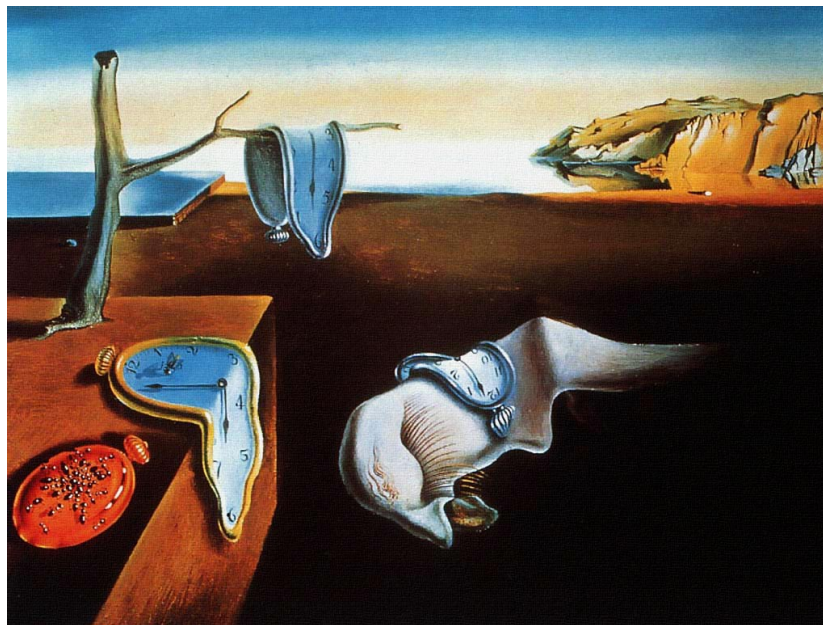
## Projektivní prostor nad konečným tělesem

S. Walker: Slepá skvna

## Topologický prostor

Zajímá nás blízkost (resp. sousednost),  
malé změny polohy relaci blízkosti neovlivňují

Při spojitých transformacích zůstává objekt stejný  
= nemění se jeho topologické vlastnosti  
(počet otvorů, orientace povrchu...)



S. Dalí:  
Persistence paměti



## Triangulace

**Některé povrchy lze sestavit pomocí sítě trojúhelníků**

Ne všechny topologické povrchy je možné triangulovat, musejí být ‚po částech lineární‘

**V počítačové grafice – teselace**

Hladký povrch aproximujeme vektorovým prostorem s diskrétním (nespojitém) zakřivením

G. Goldsmith: Bez názvu



**S. Lewitt: Complex Forms**





## **Grafy**

**Diskrétní (nespojité) struktury  
složené z vrcholů a hran**

**Vrcholy jsou blízké, existuje-li  
mezi nimi hrana**

**Blížkost je někdy doplněna  
o veličinu sdílenou dvěma vrcholy  
(ohodnocení hrany, typicky vzdálenost)**

**Grafy jsou nejjednodušším případem  
triangulovaného prostoru**

**Hrany = jednorozměrné trojúhelníky**

**H. Kinoko: Shibari**

## Mnohostěny

### Vícerozměrné zobecnění grafů

Umělecký objekt pro L. da Vinciho, A. Dürera, S. Dalího...



M. T. Krašek: Dvojitá hvězda

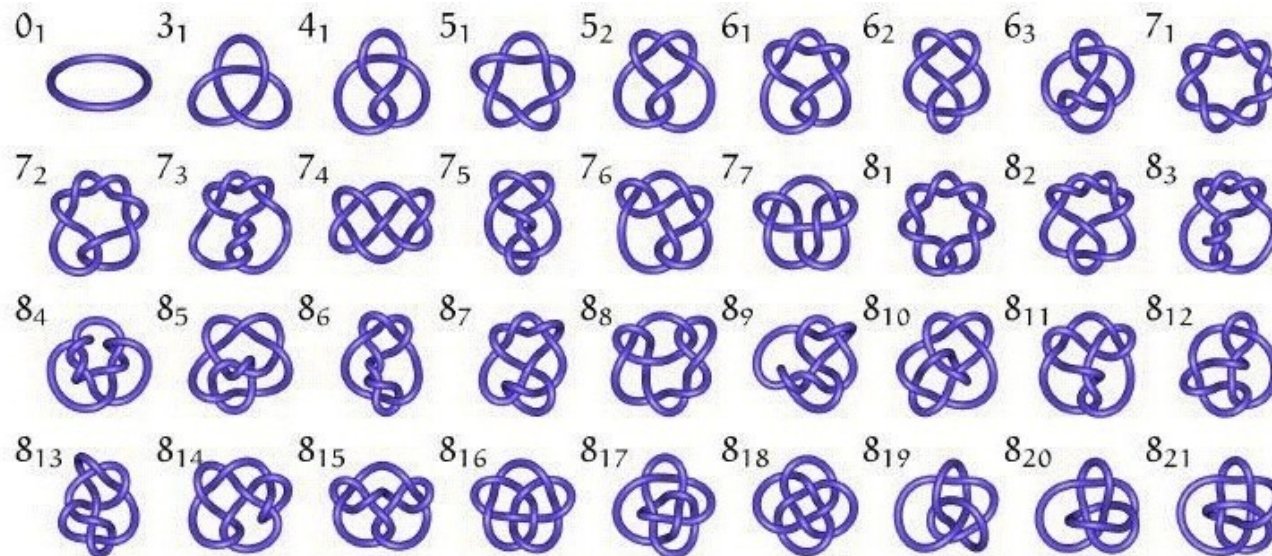
Pětirozměrný klenec, stěny ve 2D projekci tvořeny ze silných a tenkých kosočtverců – viz kvazikrystalické dláždění



## Uzly

**Proplétání dokonale elastického vlákna  
s uzavřenými (spojenými) konci**

**Konečný (rychle rostoucí) počet uzlů dodržuje  
daný počet křížení vlákna – prvouzly**



**Spojité transformace prvouzlů = topologicky stejné uzly**



C. H. Séquin: Uzel na anuloidu (5, 3)



**Bathsheba Grossman: Boromejský povrch**

## (Ne)orientované povrchy

**Orientovaný povrch má rozlišitelnou vnější a vnitřní stranu**

U neorientovaného povrchu takové dělení neexistuje

**Invariantem povrchů je Eulerovo číslo  $\chi$**

Celý povrch (libovolně) triangulujeme, zjistíme počet vrcholů  $V$ , hran  $H$  a stěn  $S$

$$\chi = V - H + S$$

*Př.:*

- koule  $\rightarrow \chi = 2$ , orientovaný povrch
- torus  $\rightarrow \chi = 0$ , orientovaný povrch
- Kleinova láhev  $\rightarrow \chi = 0$ , neorientovaný povrch



**M. Bill: Nekonečný pás**



**A. Bennett: Jeden povrch**



## **Metrický prostor**

**Zajímá nás vzdálenost mezi body prostoru**

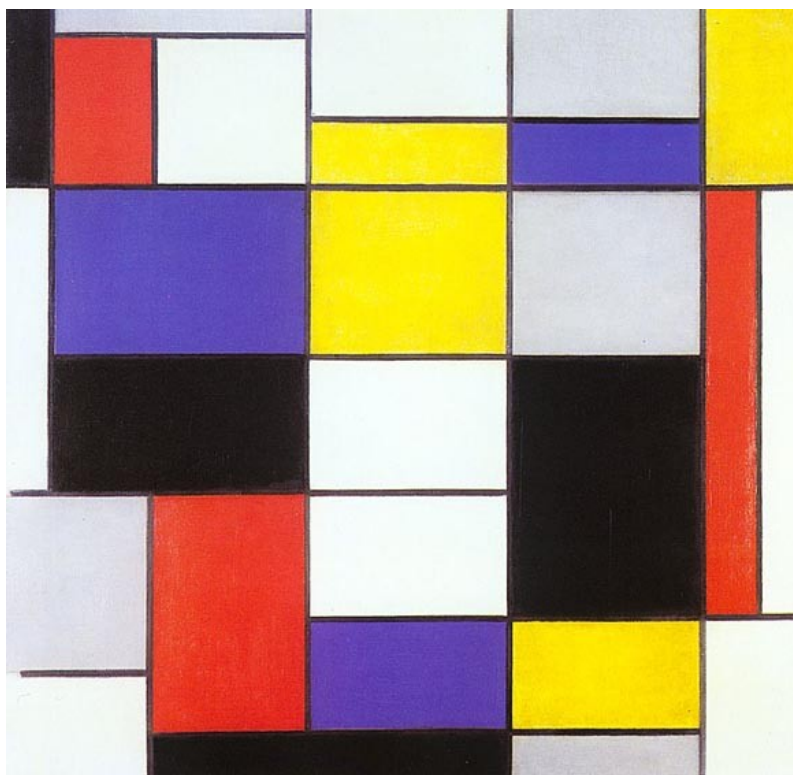
coby kvantifikovaná blízkost

- Vzdálenost je nulová právě mezi identickými body
- Vzdálenost je stejná z jednoho i z opačného směru
- Platí trojúhelníková nerovnost  
(vzdálenost je nejkratší spojnice)

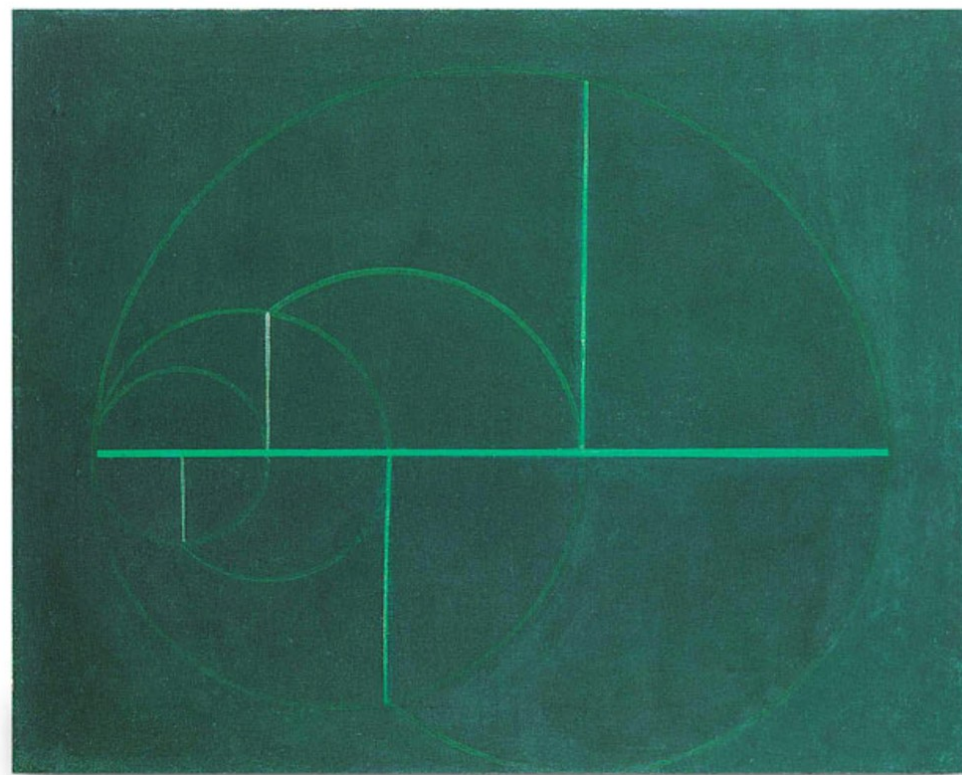
## **Proporce**

**Poměr vzdáleností, kompoziční kánony**

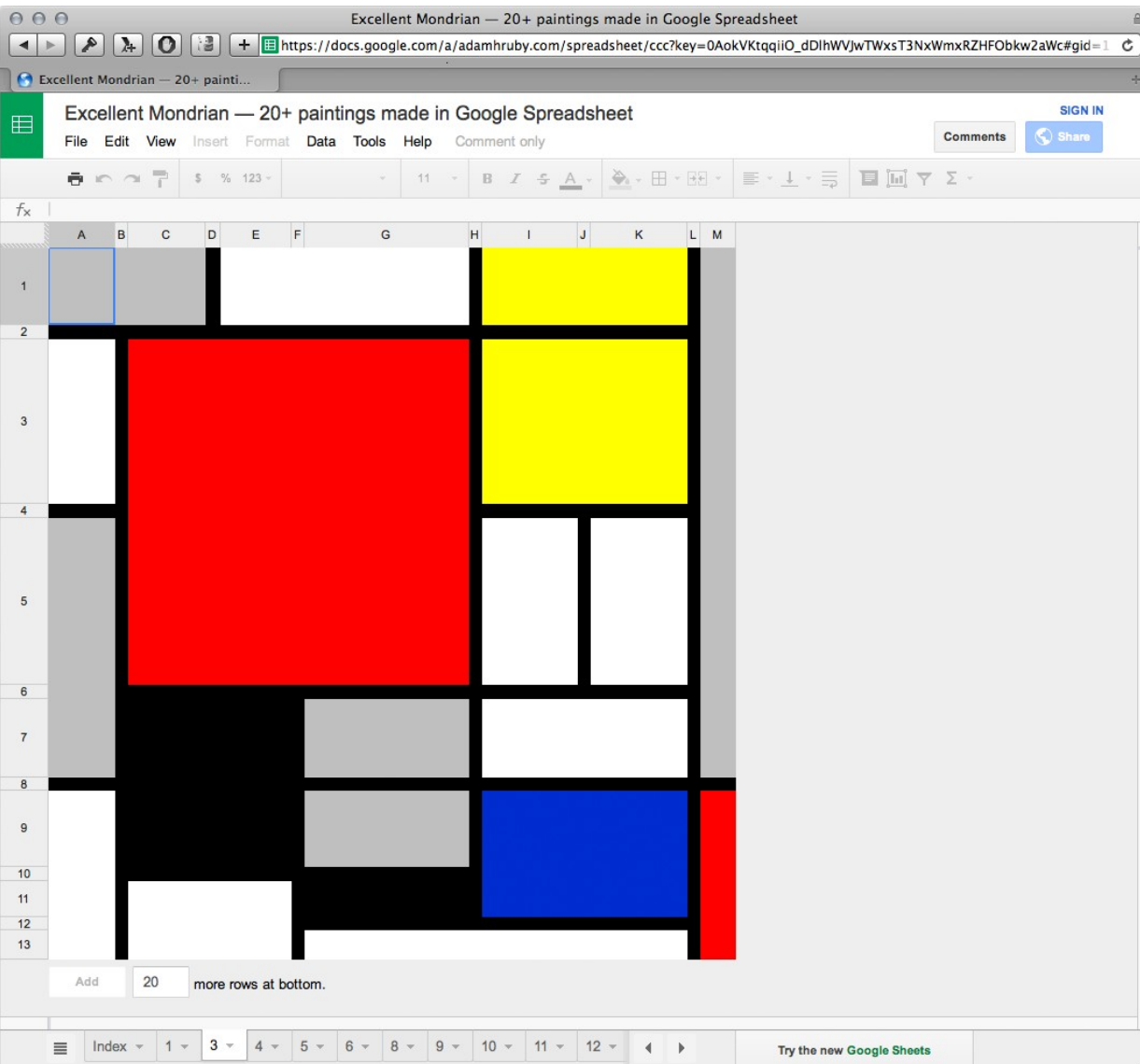
**Esteticky nosný princip od Pythagorejců  
po současné umění (zejm. konstruktivismus)**



P. Mondrian: Kompozice A



W. Cordeiro: Bez názvu



## Remediace Mondriana v Google Spreadsheet

A. Hrubý

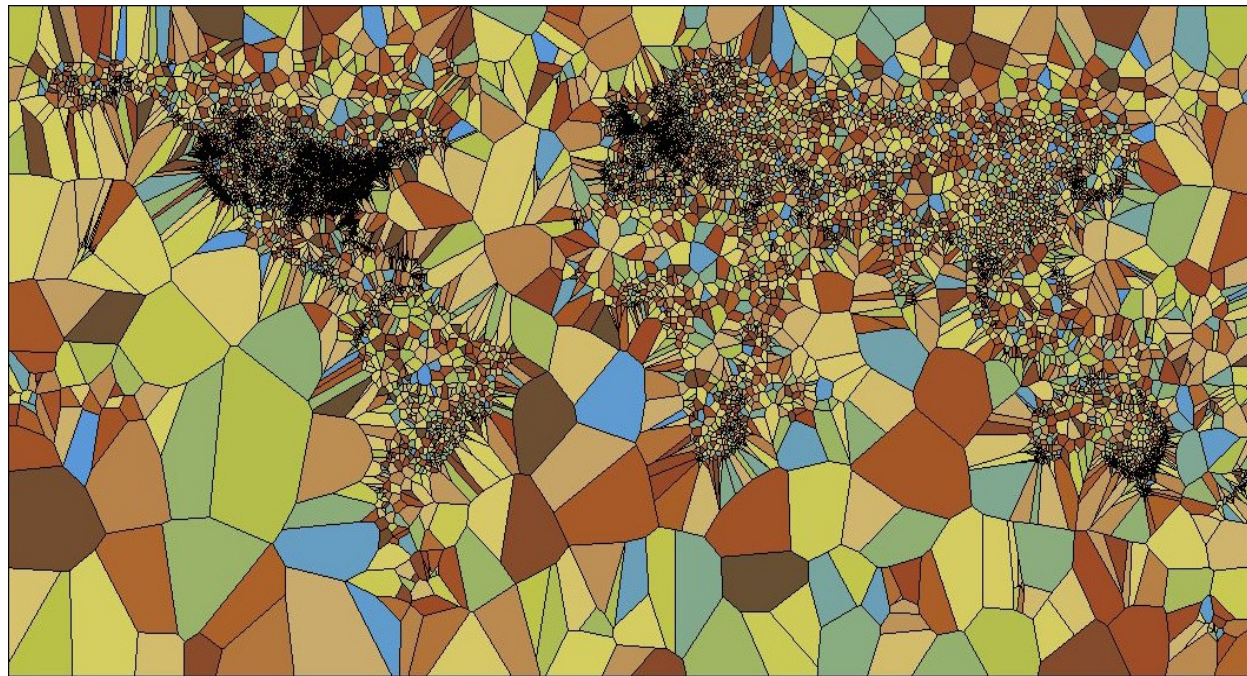
[ → ]

*...a celá řada generativních  
algoritmů v Mondrianově  
stylu*

## Voronoiovo členění

Mějme dány body roviny (centra)

Rovinu lze členit na konvexní oblasti tak, že všechny body oblasti mají blíže k jejímu centru než k jinému



H. Ryu: 17 168 meteorologických stanic

## Prostory neobvyklých metrik

Vzdálenost nemusí být ‚přirozená‘

$$d((x_1, y_1), (x_2, y_2)) = ((x_1 - x_2)^p + (y_1 - y_2)^p)^{1/p}$$

V  $E^2$  je  $p = 2$

pýthagorejská vzdálenost

Jednotkovou sférou  $C$  je kružnice

$$C(x, d) = \{y \in E^2 : d(x, y) \leq 1\}$$

Pro  $p > 2$  deformace sféry na ovál

pro  $p \rightarrow \infty$  sféra konverguje ke čtverci

Piet Hein:

superelipsa:  $p = 5/2$

náměstí Sergels Torg:  $p = 4$



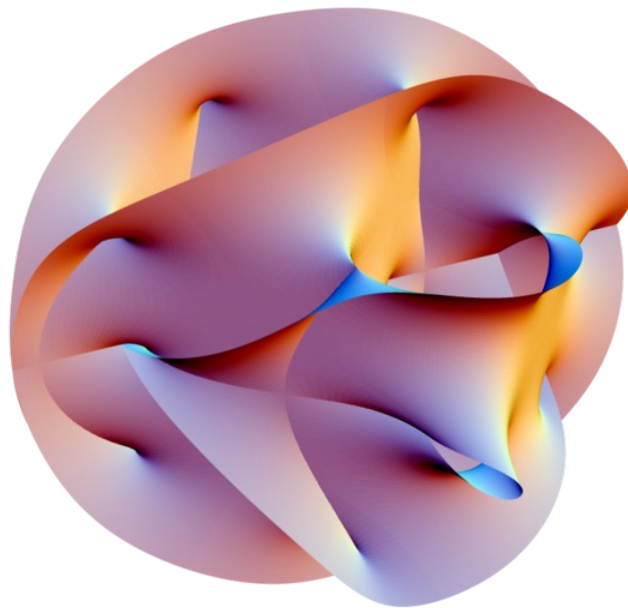


**P. Hein: Sergels Torg, Stockholm**

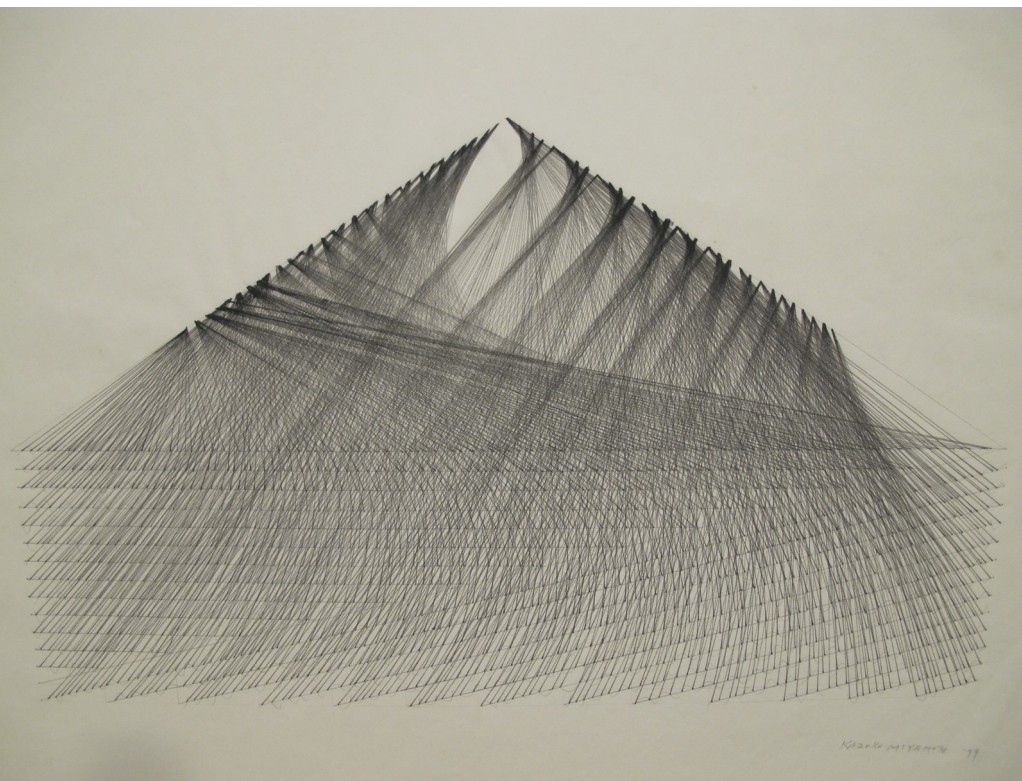
## *Singulární prostor*

**Zajímá nás, jak vypadají řešení  
polynomiálních rovnic**

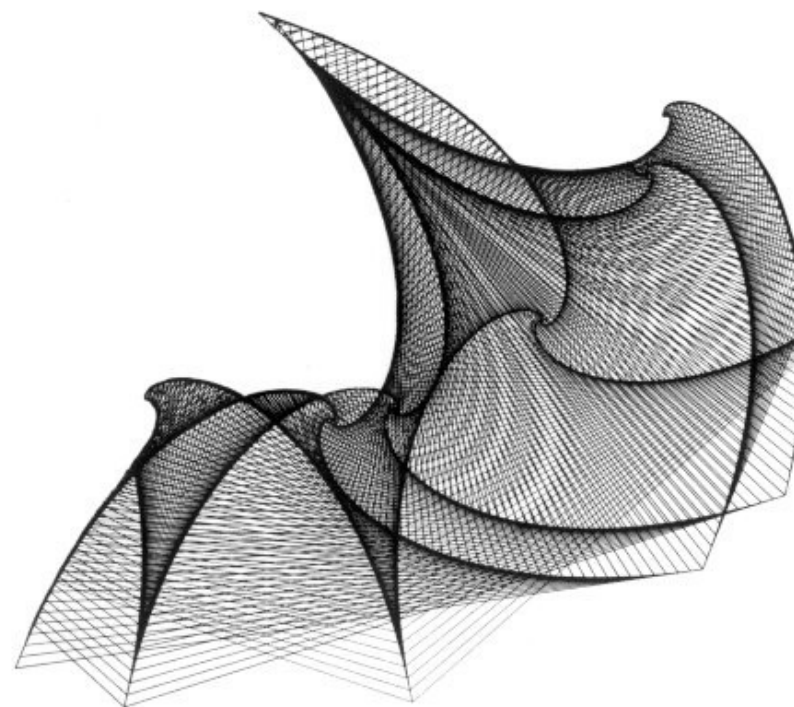
Manifold = v okolí bodů vlastnosti eukleidovské roviny  
Hladký povrch až na singularity



Calabiho–Yauův manifold  
(2D řez 6D tělesem)



**K. Miyamoto: Bez názvu**



*Interweaving Rhythms*

© Rousseau 1987

**I. Rousseau: Propojené rytmy**





## I. Moscovich: Harmonogramy

## Dimenzionální prostor

Kromě vzdálenosti nás zajímá měření ploch, objemů, pravděpodobností, dimenzí...

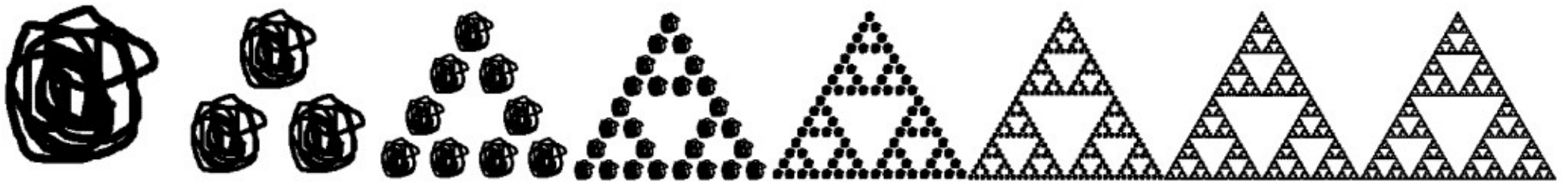
Dimenze mohou být (a zhusta bývají) neceločíselné = fraktální

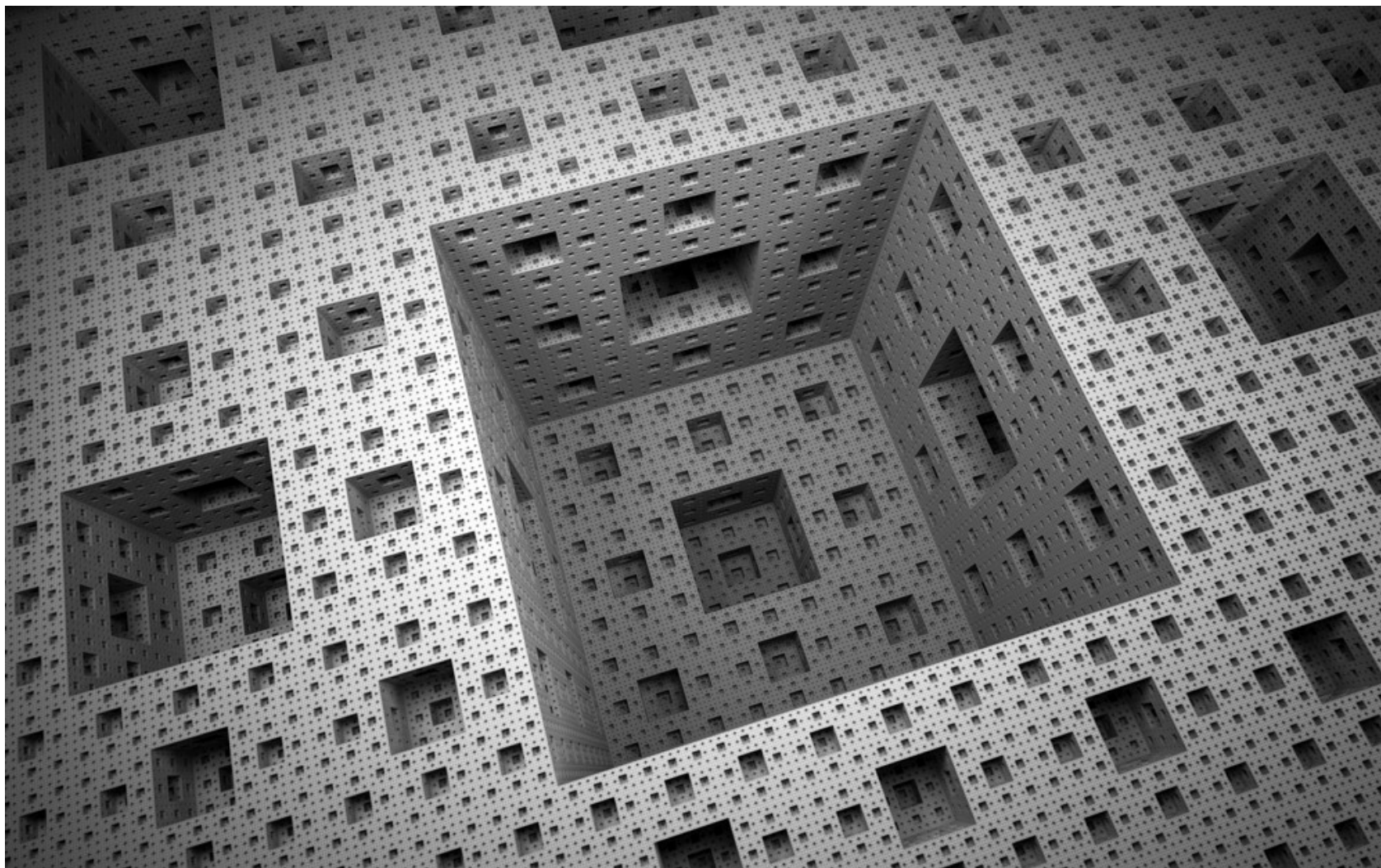
## Geometrické fraktály

Rekurzivní transformace prostoru

lineární i nelineární

často s topologickými paradoxy





Mengerova houba = nulový objem, nekonečný povrch



I. Serba

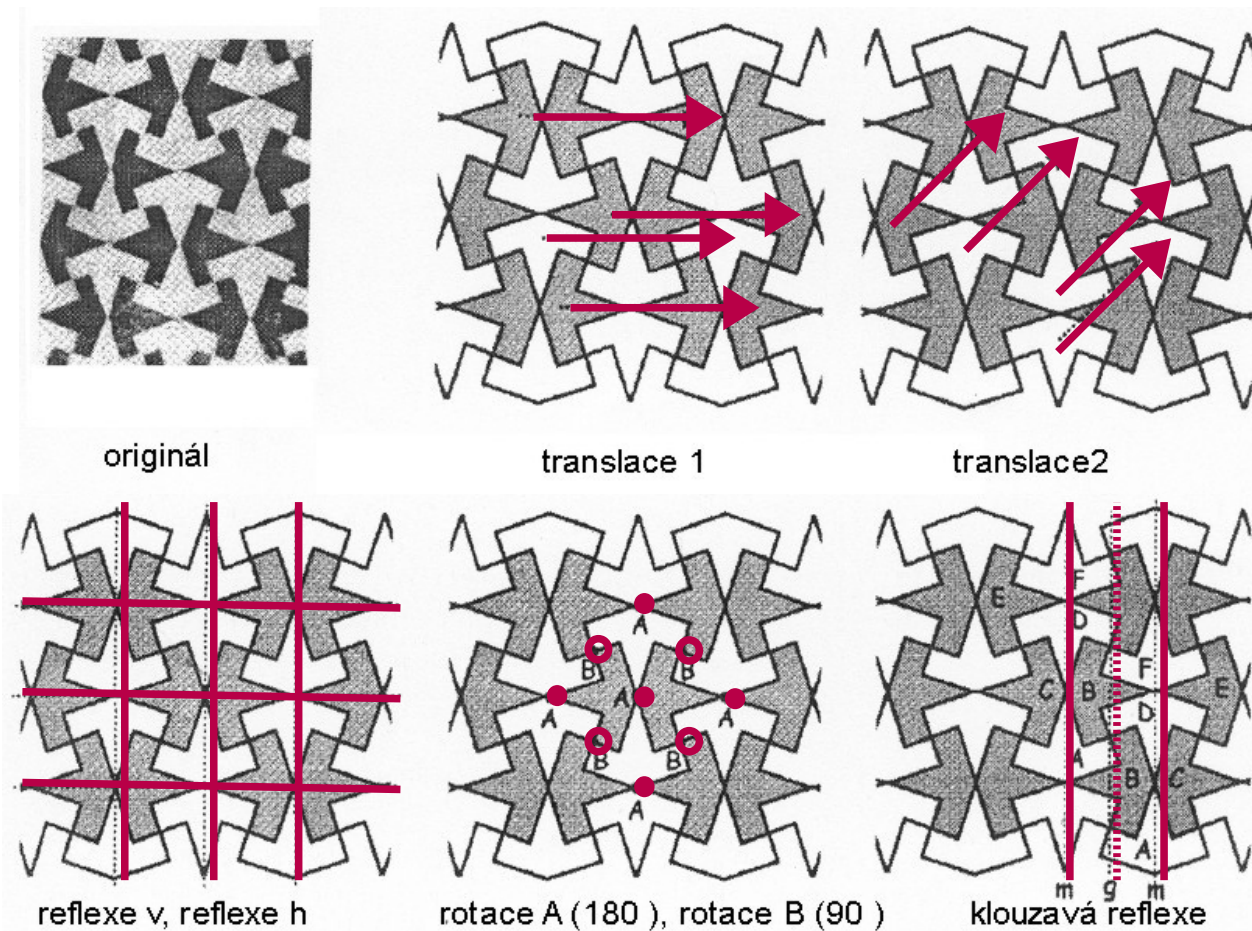
## *Symetrický prostor*

### **Konstrukční pravidla pro opakované kladení dlaždic**

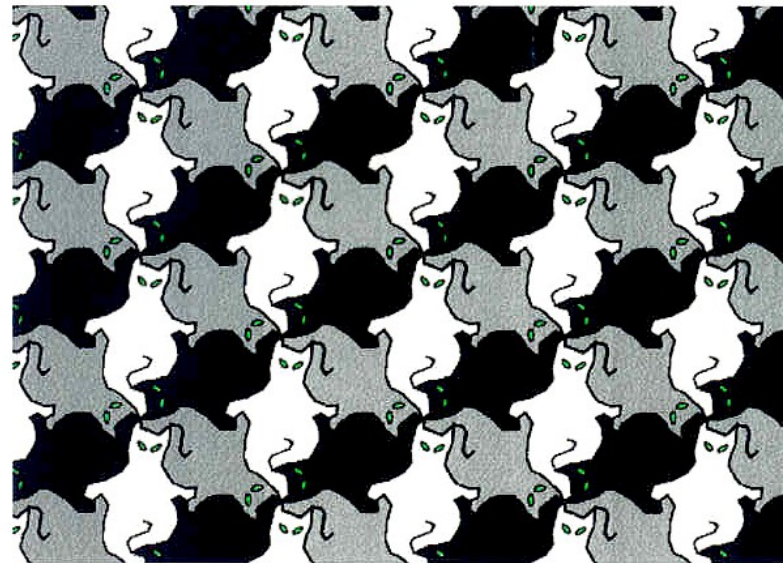
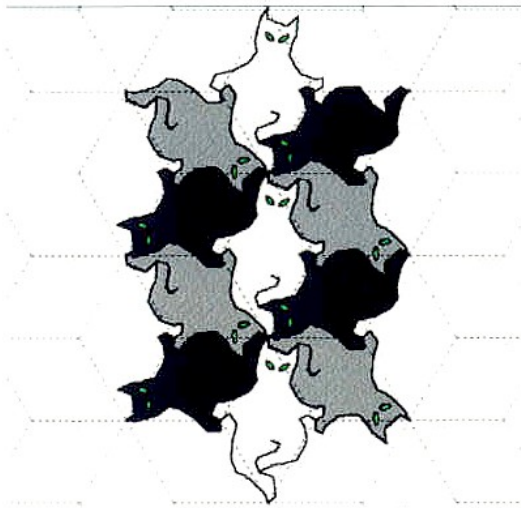
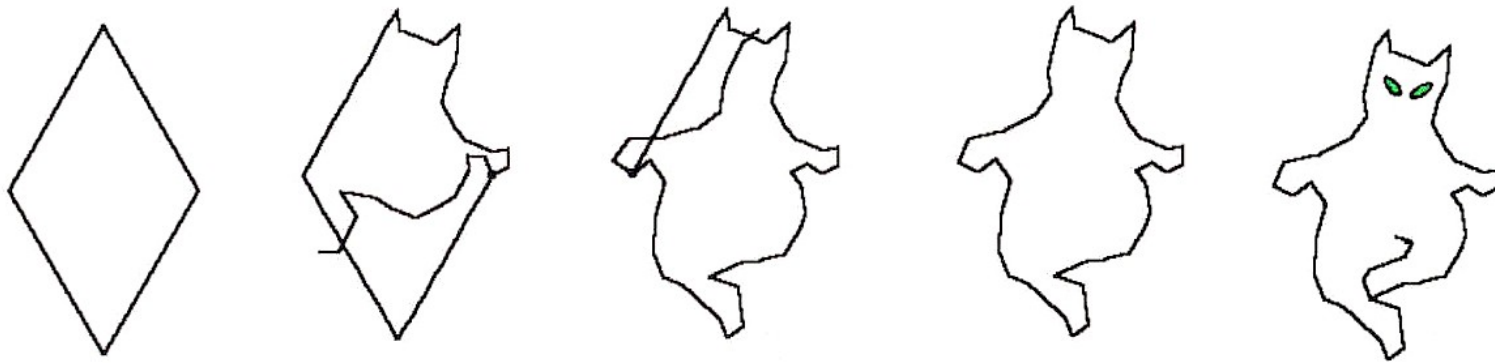


**Detail maurského dláždění paláce Alhambra, 1. pol. 14. st.**

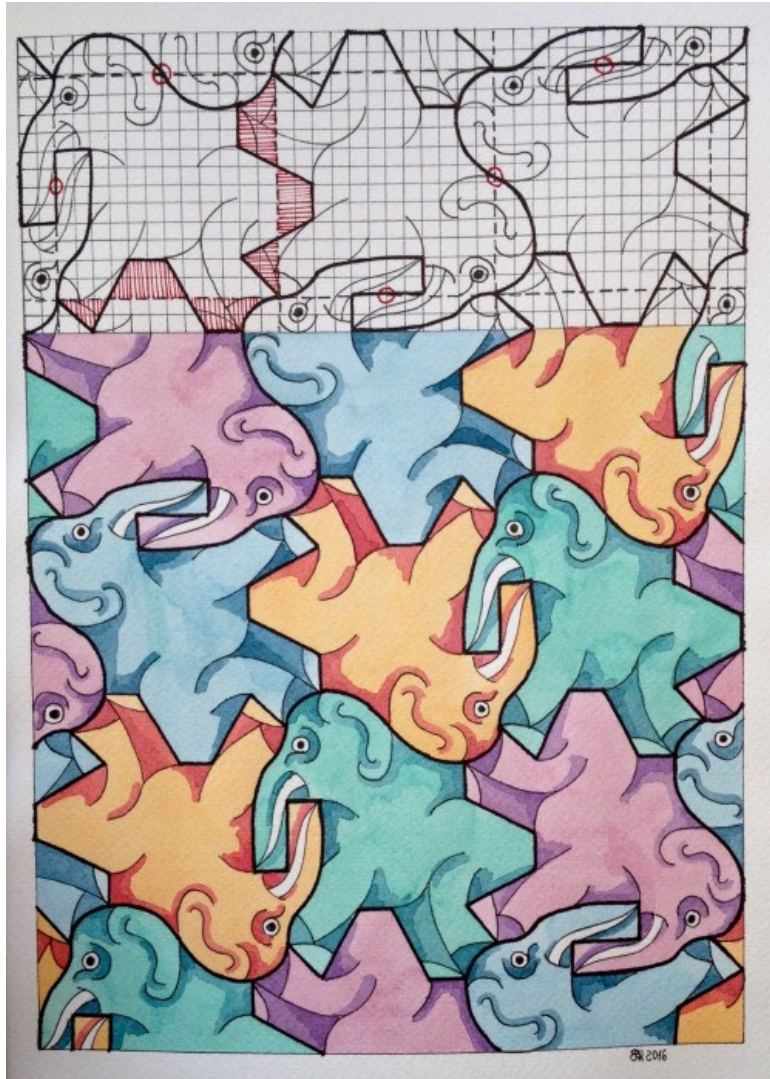
## Kolik je symetrií? Jak je lze kombinovat do vzorů?



## Geometrická rekonstrukce Escherovy zámkové mozaiky

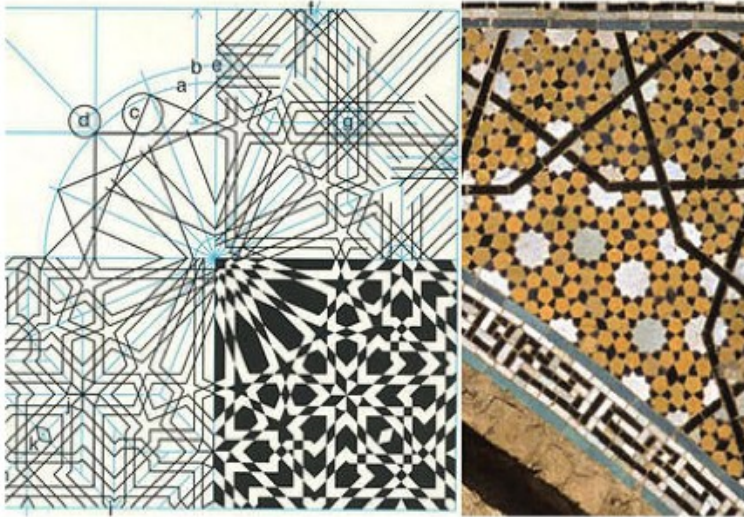


dlaždice (symetrie) → razítko (translace) → ornament



R. Bizzi





## Nekomutativní prostor

Zajímá nás kvantová mechanika

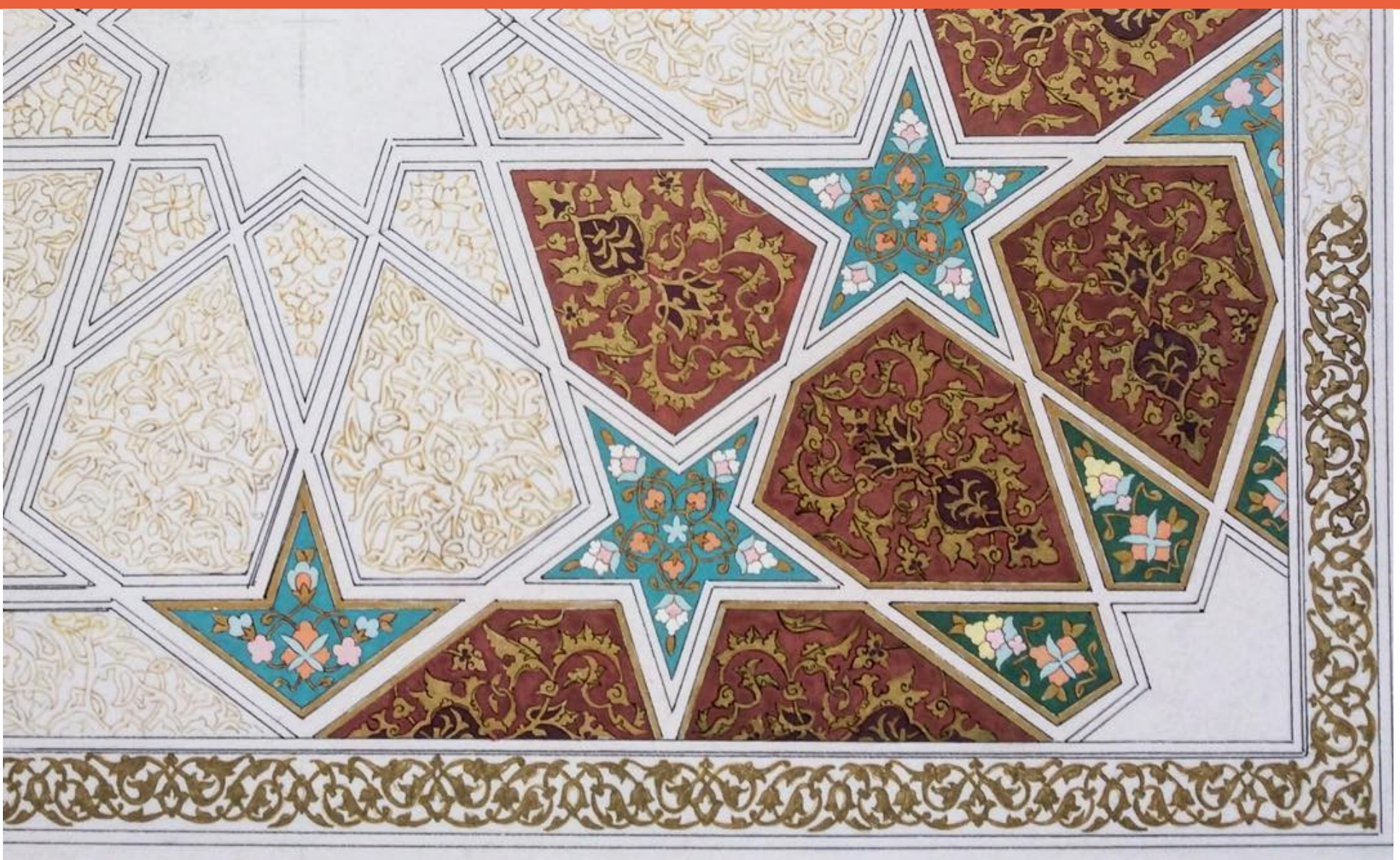
Současné měření pozice  $x$  a rychlosti  $v$  je přibližné, chyba měření  $\Delta x \cdot \Delta v > \hbar/2$

Heisenbergův princip neurčitosti

Výsledek závisí na pořadí:  $x \cdot v \neq v \cdot x$

Geometricky:

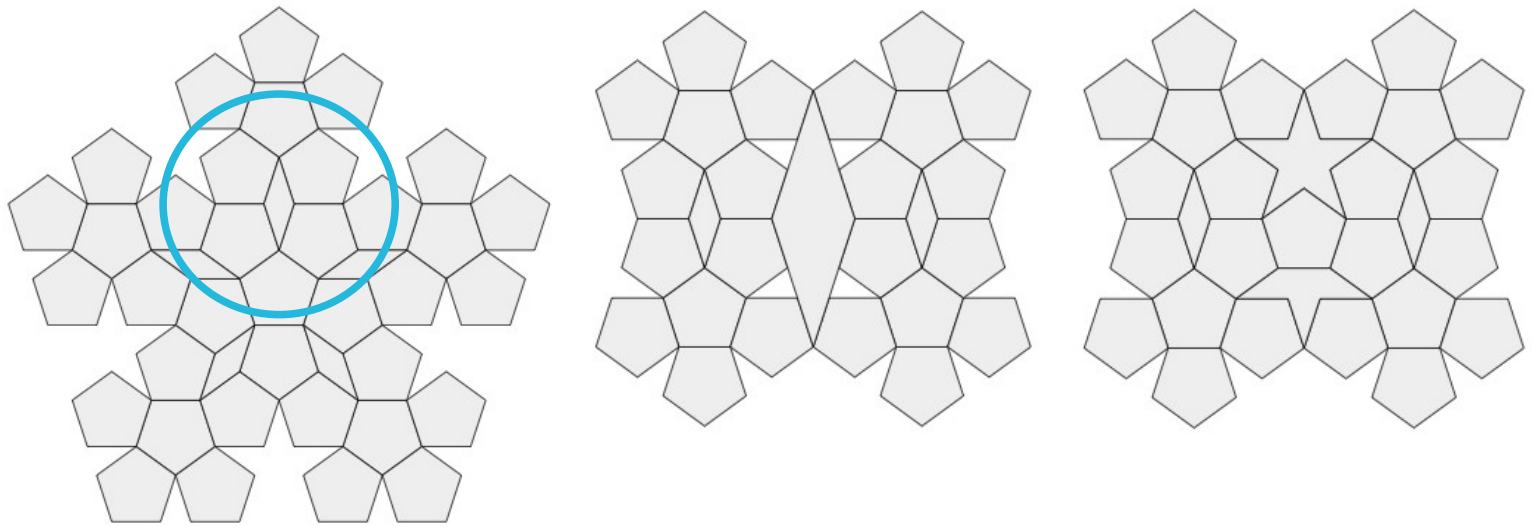
- mozaiky *zillij*, *muqarnas* (12. st.)
- aperiodické dláždění roviny (1974)
- nekomutativní geometrie (1981)
- kvazikrystaly (1982-84)



rekonstrukce výzdoby, Páteční mešita, Isfahán

## Nekomutativní prostor vznikne hierarchickým dělením pětiúhelníku

Kosočtverec dělíme na pětiúhelník, hvězdu a polohvězdu



**Dláždění roviny = jiné tvary  
v dalších krocích nevznikají**

Dláždění je neperiodické (plyne z hierarchického dělení)  
a při vhodné konfiguraci dlaždic (pětiúhelníky tří typů) aperiodické



**T. Robbin: Textura**

## *Neeukleidovský prostor*

**Zajímá nás nejednoznačnost  
pátého Eukleidova postulátu**

Zjednodušeně: bodem, který neleží na přímce,  
lze vést právě jednu rovnoběžku s touto přímkou

— to platí v rovinné geometrii

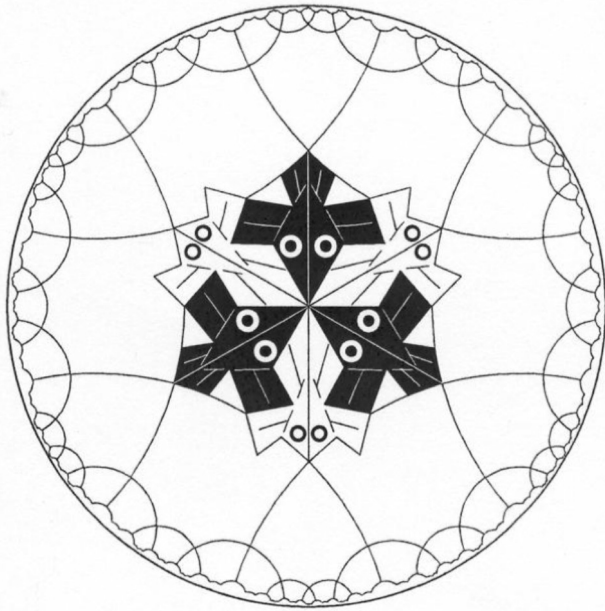
**Eliptická geometrie:  
rovnoběžky neexistují**

**Hyperbolická geometrie:  
k přímce lze bodem na ní  
neležícím vést nekonečně  
mnoho rovnoběžek**

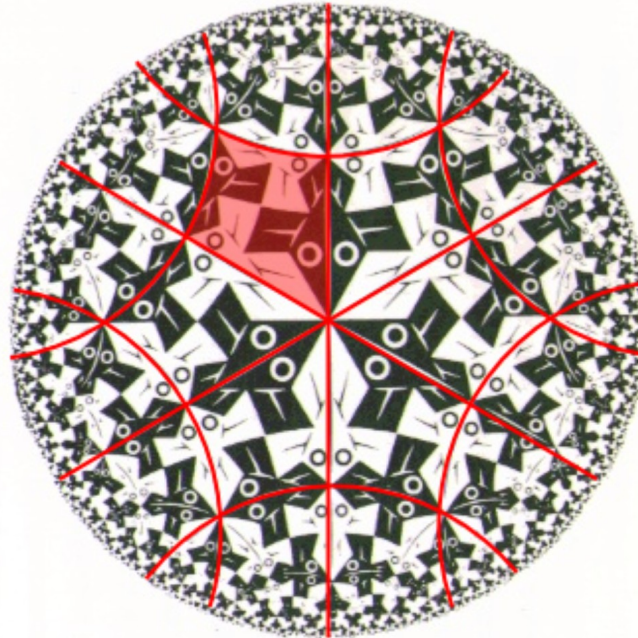
M. C. Escher: Kruhová limita IV



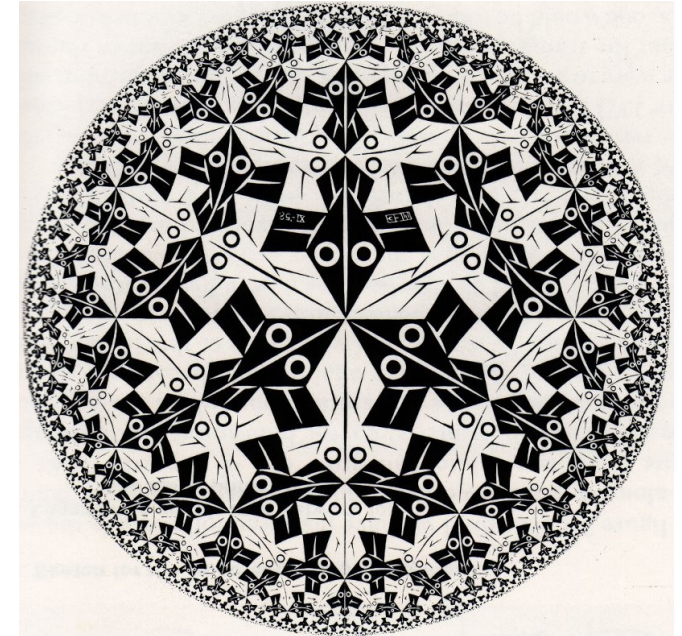
## Geometrická analýza



základní dlaždice



symetrie  $[p, q+]$



výsledná mozaika  $\{6, 4\}$   
Kruhová limita I (1958)



## P. Kogler: Zakřivená místnost

Prolínání hyperbolických a eliptických geometrií je podobné změnám zakřivení časoprostoru v obecné teorii relativity

# ■ SOFTWAREOVÁ ESTETIKA

- Umění, estetika a počítač
- Náhodné formy
- Rostoucí formy
- Umělecké formy
  - figurace
  - abstrakce
  - improvizace
  - konstrukce
- **Reprodukované formy**
- Otázky počítačového umění





## Otisk

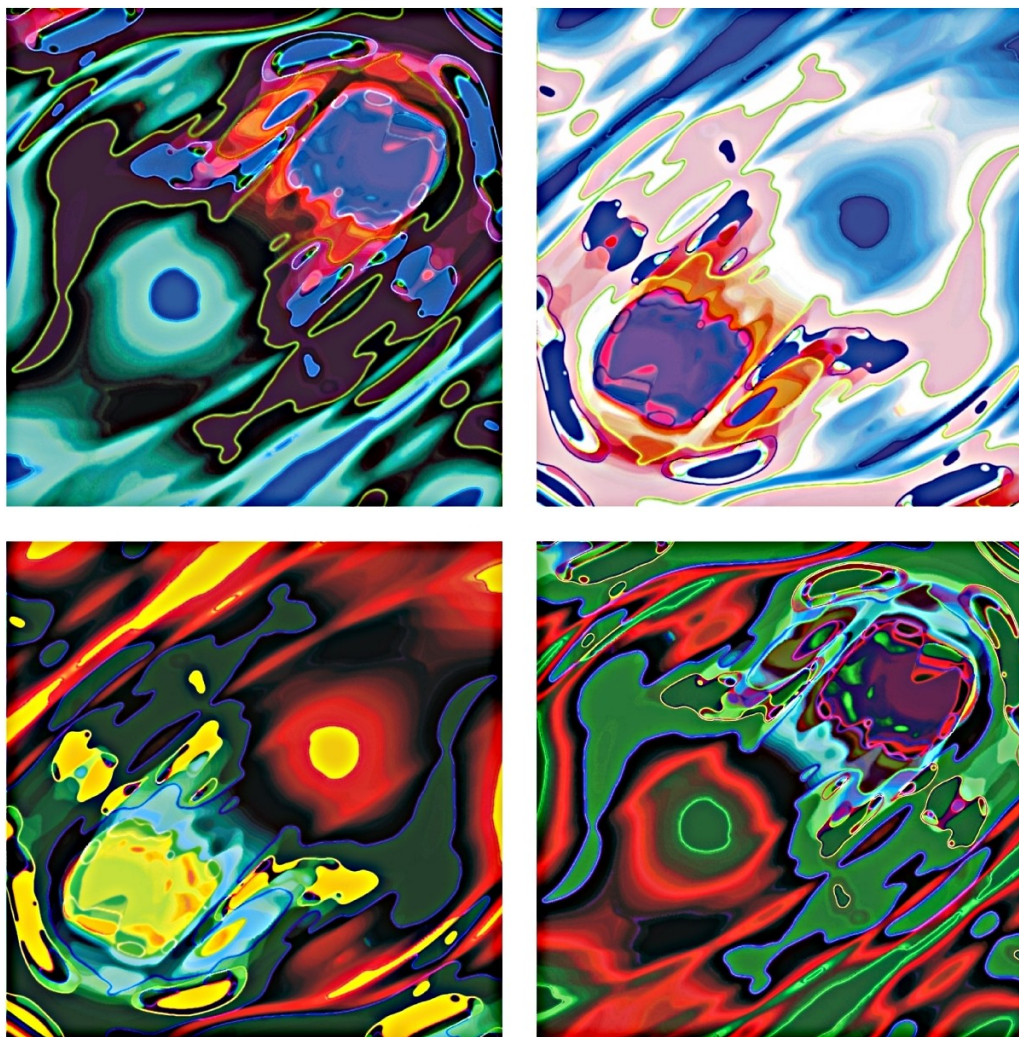
Nápodoba je věcí techniky a dle Cailloise nic nepřidává k repertoáru tvarů a estetických forem

**...pokud se z ní nevyvine umělecký styl**

což Caillois nemohl tušit: od 60. let 20. st.  
pop-art, multiple art, hyperrealismus, verismus aj.



A. Warhol: Květiny



Obarvování fraktálních rovnic  
T. Staudek: Warholovské variace



R. Estes: Café Express  
olej na plátně



Fotorealistické procedurální modelování prostoru  
G. Tran: The Accident



G. Tran: Wet Bird

# ■ **SOFTWAREOVÁ ESTETIKA**

- **Umění, estetika a počítač**
- **Náhodné formy**
- **Rostoucí formy**
- **Umělecké formy**
  - **figurace**
  - **abstrakce**
  - **improvizace**
  - **konstrukce**
- **Reprodukované formy**
- **Otázky počítačového umění**



# Jak je na tom počítač mezi výtvarníky?

## *Umělecké formy*

**Informatika přispívá nástroji pro originální výrazové prostředky (ve figurální, abstraktní, konstruované i improvizované tvorbě)**

Ty mohou být interakční — aplikace 2D/3D grafiky, anebo generativní — tzv. esteticky produktivní algoritmy

***Formy vzniklé náhodou, reprodukcí a (některé) růstem umíme modelovat a výtvarně vizualizovat***

O slovo se hlásí matematická biologie, neurovědy, evoluční informatika, *artificial life*

## Mohou počítače esteticky tvořit ?

**Dokáží vytvořit něco originálního, smysluplného, překvapivého a hodnotného ?**

„Stroje jsou programovány, aby tvořily strojový výstup. Pracují podle programu, jenž je autorským předpisem. Stroje se samy nerozhodnou, zda se mají spustit a začít vykonávat program, ani jej nemohou měnit. Pouze vykonávají zadané instrukce.“

„O umění vypovídají mechanické postupy strojů zhruba tolik, kolik o románu vypovídá technický mechanismus psacího stroje.“

G. H. R. Parkinson  
(1961)

→ [goo.gl/ldas4y](http://goo.gl/ldas4y)

→ **Počítač dělá jen to, co má předepsáno programem**

Ale: dokážeme určit chování libovolného programu?

Každý software má své ‚bugy‘

***Chybová estetika = glitch***

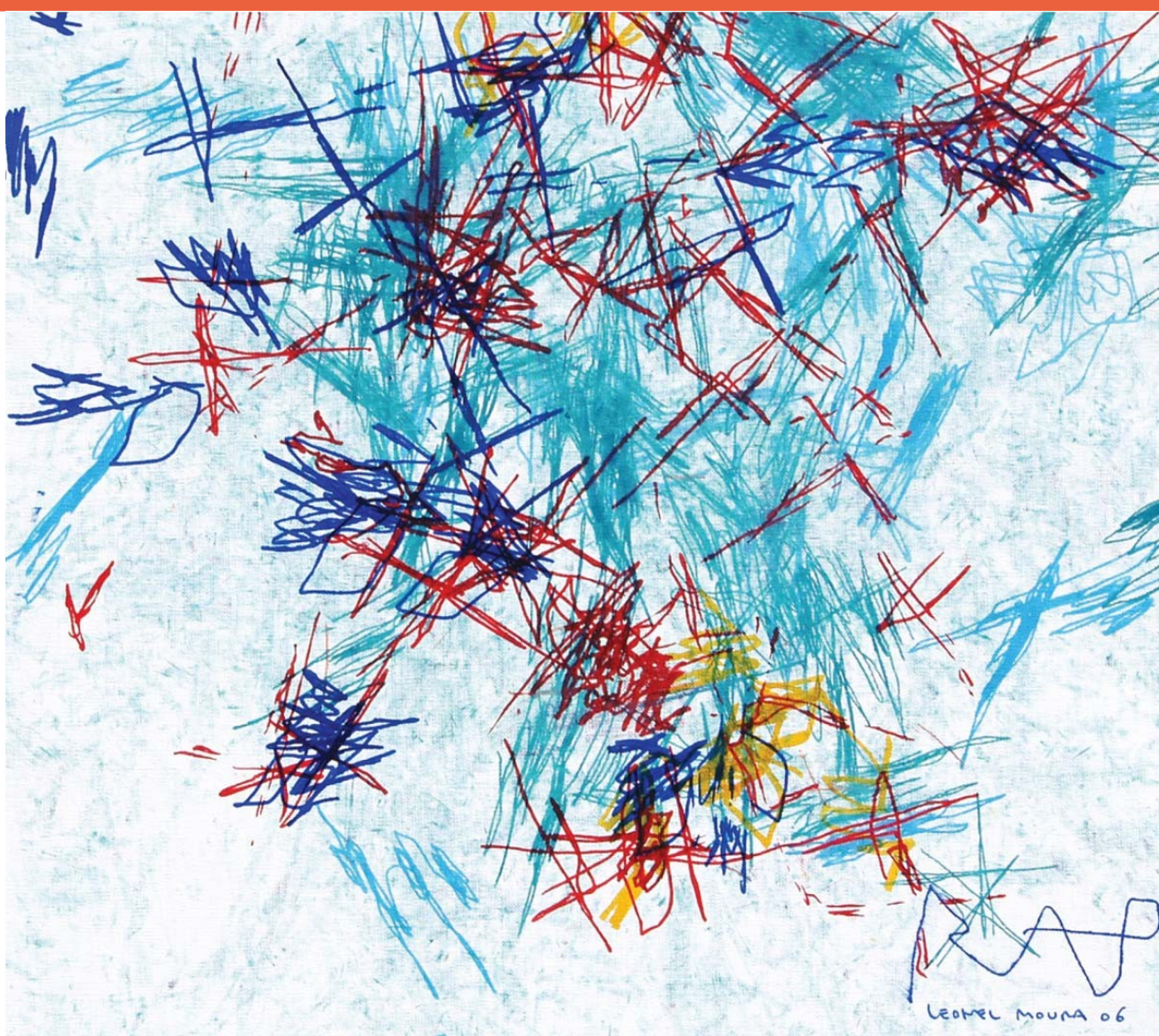
→ **Počítač nevytvoří nic nového, protože nedokáže sám změnit svůj program**

Ale: počítače jsou adaptivní, mohou iniciativně hodnotit a rozhodovat se

***Expertní systémy, umělá inteligence, genetické algoritmy, deep learning...***







## Má být počítačová tvorba vědomá ?

**Musí tvůrce estetické hodnoty poznat,  
že nějakou hodnotu tvoří ?**

Jiný autonomní tvůrce – příroda – netvoří pro krásu,  
ale pro účelnost, dobrý design...

Pojetí přírodní estetiky je jiné než chápání umění,  
a přece projevy přírody vnímáme jako estetické

***Může být taková tvorba i umělecká?***

**Pokud je umění společenským fenoménem,  
jaký mají počítače sociální kontext?**

## Co nového přináší počítač k umění ?

... kromě simulace, automatizace a remediace,  
v čemž jsou počítače tradičně dobré

**Počítač boří tradiční vnímání autorství a vlastnictví,  
umožňuje snadný a rychlý remix, *mash-up*  
estetických forem**

***Výtvarná informatika hledá svůj osobitý výraz  
styl, rukopis...***

**Je nutné překonat představy o „nižší“  
mechanizované a předvídatelné tvorbě**

**Podobně se vůči malířství vymezovala fotografie**

# Jak počítačovou tvorbu hodnotit ?

## **Kombinatorická kreativita**

Typická pro generativní umění, vytváří nové formy a struktury kombinací předem daných prvků

Snadná algoritmizace, zejm. ve spojení s náhodou



## **Autorská, emergentní kreativita**

Typická pro evoluční umění, autonomní tvorba pracující s formami, jež nebyly do systému explicitně zavedeny

Algoritmy kritiky jsou nutnou součástí tvůrčího aparátu

***Pozor na ,levné triky‘!***

**Co hodnotíme? V čem spočívá vzor krásy?**

***Estetika nápodoby***

**= modelovaný jev**

který je pozorován, popisován, algoritmizován

***Estetika konstrukce***

**= algoritmus**

jímž je jev simulován

***Estetika abstrakce***

**= vnímání a interpretace**

vzájemná komunikace mezi divákem  
a tvůrcem (lidským nebo mechanickým)

## Jaká je role náhody ?

Pravá náhodnost — fyzikální procesy

Pseudonáhodnost — deterministické výpočty

***Entropie = nosič estetické hodnoty***

až do jisté meze, za níž strukturní složitost přechází v nesrozumitelnost

**Redundance koreluje s líbivostí**

**Líbivost  $\neq$  estetická kategorie**

Příliš redundance vede ke kýči

**Nepředvídatelnost humanizuje projevy algoritmů**

Nezastupitelná v systémech se složitým výstupem,  
např. v teorii chaosu

## Je výtvarná informatika reprezentativní ?

**Závisí autonomie – nezávislost na tvůrci algoritmu  
na způsobu vnímání díla ?**

***Tvůrce i výrazový prostředek = algoritmus***

Koncepční předpis a jeho vizualizace jsou dvě odlišné věci

### **Konceptuální reprezentace**

Statická vs. dynamická

Explicitní – konkrétní hodnota, specifikace systému

Implicitní – modely „neviditelných sil“

### **Vizuální reprezentace**

dává algoritmu vnímatelný význam



## Lze estetiku formalizovat ?

**Snahy o kvantifikaci krásy jsou stejně staré jako snahy o její produkci**

Většina pokusů o formalizaci estetiky se držela jejího (před-) kantovského pojetí

Estetický prožitek ale není jednorozměrná veličina

**Lépe :**

***Jaké aspekty estetiky lze formalizovat ?***

**Mikroestetika**

funguje v celé řadě designérských aplikací

**Estetika tvarů, kompozice, přenášené informace...**

# Co je dobré počítačové umění ?

***Výtvarná informatika =  
algoritmický koncept + vizuální interpretace***

## **Konceptuální hodnocení**

Je návrh tvůrčího procesu dobře vystavěný ?

Je algoritmus dobře nakódovaný ?

Je bezesporný a úplný — tj. tvoří to, co autor zamýšlel,  
a prochází přitom celý prostor estetických variací ?

## **Vizuální hodnocení**

Jaká je šíře možných interpretací algoritmu ?

Splňují výstupy nároky dané estetickým systémem ?

Je ve výstupech zřetelný algoritmický koncept ?

# Jak může výtvarná informatika inspirovat tradiční formy umění ?

## **Studiem generativních procesů lze lépe pochopit fungování umění jako takového**

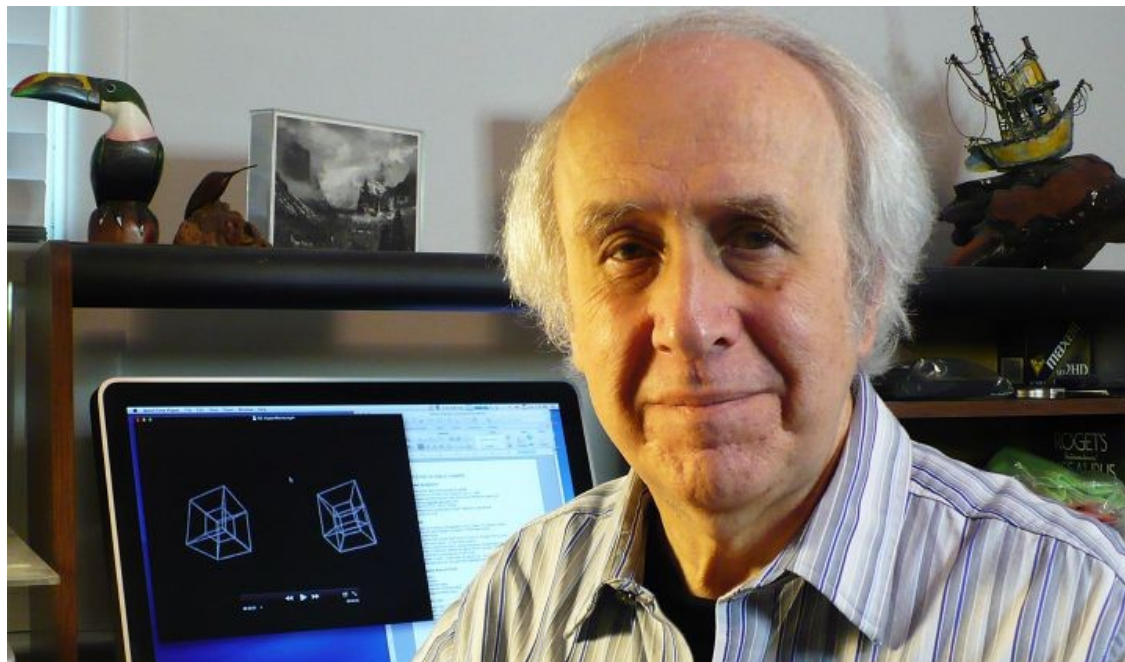
Paralely s „vysokým uměním“, které má mnohdy generativní charakter — produkuje artefakty, které udržují kontinuitu tvorby, vystavování, obchodování, publikování v uměleckých časopisech...

Autor je původcem tvůrčí myšlenky, ale klíčovým hybatelem v dalším procesu je umělecký aparát

Driessens & Verstappen: The Factory

[ → ]

**„In the computer, man has created not just an inanimate tool, but an intellectual and active creative partner that, when fully exploited, could be used to produce wholly new art forms and possibly new aesthetic experiences.“**



**A. M. Noll**