

Solhøjde

Teori: Svend Svendsen, Solstråling , Bygningsenergit teknik tilpasset arktiske forhold.

Indledning.

Vi ønsker, at beregne solhøjden i Sisimiut på en vilkårlig dag i året . Solhøjden afhænger af hvilket nummer n , dagen har på året , breddegrad φ for Sisimiut og klokkeslættet τ på døgnet. Den 1. dag i januar kaldes nummer 1 og den sidste dag i december nummer 365.

Opgaven går ud på i MAPLE at optegne en kurve over solhøjden i Sisimiut for alle døgnet 24 timer, når vi kender dagens nummer n .

- Dagen i dag, mandag den 10. september, har nummer $n = 253$.
- Sisimiuts breddegrad $\varphi = 66$ grader 56 minutter 6,6243 sekunder .
- Klokkeslættet på døgnet ligger i intervallet $0 \text{ timer} \leq \tau \leq 24 \text{ timer}$.

Solens deklination $\delta(n)$.

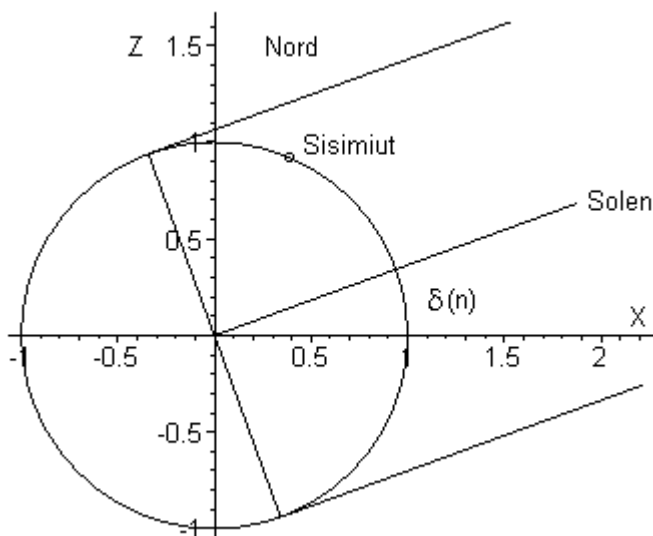


Fig. 1 . Solplanen med angivelse af deklination $\delta(n)$.

Solens indfaldsvinkel δ i forhold til ækvator kaldes solens deklination, se fig. 1. Deklinationen varierer med årstiden. Den 22. juli står solen lodret over krebsens vendekreds. Da har deklinationen sin største værdi $\delta_{\max} = 23,45^\circ$. Den 22. december antager deklinationen sin mindste værdi $\delta_{\min} = -23,45^\circ$.

Solens deklination δ varierer sinus- eller cosinusformet med en periode på 1 år eller 365 dage. Amplituden for δ ligger imellem $-23,45^\circ$ og $23,45^\circ$.

Spørgsmål 1 . Bestem solens deklination $\delta(n)$, som funktion af dagens nummer n i året. Inklinationen skal være størst for $n = 173$ og mindst for $n = 356$. Optegn $\delta(n)$ som funktion af n .

Solens zenitvinkel θ .

Ved zenitvinklen θ til solen forstås vi vinklen imellem en vektor, der peger i retningen mod solen, og en vektor, der peger mod zenit eller lodret. For at finde zenitvinklen i Sisimiut vil vi først finde en enhedsvektor \vec{n}_{sol} , der peger mod solen, og dernæst en enhedsvektor \vec{n}_{zenit} , der peger mod zenit på Sisimiuts breddegrad.

Til det formål indlægger vi et XYZ-kordinatsystem således, at solen hele tiden ligger i XZ- planen, se fig. 1 . Dette plan kalder vi her for solplanen.

Spørgsmål 2 . Bestem en enhedsvektor $\vec{n}_{sol} = (n_x, n_y, n_z)$, der ligger i solplanen, og som beskriver retningen fra jorden til solen i XYZ-systemet udtrykt ved δ , se fig. 1.

For at finde retningen af zenit i Sisimiut, betragter vi Sisimiut's meridianplan, der er en lodret plan, der indeholder Sisimiut og går gennem jordens nord-sydakse. Vi indlægger nu et hjælpekoordinatsystem $X_1 Y_1 Z_1$, hvor X_1 akse er drejet timevinklen ω i forhold til solplanen, som vist i fig. 2 . Når klokken er $\tau = 12$ timer er $\omega = 0$. Meridianplanen og sol-

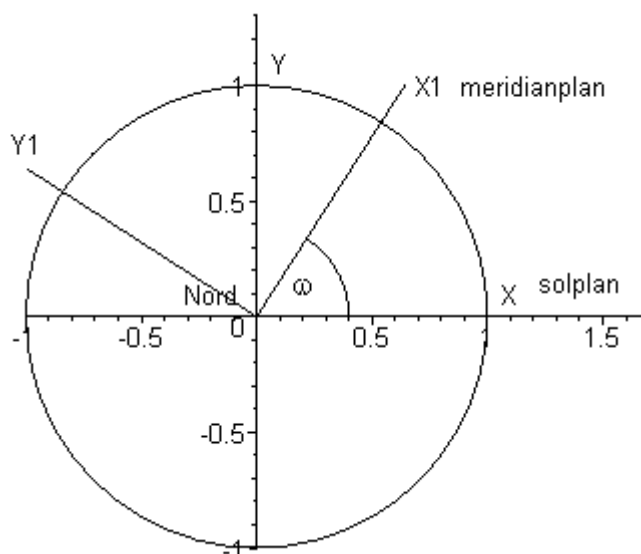


Fig. 2 . Meridianplanens stilling i forhold til solplanen.

planen falder da sammen, og solen står højest på himlen i Sisimiut.

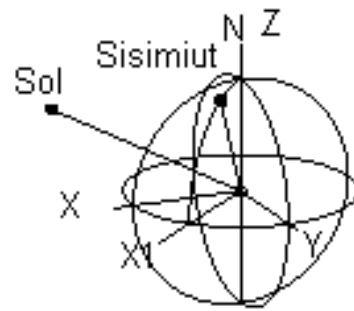


Fig. 3. XYZ- og X1Y1Z - koordinatsystemerne.

I fig. 3 er vist beliggenheden af de to koordinatsystemer XYZ og X1Y1Z, der beskriver henholdsvis solplanen og meridianplanen.

I fig. 4 er vist beliggenheden af Sisimiut i meridianplanen, med angivelse af breddegraden ϕ .

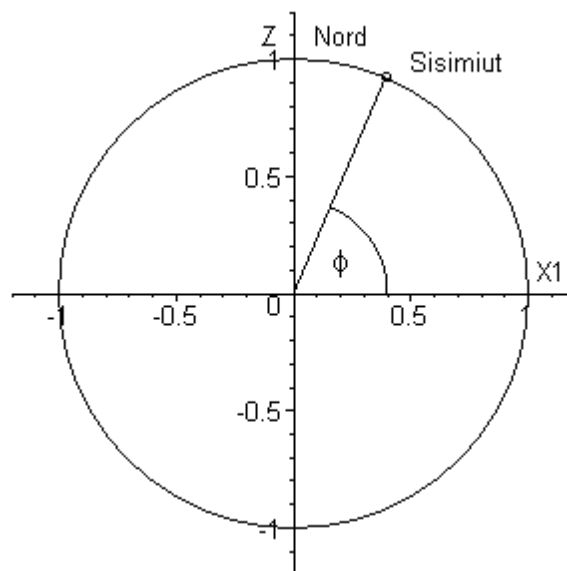


Fig. 4. Meridianplanen med Sisimiut.

Spørgsmål 3 . Bestem enhedsvektoren $\vec{n}_{zenit} = (n_{x1}, n_{y1}, n_{z1})$, der ligger i meridianplanen, og som beskriver retningen af zenit i Sisimiut udtrykt ved koordinaterne i $X1 Y1 Z$ - koordinatsystemet, se fig. 4 ($Y1 = 0$).

Spørgsmål 4 . Bestem enhedsvektoren $\vec{n}_{zenit} = (n_x, n_y, n_z)$, der ligger i meridianplanen, og som beskriver retningen af zenit i Sisimiut udtrykt ved koordinaterne i XYZ - koordinatsystemet, se fig. 3 og fig. 4.

Vink: Den komponent af \vec{n}_{zenit} vektoren, der ligger i XY -planen, og som angives ved $X1$ -koordinaten, projiceres ind på X - og Y -akserne.

Spørgsmål 5. Find til sidst et udtryk for solens zenitvinkel θ , som er vinklen imellem de to enhedsvektorer \vec{n}_{zenit} og \vec{n}_{sol} .

Solhøjden i Sisimiut.

Benyt MAPLE til at afbilde solhøjden $= 90^\circ - \theta$ for dagen den 10. september med nummer $n = 253$.

Stemmer resultatet med hvad vi forventer, når vi kigger ud ad vinduerne ?