

## GPS - så funkar det.

För några nummer sedan hade jag en artikel om APRS (2001:5). I den skrev jag att man kan bestämma sin position genom att ta emot signaler från de amerikanska NAVSTAR satelliterna som ingår i det system som kallas GPS. Signalerna tas emot med en så kallad navigatör som med hjälp av signalerna kan räkna ut vart man är. Jag skall nu ge mig på att försöka förklara hur det fungerar.

GPS bygger på att minst 24 satelliter går i bana runt jorden. Satelliternas banor är arrangerade så att oavsett vart man befinner sig på jorden så skall minst fyra satelliter befinna sig över horisonten samtidigt. I praktiken är det ofta fler.

Varje GPS-satellit är utrustad med ett atomur, och sänder kontinuerligt ut information om vad klockan är. När man tar emot signalen i sin GPS-mottagare kan man räkna ut hur lång tid det tagit för signalen att gå från satelliten. När man vet hur lång tid det tagit så kan man också räkna ut hur långt bort satelliten är. Men avståndet till en satellit räcker inte. Allt man kan veta är att man är någonstans på en "boll" med satelliten i mitten.

När man tar emot signaler från flera satelliter och gör samma sak med dom så får man fram flera "bollar". Vet man två så vet man att man befinner sig någonstans längs den cirkel som bildas där bollarna skär varandra. Har man en tredje "boll" så ger den tillsammans med de två tidigare två punkter där man kan befinna sig. Rent praktiskt så blir en av dessa punkter väldigt långt ut i rymden medan den andra blir i närheten av jordytan.

Nu är det bara en sak som man kan tycka stjälpur hela resonemanget. Satelliterna är utrustade med varsitt atomur, men det är både en rätt stor grej och framförallt en mycket dyr grej. Utan att mycket exakt veta tiden där GPS-mottagaren befinner sig är det inte möjligt att räkna ut hur långt bort satelliterna är. En fjärde satellit behövs alltså för att man skall kunna ställa sin egen klocka tillräckligt bra.

Kan man ta emot fler än tre satelliter så kan man även med denna information ta bort en av de möjliga punkterna. Som jag nämnde så är det inte ovanligt att man har 8 satelliter inom synhåll, och väger

man samman avståndet till dessa så får man fram en position med stor noggrannhet.

Den man omöjligt kan få fram är riktning. Vissa navigatorer visar åt vilket håll man rört sig, men detta bygger på att man räknar ut detta från flera positionsbestämningar efter varandra. Om man håller apparaten upp och ned, framlänges eller baklänges påverkar inte.

Radiosignaler som passerar genom jordens atmosfär böjs en aning. Detta innebär att även om man tror att det är ett visst avstånd till satelliten så vet man bara hur långt radiosignalen gått, inte hur långt bort satelliten är. Hur stor skillnaden är beror på många saker. Lufttryck, tid på dagen, satellitens position, latitud et.c. Eftersom det är så många saker som påverkar så går det inte att beräkna felet. En enkel GPS-navigator får därför ett maximalt fel på ca 25m i sidled och något mer i höjddled. Höjdfelet påverkas dels av att satelliterna oftast befinner sig relativt nära horisonten, vilket ger en större osäkerhet i höjddled än sidled, men också av att jorden inte är riktigt rund. Men det är en annan historia. Tidigare hade Amerikanarna dessutom lagt till en störsignal så att felet skulle bli ännu större, maximalt ungefär 200m i sidled.

Nu är ju 25 meter inte tillräckligt bra om man skall landa ett flygplan på landningsbanan istället för bredvid (och med 200m fel så hamnar man väl på parkeringen), sätta en del av en bro på sina pelare, eller släppa en bomb i rätt hus. Detta hade man naturligtvis förutsett när man konstruerade systemet.

Signalen från GPS-satelliterna sänds på det så kallade L-bandet, på två frekvenser samtidigt. Dessa kallas L1 och L2. De mottagare som vi vanliga konsumenterna kan köpa kan bara ta emot L1 frekvensen eftersom L2 frekvensen är krypterad. Den brytning som finns i atmosfären är olika på olika frekvenser, eftersom L2 (1227,60MHz) ligger ett par hundra MHz från L1 (1575,42MHz), så kan man beräkna brytningsfelet och kompensera för detta om man kan ta emot båda samtidigt. Då blir felet i sidled mindre än 1m. Genom att dessutom räkna enskilda perioder i signalen så kan man få en upplösning i storleksordningen 1cm, vilket räcker för de flesta av dagens tillämpningar.

Det skall påpekas än en gång att sådana här L2 GPSer bara är tillgängliga genom det Amerikanska försvaret, men de är inte reserverade enbart för militären. Kranen Svanen som användes när man byggde öresundsbron hade flera sådana mottagare för att kunna sätta bro-elementen på plats. Att man hade flera beror på att de var placerade i olika hörn på båten så att man inte bara kunde få fram positionen, utan även riktningen.

*RPQ*