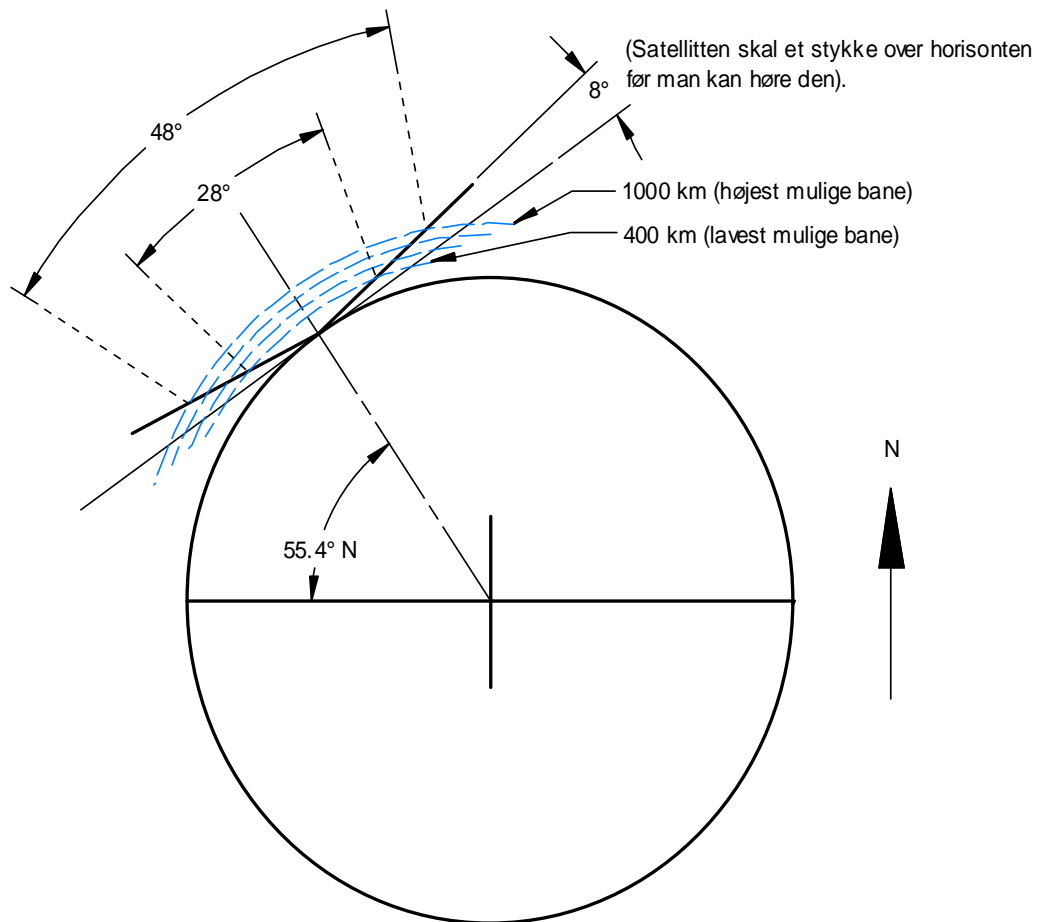


## Pensum i forbindelse med DTUsat-II opsendelses event og tracking.

### Satellitbaner

En satellit i bane omkring et andet himmellegeme er i frit fald. Ved hjælp af Keplers love kan baneradius og omløbstid bestemmes. Omløbstiden er interessant fordi den kan bruges til at bestemme hvor længe satellitten kan ses ad gangen. Enten grafisk (se figur 1) eller ved at beregne banehastigheden og den synlige banelængde.



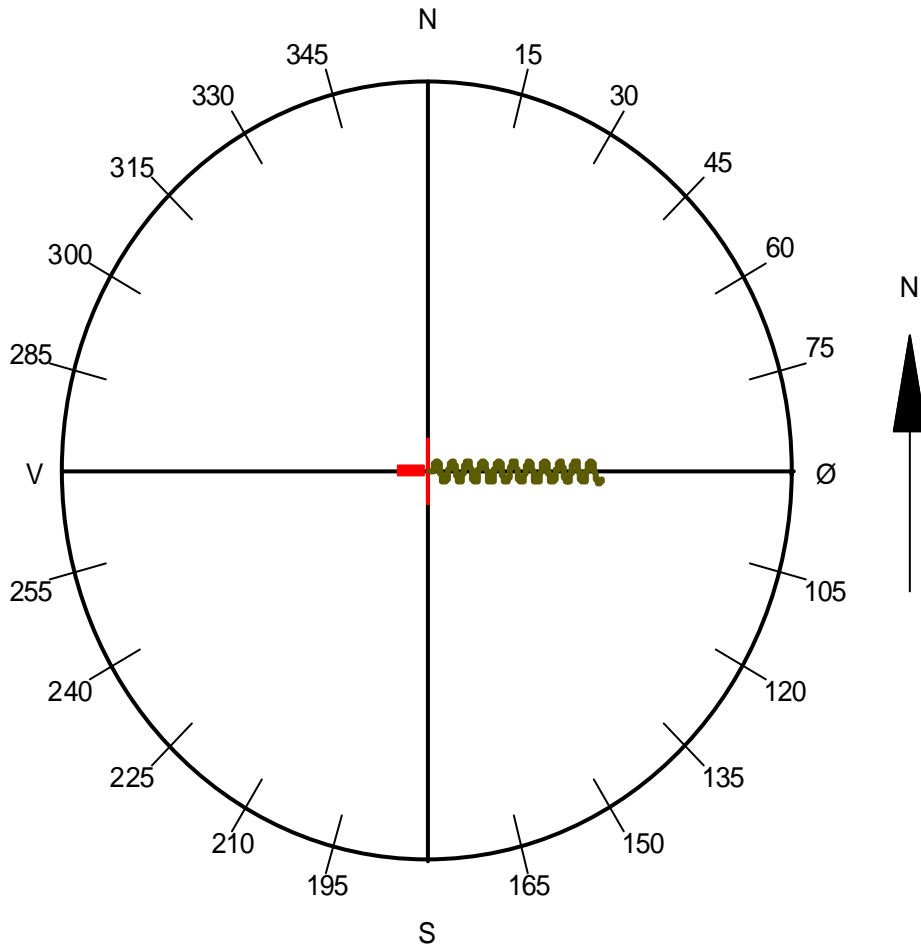
Figur 1. DTUsat-II vil blive sendt op i en såkaldt lav jordbane. Vi kan bruge baner mellem 400 og 1000 km over jordoverfladen. Afhængig af banehøjden kan satellitten ses i kortere eller længere tid fra et givet punkt på jorden. I 400 km højde ses satellitten i  $(28^\circ/360^\circ) \cdot \text{omløbstiden}$ .

På rummet.dk er der yderligere information om Keplers love:

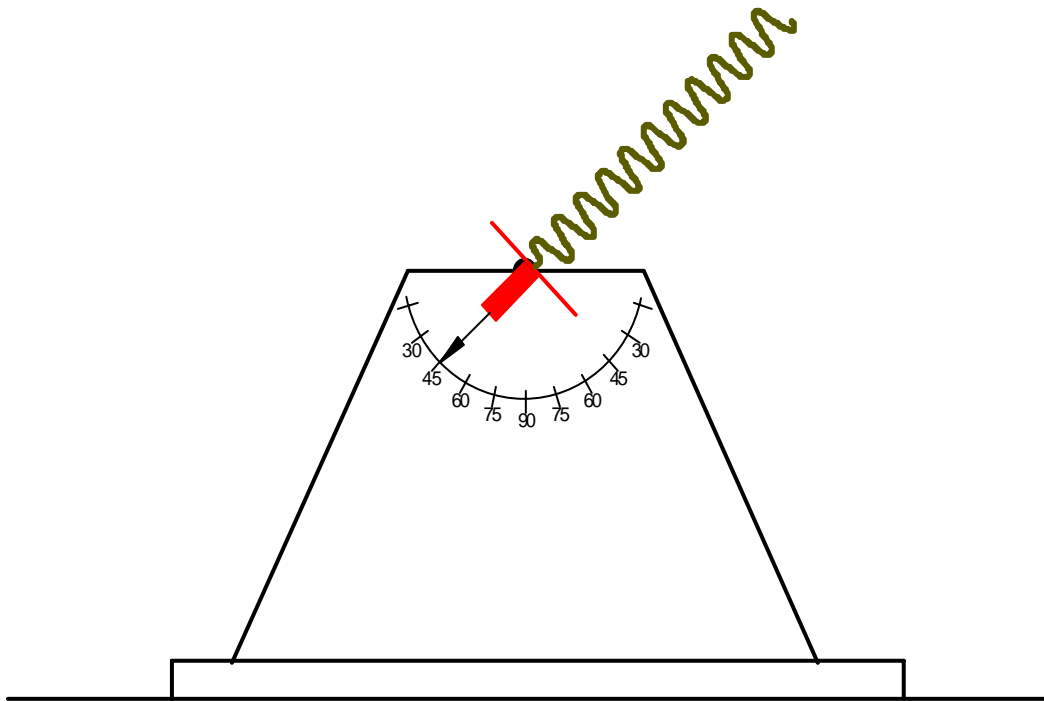
<http://www.rummet.dk/gymnasium/webbaseret-undervisning/rejser-i-rummet-1/keplers-love>

## Geometri

Hvad er azimut og elevation? For at angive antennens retning noteres to vinkelmål, azimut (se figur 2) og elevation (se figur 3).



Figur 2. Azimut er vinklen mellem antennens retning i det horisontale plan og nord. På figuren er antennens azimut  $90^\circ$  (dvs. stik øst).



*Figur 3. Elevation er vinklen mellem antennen og det vandrette plan. På figuren er antennens elevation  $45^\circ$ . Bemærk at to retninger kan have samme elevation, det er azimuth der bestemmer hvilken én der er tale om.*

## **Radioer**

Doppler skift.

DTUsat-II's radio udsender et kaldesignal, i rum-jargon kaldet beacon. Det udsendes på 2,4 GHz. Radiobølgerne stråler ud fra antennen og bevæger sig mod jorden. Radiomodtagerne på jorden er særligt følsomme overfor frekvensen på 2,4 GHz. Fordi senderen (dvs. satellitten) og modtageren bevæger sig i forhold til hinanden vil vi opleve et fænomen der kaldes Doppler skift (opkaldt efter fysiker Christian Doppler). Når satellitten er på vej imod os vil bølgerne blive presset lidt sammen, det betyder at bølgelængden bliver kortere og dermed at frekvensen bliver højere. Modsat når satellitten er på vej væk, så bliver bølgelængden længere og frekvensen lavere. Et kendt fænomen er lyden fra en ambulance der henholdsvis nærmer sig og fjerner sig. Når den kommer nærmere har sirenen en højere tone, når den fjerner sig har den en dybere tone.

## Morse alfabetet

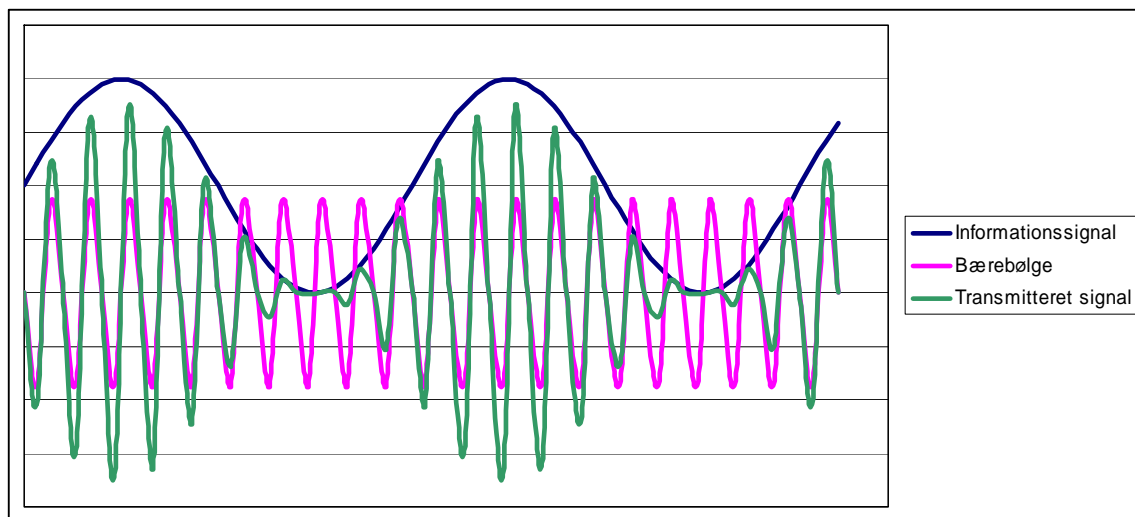
Samuel Morse udviklede et system til kommunikation med telegraf. Systemet beskriver alfabetets bogstaver og tallene fra 0 til 9 ved hjælp af en række streger og prikker. Streger og prikker oversættes så til henholdsvis lange og korte lyde. Lydene kan sendes via telegraf eller i vores tilfælde via radio. Fordi kodningen af signalet består af lydsekvenser (dvs bip-lyde) kan signalet dekodes af det menneskelige øre direkte. Kommunikationsmetoden er meget langsom i forhold til moderne systemer, men det er så simpelt og robust at det stadig bruges til bla. satellitters kaldesignaler (beacon).

Her er et link til en oversigt over Morse alfabetet:

<http://da.wikipedia.org/wiki/Morsealfabet>

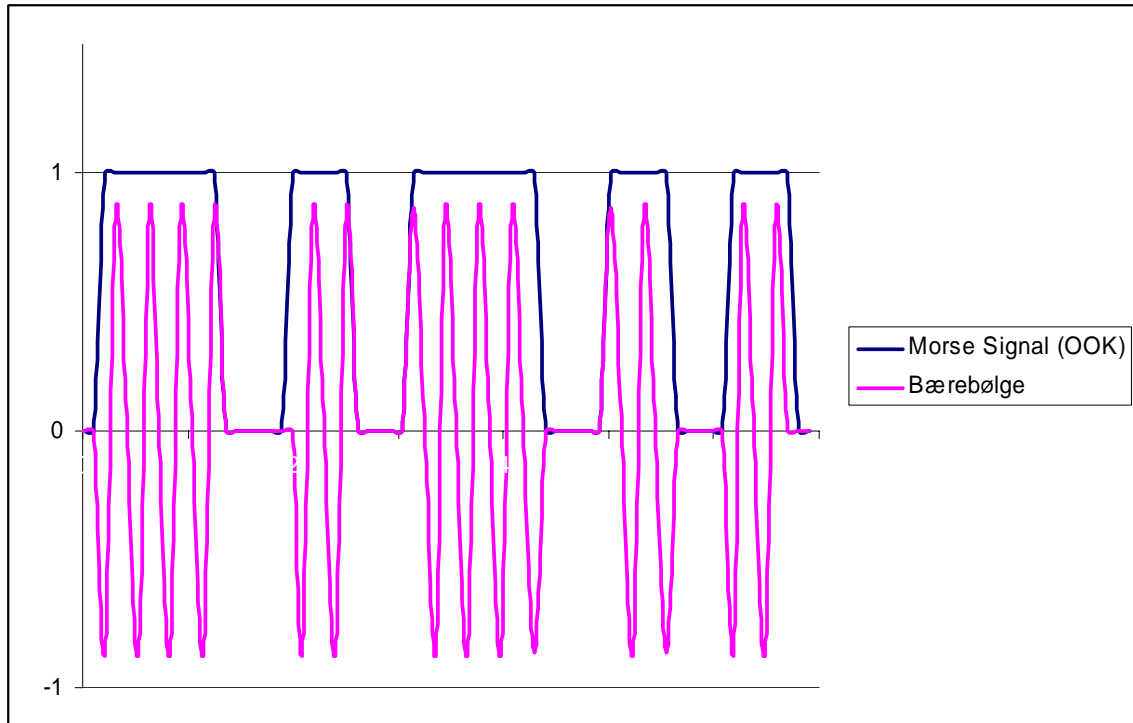
## Amplitude modulation (AM)

Amplituden på et radiosignal er et mål for signalets størrelse, dvs. hvor meget effekt der løber ind i radiomodtagerens antenne. Når amplituden bliver for lav modtages der slet ikke noget signal. En simpel måde at modulere et radiosignal, dvs. lægge information ind i signalet, er ved at skrue op og ned for amplituden på senderen. Se figur 4.



*Figur 4. Radiosenderen udsender et såkaldt bærebølgesignal (pink på figuren). Ved amplitude modulation bestemmes størrelsen af signalet, dvs. hvilken effekt radioen sender med, af informationssignalet (blåt på figuren). Resultatet (dvs. det signal der forlader antennen) er det transmitterede signal (grøn på figuren).*

Den simpleste form for modulering er tænd/sluk, også kaldet OOK (On-Off Keying). Figur 5 viser bærebølgen moduleret med OOK.



Figur 5. Når signalet moduleres med OOK er der slet ingen bærebølge når signalet er OFF (effekten er nul) og fuld bærebølge når det er ON. OOK kan bruges til at sende morse kode. Ved at variere ON-tiden kan man sende henholdsvis streger (længe) og prikker (kort). Figuren viser: lang-kort-lang-kort-kort, dvs: 10100.