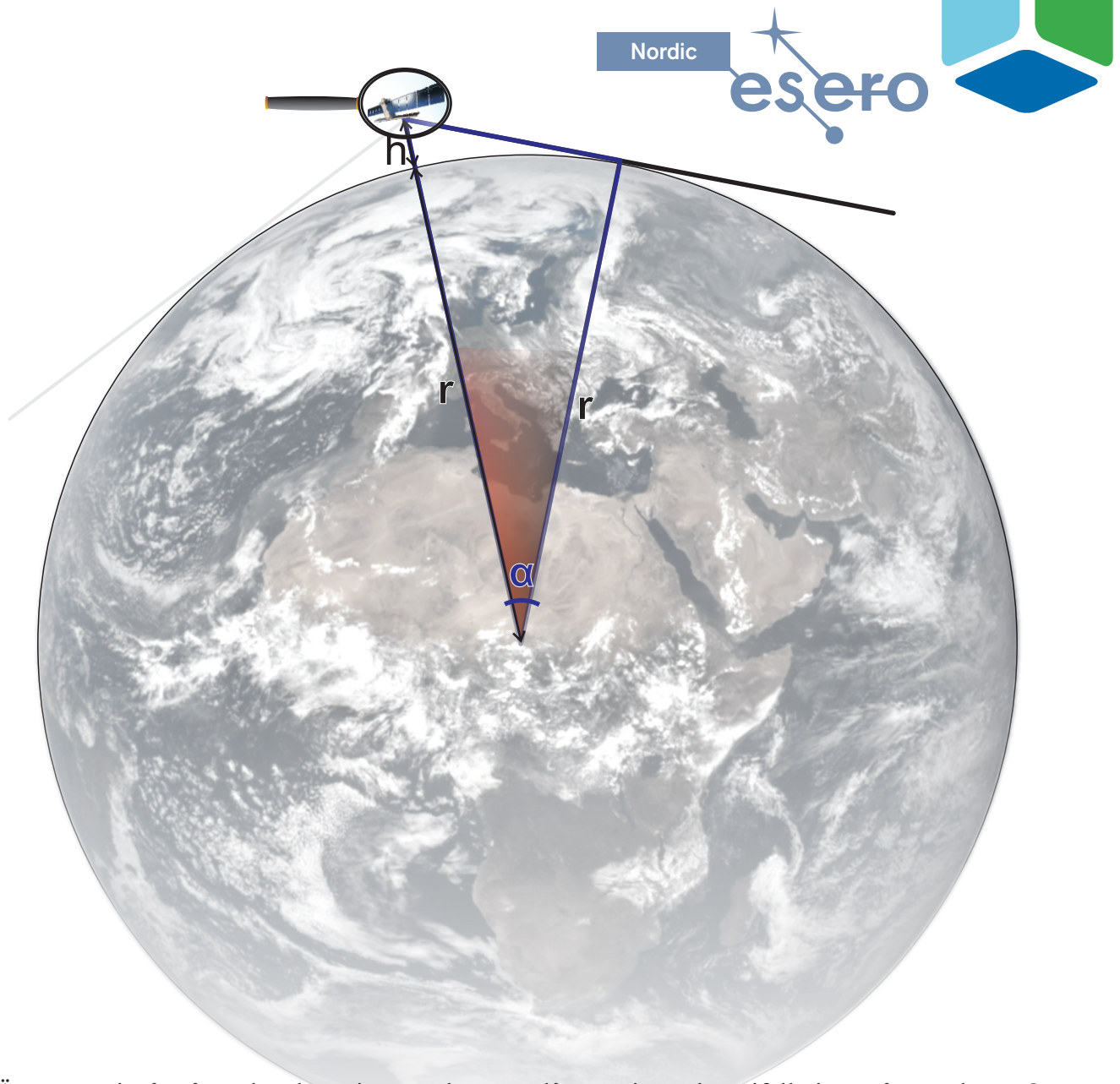


Hur långt kan man se från en satellit?



Även om vi står på marken kan vi en mörk natt se långt ut i rymden - ifall vi ser nåt som lyser. Om vi däremot vill se ett föremål på marken ser vi inte särskilt långt eftersom vi står på en jord som är rund - en sfär. Ligger vi i vattenbrynet ute på en strand och ser på en segelbåt som seglar utåt tar det inte länge innan själva båten ligger under horisonten och vi bara ser mast och segel. Går vi en bit upp på land ser vi åter hela båten.

Vad händer då om vi kan kliva upp i ett torn?

Vi ser naturligtvis mycket längre. Men - Hur mycket längre?

Petar vi bland frågorna en stund kan vi ju undra om man ser dubbelt så långt om man kliver dubbelt så högt upp i tornet?

Se på skissen ovan och fundera en stund på dessa frågor innan du vänder på sidan och tar itu med uträkningarna. Kom ihåg att fantasi är intelligens som är ute och roar sig. Låt tornet sträcka sig högre än satelliten på bilden - rejält högre. Då är det lättare att göra en uppskattning om hur långt det över huvud taget är möjligt att se längs jordens yta.

Vi fokuserar nu på att räkna hur långt man kan se längs jordens yta - inte avståndet från satellit till horisonten. Vi kallar det ”synlig båglängd” och är märkt med grönt i skissen nere på sidan.

Ett varv kring jorden är 40 000 km, och ett helt varv är alltid 360°. Men - Kan vi se jorden runt? Från Nordpolen till sydpolen då? Hur långt kan vi maximalt se längs jorden om vi bygger ett oändligt högt torn på Nordpolen? Hur många grader är det?

En båglängd räknas behändigt ut genom att se på hur stor del av hela omkretsen som berörs. Längden på en båglängd om 1° på jorden räknar vi enligt följande:

$$\frac{1^\circ}{360^\circ} \cdot 40\,000\text{ km} = 111,11... \text{ km} \quad \text{Hur lång är då en båglängd om } 90^\circ \text{ längs jordens yta?}$$

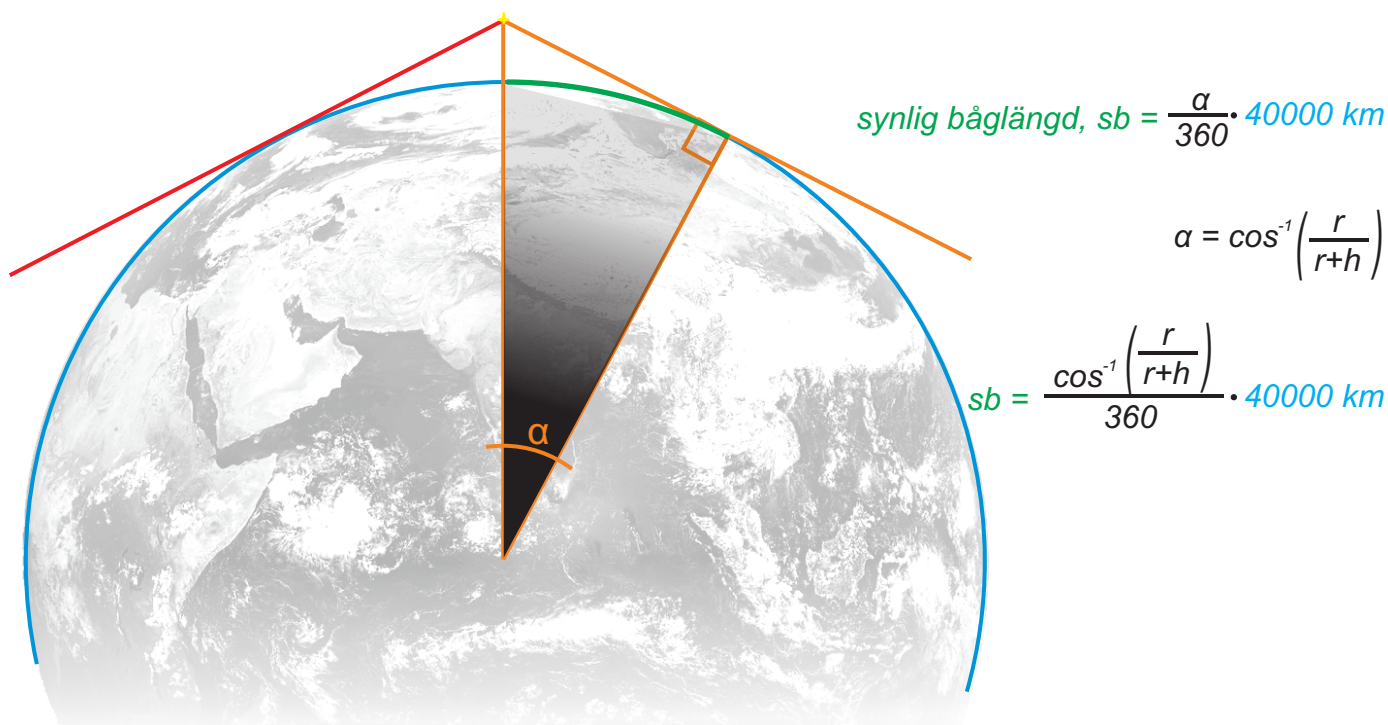
För att få fram vinkeln, α , som vi behöver för att räkna ut hur långt man kan se åt ett visst håll behöver vi en rätvinklig triangel. I triangeln i orange nedan är närliggande katet jordens radie, r , och hypotenusan summan av jordens radie och höjden på tornet, alternativt höjden en satellit har över jorden. När vi har närliggande katet och hypotenusan kan vi bruka cosinus. Vi tar ett exempel:

Hur långt längs jordytan kan man se från ett flygplan på en höjd av 10 km?
Jordens radie, $r = 6\,371\text{ km}$, $r+h = 6\,371\text{ km} + 10\text{ km} = 6\,381\text{ km}$. Vinkeln, α , räknas då ut:

$$\cos \alpha = \frac{6\,371\text{ km}}{6\,381\text{ km}} \quad \alpha = \cos^{-1} \frac{6\,371\text{ km}}{6\,381\text{ km}} \quad \alpha = 3,21^\circ \quad \text{Vi ser alltså } \frac{3,21^\circ}{360^\circ} \text{ av jordens omkrets}$$

$$\frac{3,21^\circ}{360} \cdot 40\,000\text{ km} = 356\text{ km}.$$

Från ett flyg över Sundsvall borde man alltså kunna se Stockholm.



Nu när vi benat ur hur vi kan räkna den synliga båglängden från en viss höjd kan du räkna ut hur långt man kan se längs jordytan åt ett visst håll från t.ex den internationella rymdstationen på en höjd kring 400 km.

Hur mycket längre längs jordytan kan man se från en satellit på en höjd om 800 km?
Dubbelt så långt?

Nej.

Varför inte?

Hur långt kan man se från en geostationär satellit 36 000 km över jordytan?

Vi ser på formeln intill en gång till.

Om höjden är noll, vilket den nästan är om vi simmar med ögonen i höjd med vattenytan, kommer $r/(r+h)$ att vara r/r vilket är 1. Då är vinkeln noll och den synliga båglängden i det närmaste noll.

$$\frac{\cos^{-1}\left(\frac{r}{r+h}\right)}{360} \cdot 40000 \text{ km}$$

Om höjden på en satellit är ”oändlig” kommer $r/(r+h)$ att vara i det närmaste noll. Då är vinkeln 90° , $90/360$ är $1/4$ och en fjärdedel av 40 000 km är 10 000 km. Vad betyder det egentligen om vi flyttar över matematiken till en jordglob? Rita och förklara här nedanför.

