

Geometri & Algoritmer



VIDENSKABSKLUBBEN

Titel	Geometri og Algoritmer – En Redningsmission
Forfattere	Kasper Green Larsen, Niels Martin Møller, Veronika M. Postgaard, Freja Elbro
Bidragydere	Grethe Terkelsen, Dorthe Rossing Pedersen, Lior Kamma, Sofus Gerlow Tornbjerg, Mads Brynnum, Henning Grubb Basbølle
Redaktion	Videnskabsklubben
Illustration til omslag	Signe Søndergaard Bay
Billeder	Kasper Green Larsen, Niels Martin Møller, Veronika M. Postgaard, Dan Asaki, Dobromir Hristov, Gerd Altmann, Pixabay, Red Zeppelin
Spil	Det tilhørende spil ”Redningsmissionen” er udviklet af Copenhagen Game Lab, Bredgade 36C, 1260 København
Tak til	Caroline Bøiehøj Østergaard, Christiane Elisabeth Steen, Lukas Kvisgaard Andersen og Erik Bregnsbo (Virum Gymnasium) samt elever fra Hummeltofteskolen for hjælp til test af programmet.
Version	3. udgave
Udgivelsesdato	April 2024
Sted	Videnskabsklubben Fæstningens Materialgård Frederiksholms Kanal 30, bygning 4, 1. sal. 1220 København K CVR DK 3855 6363
Sideantal	148
Layout	Hofdamerne, Lea Rathnov

Kopiering af nærværende undervisningsmateriale må kun forekomme efter forudgående aftale med Videnskabsklubben.

Denne udgave er støttet af Novo Nordisk Fonden

novonordiskfonden



Because as it retraces

1) results from $0 \leq \theta \leq \pi$

2) results from $\pi \leq \theta \leq 2\pi$

note $r = 2(V_2 - V_1)$

$r = \sin \theta$

θ	r
$7\pi/6$	$-1/2$
$4\pi/3$	$-\sqrt{3}/2$

$y = A + B \cos 2x$

$\pi/6 \rightarrow 1/2$

$\pi/3 \rightarrow \sqrt{3}/2$

when $x = 0$

$3 = A + B \cos 0$

$3 = A + B$

begin when x end π

$5 = A + B$

$5 = A - B$

$r = \cos \theta \leq \cos \theta$

$5 = A - B$

Indholdsfortegnelse

Introduktion til programmet	5
Verdensmålene og programmet	6
Programmets struktur	7
Tips, tricks – og vigtig info	10
Spilmanual til Redningsmissionen	11
DAG 1: Geodæter	18
Dagens historie og dagens tre missioner	18
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	22
Detaljeret gennemgang af dagens program	24
Samling om spillepladen	25
Mission 1: Geodæter på keglen og cylinderen	26
Mission 2: Geodæter på terningen	28
Mission 3: Geodæter på kuglen	30
Tid til refleksion	31
Samling om spillepladen	31
DAG 2: Det mest effektive netværk	34
Dagens historie og dagens tre missioner	34
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	38
Detaljeret gennemgang af dagens program	46
Samling om spillepladen	46
Mission 1: Forbind byerne i Nigeria	47
Mission 2: Forbind byerne i Kina – med forhindringer	50
Mission 3: Forbind byerne i Sydamerika	53
Tid til refleksion	54
Samling om spillepladen	54
DAG 3: Bredde først søgning	56
Dagens historie og dagens tre missioner	56
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	60
Detaljeret gennemgang af dagens program	64
Samling om spillepladen	64
Mission 1: Find den korteste vej ud af labyrinten	64
Mission 2: Find den korteste vej til et redningshold	66
Mission 3: Find ud af labyrinten og undgå giftig røg	68
Tid til refleksion	70
Samling om spillepladen	70
DAG 4: Binær søgning	72
Dagens historie og dagens tre missioner	72
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	76
Detaljeret gennemgang af dagens program	85
Samling om spillepladen	85

Mission 1: Binær søgning	85
Mission 2: Selektionssortering	87
Mission 3: Flettesortering	88
Tid til refleksion	89
Samling om spillepladen	89
DAG 5: Mindste areal og korteste veje	92
Dagens historie og dagens tre missioner	92
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	96
Detaljeret gennemgang af dagens program	100
Samling om spillepladen	100
Mission 1: Overfladespænding I sæbebobler	100
Mission 2 : Korteste vej ifølge sæbebobler	102
Mission 3: Sæbeboblernes regler for korteste vej	104
Tid til refleksion	106
Samling om spillepladen	106
DAG 6: Bin Packing og grådige algoritmer	108
Dagens historie og dagens tre missioner	108
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	112
Detaljeret gennemgang af dagens program	115
Samling om spillepladen	115
Mission 1: Pakning af forsyninger	115
Mission 2: Mere pakning af forsyninger	117
Mission 3: Pakning som et avanceret puslespil	119
Tid til refleksion	121
Samling om spillepladen	121
DAG 7: Afbøjning af lys	124
Dagens historie og dagens tre missioner	124
Baggrund – Bliv klædt på til at besvare miniforskernes spørgsmål	128
Detaljeret gennemgang af dagens program	131
Samling om spillepladen	131
Mission 1: Blyant i vand	132
Mission 2: Lysets rejse	133
Mission 3: Laserlysets brydning i prizmer	134
Tid til refleksion	137
Samling om spillepladen	137
Tak for i år!	137
Ordliste	140
Noter	144

Kære junior- og seniormentorer

Velkommen til Videnskabsklubben.

I skal i den kommende tid være mentorer for elever, der er yngre end jer selv. Dem kalder vi miniforskere. I skal undervise, vejlede og inspirere miniforskerne. I skal ved hjælp af dette program sammen tilrettelægge undervisningen og hjælpe de yngre elever til at forstå meget af den spændende viden, der gemmer sig i Geometri og Algoritmer

Der vil løbende i teksten være ord, der er markeret med fed, det betyder, at ordet står nærmere forklaret i ordlisten bagerst i programmet, i alfabetisk rækkefølge.

I kan altid skrive til Videnskabsklubben, hvis I har spørgsmål til programmet.

God fornøjelse!

Mange hilsner fra Videnskabsklubben

info@videnskabsklubben.dk
www.videnskabsklubben.dk

INTRODUKTION TIL PROGRAMMET

Med dette program ønsker vi at introducere miniforskerne til nogle af de spændende sider af matematikken og datalogien. Mere specifikt inden for den gren af matematikken – geometri – som handler om rumlige former, og inden for den gren af datalogien – algoritmer – som kan betegnes som opskrifter på problemløsning via instrukser i flere trin.

Vi vil gerne give jer og miniforskerne en forståelse af matematik og datalogi som åbne og kreative videnskaber i stadig udvikling, der ikke blot handler om at nå frem til ja-/nej-svar og gamle, abstrakte teorier, men som lægger op til at prøve sig frem i en konkret verden, eksperimentere og undersøge ting sammen.

Miniforskerne skal måle, klippe-klistre, opstille hypoteser og eksperimentere. De skal turde prøve forskellige løsninger af, og så skal de få en fornemmelse af, at matematik og algoritmer kan være med til at løse mange af de problemer, som vi støder på i hverdagen og i samfundet generelt.

For at øge motivationen og nysgerrigheden hos miniforskerne er opgaver og aktiviteter knyttet sammen med det til Videnskabsklubben særligt udviklede spil ”Redningsmissionen”, som sætter rammefortællingen for hele forløbet. I spillet er I sammen et forsker-redningshold, som skal redde Jorden fra katastrofer.

I løbet af de syv uger i Videnskabsklubben med ”Geometri og Algoritmer” stifter miniforskerne bekendtskab med:

- Korteste veje på krumme flader og sammenhæng med retvisende landkort.
- Geometrien for de korteste og hurtigste veje for lysstråler på krumme flader og andre interessante optiske fænomener.
- Hvad algoritmer er, og hvordan de kan hjælpe os med at løse vigtige problemstillinger.

Temaer for de 7 dage

Dag 1 – Geodæter

Dag 2 – Det mest effektive netværk

Dag 3 – Bredde først søgning

Dag 4 – Binær søgning og sortering

Dag 5 – Mindste areal og korteste veje

Dag 6 – Bin packing og grådige algoritmer

Dag 7 – Afbøjning af lys

VERDENSMÅLENE OG PROGRAMMET

I Videnskabsklubben påtager vi os ansvar for klodens og kommende generationers fremtid. Derfor bakker vi selvfølgelig op om **FNs Verdensmål** og forsøger så vidt muligt at tænke dem ind i alle vores aktiviteter. Særligt Verdensmål nummer 4 – ”Kvalitetsuddannelse” – går igen i alle vores aktiviteter. Videnskabsklubben bidrager til at uddanne børn og unge med både viden og tro på, at de selv kan være med til at skabe en bedre verden.

Kloten står over for store, globale udfordringer: Et stigende befolkningstal øger presset på Jordens ressourcer, og menneskeskabte klimaforandringer kræver samfundsmæssige tilpasninger og ændrer livsbetingelser for planter, dyr og mennesker. Biodiversitetskrisen er reel. Dertil kommer, at fake news og faktaresistens trives i stor stil verden over.

Videnskabsklubben ønsker en fremtid, hvor danske børn og unge med et solidt vidensgrundlag og kritisk tænkning kan føle sig klædt på til at bidrage med at løfte ansvaret for en bæredygtig fremtid for alle. Det kræver, at de forstår, hvordan ny viden bliver til, så de som medborgere kan være med til at træffe bæredygtige beslutninger. Det er en væsentlig del af den almene dannelse i et moderne, demokratisk samfund at forstå naturvidenskaben, den videnskabelige metode og kritisk tænkning.

Videnskabsklubben er med til at sikre, at alle, uanset køn, uddannelse, etnisk oprindelse, tro, handicap, social baggrund osv., har mulighed for at tilegne sig den viden og de færdigheder, som er nødvendig for at fremme en bæredygtig udvikling.



PROGRAMMETS STRUKTUR

Nedenstående er en kort gennemgang af de vigtigste overskrifter i programmet og hvilket indhold, de dækker over. Overskrifterne vil gå igen på alle syv dage i programmet og vil under hver dag blive udfoldet.

Om denne dag

Her står kort beskrevet, hvad dagen omhandler og hvilke delelementer dagen består af.

Dagens mål

Her står listet, hvad miniforskerne skal have lært ved dagens afslutning.

Dagens historie

Her præsenteres dagens historie.

Dagens tre missioner

Præsentation af de tre missioner, som miniforskerne skal løse.

Program for dagen

Oversigt over dagens indhold med forventet tidsforbrug for de enkelte delelementer.

Mentorernes forberedelse før klubben begynder

Her står beskrevet hvilke ting, I som mentorer skal have forberedt på forhånd inden dagens videnskabsklub begynder. Først og fremmest skal I have aftalt en rollefordeling imellem jer i forbindelse med det faglige indhold, herunder præsentationer og aktiviteter.

Præsentationerne, som findes på www.videnskabsklubben.dk og står beskrevet her i manualen skal være set og læst på forhånd, så I ved, hvad der skal gennemgås. Derudover kan der være mindre indkøb af materialer eller ingredienser til aktiviteter.

HUSK altid at købe snacks til miniforskerne!

Der kan også være opsætninger af mentorstyrede aktiviteter, som skal forberedes. Bemærk at denne forberedelse er helt afgørende for overhovedet at kunne afholde dagens program, og det er vigtigt, at I afsætter tid nok.

Det er seniormentorernes ansvar at fordele roller og ansvarsområder og at fordelingen for så vidt muligt afspejler ønsker og interesser blandt alle mentorerne. Det er alle mentoreres ansvar at overholde aftalerne. Husk derfor også at melde sygdom eller andet fravær til hinanden!

Forslag til juniormentoropgaver

Her listes de opgaver, som juniormentorerne med fordel kan påtage sig. Det er frivilligt, om I, i jeres mentorgruppe, vælger at følge denne arbejdsfordeling. Måske har juniormentorerne i jeres gruppe andre ønsker. Det er ment som hjælp og inspiration. Selv om juniormentorer får tildelt en specifik opgave kan de sagtens hjælpe til med andre opgaver også. Hvis I ikke har nogle juniormentorer i gruppen, fordeles disse opgaver blandt seniormentorerne.

Nødvendige materialer

Dette skema giver et vigtigt overblik over de materialer og ingredienser, som skal bruges på dagen og hvornår. De fleste materialer medfølger i Videnskabsklubbens materialekasse, enkelte ting skal dog indkøbes eller klargøres på forhånd. Hvis I skal indkøbe ting på forhånd, så vil det stå udspecificeret.

Baggrund – bliv klædt på til at kunne svare på miniforskernes spørgsmål

Et indledende teoretisk afsnit om dagens tema målrettet jer mentorer. Det giver jer en indsigt i det teoretiske indhold, der skal gennemgås for miniforskerne, men det rækker også ud over det og sikrer, at I er godt klædt på rent fagligt til at kunne svare på miniforskernes mange nysgerrige spørgsmål. Baggrundsafsnittet er således også jeres indgang til mere viden om emnet.

Detaljeret gennemgang af dagens program

En detaljeret beskrivelse af dagens indhold.

Samling om spillepladen

Med undtagelse af dag 1 så starter I altid undervisningen rundt om spillepladen for Redningsmissionen – både mentorer og miniforskere – hvor I spiller spillet.

Hver dag slutter med, at I alle igen samles rundt om spillepladen, hvor I spiller Redningsmissionen.

Introduktion

Her introducerer I miniforskerne for den teori, som de skal anvende for at kunne løse dagens missioner.

Missioner

Miniforskerne arbejder med at løse missionerne fordelt ved tre borde med fire miniforskere ved hvert bord.

Pause

Pauserne er på 10 minutter, hvor der er tid til lidt snacks, og man kan snakke om løst og fast eller bare strække benene. Pausen skal også bruges på toiletbesøg, da der ikke er meget tid til at holde pause i resten af programmet.

Tid til refleksion

Her reflekterer I sammen med miniforskerne over dagens emne, og hvad de har lært.

TIPS OG TRICKS – OG VIGTIG INFO

Indret rummet

Det betyder meget for stemningen i Videnskabsklubben, at det rum, I mødes i, er et rart sted. I får stillet et klasselokale til rådighed. Skub eventuelt de borde og stole, I ikke bruger, lidt til side. Det gælder om at skabe en hyggelig klubstemning, som gerne er lidt anderledes end et almindeligt klasselokale.

I lokalet skal I helst kunne stille borde og stole i tre små øer, så hver gruppe á fire miniforskere kan sidde ved sit eget bord. Spillepladen skal placeres på et bord for sig selv, hvor der er plads til, at hele klubben kan samles omkring den.

Husk at stille alt på plads, som det stod, når dagen er forbi. Når dagen er forbi, skal I huske at stille alt på plads, som det stod, da I kom. Få eventuelt nogle af miniforskerne til at hjælpe med dette.

Gruppedannelse

Når miniforskerne skal arbejde i grupper, må I gerne forsøge at blande kønnene, så der ikke er grupper, som kun består af enten drenge eller piger. Dette vil dog ikke altid være muligt. Det er vigtigt, at I som mentorer har fokus på, at grupperne fungerer, og at I forsøger at løse eventuelle problemer, hvis nogle gruppemedlemmer ikke kommer godt ud af det med hinanden. Hvis dette ikke er muligt, kan I være nødt til at bytte rundt på miniforskerne for at få nogle bedre grupper.

Om telefoner

Som udgangspunkt skal miniforskernes telefoner blive i deres tasker, når Videnskabsklubben er i gang, ligesom man typisk gør i skolen. For jer mentorer er det også god stil så vidt muligt at lade jeres telefoner blive i tasken, men I må selvfølgelig gerne bruge dem til for eksempel at holde øje med tiden eller i forbindelse med enkelte øvelser.

Om computere

Miniforskerne skal ikke bruge computere eller tablets i dette program. I mentorer får brug for én computer til at vise PowerPoints. Find ud af indbyrdes, hvem der stiller sin computer til rådighed, og sørg på forhånd for at tjekke, om teknikken virker. Tjek, at projektoren virker, og at der kan sættes lyd på, hvis der skal vises film. Det er også en god idé at slå notifikationer fra, når en af jer låner sin computer ud, så det ikke forstyrrer undervejs.

SPILMANUAL TIL REDNINGSMISSIONEN

Læs denne spilmanual inden første dag i Videnskabsklubben. Hver dag kan I støtte jer op ad spilmanualen, når I agerer spil-ledere i starten og ved slutningen af klubben. Sammen med spillet ligger der en spilmanual til miniforskerne, men den er ikke så detaljeret som denne, da I som spil-ledere har behov for flere informationer, end miniforskerne har.



Baggrundshistorien

I er et hold af udvalgte forskere, som er blevet samlet i et internationalt team, der skal redde Jorden fra en kosmisk katastrofe.

I et nærliggende solsystem er en stjerne eksploderet i en kæmpe **supernova**, der har slynget gasser, støv og asteroider ud i verdensrummet. Denne **chokbølge** af supernova-rester er nu på vej mod Jorden, og den er fyldt med store stykker fra stjernens kerne, som kommer til at ramme Jorden som meteornedslag. Det vil forårsage kæmpe ødelæggelser. Desuden indeholder chokbølgen en sky af radioaktivt og magnetisk støv, som vil medføre giftigt radioaktivt nedfald, forstyrre magnetfelter og ødelægge vores satellitter og elektroniske systemer.

Fra vores kommandocentral et sted i Danmark skal I lede indsatsen. I får også hjælp fra andre forskere verden over og sammen skal I gøre menneskeheden i stand til at klare denne kosmiske krise.

Det bliver jeres ansvar at planlægge og koordinere den globale redningsindsats, når katastroferne rammer. Men endnu vigtigere skal I stå i spidsen for udviklingen af et forsvar mod supernova-chokbølgen. Kun med et effektivt forsvar vil Jorden kunne overleve, og alles øjne er rettet mod jer!

Redningsmissionsspillet består af følgende spilkomponenter

- 1 spilleplade
- 2 markører: Én hvid og én gul
- 12 katastrofekort
- 10 katastrofebrikker (meteornedslag)
- 6 brikker med sensorstationer
- 21 missionskort
- Spilmanual

Sådan spiller I spillet

Miniforskerne har reddet Jorden, når de kommer op på det første mørkegrønne felt på det grønne track. Hver spilgang består af følgende trin.

1: Opsætning af spillepladen

- I starter dagen med at samles om spillepladen.
- Sæt den gule og hvide markør som de stod, da I afsluttede sidste spil (se punkt 7. Dokumentér). Til første spilgang starter de begge på nul.
 - Placer katastrofebrikker og sensorstationer på kortet, som de lå sidste gang. Den første spilgang skal der lægges et meteornedslag på Europa.
 - Læg de tre missionskort for den givne spilgang på pladen (der står en verdensdel på missionskortene). Læg dem med forsiden opad.

2: Introduktion til dagens historie og missionerne

I sætter scenen for dagen for miniforskerne gennem storytelling. Hver dag har en historie og tre missioner, som skal læses højt for miniforskerne.

3: Meteornedslag påvirker Jorden

I denne fase sker der dårlige ting i spillet. Først stiger intensiteten af meteornedslag, hvilket vises med markøren på det gule track. Den gule markør flytter sig 2 ryk op ad tracket hver spilgang. Bemærk dog, at markøren flytter sig 3 felter den første undervisningsgang.

Træk så et katastrofekort for hvert kranie, den gule markør er på eller har passeret. Læs det højt og læg en katastrofebrik på det viste område. En meteor er slået ned.

Placér de katastrofekort, I har trukket, under bunken med bagsiden opad, så I nemt kan se, når bunken er brugt og skal blandes igen. Hvis I løber tør for katastrofebrikker, så træk ikke flere kort.

4: Løsning af missioner

I præsenterer nu den teori, som miniforskerne skal bruge for at kunne løse dagens missioner. Herefter løser miniforskerne missionerne i tre grupper á fire personer. I fordeler jer også i de tre grupper og hjælper miniforskerne.

5: Uddel stjerner

Efter miniforskerne har løst missionerne, skal de igen samles om spillepladen. Nu skal I uddelte stjerner på baggrund af gruppernes arbejde med at løse missioner.

Stjerner tildeles som udgangspunkt således:

- Alle grupper har klaret én mission: 2 stjerner
- Alle grupper har klaret to missioner: 2 stjerner
- Alle grupper har klaret tre missioner: 1 stjerne

Længden på missionerne er udviklet således, at alle grupper bør kunne nå alle tre missioner hver gang, men det er ikke sikkert, at de når det. Og hvis de ikke når det, så kan I mentorer hjælpe med at give points via achievements.

Som mentorer har I nemlig mulighed for at give miniforskerne ekstra stjerner for særlige achievements, hvis der er behov for det. Achievement skal primært uddeles, hvis miniforskerne er bagud på point, enten fordi de ikke har klaret alle missioner, eller fordi der ligger mange katastrofebrikker på missionsfelterne. Hver af nedenstående achievement giver én ekstra stjerne:

Myre achievement

Gives, hvis miniforskerne var særligt gode til at samarbejde.

Papegoje achievement

Gives, hvis miniforskerne stillede særligt gode spørgsmål.

Ugle achievement

Gives, hvis miniforskerne fandt på en særligt god idé.

Når I har uddelt stjerner for løsning af missioner og achievements, så tæl antallet af katastrofebrikker på missionsfelterne – altså de verdensdele, hvor der ligger et missionskort. Træk så stjerner fra efter nedenstående tabel:

0 katastrofebrikker	Ingen effekt
1 katastrofebrik	- 1 stjerne
2-3 katastrofebrikker	- 2 stjerner
4-5 katastrofebrikker	- 3 stjerner
6+ katastrofebrikker	- 4 stjerner
Er alle katastrofebrikker på pladen?	- 1 stjerne

Resultatet skal være, at miniforskerne i gennemsnit ender med 3 eller 4 stjerner for hver spilgang for at nå i mål på den sidste gang. Dette skal I mentorer have in mente, når I uddeler stjerner.

Eksempel: Alle grupperne har klaret tre missioner. Det giver dem fem stjerner. Der ligger i alt tre katastrofebrikker på de tre missionsfelter, så miniforskerne ender med at have 3 stjerner i alt at bruge i næste trin.

6: Brug stjerner

Miniforskerne skal nu bruge stjernerne til at træffe nogle valg på spillepladen. De skal blive enige om som hold, hvad de vil gøre. Hvis I fornemmer, at nogle “putter” sig, så inddrag dem i samtalen om, hvad der skal gøres.

Her skal I mentorer være opmærksomme spil-ledere, da I skal være forudseende i forhold til, om miniforskernes valg vil betyde, at de enten vinder før sidste undervisningsgang, eller at de vil få svært ved at nå i mål.

Vend alle missionskortene. På bagsiden står der, hvad miniforskerne kan gøre i denne spilgang. Alle handlingerne er skitseret nedenfor, men bemærk, at nogle handlinger først kommer i senere runder.

Alle handlinger koster én stjerne at udføre:

1. Ryk et felt frem på det grønne track	Handlingen må købes flere gange per spilgang.
2. Fjern alle katastrofebrikker på en valgfri verdensdel	Handlingen må kun købes én gang per spilgang.
3. Placér en sensorstation på en valgfri verdensdel	Handlingen må kun købes én gang per spilgang. Sensorstationer gør, at I hver spilgang fra nu af må ignorere det første meteornedslag (katastrofebrik), der skal placeres på denne verdensdel.
4. Ryk fire felter tilbage på det gule track	Handlingen må kun købes én gang per spilgang.

7: Dokumentér

Tag et billede af brættet, så I kan stille det op på samme måde næste gang. Husk at notere, om I har en sensorstation, som I kan bruge næste gang. Put en elastik rundt om katastrofekortene, så de ikke blandes mellem spilgangene.

Balancering

Som mentorer skal I sørge for, at spillet er spændende, samtidig med at det føles lidt svært, men også at miniforskerne vinder på den sidste undervisningsgang.

I den første spilgang skal miniforskerne helst ende på tre stjerner, efter I har trukket fra for katastrofer. Senere skal de typisk ende på fire i snit. Det vil sige, at I nogle gange godt kan give dem stjerner, forudsat at der er mange katastrofer på missionsfelterne.

Er miniforskerne langt oppe på tracket efter spilgang 4, så giv dem færre stjerner i spilgang 5 og 6, så de måske ender med kun at have tre stjerner at bruge.

I spilgang 6 skal miniforskerne have stjerner nok til, at de som minimum kan nå op på det sidste lyse felt på tracket. De må gerne have så mange stjerner at de – hvis de slet ikke fjerner katastrofer – når op på det første grønne felt.

Hvis miniforskerne blæser op ad det grønne track, så mind dem om, at for mange katastrofer kan gøre de får for lidt stjerner senere. Men I kan også tale om katastroferne som historier – altså at de ved at “rydde op” i dem måske gør livet bedre for de berørte mennesker. Det er ikke et krav, at de skal fjerne katastrofer, men måske er det en god historie, at de gør det.

Miniforskerne kan med fordel sætte sensorstationer op i starten af forløbet, da de så vil kunne nå at virke flest mulig gange – særligt på de kontinenter, hvor der endnu ikke har været katastrofer. Hen mod slutningen af forløbet er det ikke et godt valg.

Det er en god idé at rykke den gule markør fire felter ned, når dette er en mulighed, da der således ikke kommer så mange katastrofebrikker, som skal fratrækkes point.



Dag 1

GEODÆTER

Om denne dag

I dag skal I byde miniforskerne velkommen for første gang. Miniforskerne skal informeres om Videnskabsklubben og de planlagte aktiviteter. De skal for første gang høre om spillet Redningsmissionen, som skal lede dem gennem de næste 7 uger, og hvor de undervejs skal løse en masse spændende missioner ved at anvende Geometri og Algoritmer.

Miniforskerne skal i dag arbejde med forskellige geometriske figurer. De skal trække streger og finde de korteste veje på forskellige flader. Gennem dagens missioner lærer de om geodætiske kurver, i daglig tale kaldet geodæter (selvom det egentlig er betegnelsen for personer, som måler korteste veje) og korteste linjer på forskellige overflader.

Dagens mål

Når dagen er slut, har miniforskerne:

- Lært hinanden og mentorerne at kende.
- Aftalt klubbens regler.
- Lært, at geodætiske kurver i den flade plan er rette linjer.
- Lært, at de korteste veje (geodæter) på jordoverfladen går langs storcirkler (ækvatorer).
- Lært, om korteste afstande på andre overflader, for eksempel kegler og kuber.

DAGENS HISTORIE

Jorden er på vej ind chokbølgen, en sky af støv og rester fra supernova-eksplosionen! Allerede nu er vores eksisterende satellitter begyndt at blive ustabile, og de vil snart holde op med at virke.

Vi har brug for en ny type satellit, der kan fungere under de nye forhold i Jordens atmosfære.

Vi har fået designet en ny, rund satellittype, hvis komponenter skal bygges på specialiserede laboratorier rundt om i verden. Vi mangler blot at producere et ultrahøjteknologisk **nanokabel**, der kan fungere under de nye barske forhold i rummet over os. Kablet kræver et sjældent mineral, som vi kun har meget lidt af på Jorden, så vi skal være meget præcise med, hvor meget vi producerer til hver enkelt satellit.

Når det hele er klar, skal satellitterne samles ved vores raket-opsendingsanlæg i Sydafrika og sendes i kredsløb hurtigst muligt.

DAGENS TRE MISSIONER

Mission 1: Europa

Prototyperne på de nye satellitter nåede aldrig frem fra Europa til nanolaboratoriet i Australien, fordi flyet blev tvunget ned af en elektromagnetisk storm. Laboratoriet har derfor kun adgang til tegningerne af de satellitkomponenter (en kegle og en cylinder), som kablerne skal monteres på.

Hvor lange kabelstykker skal laboratoriet producere, for at de er den helt rigtige længde?

Mission 2: Oceanien

En anden komponent inde i de runde nye satellitter er en kube, der skal bygges på laboratoriet i Sydney. Kuben kan først blive samlet inde i satellitten, når den er i kredsløb, og skal derfor sendes op i udfoldet tilstand. Nanokablet skal altså monteres på en kube, der er ”foldet ud”.

Hvor langt skal kablet være, så det ikke knækker eller sidder løst, når kubens samles i satellitten?

Mission 3: Afrika

Vores eksisterende satellitter er begyndt at bryde sammen, og GPS-systemet er gået ned! Vi skal have fragtet vores satellitkomponenter fra Sydney i Australien til Cape Town i Sydafrika, og det skal gå hurtigt. Folkene i Sydney har forslået tre forskellige ruter, piloterne kan følge uden at bruge satellitbaserede navigationssystemer.

Hvilken af de tre ruter er hurtigst?

Program for dagen	Minutter	Tid	Formål
Velkommen til Videnskabsklubben og til programmet om Geometri og Algoritmer	5	0:05	Skabe god stemning ved at hilse pænt på alle. Give miniforskerne en overordnet introduktion til programmet, til Videnskabsklubben og til hinanden
Samling om spillepladen	10	0:15	Høre dagens missioner
Introduktion	5	0:20	
Mission 1: Geodæter på keglen og cylinderen	15	0:35	Lære om geodæter i planen, på keglen og på cylinderen
PAUSE	10	0:45	
Mission 2: Geodæter på terningen	15	1:00	Lære om geodæter på kantede overflader som en terning
Mission 3: Geodæter på kuglen	15	1:15	Lære om geodæter på kugleoverflader
Tid til refleksion	5	1:20	Reflektere over dagens læring
Samling om spillepladen	10	1:30	Bruge stjerner og udføre handlinger

Mentorernes forberedelse før klubben begynder

- Aftal på mentorholdet, hvem af jer der tager ansvar for hvilke dele af dagen, og sørg for at I alle er forberedte. De af jer, der skal præsentere eller stå for Redningsmissionen, skal huske at læse beskrivelser og spilmanual og se præsentationer igennem.
- Gør rummet klar – der skal stilles borde og stole frem til tre grupper á fire miniforskere.
- Sæt spillepladen op – det skal være et sted, hvor hele holdet kan samles om spillepladen.
- Kontroller, at der er nok materialer til aktiviteterne.
- Gør teknikken klar: Hver gang skal der være en computer til at vise en PowerPoint-præsentation
- Pust tre badebolde op.

Indkøb

Snacks til alle OBS! Vær opmærksom på eventuelle allergier

Forslag til juniormentoropgaver

- Køb snacks.
- Leg en navneleg i introduktionen.
- Sæt spillepladen op.
- Uddel materialer og hjælp en af grupperne med at løse dagens missioner (evt. sammen med en seniormentor).

Nødvendige materialer

Programdel	Pr. klub	Pr. gruppe (4 pers.)	Pr. gruppe (2 pers.)	Pr. miniforsker
Samling om spillepladen	Redningsmissionen			
Introduktion	PowerPoint præsentation			
Mission 1: Geodæter på keglen og cylinderen			1 opslagstavle Tegnestifter 1 A4 print af planen 1 A4 print af keglen 1 A4 print af cylinderen 1 saks 2 blyanter 1 garnnøgle 1 malertape 1 lineal 1 viskelæder	
Pause	Snacks til alle			
Mission 2: Geodæter på terningen			1 A4 print af en udslået terning 1 saks 2 blyanter 1 garnnøgle 1 malertape 1 lineal 1 viskelæder	
Mission 3: Geodæter på kuglen		Badebold-globus	1 A4 print med ruter mellem byer 1 saks 2 blyanter 1 garnnøgle 1 viskelæder	
Tid til refleksion				
Samling om spillepladen	Redningsmissionen			

BAGGRUND: GEODÆTER

– BLIV KLÆDT PÅ TIL AT KUNNE SVARE PÅ MINIFORSKERNES SPØRGSMÅL

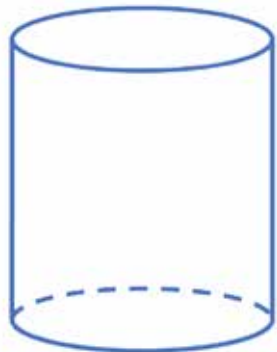
Korteste veje – Geodætiske kurver

I dag skal miniforskerne undersøge geodætiske kurver på forskellige overflader. En geodætisk kurve er den korteste vej fra ét punkt til et andet på en given overflade. I planen, altså på en flad overflade, vil en geodætisk kurve altså være en ret linje. Miniforskerne skal undersøge forskelle mellem geodætiske kurver i planen, på kuglen, keglen, cylinderen og terningen.

Geometriske figurer



Kuglen beskrives bedst som en slags ”tredimensionel cirkel”. Det er en rumgeometrisk figur (altså en geometrisk figur i 3D), som alle steder på overfladen har samme afstand ind til centrum, ligesom en cirkel i planen alle steder har samme afstand til centrum. Bemærk, at det kun er overfladen af kuglen, ikke ”indmaden”, vi vil tale om.



Cylinderen (igen ser vi på overfladen, uden ”indmad”) er en rumgeometrisk figur, som kan konstrueres ud fra et rektangel ved at folde det. I hver ende af cylinderen findes en cirkel. Nogle eksempler på cylindere, vi alle kender, er rør, glas og dåser. Til det, som miniforskerne skal bruge cylinderen til i dag, er det netop vigtigt, at man kan lave cylinderen af et fladt stykke papir (et rektangel) uden at strække eller sammentrykke papiret.

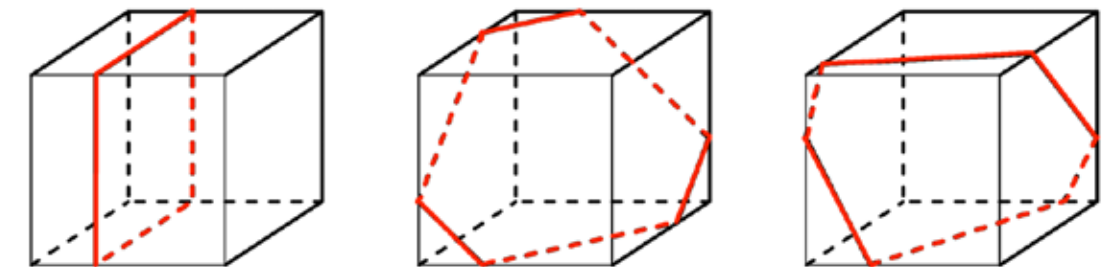


Keglens overflade (uden ”indmad”) er ligesom cylinderen en rumgeometrisk figur, som kan konstrueres ved at folde et fladt stykke papir uden at strække eller sammentrykke. Keglen kan foldes af et cirkelformet stykke papir.

Det hovedprincip, vi nu gør brug af, er, at afstandene målt inde i de foldede flader er de samme afstande, som målt mellem tilsvarende punkter på fladt papir, fordi vi ikke strækker eller maser papiret, når vi folder. Så de korteste veje på fladerne, når de er foldet, kan studeres blot ved at se på korteste veje i planen, før man folder, som jo blot er de velkendte rette linjer!

Miniforskerne vil opdage, at når man for eksempel flyver i en lige linje på en kugleoverflade, er det ikke en ret linje i planen, når kuglens overflade konverteres til et fladt kort efter den opskrift, som vi er vant til fra et atlas i bogform eller GPS-kortet på telefonen. At det går galt, når kuglens overflade skal konverteres til en flade, skyldes, at den metode, der anvendes, ikke er tro mod afstande mellem tilsvarende punkter.

Derimod vil det vise sig, at hvis man tegner en geodætisk kurve på enten cylinderen eller keglen, vil det faktisk blive til en ret linje, når man folder figuren ud.



Kantede flader

En terning (kube) kan betegnes som en kantet flade (på græsk: et **polyeder**, dvs. sammensat af plane **polygoner**). Det er en rummelig figur, som kan foldes ud af et fladt stykke papir, men i stedet for at have krumning ligesom keglen og cylinderen har den skarpe kanter og hjørner. De korteste veje på kantede flader opfører sig stadig ligesom dem på keglen og cylinderen, fordi vi kun har ”knækket” papiret, men ikke strækker eller maser det, så alle afstande derfor stadig svarer til afstande på det flade kort. De bliver til rette linjer, når terningen foldes ud til et fladt kort.

Hvad er en hypotese?

Miniforskerne skal forsøge sig med at opstille **hypoteser**. Altså give kvalificerede gæt på udfaldet af et forsøg eller en aktivitet. En **hypotese** er et udsagn, som man med forsøg og undersøgelser kan forsøge enten at bevise eller modbevise. En hypotese skal kunne efterprøves/testes og derefter bekræftes eller afvises. Husk, at bare fordi man har vist, at et udsagn gælder i ét tilfælde, er det ikke nødvendigvis sandt i alle tilfælde. Hvis en hypotese for eksempel er: ”Alle cykler har to hjul”, og man ser en cykel med to hjul, er det ikke ensbetydende med, at alle cykler har to hjul. Til gengæld, hvis man ser en cykel med kun ét eller med måske tre hjul, er hypotesen modbevist, da det så ikke kan gælde, at alle cykler har to hjul. Denne måde at afvise en påstand på kaldes i matematik ”at finde et modeksekempel”.

DETALJERET GENNEMGANG AF DAGENS PROGRAM

VELKOMMEN TIL VIDENSKABSKLUBBEN

Når hver miniforsker ankommer: Byd dem velkommen, spørg hvad de hedder, og sig jeres eget navn. Giv dem et navneskilt med besked om, at de skal skrive deres navn og sætte sig ved et af de tre gruppeborde. Sig også pænt goddag til deres forældre, hvis de er med – og venligt farvel igen, evt. med besked om, hvornår klubben slutter.

INTRODUKTION TIL VIDENSKABSKLUBBEN & PROGRAMMET OM GEOMETRI OG ALGORITMER

(5 minutter)

Det første punkt på dagsordenen er at få miniforskerne fokuserede. Her på dag 1 starter I ved gruppebordene, så få miniforskerne til at sætte sig ned ved de tre gruppeborde, og byd dem så velkommen til Videnskabsklubben.

I løbet af denne introduktion skal:

- alle i Videnskabsklubben lære hinandens navne.
- mentorerne forklare, hvad Videnskabsklubben er.
- mentorerne gennemgå reglerne for Videnskabsklubben.
- mentorerne fortælle om programmet for de kommende syv uger.

Det er vigtigt at være grundig med introduktionen, så alle forstår reglerne, aftalerne og forventningerne. Tag jer tid til at præsentere jer selv som mentorer. Det er vigtigt at bruge tid på at skabe et trygt og inkluderende fællesskab, inden Videnskabsklubben går rigtig i gang.

Navne på senior- og juniormentorer, samt på alle miniforskere

Start med at forklare at I fungerer som undervisere her i Videnskabsklubben. Alle senior- og juniormentorer skiftes til at præsentere sig selv. Hvis I synes det er lidt grænseoverskridende, så tænk på, at miniforskerne helt sikkert er mere usikre, end I er, og at I inspirerer dem til at turde stille sig frem foran gruppen. Når I præsenterer jer, så fortæl som minimum følgende:

- om I er junior- eller seniormentor
- hvilken skole eller gymnasium I kommer fra, og hvilket klassetrin
- hvad I glæder jer til at lave, lære eller opleve her i Videnskabsklubben.

Herefter skal miniforskerne sige deres navne og hvor de kommer fra. Det er vigtigt, at I lærer hinandens navne at kende på første dag. Lav evt. en navneleg.

Hvad Videnskabsklubben er

Fortæl dernæst miniforskerne, at Videnskabsklubben er et sted, hvor man lærer noget. Man lærer om et særligt emne, og i jeres Videnskabsklub skal I lære om geometri og algoritmer. Det skal I ved sammen at løse missioner i et spil, som hedder Redningsmissionen.

Man lærer også om, hvad det vil sige at være forsker. Fortæl miniforskerne, at de er MINI-FORSKERE i Videnskabsklubben. De er sammen med andre, der synes, det er sjovt og

spændende at lære noget. Fortæl miniforskerne, at i denne Videnskabsklub skal de være matematikere og dataloger, og de skal bruge deres viden om geometri og algoritmer til at redde Jorden.

Reglerne for Videnskabsklubben

Forklar miniforskerne, at der er nogle regler, som de skal overholde, når de er en del af Videnskabsklubben. Det er vigtigt, at miniforskerne forstår, at de skal lytte efter, når ting forklares, at de skal følge mentorernes regler, respektere hinanden og mentorerne og altid passe på sig selv og andre, samt passe på materialer og udstyr.

Afrund jeres velkomst for miniforskerne og sig, at de nu skal samle sig rundet om spillepladen.

SAMLING OM SPILLEPLADEN

(10 minutter)

Miniforskerne er samlet om spillepladen for Redningsmissionen. Foran miniforskerne lægger I spilmanualen, som følger med spillet. Jeres spilmanual forrest i bogen er mere udførlig beskrevet, end den miniforskerne får præsenteret.

Følg vejledningen i spilmanualen forrest i bogen.

Start med at læse baggrundshistorien for Redningsmissionen højt for miniforskerne. Herefter gennemgår I spillets komponenter og hvordan man ”spiller spillet”. Hvis miniforskerne har svært ved at forstå reglerne, så forsikr dem om, at de kommer til at forstå dem, når I begynder at spille.

Læs dernæst dagens historie op for miniforskerne og få evt. et par af miniforskerne til at læse de tre missioner på spillepladen. Snak med miniforskerne om missionerne. Forstår de missionerne? Er der nogle svære ord, som skal forklares?

Del miniforskerne ud i grupper ved de tre borde. Det bliver i disse grupper, at miniforskerne skal løse dagens missioner, så det er vigtigt, at grupperne er sammensat på en god måde, hvor alle føler sig godt tilpas.

INTRODUKTION

(5 min)

Miniforskerne sidder ved bordene i grupper.

Fortæl miniforskerne, at de i dag skal arbejde med et matematik begreb, der hedder geodætiske kurver for at kunne løse de tre missioner.

En geodætisk kurve er den korteste vej fra ét punkt til et andet, og miniforskerne skal undersøge geodætiske kurver på forskellige overflader – en flad overflade, en kegle, en cylinder, en firkant og til sidst en kugle.

MISSION 1: GEODÆTER PÅ KEGLER OG CYLINDEREN

(15 min.)

Miniforskerne sidder ved bordene i grupper.

Spørg miniforskerne, om de kan huske mission 1

Prototyperne på de nye satellitter nåede aldrig frem fra Europa til nanolaboratoriet i Australien, fordi flyet blev tvunget ned af en elektromagnetisk storm. Laboratoriet har derfor kun adgang til tegningerne af de satellitkomponenter (en kegle og en cylinder), som kablerne skal monteres på.

Hvor lange kabelstykker skal laboratoriet producere, for at de er den helt rigtige længde?

Korteste vej i planen

Fortæl miniforskerne, at inden vi kan begynde at måle afstand på en kegle og en cylinder, så skal vi først afprøve at måle de korteste veje på en helt plan overflade – altså et stykke papir. Den korteste vej er den vej, der bruger mindst snor – illustrer dette over for miniforskerne ved at måle afstanden mellem A og B på den første firkant med en snor.

Miniforskerne skal nu selv finde den korteste vej mellem A og B på de andre to firkanter. De skal forestille sig, at de røde streger er høje mure, som man ikke kan klatre over. Hvordan kommer man så hurtigst fra A til B inden for de to firkanter?

- Sæt papiret op på en opslagstavle med tegnestifter i hvert hjørne.
- Bind garnet fast på A og mål forskellige veje til B.
- Sæt evt. tegnestifter ind som hjælp på vejen fra A - B.

Når miniforskerne er færdige, så kan I tage en runde blandt grupperne for at høre og se deres svar. Spørg de andre grupper, om de er enige. Hvis der er uenighed mellem grupperne, om hvilke veje der er hurtigst (hvis for eksempel nogen mener, at man skal følge en cirkelbue i planen), kan I i plenum bruge tavlen til at afgøre sagen.

Hvis der ikke er uenighed, så opfind evt. en elev, som mener, at den korteste vej i planen i stedet er en cirkelbue, og spørg, hvorfor han/hun ikke har ret.

Korteste vej på cylinder og kegle

Nu er vi blevet gode venner med geodæter/korteste veje i den flade plan. De var bare lige streger (kaldet ”rette linjer” på matematisk). Nu skal vi arbejde videre med de korteste veje på andre overflader, nemlig cylindere og kegler.

Spørg miniforskerne, om de tror, det er rette linjer ligesom med planen. Hvorfor/hvorfor ikke?

Fortæl miniforskerne, at de skal finde ud af det ved at lave følgende eksperiment:

- Klip keglen ud.
- Fold keglen og sæt nogle små stykker malertape på hvor papiret overlapper.
- Brug snoren til at finde den korteste vej mellem de to fortrykte punkter.
- Klip snoren over.
- Fold keglen ud og prøv at se, hvad den korteste vej nu er. Er det den samme?
- Tegn en blyantstreg langs garnet på den korteste vej.
- Hvor lang er den korteste vej ud, når papiret er foldet ud?
- Gentag for cylinder.

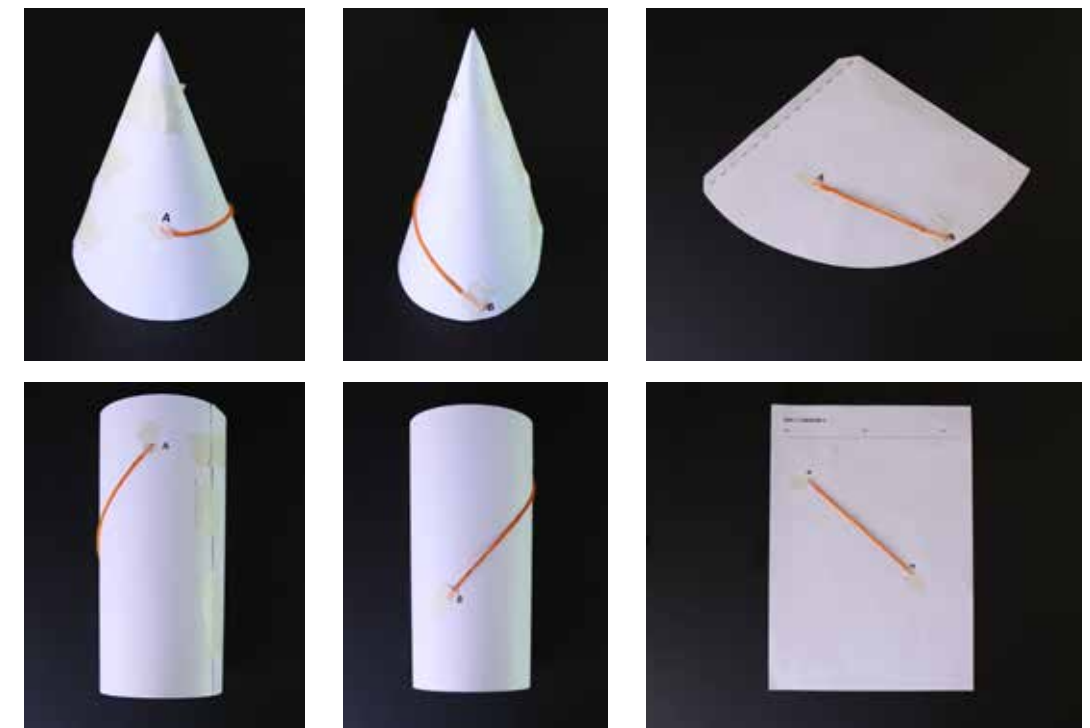
Hvad foregår der? Keglen og cylinderen kan laves af et fladt stykke papir. Dvs. man kan lave et kort over overfladen af dem uden at rive i papiret eller mase det sammen. Derfor arver keglen og cylinderen de korteste veje fra det flade kort – altså rette linjer.

Spørg miniforskerne, hvad løsningen på mission 1 er.

Løsning på mission 1

Kabelstykket på keglen skal være 11,0 cm langt.

Kabelstykket på cylinderen skal være 14,5 cm langt.



MISSION 2: GEODÆTER PÅ TERNINGEN

(15 min.)

Miniforskerne sidder ved bordene i grupper.

Spørg miniforskerne, om de kan huske mission 2

En anden komponent inde i de runde satellitter er en kube, der skal bygges på laboratoriet i Sydney. Kuben kan først blive samlet inde i satellitten, når den er i kredsløb, og skal derfor sendes op i udfoldet tilstand. Nanokablet skal altså monteres på en kube, der er "foldet ud".

Hvor langt skal kablet være, så det ikke knækker eller sidder løst, når kubens samles i satellitten?

Korteste vej på terningen

I løsningen af denne mission skal miniforskerne udvikle en hypotese og afprøve den.

Sig til miniforskerne, at de nu skal arbejde videre med korteste veje på andre overflader, nemlig kantede flader.

Fortæl miniforskerne, at de nu skal lave en hypotese. Forklar dem, at en hypotese er at give kvalificerede gæt på udfaldet af et forsøg eller en aktivitet. En hypotese er et udsagn, som man med forsøg og undersøgelser kan forsøge enten at bevise eller modbevise. En hypotese skal kunne efterprøves/testes og derefter bekræftes eller afvises. Husk, at bare fordi man har vist, at et udsagn gælder i ét tilfælde, er det ikke nødvendigvis sandt i alle tilfælde.

Hvis en hypotese for eksempel er: "Alle cykler har to hjul", og man ser en cykel med to hjul, er det ikke ensbetydende med, at alle cykler har to hjul. Til gengæld, hvis man ser en cykel med kun ét eller med måske tre hjul, er hypotesen modbevist, da det så ikke kan gælde, at alle cykler har to hjul. Denne måde at afvise en påstand på kaldes i matematik "at finde et modeksempel".

Bed miniforskerne opstille en hypotese for, hvordan man kan bestemme den korteste afstand mellem to punkter på en terning (kantet overflade), når terningen er foldet ud (altså metoden). Diskutér miniforskerne hypoteser med dem. Fortæl dem, at de nu selv skal afprøve deres hypotese.

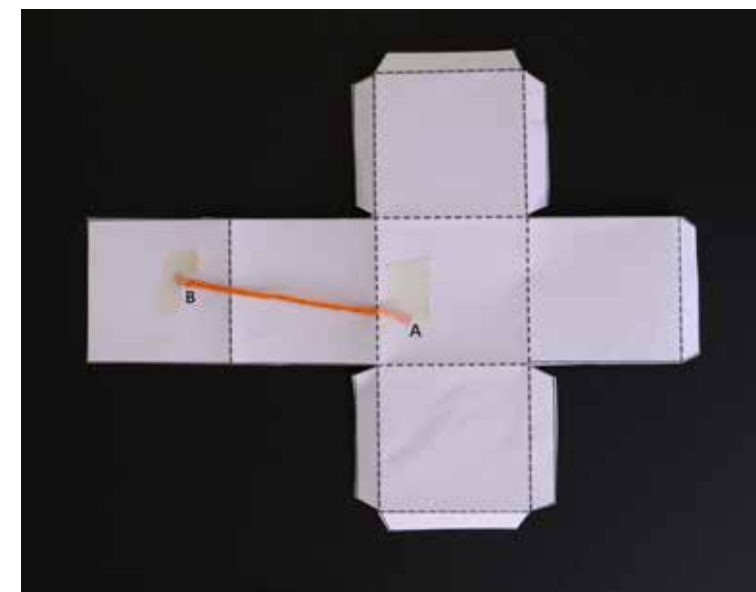
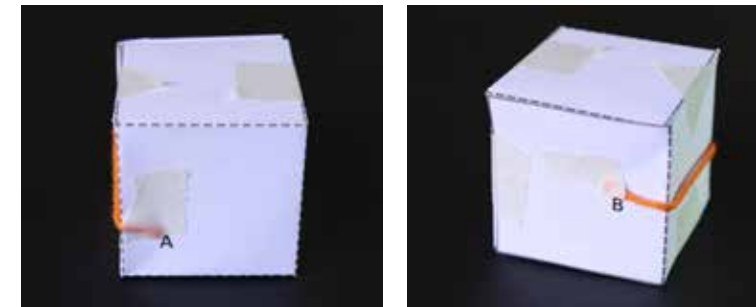
- Klip terningen ud.
- Fold terningen og sæt nogle små stykker malertape på hvor papiret overlapper.
- Brug snoren til at finde den korteste vej mellem de to fortrykte punkter.
- Tegn den korteste vej langs snoren med en blyant.
- Fold terningen ud igen, så geodæten ikke bliver brudt, og så den ligger foldet ud ligesom i starten.
- Kig på strengen – bekræfter den miniforskernes hypotese om, hvordan man kan lave en geodæt på en kantet overflade (er det en lige linje mellem de to punkter)?
- Hvad betyder det forsøg for, hvad miniforskerne skal gøre for at løse missionen (de skal bare måle den korteste vej mellem de to punkter på den udslåede terning af papir).

De korteste veje på en kantet flade, såsom terningen, opfører sig ligesom dem på keglen og cylinderen: De bliver til rette linjer, når terningen foldes ud til et fladt kort.

Spørg miniforskerne, hvad løsningen på mission 2 er.

Løsning på mission 2

Kabelstykket på kubens skal være 9 cm langt.



PAUSE - 10 MINUTTER

Husk snacks!

MISSION 3: GEODÆTER PÅ KUGLEN

(15 min)

Miniforskerne sidder ved bordene i grupper.

Spørg miniforskerne, om de kan huske mission 3

Vores eksisterende satellitter er begyndt at bryde sammen, og GPS-systemet er gået ned! Vi skal have fragtet vores satellitkomponenter fra Sydney i Australien til Cape Town i Sydafrika, og det skal gå hurtigt. Folkene i Sydney har forslået tre forskellige ruter, piloterne kan følge uden at bruge satellit-baserede navigationssystemer.

Hvilken af de tre ruter er hurtigst?

Korteste vej på kugleoverfladen

Sig til miniforskerne, at de nu skal arbejde med korteste veje på en anden overflade, nemlig kugleoverfladen.

- Vis miniforskerne ruterne A, B og C mellem København og Tokyo på kortet.
- Spørg dem, hvilken af de tre ruter, de tror, der er kortest og hvorfor.
- Find badebolden frem – diskutér med miniforskerne, hvordan man finder den korteste afstand mellem to punkter på en kugle/to byer på en jordklode.
- Vis miniforskerne, hvordan de finder den korteste vej ved at bruge en snor på badebol-den.
- Havde miniforskerne ret i, hvilken vej, der var den korteste mellem København og Tokyo?

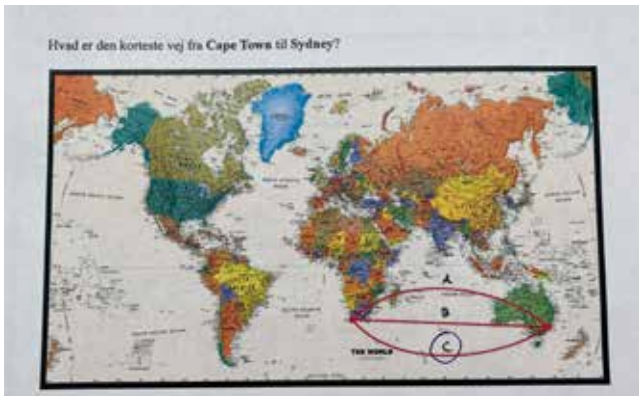
Miniforskerne skal nu løse de tre andre opgaver. De skal bruge snoren og en badebold og følge samme fremgangsmåde som ved keglen, cylinderen og terningen.

Lav herefter en opsamling i plenum: Spørg miniforskerne, hvilke veje der er kortest.

Spørg miniforskerne, hvad løsningen på mission 3 er.

Løsning på mission 3

Rute C er hurtigst.



TID TIL REFLEKSION

(5 minutter)

Tal med miniforskerne om, hvad de har lært om Gedæter i dag. Hvis miniforskerne ikke selv siger det, kan I tilføje, at:

- Geodæter/korteste veje i både planen og på keglen og cylinderen er altid rette linjer.
- Vi kan bruge en stram snor til at finde geodæter.
- Jordoverfladen ikke kan foldes ud til et fladt kort.
- Kortene på papiret er ”trukket ud” omkring polerne. Så afstande langt fra ækvator ser længere ud på flade kort, end de er i virkeligheden.
- Det er ikke farligt at prøve noget og tage fejl.

Spørg miniforskerne, om de har et bud på, hvad vi kan bruge denne viden til (altså udover at redde jorden i Redningsmissionen)?

Hvis miniforskerne er vakse, kan I evt. også vise på badebolden, at den korteste vej på Jordoverfladen altid er langs storcirkler – dvs. cirkler, som går hele vejen rundt om Jorden på det tykkeste sted. Længdegraderne (dvs. linjerne, der typisk indtegnes på en globus i nord-/syd-retning) er storcirkler, så korteste veje går langs med dem, mens breddegrader (linjen i øst-/vest-retning) er små cirkler (meridiancirkler), der ikke er geodætiske kurver, så man kan ”skyde genvej” ved at forlade dem til fordel for storcirkler.

SAMLING OM SPILLEPLADEN

(10 minutter)

Miniforskerne er samlet om Redningsmissionen. Følg vejledningen i spilmanualen.

An abstract 3D visualization featuring a dark grey hexagonal grid. Scattered across this grid are numerous orange, three-dimensional hexagonal blocks. Each block is a hexagonal prism with a small square cutout on its front face. The blocks are arranged in a non-uniform pattern, some standing alone and others in small clusters. The lighting creates soft shadows, giving the scene a sense of depth and perspective.

Dag 2