

ARTi
FAKti

KUNST & MATEMATIK

på tværs af verdner

UNDERSVINGSMATERIALE
FOR MATEMATIK
I UDSKOLINGEN OG
GYMNASIET



ARoS

ARTi
FAKTI

KUNST & MATEMATIK

på tværs af verdner

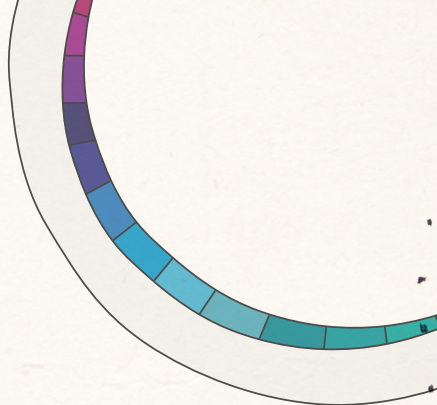
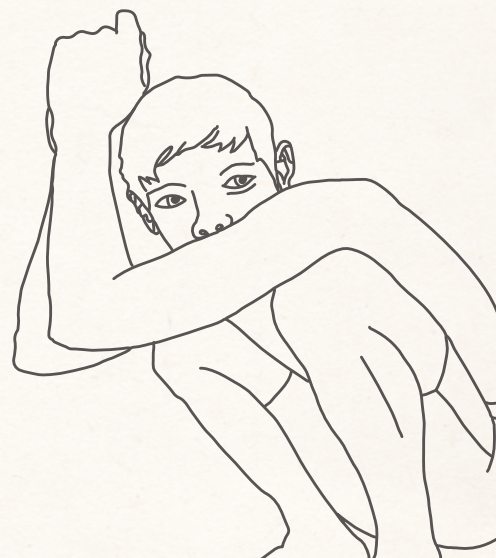
Kunst og Matematik er et inspirationsmateriale til brug i af udskolingsens ældste klasser såvel som første år på ungdomsuddannelserne. Materialet består dels af et tekstmateriale, der introducerer koblingen mellem matematik og kunst og dels af en række matematiske opgaver som tager udgangspunkt i kunsten på ARoS.

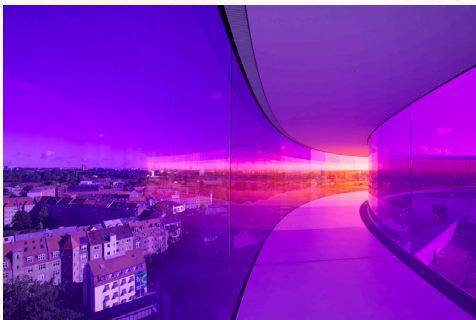
Vi anbefaler, at materialet anvendes som led i et museumsbesøg, hvor eleverne får mulighed for at opleve et udvalg af de nævnte kunstværker ved selvsyn. Besøget kan med fordel suppleres med tilkøb af en museumsformidler (booking: vol@ARoS.dk). ARTiFAKTI Kunst og matematik er udviklet i samarbejde med Henrik Emil Seieren og Jesper Nymann.

Hvad har matematik og kunst med hinanden at gøre? Matematik og kunst opfattes af mange som modsætninger. Kunstens frie og abstrakte væsen kan virke som en kontrast til matematikkens systemer og orden. Dog indgår matematikkens og kunstens verden i et tæt slægtskab, som kan spores langt tilbage. Allerede i det 15. årh. f.v.t. fastsatte den græske skulptør Polyklet proportionerne for opnåelsen af den ideelle mandlige nøgenfigur. På samme måde er den skønhed og perfektion som man til tider har jagtet i kunsten, ofte blevet forklaret igennem matematiske forhold. Matematikkens felt kan give nye erkendelser om kunsten – nye veje ind i kunstens verden, lige som kunsten op igennem tiden har fundet inspiration i det matematiske felt; Det gyldne snit, geometrien, perspektivtegningen, systemer, mønstre og spejlinger er alle møder mellem matematikken og kunsten, og som udfoldes i dette materiale.

Materialets fokus er at tage afsæt i museets kunstværker og ud fra disse give mulighed for at arbejde ind i relevante matematiske opgavesæt relateret til eksempelvis geometri, perspektivtegning, arkitektur, størrelsesforhold, det gyldne snit, symmetri og rumlighed.

Værkudvalget i materialet tager afsæt i museets faste kunstsamling. Forud for arbejde med specifikke værker anbefales det at tage kontakt til os for at tjekke værkernes aktuelle tilgængelighed.

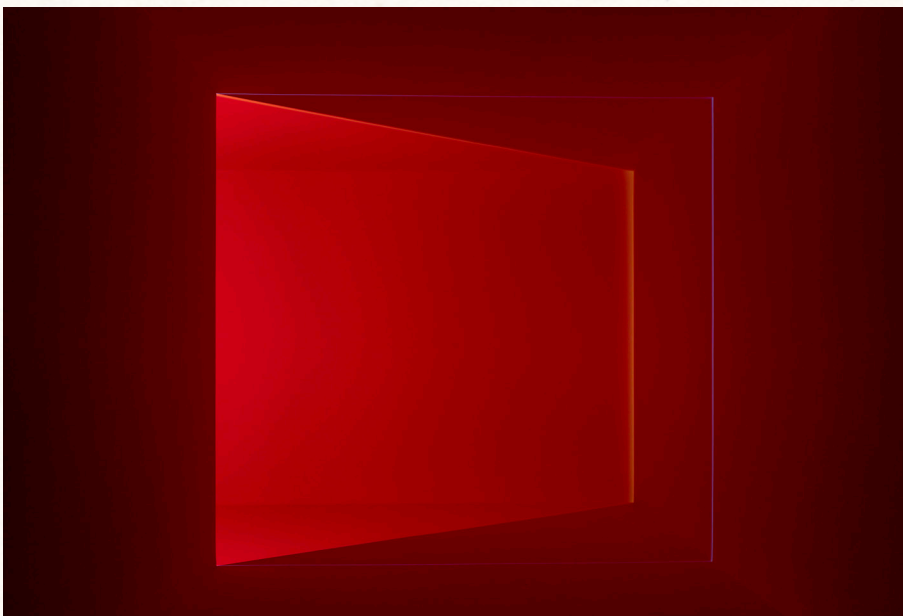




Kunsten er et geometrisk sted

Det er ikke kun i ARoS' kunstværker at geometrien spiller en central rolle. Kaster man et blik på bygningens arkitektur, mødes blikket af et symposium af geometriske former, i søjler, trappeforløb og vinduesformater, som tilsammen udgør rammen om den rumlige oplevelse, vi får når vi besøger ARoS. I 2011 udbyggedes museets rum med Olafur Eliassons rumlige installation; *Your Rainbow Panorama*. En farvet cirkelform, på toppen af museets firkantede geometri. Her tilbyder kunstens verden et symbolsk perspektiv på geometrien. Hvor cirklen symboliserer himlen og det guddommelige ses firkanten som dens modsætning og er et symbol på jorden og mennesket – foreningen af de to størrelser fuldender bygningen som et sted der rummer både varighed og stabilitet, men også foranderligheden og den cykliske tid.

? Kan du/I finde flere geometriske former i arkitekturen på ARoS? Hvordan spiller de sammen?



Installationskunsten rummer, på samme måde som arkitekturen, et helt særligt potentiale i værkets kropslige og rumlige dimension. Denne særlige karakter har James Turrell udnyttet i sit værk *Milkrun III* fra 2002, hvor man træder ind i en rumlig illusion konstrueret af geometriske figurer, formet af lys. Den røde farve brydes af et blåt og gult lys, der skærer sig som sprækker ind i fladen og dermed skaber en tredimensionalitet i det opale, diffuse lys. Lysets afbrækkede vinkler skaber en illusion af at rummet er i bevægelse. Måske er et vindue ved at åbne sig til en anden verden?



Også i maleriets formsprog indtager geometrien en central plads. Et stærkt eksempel på dette kan man finde i det modernistiske maleri, hvor billedfladen, efter realismes fotografiske indfangelse af verden, pludselig får sit eget liv, præget af store geometriske malerflader. I Harald Gier-sings *Ung dame i lyseblåt* fra 1918, er hans brug af geometriske figurer så udpræget, at hans samtid dømmer ham ude – han har jo slet ikke malet værket færdigt! Hans store farveflader minder os om at en verden set igennem geometriske former, slet ikke er så uigenkendelig som man skulle tro. En ung pige malet af/i trekanter, rektangler og cirkler kan have lige så stor virkning på os, som et fotografi.



! I Vilhelm Lundstrøms værker leger han med fladen og dybden – det to-dimensionelle overfor det 3-dimensionelle. I værket *Opstilling med hvid kande, hvid skål med to oranger og hvid serviet* fra 1932 undersøger Lundstrøm via de geometriske figurer forholdet mellem volumen og overfladeareal og skaber ligesom Turrell en illusion via perspektiv, lys og skygge.



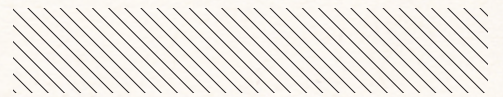
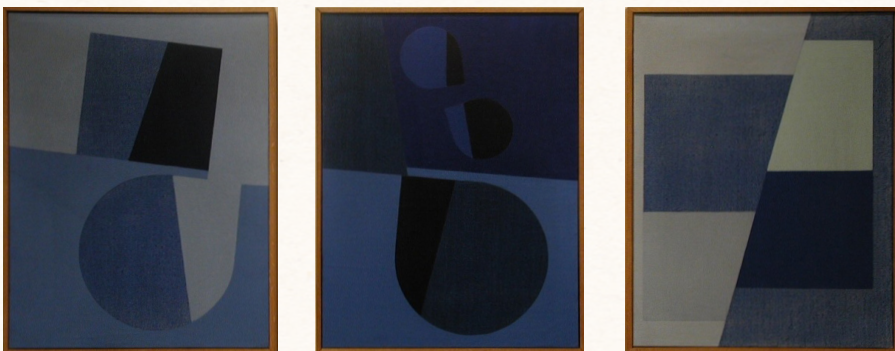
Spejlinger, systemer og matematiske titler

I kunsten og arkitekturen findes der mange eksempler på, hvordan visuelle strukturer bestemmes og dannes af nogle på forhånd valgte matematiske principper. Matematik har direkte påvirket kunsten med konceptuelle værktøjer som linearperspektiv, analysen af symmetri og matematiske objekter som eksempelvis polyeder.

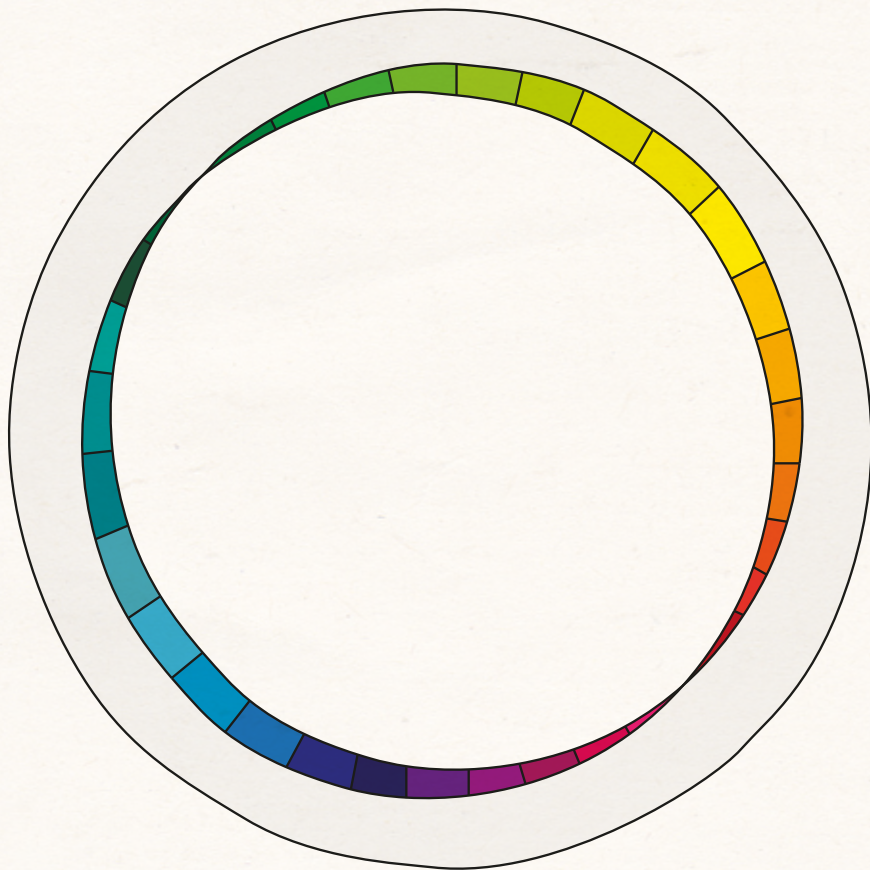
Mange matematiske og geometriske begreber og fænomener gør sig bedst og tydeligst gældende i visuelle former – eksempelvis symmetri og spejlinger. Med *Omgivelser* fra 2007 udfordrer og tester Olafur Eliasson vores perception og oplevelse af virkeligheden. Eliassons kunst har ofte karakter af undersøgelser baseret på naturvidenskabelig research. I værket *Omgivelser*, spejles rummet og beskuerens krop sig i et (næsten) uendeligt symmetrisk mønster.



Ib Geertsens kunst er tæt forbundet med den konkret abstrakte kunst, som brød frem i slutningen af 1940'erne. Som kunstner arbejdede han både med maleri, grafik og skulptur. Udover at Geertsen brugte geometriske former i sine mobiler, arbejdede han også med formerne i sine malerier. Værkserien *Nul + To; En + To; To + To*, fra 1964, viser Geertsens fascination af dråbens form. Med den serielle gentagelse ville han undersøge traditionelle formers mangeartede kombinationsmuligheder. I værket oplever man, at fladerne er inddelt i to felter. Små forskydninger i både form, linje og farve giver billedserien variation og dynamik der – som titlen afslører – har afsæt i en matematisk logik.



Kunstneren Hein Heinsens værker besidder ingen figurative træk. Flere af hans skulpturer er dannet ud fra en matematisk formel og fremstår monotone og serielle. Også hans værk *OR 37* fra 1984 er eksperimentende og forsøger i alt sin enkelthed at slette spor af værkets tilblivelse og i stedet skabe et udtryk, der fremstår som et system.



Regnbuen rundt

Opgave 1

- Find længden på den udvendige omkreds.
- Beregn længden af den indvendige omkreds.
- Beregn rumfanget af rundgangen i *Your Rainbow Panorama*.
- Beregn vægten af glasset i *Your Rainbow Panorama*.
- Find overfladearealet af den inderste side af rundgangen.
- Vis at rumfanget af rundgangen kan beskrives med funktionen

$$R(r) = \pi \cdot h \cdot ((r + b)^2 - r^2)$$

(hvor r er den indre radius og b og h er henholdsvis bredden og højden af gangen)

- Vis at ovenstående udtryk for rumfanget af gangen kan reduceres til

$$R(r) = \pi \cdot h \cdot (b^2 + 2 \cdot b \cdot r)$$

Når man indsætter de faktuelle tal for den indre radius og højden fremkommer et andengradspolynomium som funktion af gangens bredde, b . Tegn grafen for polynomiet og find toppunktet.

- Tegn grafen for polynomiet og find toppunktet.

En tur i regnbuen

Olafur Eliasson (født 1967) er en dansk-islandsk kunstner. Han laver store særprægede installationer og har udstillet i bl.a. Østrig, Tyskland, USA og Frankrig. Olafur har lavet *Your Rainbow Panorama* på toppen af ARoS.

Your Rainbow Panorama består udvendig af 54 stk. glas og indvendig $54 - 2 = 52$ (1 stk. ved elevator og 1 stk. ved trappe). I alt 106 stk. farvede glas.

Hvert glas måler 3m. x 3m. Mellem hvert glas er der en fuger på 1 cm. Indvendig bredde i rundgangen er 3m. Højden er 3,5 m.

Your Rainbow Panorama farvede glas består af 2 x 12 mm hærdet glas sammenlimet omkring farvet folie.

Your Rainbow Panoramas farvede glas repræsenterer i alt 42 farvenuancer.

Massefylden for glas er $2,7 \text{ g/cm}^3$.



Et farvekompas

Opgave 3

Til denne opgave skal I bruge et kompas, passer, lineal, vinkelmåler, farver og tegnepapir.

Med dit kompas skal du en tur rundt i *Your Rainbow Panorama*.

Nord sættes til 0 grader.

- Hvilken farve er der ved 0 grader nord?
- Skriv gradtallet 0 i den rigtige farve på farvecirklen.
- Udfyld farvecirklen med de rigtige grader.
- Tegn ved hjælp af dine tegneredskaber en flot kompasrose. Farverne skal passe med gradtallene fra din farvecirke.
- Gå ind på Google Maps og find ARoS. Forestil dig du står i *Your Rainbow Panorama*. Hvilke gradtal skal du gå for at komme til seværdighederne? Udfyld tabel 3.

Farvecirke der skal udfyldes med gradtal:



Tabel 3

Seværdighed	Grader
Dokk 1	
Aarhus universitet	
Godsbanen	
Aarhus stadion	
Den gamle by	
Vor Frue Kirke	
London	

Mulige og umulige konstruktioner

Opgave 4

Olafur Eliasson ville oprindeligt lade en stor kugle svæve inde i *Your Rainbow Panorama*. Konstruktionen blev dog for tung til at bygningen kunne bære kuglen.

- Tegn en kurve i et koordinatsystem der viser sammenhængen mellem kuglens diameter og kuglens rumfang.
- Hvis man ønskede at rumfanget af kuglen og rumfanget af rundgangen skulle være det samme, hvor stor skulle radius for kuglen så være?
- Hvis man ønskede at kuglen overfladareal og overfladen af den inderste del af rundgangen (se opgave 1) skulle være det samme, hvor stor skulle radius for kuglen så være?



Lys i *Your rainbow panorama*

Opgave 5

Der er i gennemsnit lys i *Your Rainbow Panorama* 10 timer hver dag året rundt. *Your Rainbow Panorama* er fra gulvniveau belyst af 116 stk. 54W neonrør. Hvis man udskiftede neonrørene med LED rør med samme lysstyrke vil man kun bruge 24W pr. rør.

Find på nettet elprisen på 1 kWh.

- Hvad koster det om året at belyse *Your Rainbow Panorama*?
- Hvor mange kr. vil man om året spare ved at udskifte til LED lys?
- Hvad er besparelsen i %?
- Hvad kunne tale for eller imod en udskiftning af neonrørene?

Verdens største dreng

Opgave 6

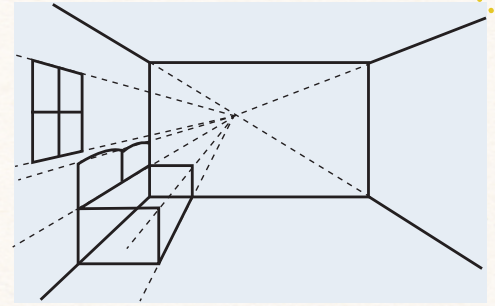
Boy er skabt af Ron Mueck i 1999. Det tog kunstneren otte måneder at nå fra en ca. 40 cm høj model i ler til den nuværende 4,5 meter høje skulptur støbt i glasfiber. Drengen er gennemarbejdet i alle detaljer, så f.eks. hudens overflade forekommer levende, og blodårerne og antræk til kropsbehåring træder tydeligt frem. Den hyperrealistiske stil gør drengen på én gang levende og nærværende men samtidig også fremmed og uvirkelig.

Med *Boy* har Ron Mueck skabt et af hovedværkerne i ARoS' samling af international samtidskunst.

Boy vejer 500kg. *Boys* storetå er 18 cm høj, 29 cm bred og 22 cm dyb! Normalt vil drengen *boy* veje 50 kg.

- Hvad er det vægtmæssige målestoksforhold?
- Find ved hjælp af anatomibøger eller nettet størrelsen af en 15-årig drengs storetå (eller mål storetåen på nogle af de 15-årige drenge du kender).
- Find størrelsesforholdet af *Boy* ved hjælp af storetåen.
- Er der sammenhæng mellem størrelsesforholdet og vægtforholdet?





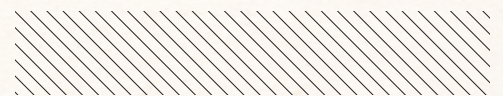
Perspektiv i kunsten

Opgave 7

Perspektivtegning

Find et sted på ARoS, hvor der er et perspektiv med god dybde. Ved hjælp af forsvindingspunkt og horisontlinje skal du tegne en skitse. Tegn hjemme på skolen skitsen færdig og farvelæg.

- Er din perspektivtegning tegnet i frø, fugle eller normalperspektiv?
- Indlæg et koordinatsystem således at origo findes i nedre venstre hjørne på ovenstående figur og koordinaterne for det øverste venstre hjørne og det nederste højre hjørne er henholdsvis $(0,10)$ og $(15,0)$.
- Fortsæt linjerne som udgøres af overgangen mellem gulvet og væggen i både venstre og højre side og find skæringspunktet for disse linjer.
- Gør nu det tilsvarende for linjer som følger ydersiden af loftet. Findes der ét forsvindingspunkt i billedet?



Det guddommelige snit

Opgave 8

Det gyldne snit

Det gyldne snit kendes også som det guddommelige snit. Det er anvendt mange steder i kunsthistorien, bl.a. er der forsket i det af Leonardo da Vinci, der forsøgte at påvise, at det gyldne snit ligger til grund for fx menneskets proportioner. Der findes flere måder hvorpå man kan finde det gyldne snit.

Find ved hjælp af matematik metoder til at finde det gyldne snit.

Find nogle kunstværker fra ARoS. Tag nogle fotokopier og indtegn det gyldne snit.

Hvor stor er ARoS?

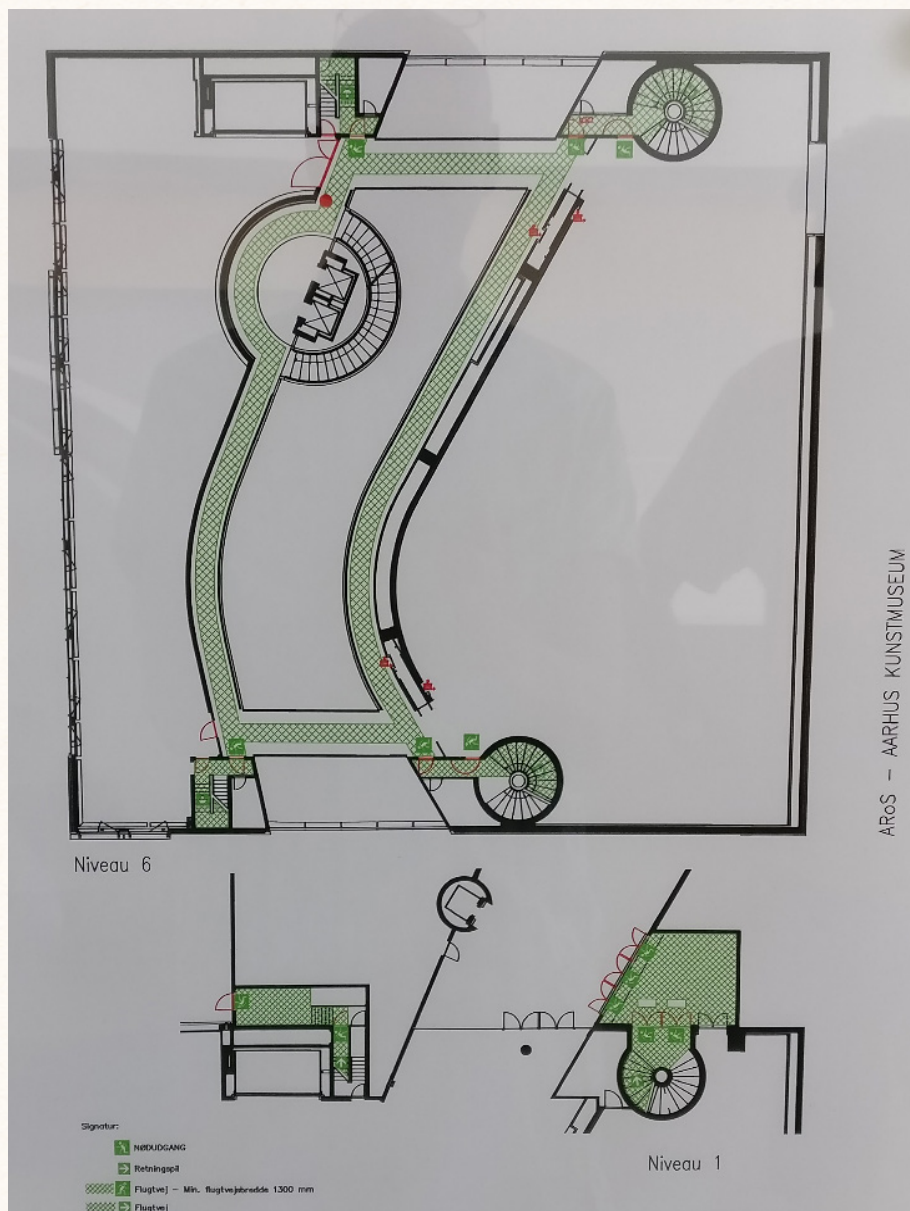
Opgave 9

På tegningen ses en model af niveau 6 på ARoS. Modellen er tegnet i størrelsesforholdet 1:200.

- Mål bredden af en af de gange du ser på modellen og brug din måling til at udregne diameteren af vindeltrappens yderside og inderside.

De enkelte trin er formet som en trapez.

- Tæl antallet af trin mellem to etager, og bredden af den yderste del af et trappetrin.
- Beregn ud fra antallet af trin og længden af den yderste del af hvert trin hvor langt den yderste del af vindeltrappen er. Passer det med de mål du med udgangspunkt i modellen nåede frem til?
- Find afstanden mellem to etager ved at bruge antallet af trin mellem to etager og højden på hvert trin.
- Find afstanden fra gulvet i det plan hvor billetsalget findes og til det plan hvor opgangen til Your Rainbow Panorama findes (pas på, den første etageadskillelse er anderledes end de andre).



ARTIFAKTI

er udarbejdet af Børn & Unge Formidlingen, ARoS

Tekstbearbejdelse: Katrine Sofie Møller Jepsen, Formidlingsassistent Børn & Unge

Layout: dittemunk.dk

Matematikopgaver: Henrik Emil Seieren og Jesper Nymann, undervisere.

Yderligere information

Museet har så vidt det har været muligt, afklaret alle de ophavsretlige krediteringer af billedmateriale anvendt i dette undervisningsmateriale.

Har du spørgsmål til materialet – eller ønsker råd og vejledning om brug af udstillingen i undervisningssammenhæng, er du altid velkommen til at kontakte os:

Formidlingsafdelingen på ARoS
ARoS Allé 2 | DK-8000
Tlf: 87306644 eller vol@ARoS.dk

ARTi
FAKTI

KUNST & MATEMATIK

på tværs af verdner

UNDERSVINGSMATERIALE



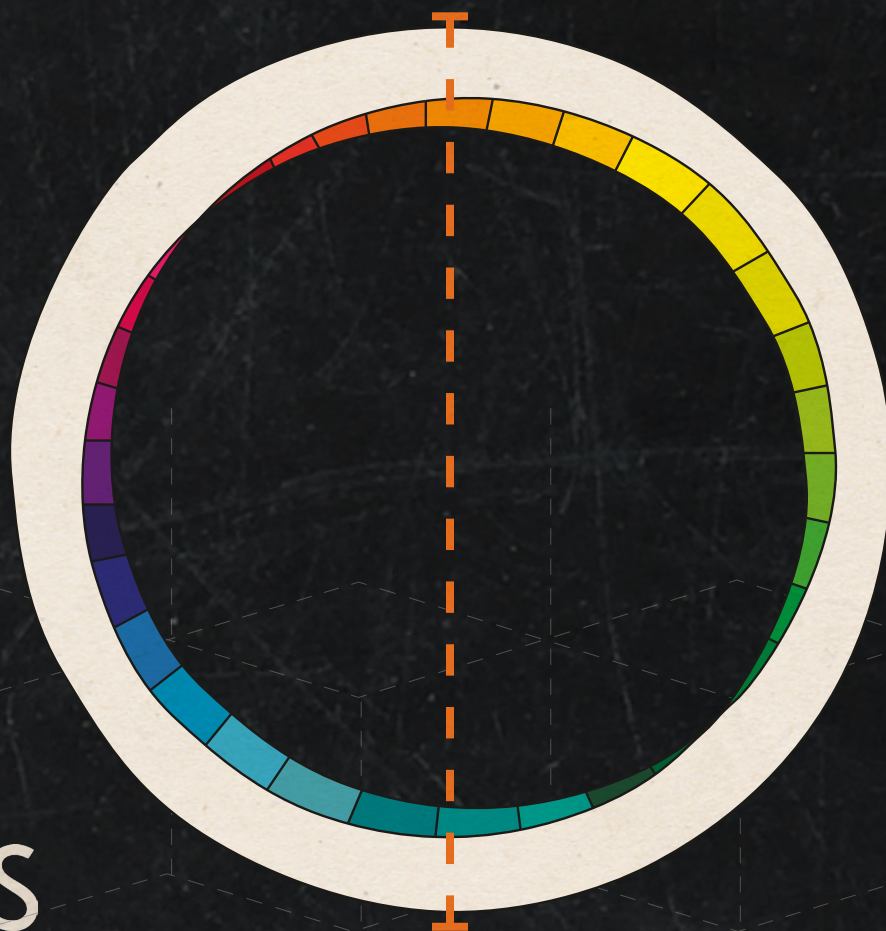
ARoS

ARTi
FAKTi

KUNST & MATEMATIK

på tværs af verdner

UNDERSVINGSMATERIALE



ARoS