

MATEMATIK

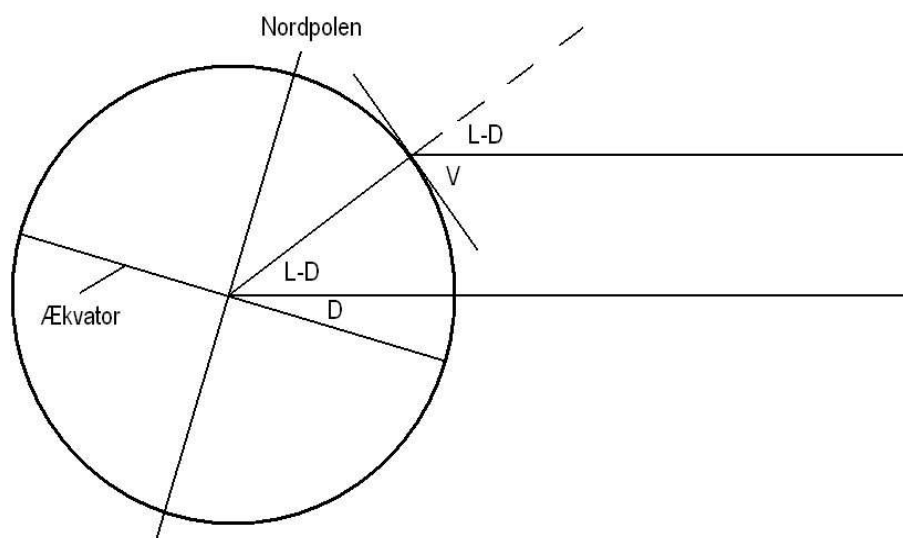
Solskinsprojekt/Galathea

Solskins matematik.wpd

FORMÅL:

Selv om man ikke er med på Vædderen, så man kan være med til at lave målinger på solstråling og solens position. Der er mange spændende projekter og øvelser, som man kan lave nær sin egne skole. På solrige dage er det også rart at komme lidt udendørs og lave nogle opgaver. Her er nogle opgaver, der kan laves, når solen skinner. Dem kan man tage efterhånden, når vejret og tiden er til det. I første omgang, når det er overskyet, kan man i det mindste lave nogle beregninger, så man er parat, når solen kommer frem.

Opgave 1: Find solens elevationsvinkel



Figuren ovenover viser solens indstråling mod jorden, når det er sommer i den nordlige halvkugle. Solens stråler kommer ind fra højre, og diagrammet viser situationen, når det er "middag". Du befinder dig på breddegradstallet $L = 56^\circ$. Vi er ud efter at finde solens elevationsvinkel ved middagstid (mere præcist: når solen er i *kulmination*, altså højst muligt på himlen).

Læg mærke til, at jordens ækvator hælder i forhold til en linie, der går direkte fra jordens centrum til solens centrum. Vinklen D kaldes *deklinationen*, og den regnes positiv i sommerhalvåret (i den nordlige halvkugle) og negativ i vinterhalvåret. Gør nu rede for, at følgende formel giver solens elevationsvinkel V i kulminationstidspunktet:

$$V = 90^\circ - L + D$$

Eksempel 1: Ved vintersolhverv, når $D = -23,4^\circ$, er solens maksimale elevationsvinkel i Danmark (der, hvor $L = 56^\circ$):

$$V = 90^\circ - 56^\circ - 23,4^\circ = 10,6^\circ \quad \text{midt på dagen (meget lav!)}$$

Øvelse 1: Hvad er solens elevationsvinkel i kulminationen, når der er sommersolhverv ($D = +23,4^\circ$)? Hvad er solens elevationsvinkel i kulminationen, når vi har jævndøgn ($D = 0$)?

Man kan finde solens elevationsvinkel på et vilkårligt tidspunkt, dels ved at måle det, og dels ved hjælp af formler med sinus, cosinus og tangens. For at forstå formlen, skal man lige vide, at timevinklen W er lig med nul, når solen kulminerer, og at den stiger med 15° for hver time efter kulminationen. Vinklen er negativ og falder med 15° for hver time før kulminationen.

Øvelse 2: Hvad er timevinklen kl. 15:15, hvis kulminationstidspunktet er 13:15 dansk sommertid? Hvad er timevinklen kl. 09:15?

Formlen siger så, at sinus til elevationsvinklen er givet ved:

$$\sin V = \cos L \cdot \cos D \cdot \cos W - \sin L \cdot \sin D$$

Øvelse 3: Beregn solens elevationsvinkel på en dag, når deklinationen $D = +13^\circ$ (ca. 25. april) ved følgende tidspunkter:

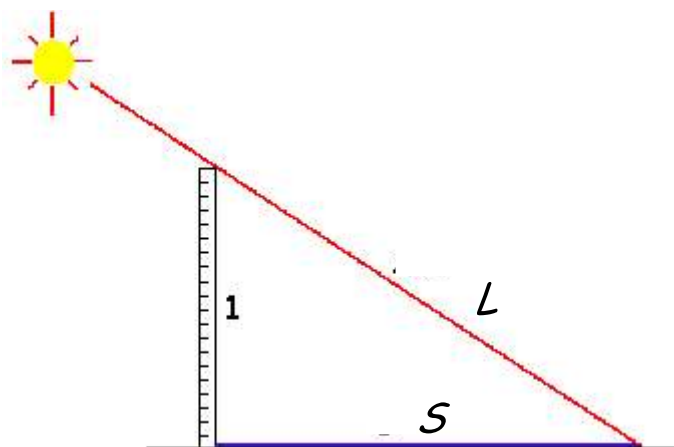
tidspunkt	09:15	13:15 (kulmination)	15:15	19:15
timevinklen				
sin V				
V				

Man kan måle solens elevationsvinkel, hvis man har adgang til en meterstok og en vandret flade. Man kan da holde meterstokken lodret og måle skyggens længde S .

Solens elevationsvinkel kan så findes ved hjælp af tangens:

$$\tan V = 1/S$$

Læg desuden mærke til, at man også kan finde luftmassen L ud fra trekantens (vink: brug Pythagoras!).



Luftmassen er et meget vigtigt begreb, når man arbejder med atmosfærens fysik.

Øvelse 4: Brug en meterstok og mål solens elevationsvinkel. Sammenhold dine beregninger med måleresultatet ved middagstid.

Man kan anvende ovenstående blandt andet til bestemmelse af breddegradstal ved hjælp af en sekstant. Mere herom i næste afsnit!

OPGAVE 1: Find højden af skolens flagstang.

Materialer: Et målebånd, solskin, en oplysning om solens elevationsvinkel. Du skal bruge din lommeregner.

Denne måling bør laves omkring kl. 13:15, idet solen da (dansk sommertid i Silkeborg) er højest på himlen. For at finde solens elevationsvinkel V i grader, skal du kende "deklinationsvinklen" denne dag. Den kan findes i en Almanak eller på internettet. Når deklinationen D er kendt, kan solens elevationsvinkel findes ud fra formlen:

$$V = 90^\circ - B + D$$

Mål skyggelængden S af flagstangen. Du kan så finde flagstangens højde H ved hjælp af din lommeregner:

$$\tan V = H/S \quad \Leftrightarrow \quad H = S \tan V$$

Vink: Vær sikker på, at din lommeregner er indstillet til at regne med vinkler i "grader" (eng: "degrees").

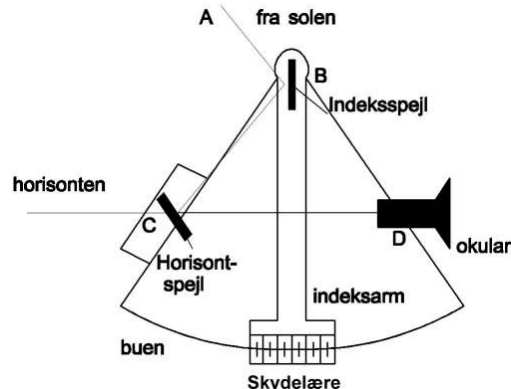
OPGAVE 2: Sekstant.

Find solens elevationsvinkel ved hjælp af en sekstant. Benyt filtre, så solens lys ikke er for skarpt. Sigt mod horisonten. Justér indeksarmen indtil du ser solskiven. Finjustér, så solskivens nederste kant flugter med horisonten.

Du kan også finde solens elevationsvinkel ved hjælp af formlen:

$$\sin V = \sin L \sin D + \cos L \cos D \cos W$$

hvor: V er solens elevationsvinkel
 L er breddegradstallet ($56,1^\circ$ N)
 D er solens deklinationsvinkel (-1° den 17/3)
 W er timevinklen (15° /time, 0° lokal middag, voksende)



OPGAVE 3: Lav en retvinklet trekant.

Materialer: Et målebånd og tre markeringspæle. Laser med stativ. NB: Pas godt på IKKE at kikke ind i laserstrålen! Benyt vinkelmåleren på lasergrejet og noter trekanternes vinkler.

Gå ud på skolens sportsplads. Sæt en markeringspæl i jorden som udgangspunkt. Lav så to sider af en retvinklet trekant på 4 meter og 3 meter. De skal danne retvinkel. Disse hedder den retvinklede trekants kateter a og b . Sæt de to sidste markeringspæle i jorden. Mål nu længden af trekantens hypotenuse c . Notér. Hvis du har tid, lav tilsvarende opgave med kateterne $a = 12$ meter og $b = 5$ meter. Hvad bliver hypotenusen c i dette tilfælde?

Undersøge om $a^2 + b^2 = c^2$.

OPGAVE 4: Mål solens indstråling vs. indfaldsvinkel

Materialer: Et håndpyranometer. Du skal også bruge en vinkelmåler.

Stil pyranometret op i klart solskin, så solens stråler rammer vinkelret på instrumentet. Aflæs indstrålingen i watt per kvadratmeter. Notér. Vip så instrumentet, så indstrålingsvinklen er 15° , 30° , 45° , 60° og 75° . Notér disse data i en tabel.

OPGAVE 5: Mål solens bane på himlen.

Materialer: Benyt en gennemsigtig halvkugle og et blå underlag med kryds i midten. Du skal også bruge en tuschpen.

Himmelhalvkuglen står på et vandret underlag. Det blå underlag skal stå, så halvkuglen er centreret over krydset i midten. Flyt pennen, så spidsens skygge rammer krydsets centrum. Lav så et mærke (et lille prik) på halvkuglens overflade. Du laver et mærke og går videre til næste post. Grupperne efter dig skal lave mærker, når de kommer forbi.

Når alle har lavet mærker, bør man kunne tegne et lille stykke af solens cirkulære bane på himlen projiceret ned på halvkuglen.

Opgave 6: Mål jordens omkreds ved hjælp af en GPS og et målebånd.

Materialer: GPS, målebånd og kompas.

Afsæt en nord-syd linie på f.eks. 100 meter. Jo længere linien jo mere præcist bliver dit resultat. Anvend et GPS og find breddegradstallet i begge ender af referencelinien. Hvad er jordens omkreds? (Vink: Der er 360° hele vejen rundt, og jordens omkreds er ca. 40.000 km.)

Sammenhold din måling med tabelværdien for jordens omkreds.

Hvad er jordens diameter?

Hvad er jordens overfladeareal?

Hvad er jordens rumfang?

Har du et bud på jordens masse?

