

Parallaksemåling – et eksempel på eksplicit instruktion

MICHAEL AGERMOSE JENSEN, VUC Odense

I dette eksempel vil jeg præsentere gammel vin på gamle flasker. Formålet med det lille forløb er, at

forstå hvad en parallaksemåling er, og hvorfor Tycho Brahe konkluderede som han gjorde

Undervisningsmetoden er den gennemtestede *eksplicit instruktion*. Til forskel fra undersøgelsesbaserede metoder og i skarp modsætning til *minimal instruktion*, så er det i eksplicit instruktion *underviseren*, der har fuld kontrol over tidsplanen og progressionen i forløbet. Det er læreren, der sørger for, at der opstår en kognitiv konflikt, og det er læreren, der gennem samtale med eleverne konstaterer, hvorvidt der *efter* forløbet er tale om reel læring. Eleverne skal således ikke selv ”opdage” parallaksemetoden. Baggrunden for dette er, at evidens peger på, at elevernes udbytte af minimal instruktion er mindre end ved eksplicit instruktion. Gode kilder der behandler dette med flere referencer er fx [1], [2].

Den underliggende didaktik i forløbet er, at

det man tænker på, er det man lærer

Eksperimentet er gennemført som en del af forløbet om verdensbilleder på fysik C, men kan sagtens anvendes på B-niveau eller på astronomi, hvor det dog ikke er kernestof.

Forløbsplan – 4 timer

1. time. Se filmen *Den Bevægede Jord* [3], der handler om Tycho Brahes arbejde med at bestemme parallaksen for fiksstjernerne.
2. time. Besvar arbejdsark om *Den Bevægede Jord*. Gruppearbejde – fælles diskussion af filmen.
3. time.
 - Læs i grundbog om parallaksemåling (forberedelse til time) [4].
 - Demonstration af parallakse ved at holde arm frem og pegefingern op. Derefter lukkes øjnene på skift og fingerens flytning i forhold til baggrunden observeres.



- Eksempel på beregning af parallakse gennemgås [4].
- Løs opgave om parallaksemåling, dvs. hvordan man omsætter målinger af vinkel og grundlinje til en afstand. Opgaven gennemgås i fællesskab.

4. time. Eksperiment i grupper med digitalt kompas.

- De fleste smartphones har et digitalt kompas, der kan måle med 1 grads præcision.
- Bestem afstand til væggen i klasselokalet eller fjerneste væg i agoraen (10 – 30 meter væk).
- Vejledning, se eksperiment 6.1 [4, s.90].
- Diskussion af præcision og nøjagtighed af resultater (man kan måle efter med et målebånd) samt usikkerheder og fejlkilder i forsøget.

Ovenstående er standardforløbet. Når de enkelte grupper har målt færdig og lavet beregningerne, præsenteres de for følgende opgave:

- Bestem afstand til FAF-bygningen på Odense Havn (synlig gennem vinduet fra VUC Odense) ved at gentage eksperimentet.
- Kontrollér med Google Earth om jeres svar er korrekt.

Herefter diskuteres i gruppen:

- Hvorfor får I ikke det rigtige resultat? Hvor stor er jeres måleusikkerhed? Hvad er den mindste vinkel, I kan måle?
- Hvad skal vi gøre for at kunne måle længere væk? [Større grundlinje ved fx at måle fra to forskellige vinduer, mere nøjagtigt måleudstyr].
- Hvad var Tycho Brahes problem? [Han var begrænset af jordbanens radius samt måleudstyr med opløsning på maksimalt 2 bueminutter eller 1/30 grad]

EKSPERIMENT 6.1

Parallaksemåling

Du skal bestemme afstanden til et fjernt objekt ved hjælp af parallaksemetoden.

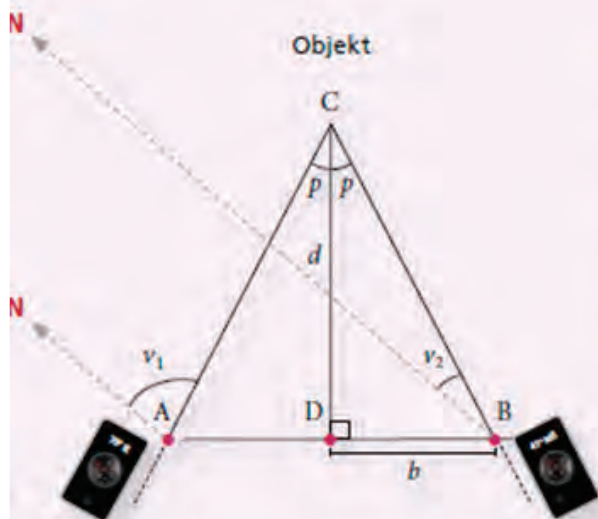
Teori

Når et fjernt objekt observeres fra forskellige positioner på en basislinje, der står vinkelret på sigtelinjen mod objektet, vil objektet blive set i lidt forskellige retninger.

Konstrueres en ligebenet trekant med basislinje $b = \frac{1}{2} |AB|$, og topvinkel $2p$ i punkt C, kan afstanden, d , bestemmes som højden i trekanten ved hjælp af formlen:

$$d = \frac{b}{\tan(p)}$$

hvor b er længden af halvdelen af basislinjen, og p er den halve topvinkel.



Apparatur

Målebånd, snor, sigtepinde, stor vinkelmåler, kompas eller smartphone med kompas-app.

Forsøgsgang

- Udvælg et fjernt objekt (C) fx 10-20 m væk, hvor der er frit udsyn fra din placering i punkt D.
- Læg en snor som basislinje vinkelret på sigtelinjen [DC]. Brug eventuelt en stor vinkelmåler for at konstruere basislinjen vinkelret på højden i trekanten.
- Markér punkterne A og B, så de ligger lige langt (nogle meter) fra D. Halvdelen af basislinjen kaldes b .
- Retningen til det fjerne objekt måles som vinklen i forhold til nord. Begge sigteretninger skal være på samme side af nord. Retningen måles fra punkterne A og B i hver sin ende af basislinjen.
- Topvinklen i trekant BCD udregnes som:

$$p = \frac{v_1 - v_2}{2}$$
- Afstanden kan nu bestemmes med formlen i teoriafsnittet.
- Mål den virkelige afstand til objektet.
- Gentag målingen enten med en ny basislinje eller til andre objekter.

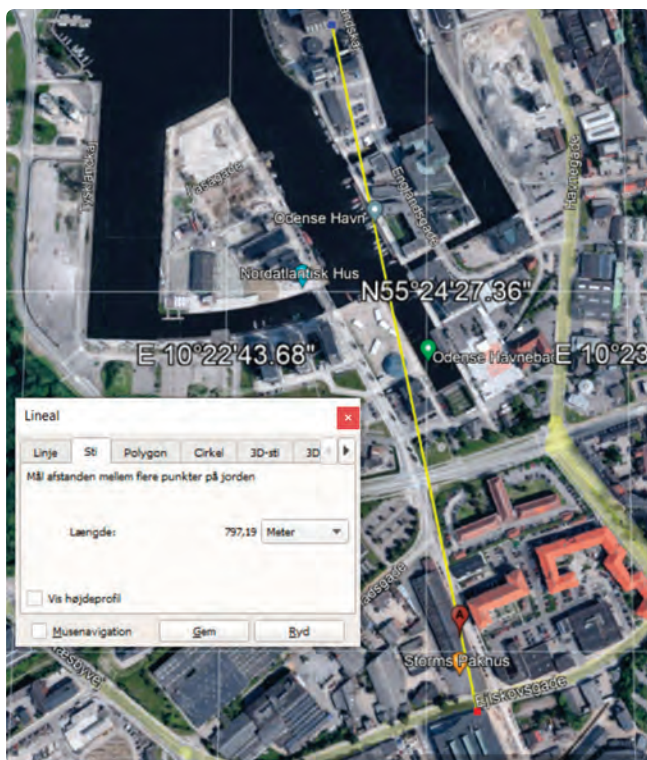
Objekt	Basis b (m)	Vinkel fra A v_1 (°)	Vinkel fra B v_2 (°)	Top- vinkel p (°)	Paral- lakse- afstand d (m)	Vir- kelig afstand d (m)

Databehandling

- Målinger og udregninger gennemføres for ét objekt, inden nye målinger foretages.
- Bestem afvigelsen i procent på dine målinger.

Diskussion

- Hvilke usikkerheder er der ved målingerne?
- Er der fejlkilder, som har indflydelse på resultatet?



FAF bygningen og Google Maps kort over området omkring VUC Odense.

Faktaboks

Beregning af den maksimale afstand

Måleusikkerheden er 1 grad alene på aflæsning, så den mindste vinkelændring man med rimelighed kan måle, er 2 grader. Dvs. parallaksevinklen er mindst 1° . Med en grundlinje på fx $b = 5$ m kan man maksimalt måle en afstand på:

$$d = \frac{b}{\tan p} = \frac{5 \text{ m}}{\tan(1^\circ)} \approx 290 \text{ m}$$

Den faktiske afstand mellem VUC Odense og FAF bygningen er cirka 800 meter.

Ekstra opgave – Squid Game

Hvis man vil gøre det lidt sjovere og teste om de har fanget metoden, kan man prøve med følgende opgave.

Du er med i "red light, green light" i Squid Game. Man går ned mod en væg og har 5 minutter til at nå der ned. Når lyset skifter farve til rød, skal man stå stille. Jo hurtigere man går, jo sværere er det at nå at standse når lyset skifter.

Problem: Hvor hurtigt skal du gå fremad for at nå ned til væggen på 5 minutter?



Screenshot fra tv-serien, Squid Game (2021).

- TIP 1: Formlen for hastighed er strækning pr. tid.
- TIP 2: Hvor langt væk er dukken?
- TIP 3: Hvordan bestemmer vi denne afstand?
- TIP 4: Hvad skete der, da vi holdt armen frem og lukkede øjnene på skift?

Bemærk at denne opgave, og de tilhørende tips, kan serveres på mange måder (afhængig af eleverne, læreren, hvilken ugedag etc.). Pointen er, at de lærer metoden i det første forløb. Den sjove opgave er en anvendelse, udvalgt til at huske/konsolidere det lærte.

Folk der påstår, at rækkefølgen kan være omvendt hver gang, er efter min mening ude på meget tynd is, eller ude på at sælge dig en bog.

Kilder

- [1] aft.org/sites/default/files/periodicals/Clark.pdf
- [2] fillingthepail.substack.com/p/the-rebellion-against-inquiry-learning
- [3] filmcentralen.dk/grundskolen/film/den-bevaegede-jord
- [4] Andersen & Jensen, BasisFysik B, Praxis.