DEL I: BILDKONST & MATEMATIK

ÅLDRAR: 13-15 och 16-18

UPPGIFT 7: EN MODERN UTSTÄLLNING AV KONST-MATEMATISKA MÄSTERVERK

C.I.P. Citizens In Power

TheArtOf Maths

Lärarguide

Titel: En modern utställning av konst-matematiska mästerverk

Ålder: 13-15 och 16-18 år (mest för 16-18)

Längd: 2 timmar

Matematikinnehåll: Euklidisk/icke-euklidisk geometri, stereometrik, hyperbolisk geometri, Möbiusband, fraktaler, fyrdimensionell geometri, tesserakt.

Konstinnehåll: Skulpturer, datorstödd design, metalltrycksteknik.

Övergripande mål: Studenterna kommer att få möjlighet att undersöka hur matematik har påverkat bildkonst under de senaste åren, samtidigt som de förstår på vilka sätt matematik kan definiera rymd och volym, eftersom de kan beskrivas genom visuell konst.

Instruktioner: Det är bra att följa strukturen i denna uppgift kronologiskt. Först visas åtta framstående bildkonstnärers arbete genom att ange hur deras arbeten återspeglar verkliga matematiska begrepp och teorier. Därefter definieras i avsnittet "Matematiken bakom" alla grundläggande matematiska begrepp som används i uppgiften. Texten slutar med en uppgift som kräver att studenten använder tidigare analyserade matematiska begrepp och relevanta bilder, och därmed får en bättre förståelse för matematik som också kan ses i visuell konst.

Resurser: Den här texten ger en översikt över respektive konstnärs verk, illustrerad med nya bilder från konstnärernas utställningar och personliga samlingar. Dessutom uppmanas eleverna att ta sig vidare och upptäcka mer om artisterna, genom rekommenderade länkar och YouTube-videor.

Tips till läraren: Denna text passar bra till grupparbete dör en grupp arbetar med en konstnär. Som ett sista steg kan läraren be grupperna att presentera sina resultat för att upptäcka likheter mellan konstnärerna och sätten att skildra matematiska begrepp.

Mål och kunskaper: Studenterna ska lära sig sake rom moderna "matematiska" konstnärer, och därmed fördjupa sambanden mellan visuell konst och naturvetenskap.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Utvärdering: Som en del av en formativ bedömning (= för att förbättra uppgiften till nästa gång med utgångspunkt i elevernas bakgrund, intresse, ålder, landets kultur, elevernas förkunskaper osv.) kan utbildaren använda så kallade EXIT PASS antingen med en kopia som har gjorts i förväg eller helt enkelt genom att visa dessa påståenden och låta eleverna skriva svar på ett papper som de lämnar anonymt när de går ut ur klassrummet. Den specifika formativa strategin kallas 3,2,1. För fler strategier kan du besöka:https://www.bhamcityschools.org/cms/lib/AL01001646/Centricity/Domain/131/70%20Formative%20Assessments.pdf

3-2-1	
Skriv 3 saker du tyckte om	1. 2. 3.
Skriv 2 saker du lärt dig	1. 2.
Skriv en sak som kan förbättras	1.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Inledning

I denna text kommer du att komma i kontakt med konstverk från åtta kända konstnärer vars arbete reflekterar matematiska teorier och begrepp, mestadels relaterade till olika typer av geometri, nämligen euklidisk geometri och dess axiomer och icke-euklidisk geometri (genom hyperbolisk rymd). Dessutom får du en första (grundläggande) förståelse av skillnaderna mellan tredimensionellt (3-D) och ett fyrdimensionellt (4-D). Slutligen kommer du att få en inblick i nya medier och teknologier vid konstskapande; ett bra exempel är så kallad "datorkonst/grafik".

Bathsheba Grossman; skulptören som visar matematiska underligheter

Bathsheba Grossman är en amerikansk konstnär som föddes 1966. Hon skapar skulpturer med hjälp av datorstödd design och tredimensionell modellering, med metalltryckteknik. De viktigaste materialen för hennes skulpturer är brons eller rostfritt stål. Hennes bronsskulpturer har i stor utsträckning matematiska motiv, eftersom de vanligtvis visar tredimensionella mönster eller matematiska underligheter. Hennes arbete påverkas starkt av naturvetenskap, som biologi, astronomi och fysik.

Hennes hemsida innehåller ett särskilt avsnitt som fokuserar på konstverk som försöker skildra begrepp från naturvetenskaper (t.ex. DNA, glashjärna, insulin, koffein, DNA-nyckelring och polymeras, Geodynamo (jordens magnetfält), atomkärnan (var är elektronen?), och så vidare. Använd denna länk https://www.bathsheba.com/crystal/index.html#physics för att se Grossmans konst

Hennes matematiska konstverk visar geometriska föremål; Klein Bottle-öppnare, Gyroid, etc. De hittas och förklaras på följande länk: https://www.bathsheba.com/math/

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Bild 1: Matematisk skulptur som används som lampa, Bathsheba Grossman, 2007 (Hämtad frånhttps://en.wikipedia.org/wiki/Bathsheba_Grossman)

Watch the following videos in order to get acquainted with Grossman's work:

https://www.egconf.com/videos/bathsheba-grossman-sculptor-ubernerd-eg7

https://www.youtube.com/watch?v=LKysk-M1Y94

https://www.youtube.com/watch?v=FMSuwPNvzPw

Hartmut Skerbisch; mannen som använde skulpturen som ett exklusivt rumsligt språk

Han föddes 1945 i Ramsau am Dachstein, även om han arbetade i Kalsdorf bei Ilz i Österrike. Trots att han studerade arkitektur, har han arbetat som videokonstnär, skulptör och fotograf sedan 1969. Hans konstverk beskriver huvudsakligen rumsliga begrepp. Skerbischs senare skulpturer har påverkats av elektroniska medier som kommit.

Han påverkades mer av politiska och vetenskapliga begrepp än konstnärliga; därför skapades några av hans skulpturer i linje med geometriska lagar, som man ser på bilderna exempelvis från fraktalteorin. En fraktal är en kurva eller geometrisk figur, vars del har samma statistiska karaktär som helheten. De är användbara vid modellering av strukturer (som snöflingor) där liknande mönster återkommer i gradvis mindre skalor

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

och för att beskriva delvis slumpmässiga eller kaotiska fenomen som kristalltillväxt och galaxbildning.

Han har ställt ut sina konstverk sedan 1975 och 1993 fick han "Fine Art Award" av staden Graz i Österrike, där han dog 2009.

Använd den här länken för att se Skerbischs verk på hans officiella hemsida.

http://hartmutskerbisch.org/about/hartmut-skerbisch/?lang=en

Bild 2: Hämtad från https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hartmut_Skerbisch.jpg

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Bild 3: Fraktalskulptur: 3D-Fraktal av Hartmut Skerbisch, 2003 (Hämtad från: http://hartmutskerbisch.org/work/3d-fraktal-03hdd-2003/?lang=en)

Desmond Paul Henry; pionjär i datorkonst

Desmond Paul Henry (1921-2004) är en av de brittiska pionjärerna inom datorkonst/grafik, eftersom han började arbeta inom detta område under 1960-talet. Då utvecklade han "tre mekaniska ritmaskiner baserade kring komponenterna i analoga bombsiktdatorer". Henrys livslånga passion för allt mekaniskt fick honom att köpa en militär analog bombdator i början av 1950-talet. I flera år var han fascinerad av den "kamfria parabolan" (Henry) i dess inre arbetsdelar medan den var i rörelse. Senare, i början av sextiotalet, tog han beslutet att rita av dessa mekaniska rörelser på papper och så föddes idén till den första i en serie av tre ritmaskiner baserade kring komponenterna i själva bombsiktdatoren. (källa: http://www.desmondhenry.com/about/).

På 1960-talet konstruerade Henry ritmaskiner som kunde utveckla fraktala mönster. Han fortsatte att utveckla denna idé fram till år 2000. Hans mönster visade då olika gemensamheter med organiska former eller med "naturlig formmatematik", som han brukade kalla dem.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

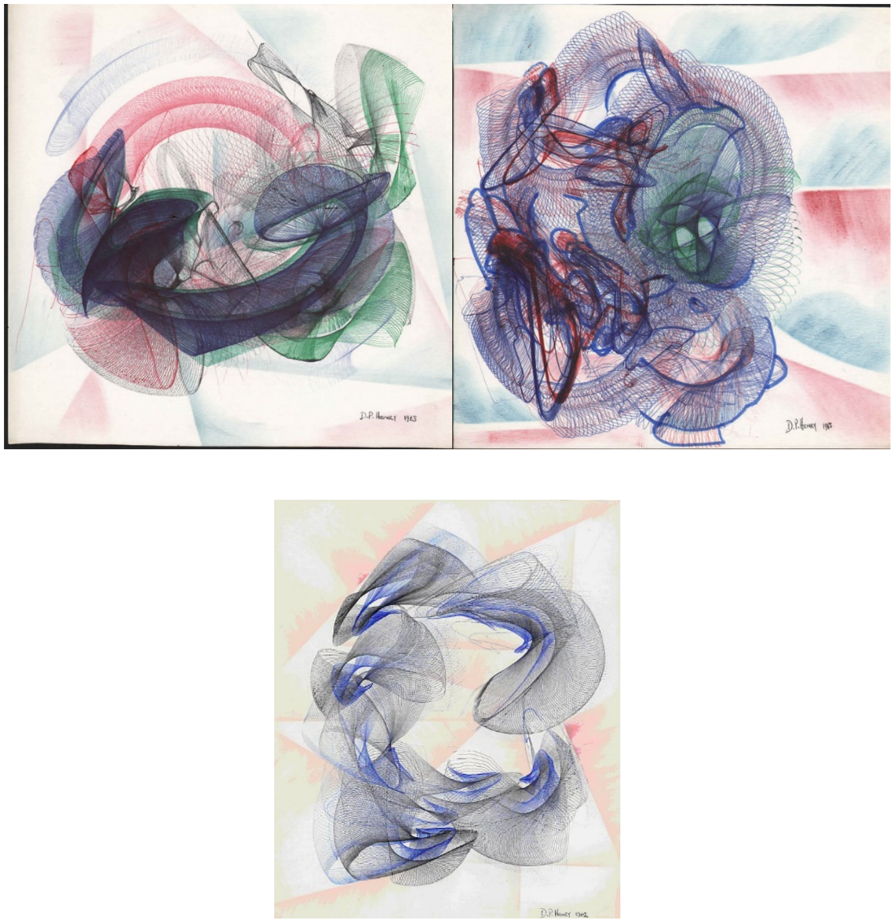


Bild 4-6: Datorkonst; Desmond Paul Henry 1962-1964 (hämtad från konstnärens digitala galleri http://www.desmondhenry.com/gallery/)

- Om du vill veta mer om Henrys digitala arbeten, besök hemsidan:

  http://www.desmondhenry.com

- Du kan även se denna film om Desmond Paul Henry's liv och arbete:

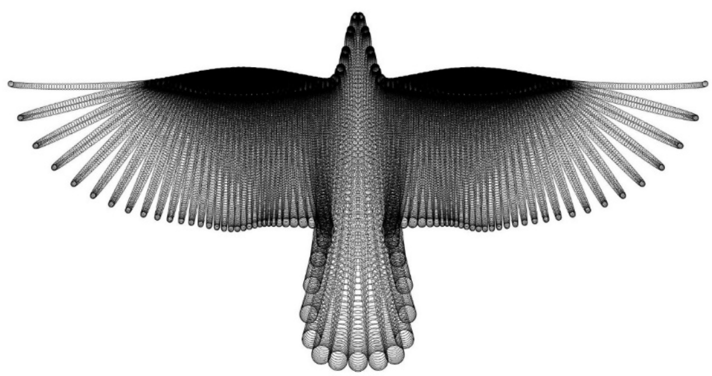
  https://www.youtube.com/watch?v=eQIEGkME0cA

Hamid Naderi Yeganeh; matematikfomelns konstnär

Hamid Naderi Yeganeh föddes den 26 juli 1990 i Iran och är en matematisk konstnär. Han blev känd för att använda matematiska formler för att designa avbildningar av verkliga objekt, komplicerade illustrationer, animationer, fraktaler och tessellationer. Tidskriften The American Mathematical Monthly använde hans konstverk "9000 ellipser" som omslag till novemberutgåvan 2017.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Naderi Yeganeh har uppfunnit två metoder för att designa verkliga objekt med matematiska formler. I den första metoden konstruerar han tiotusentals datorgenererade matematiska figurer för att komma över några intressanta former av misstag. Genom att använda denna metod upptäckte han till exempel vissa former som liknar fåglar, fiskar och segelbåtar. I den andra metoden skissar han ett verkligt objekt med en steg-för-steg-teknik. I varje steg försöker han upptäcka vilka matematiska formler som skulle kunna utveckla målningen. Genom att använda denna metod ritade han till exempel fåglar i flykt, fjärilar, mänskliga ansikten och växter med hjälp av trigonometriska funktioner. Han har konstruerat några fraktaler och tessellationer inspirerade av kontinenterna, varav ett exempel är konstverk från Afrika från 2015 som beskrivs som en Afrika-liknande åttkant och dess laterala inversion.



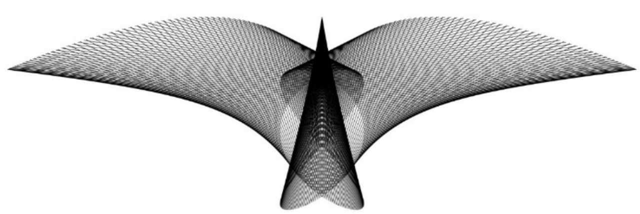


Bild 7-8: Fåglar I formler (Hämtad från https://en.wikipedia.org/wiki/Hamid_Naderi_Yeganeh); Hamid Naderi Yeganeh, 2016, konstruerad med en samling matematiska kurvor (Hämtad från: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:A_Bird_in_Flight_by_Hamid_Naderi_Yeganeh.jpg)

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Tony Robbin

Tony Robbin (född 1943, Washington, DC) är en amerikansk-född konstnär som arbetar med målning, skulptur och datorvisualisering för att skapa sina konstverk. Robbin tillhör konströrelsen "Mönster och dekoration", och kan betraktas som en pionjär när det gäller datorvisualisering av fyrdimensionell geometri och kvasikristallutrymme. Framförallt har Robbin utvecklat rotationsprogram för fyrdimensionella strukturer, som kan ge en intuitiv känsla av hur fyrdimensionella och kvasikristallrum fungerar.

Sedan 1974 har Robbin presenterat över 25 personliga utställningar inom målning och skulptur, samt ingår i mer än 100 kollektiva utställningar över hela världen. Han har också skrivit fyra böcker: "Fourfield: Computers, Art, & the 4th Dimension"(1992); "Engineering A New Architecture"(1996); "Shadows of Reality", (2006); and "Mood Swings A Painters Life" (2011).

På Robbins officiella webbplats står det att: "Robbins närhet till matematikgemenskapen ledde honom till Quasicrystal-geometri, ett derivat av fyrdimensionell geometri med verkligt anmärkningsvärda visuella egenskaper. Han beslutade att arkitektur var den bästa konstformen för denna nya idé. Han har patentet på tillämpningen av Quasicrystal-geometri på arkitektur och har föreläst och skrivit så mycket om det att det nu studeras i arkitekturskolor, främst i Europa " (Online-källa: http://tonyrobbin.net/work.htm).

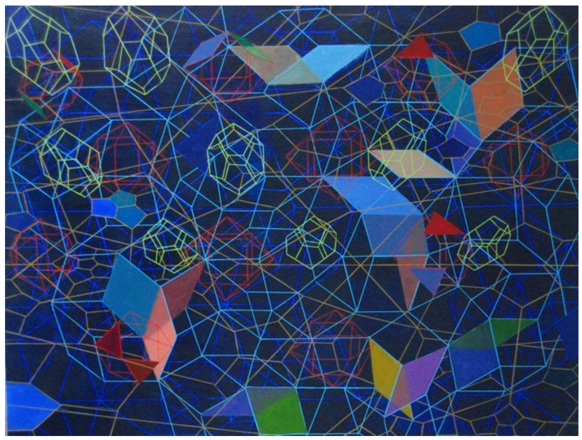
- För mer information om Robbins arbete, se hans officiella webbplats:

  http://tonyrobbin.net/

- Där kan man även se filmatiserade föreläsningar och dylikt

http://tonyrobbin.net/flm.html

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



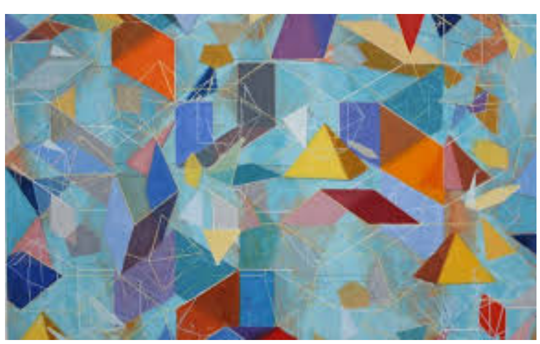


Bild 9-12: Tony Robins konstverk, hämtade från hans officiella webbplats

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Charles O. Perry

”Uttrycket som är möjligt med matematik som disciplin är nästan oändligt. Det verkliga skälet till att jag arbetar med matematik är att det är detta som lockar mig. Precis som det sätter igång min hjärna att höra Bach, så slår de delikata naturligaform lagarna an ett ackord i mig. Figurativ skulptur är ofta otroligt vackert, men jag är inte byggd för att göra det.” Charles O. Perry (citat från http://symmetry-us.com/Journals/perry/p16.htm)

Charles O. Perry (1929-2011) var en USA-född skulptör, arkitekt och designer, känd för sina storskaliga och matematiskt inspirerade skulpturer, som finns i offentliga skulpturträdgårdar och torg i USA, Australien, Saudiarabien, Singapore och Japan. Några av dem utgör delar av privata samlingar över hela världen. En av hans mest kända matematiska skulpturer är ”Continuum”, som baserats på idén om Möbiusbandet och har placerats vid ingången till Smithsonians National Air and Space Museum i Washington.

Bild 13: ‘Continuum’, 1976, har placerats vid ingången till the Smithsonian’s National Air and Space Museum in Washington (Hämtad från: https://www.nytimes.com/2011/02/11/arts/design/11perry.html)

På konstnärens officiella webbplats står det att Perrys ”intuitiva utredning av naturvariabler är en språngbräda för många av hans koncept. Genom att tro att

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

skulpturen måste stå för sig själv utan att behöva förklaras, har Perrys verk en elegans av form som maskerar den matematiska och vetenskapliga komplexiteten i dess uppkomst. Han har föreläst om matematik och konst på konferenser över hela världen "(Onlinekälla: http://www.charlesperry.com/).

I sin artikel "Morfology to Sculpture" analyserade Perry några övergångspunkter mellan matematik, skulptur och arkitektur. Som han beskrev, "[m]orfologi är en fascinerande vetenskap. Detta är matematiken i all vår materiella värld, arkitekturen och skulpturen av naturen (och oss). Mitt arbete har alltid börjat från denna riktning. Tre av de senaste bitarna som jag har arbetat med har varit sammanflätad matematik, skulptur och arkitektur. Detta var en omedveten ansträngning, för mig är det precis det som skulpturen "vill vara". Den märkbara ordningen i mitt arbete försöker alltid komma tillbaka till vår hjärna och viskar "vad betyder det?" (Onlinekälla: http://nyjm.albany.edu/am/1997/Perry.pdf)

- För mer information om Charles O. Perrys arbete kan du besöka hans officiella hemsida

http://www.charlesperry.com/

- Se även dessa filmer:

https://www.youtube.com/watch?v=zgbx83l9kNg

https://www.youtube.com/watch?v=wt4RlhBkjEk&list=PLYyL528E9libFlc4EoX_ik_7IFcUNohX3&index=2

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

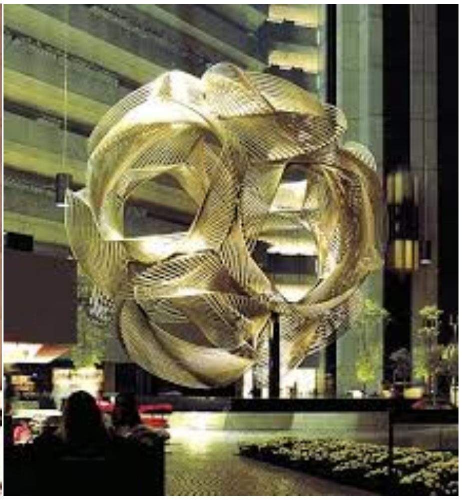



Bild 14-15: Charly O. Perry (till vänster: vintersolstånd; Till höger: Equinox)

Bild 16: Charles O. Perry, Solar Cantata

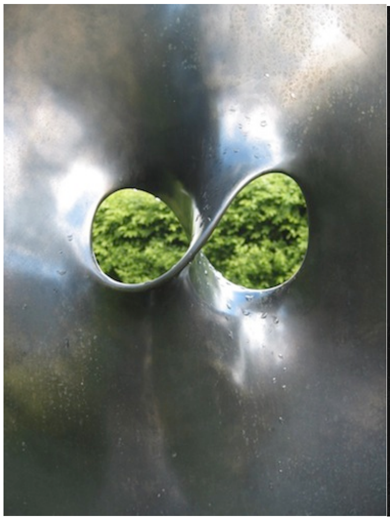
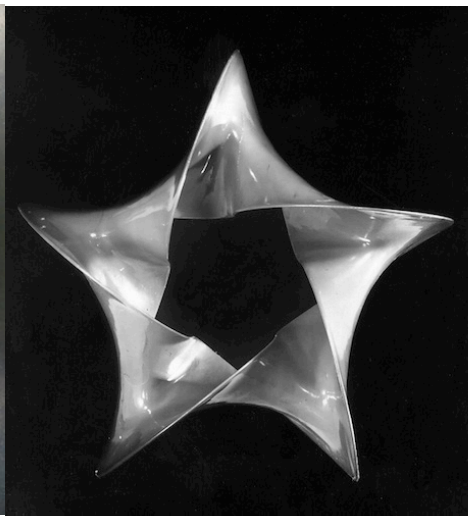



Bild 17-18: Till vänster: Charles O. Perry, Oändlighet; Höger: Charles O. Perry, Möbiusstjärna

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Daina Taimina

Den lettiska matematikern Daina Taimina (1954) arbetar som adjungerad docent vid Cornell University. Taimina har blivit en känd matematisk konstnär till följd av sitt fokus på byggandet av hyperboliska hantverk. Genom att ta upp hantverk från sin tidiga barndom, när hon lärde sig att sticka och virka, har Taimina med framgång förvandlat virkade ytor till symmetriska hyperboliska plan, som inte bara består av lovvärda estetiska mästerverk, utan också kan användas som en pedagogisk verktygssats, för att hjälpa studenter att intuitivt förstå icke-euklidisk geometri och därmed hjälpa dem att hantera sin mattefobi. I synnerhet har Taimina tillsammans med sin man, Dr David Henderson, som är matematikprofessor vid Cornell, presenterat den pedagogiska användbarheten för sådan innovation, medan de också har använt virkade matematiska modeller som exempel i sina geometriböcker, till exempel deras lärobok med titeln: "Uppleva geometri: euklidisk och icke-euklidisk och dess historia".

Genom Taiminas presentation om den hyperboliska rymden och dess korrelation med naturen som riktades mot allmänheten, men också till konstnärer och filmproducenter, lyckades hon popularisera matematik, och särskilt det avancerade begreppet hyperbolisk geometri.

2005 organiserade Taimina en utställning med titeln "Not The Knitting You Know", på konstgalleriet "Eleven Sculpture Space" i Washington, DC. Hon har även ställt ut sina verk på andra gallerier i USA, liksom i ett antal europeiska länder, till exempel i Lettland, Belgien, Storbritannien, Irland och Italien. Hennes konstverk har varit en del av viktiga utställningar och samlingar av stora institutioner, bland annat universitet som den amerikanska matematiska modellsamlingen från Smithsonian Museum, National Design Museum och Institute Henri Poincare.

- För mer information, se Daina Taiminas TED-tal "Virka hyperboliska plan" på länken: https://www.youtube.com/watch?v=w1TBZhd-sN0

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- Se även Taiminas föreläsning från 20170516 ”Studera matematik och ... bli konstnär” på följande länkar:
  https://crochetcoralreef.org/contributors/daina_taimina.php
  http://pi.math.cornell.edu/~dtaimina/





Bild 19-23: Hämtade från artistens hemsida

Hiroshi Sugimoto

Hiroshi Sugimoto är en japansk fotograf och arkitekt, som föddes i Tokyo, Japan, 1948. Han är allmänt känd för sin målarliknande fotografistil. Enligt bibliografin hämtar Sugimoto inspiration från Marcel Duchamp som brukade fokusera på rymdens mekanik, liksom av Man Ray som fotograferade matematiska modeller på 1800-talet.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

I sin London-utställning "Conceptual Forms" presenterade Sugimoto en serie svart-vita fotografier som illustrerade både matematiska modeller och mekaniska maskinverktyg i anmärkningsvärd stor skala. Denna utställning inspirerades av matematik och modernistisk skulptur. Stereometriska modeller i gips, som syns i Sugimotos arbete, hade skapats under 1800-talet för att användas som pedagogiska verktyg för att studenterna en bättre förståelse för trigonometriska formler. Dessutom hade de avbildade (fotograferade) mekaniska verktygen konstruerats för att visa några av de mest grundläggande rörelserna, kännetecknande för synkrona maskiner.

På Gagosian Gallerys webbplats står det att Sugimoto började arbeta med detta projekt som ett svar på "The Bride Stripped Bare by Her Bachelors, Even (The Large Glass)" av Marcel Duchamp. ”I Sugimotos fotografier blir de flytande krökta formerna av de matematiska modellerna (de föremål som påminner om" Bruden”) och de styva, skarpt avgränsade formerna av de mekaniska modellerna (de mekaniker som är associerade med ”Ungkarlen”) som abstrakt skulptur gränsen mellan vetenskap och kunskap och deras förhållande till konst” (onlinekälla: https://gagosian.com/exhibitions/2005/hiroshi-sugimoto-conceptual-forms/).

- Om du vill lära dig mer om Sugimotos matematiska arbete, titta på följande video om hans konceptuella former och matematiska modeller, där begreppet oändlighet diskuteras i korthet.

  https://www.youtube.com/watch?v=ax_i65W8Fhk

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

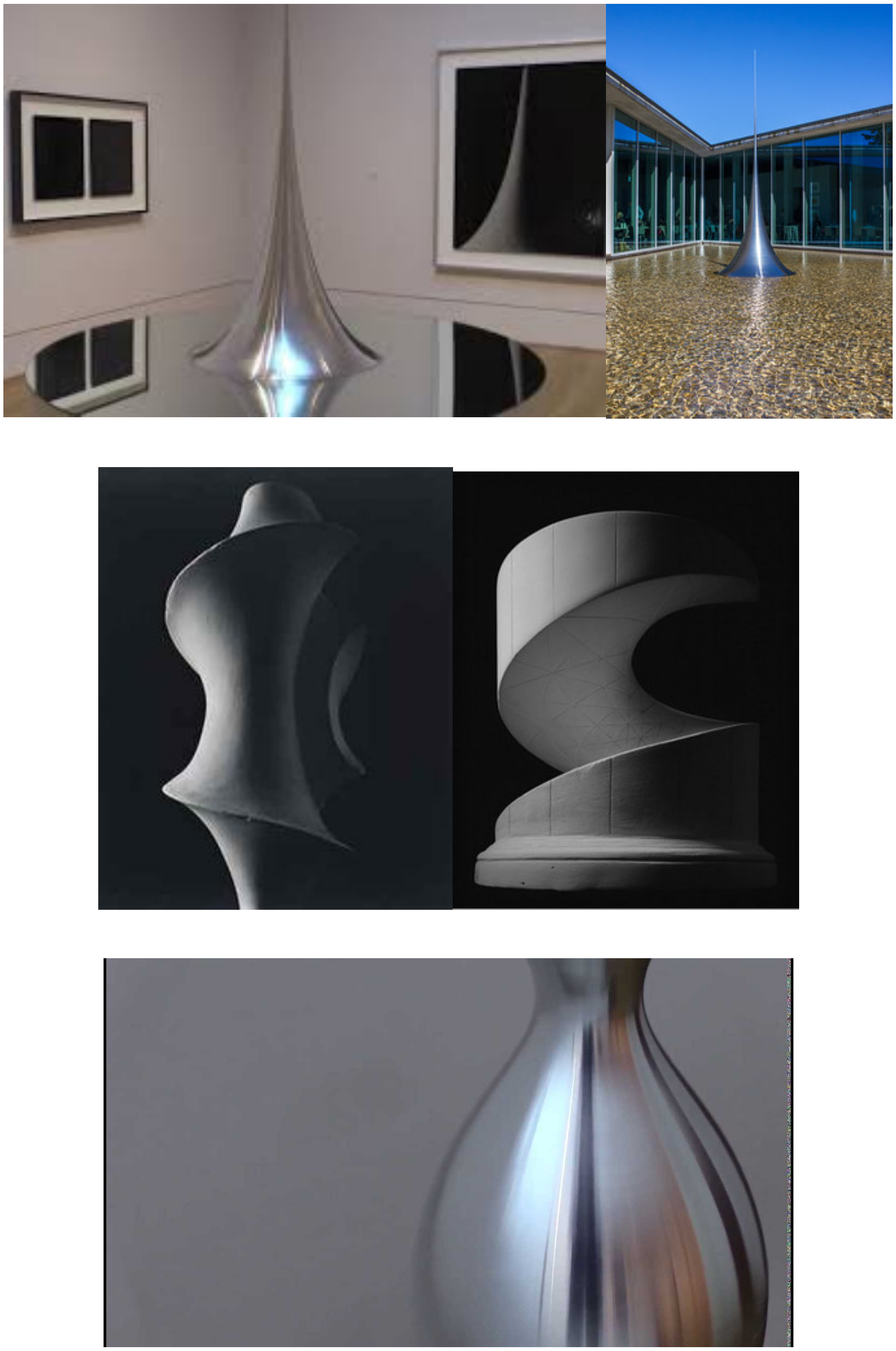


Bild 25-28: Hiroshi Sugimoto; Conceptual Forms

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Matematiken bakom matematik-konstutställingen

Bekanta dig med de matematiska begrepp som presenteras i utställningen

- **FYRDIMENSIONELL GEOMETRI**

Fyr-dimensionell rymd eller 4D-rymd är en matematisk förlängning av begreppet tredimensionellt eller 3D-rymd. Tredimensionellt rymd är den enklaste möjliga beskrivningen av volym, att man bara behöver tre siffror, kallade dimensioner, för att beskriva storlekar eller placeringar av objekt i den vardagliga världen. Till exempel hittas volymen på en rektangulär låda genom att mäta dess längd, bredd och höjd (ofta märkt x, y och z).

4D, vilket betyder de fyra vanliga dimensionerna, är en viktig princip i fysiken. Förutom tredimensionell rymd (3D), läggs tidsdimensionen till de andra tre dimensionerna längd, bredd och djup. I geometri är den fjärde dimensionen relaterad till de andra tre dimensionerna genom att föreställa sig en annan riktning genom rymden; precis som djupdimensionen kan läggas till en kvadrat för att skapa en kub, kan den fjärde dimensionen läggas till en kub för att skapa en tesserakt (fyr-dimensionellt objekt)

Använd följande länkar för att lära dig mer om fyrdimensionell volym:

https://www.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/chapters/four_dimensions/index.html

https://www.youtube.com/watch?v=iGO12Z5Lw8s

- **FRAKTALER**

En fraktal är en kurva eller geometrisk figur, vars del har samma egenskaper som helheten. De är användbara vid modellering av strukturer (som snöflingor) där

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

liknande mönster återkommer i gradvis mindre skalor och för att beskriva delvis slumpmässiga eller kaotiska fenomen som kristalltillväxt och galaxbildning.
Använd följande länkar för att upptäcka och leka med fraktaler:

FRACTAL FOUNDATION: https://fractalfoundation.org/about-us/

FRAKTALER I NATUREN: https://www.youtube.com/watch?v=GKYG__-HATI

- **DATORKONST/GRAFIK**

Datorkonst syftar för det mesta på någon form av grafik eller digital bild som produceras med hjälp av en dator, eller vilken typ av konst som helst där datorns roll betonas. Denna omfattande definition inkluderar också traditionella discipliner som använder datorer - till exempel omfattar den datorstyrd kinetisk konst (särskilt skulptur) eller datorgenererad målning - liksom likvärdiga former av tillämpad konst (datoriserad design, arkitektur). I vilket fall som helst är det den senaste typen av samtida konst - en slags ultimat postmodernism (hämtad från http://64.130.23.120/computer-art.htm#definition)

- **MÖBIUSBAND**

Möbiusband är en yta med en kontinuerlig sida bildad genom att sätta ihop ändarna på en rektangel efter att ha vridit ena änden 180°.

- **HYPERBOLISK GEOMETRI**

Hyperbolisk geometri en icke-euklidisk geometri, som även kallas Lobachevsky-Bolyai-Gauss geometri, med konstant sektionskröning -1. Denna geometri svarar mot alla Euclids postulater utom det parallella postulatet.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

I hyperbolisk geometri är summan av vinklarna i en triangel mindre än 180 grader, och trianglar med samma vinklar har samma areor. Alla trianglar har inte heller samma vinkelsumma. Det finns inga likadana trianglar i hyperbolisk geometri. Det mest kända exemplet på en hyperbolisk kropp är sfärer i Lorentziansk 4D.

- **EUKLIDISK GEOMETRI**

Euklidisk geometri bygger på postulaten av Euklides, särskilt postulatet som säger att bara en linje kan dras genom en given punkt parallell med en given linje. Euklidisk geometri är baserad på fem postulater.

1. Det är möjligt att rita en rak linje från valfri punkt till valfri punkt
2. Om du har en rak linje är det möjligt att utöka den till valfri riktning till oändlighet.
3. Det är möjligt att rita en cirkel med valfritt centrum och radie.
4. Alla räta vinklar är lika (och kongruenta).
5. Om en rak linje som korsar två raka linjer gör de invändiga vinklarna på samma sida mindre än två rätvinkliga, möts de två raka linjerna, om de sträcker ut sig oändligt, på den sida där vinklarna är mindre än de två räta.

Använd följande video för att upptäcka de fem postulaten i euklidisk geometri

https://www.youtube.com/watch?v=fv-mDpscZIo

- **STEREOMETRI**

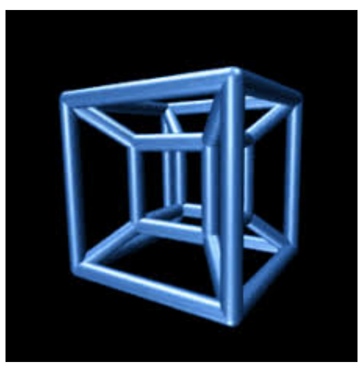
Stereometri handlar om mätningar av volymer av olika fasta figurer (tredimensionella figurer) inklusive pyramider, prismor och andra polyhedroner; cylindrar; koner; avhuggna koner; och sfärer som är inskrivna i andra sfärer.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

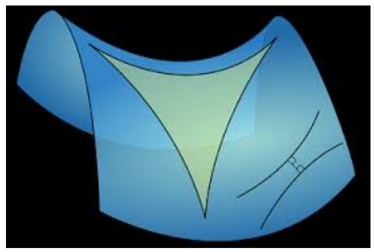
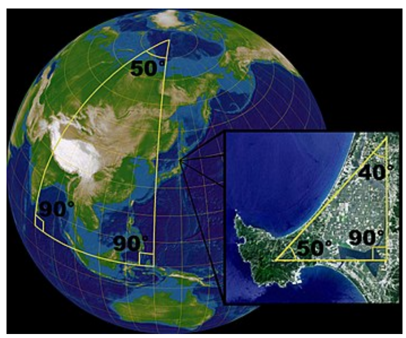
UPPGIFT 1

(I) Använd informationen i kapitlet "Matematiken bakom", och matcha de matematiska begreppen som anges i tabell A med bilderna i tabell B. Endast en bild för varje matematikbegrepp.

TABELL A
A. MÖBIUSBAND
B. EUKLIDISK GEOMETRI
C. STEREOMETRI
D. HYPERBOLISK GEOMETRI
E. FYRDIMENSIONAL GEOMETRI
F. FRAKTALER
G. ICKE-EUKLIDISK GEOMETRI

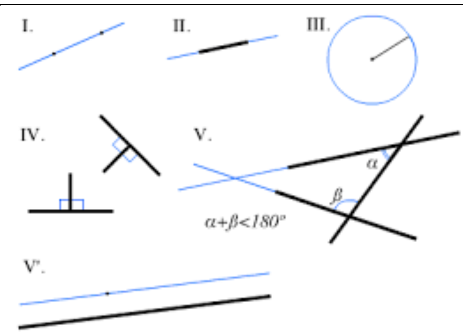
TABELL B
1. 
2. 

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

3. 
4. 
5.  6. 

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

7.



This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.