



Mätningar för undersökning av kraftledningars påverkan på GPS inom lantbruket

Elforsk rapport 14:19



Erling Petersson, STRI
Mikael Gilbertsson, JTI

April 2014

Mätningar för undersökning av kraftledningars påverkan på GPS inom lantbruket

Elforsk rapport 14:19

Förord

Ett program om EMF drivs inom Elforsk sedan ett flertal år. Som exempel på aktiviteter i programmet kan följande nämnas:

- Omvärldsbevakning av pågående forskning, myndighetsbedömningar mm kring hälsoeffekter av exponering för elektriska och magnetiska fält samt teknik för att reducera dessa.
- Mätningar och bedömningar av elektriska och magnetiska fält i publika miljöer och vid yrkesmässig exponering med hänsyn till nationella och internationella regelverk som är under ändring.
- Mätningar av eventuella störningar i GPS-systemen i närheten av kraftledningar.
- Tekniska lösningar syftande till att utveckla teknik och metoder, arbetsrutiner mm för reduktion av exponering för elektriska och magnetiska fält..
- Tydliggöra de vetenskapliga förutsättningarna för riskbedömningar kring EMF och utveckla principer för riskkommunikation.

Föreliggande rapport redovisar resultatet av mätningar som genomförts i närheten av kraftledningar för att bedöma om de kan påverka GPS-systemen, till nackdel för t ex jordbruket. Skälet till att projektet har genomförts är att några jordbrukare har rapporterat att sådana störningar eventuellt kan förekomma.

Studien har genomförts av Erling Peterson på STRI och Michael Gilbertsson på JTI på uppdrag av Elforsk AB. Uppdraget från Elforsk är i sin tur beställt av Svenska Kraftnät, VattenfallAB, EON, Fortum, Göteborg Energi AB, Skellefteå Kraft AB, Jämtkraft AB, Öresundskraft AB, Umeå Energi AB, Energiverken i Halmstad AB, Sundsvall Energi Elnät AB, Luleå Energi AB, Borås Energi Nät AB, Eskilstuna Energi & Miljö AB, Skånska Energi Nät AB, Karlstad Energi AB, Umeå Nät AB.

I styrgruppen för hela EMF-projektet har ingått Eskil Agneholm, Fortum, Lennart Engström, Vattenfall, Fredrik Roos, E-ON samt Lars Wallin, Svenska Kraftnät.

Stockholm i mars 2014

Lars B Johansson
För Programområde Transport och Överföring

Sammanfattning

Några lantbrukare som använder satellitbaserad positionering av jordbruksmaskiner har rapporterat problem som tycks vara kopplat till närheten av kraftledningar. Två platser, där problemen rapporterats vara upprepat förekommande, har valts ut för en närmare undersökning med mätningar. De två platserna är belägna i Skåne: i Bjuv respektive Hammarlöv utanför Trelleborg. Fältet i Bjuv korsas av 3 st 130 kV ledningar och en 50 kV ledning, alla med fackverksstolpar i stål. Fältet i Hammarlöv korsas av en 50 kV ledning med trästolpar.

Mätningarna bestod dels av att mäta radiostörningar från kraftledningarna och dels av att scanna av de aktuella fälten med positioneringsutrustning monterad på en fyrhjuling.

Radiostörningsmätningarna visade att det inte fanns några störningar från kraftledningarna som når upp till de frekvenser som används av positioneringsutrustningen.

Fälten scannades av med tre olika positioneringssystem:

- Kodmätning med differentiell GPS (DGPS)
- Bärstågsmätning (RTK) med endast GPS
- Bärstågsmätning (RTK) med både GPS och GLONASS.

Ingen påverkan från ledarna kunde konstateras. Däremot detekterades en viss påverkan från kraftledningarnas stålstolpar. I området närmast stolparna, så tappades ibland någon eller några satelliter för bärstågsmätningarna. Vidare steg korrektionsåldern en aning för kodmätningen. Vid de aktuella mätningarna var dessa tapp av försumbar grad och skulle inte bidra till något positioneringsfel. Prestanda för satellitbaserad positionering är dock beroende av utrustning, dagliga satellitpositioner, topografi etc. Det skulle därför kunna finnas tillfällen när sådan påverkan av stolparna får märkbara effekter i form av försämrad positionering närmast stolparna. Men för de flesta normala fall är sannolikt sådan påverkan av kraftledningsstolpar, för 50-130 kV ledningar, av marginell eller ingen betydelse för den praktiska tillämpningen.

Summary

Some farmers using satellite-based positioning of agricultural vehicles have reported problems that seem to be connected to the proximity of overhead power lines. Two places, where problem have been reported to be repeatedly occurring, have been selected for an investigation by measurements. The two places are located in Skåne: in Bjuv and in Hammarlöv near Trelleborg. The field in Bjuv is crossed by three 130 kV lines and one 50 kV line, all with steel lattice towers. The field in Hammarlöv is crossed by one 50 kV line with wooden pole towers.

The measurements comprised radio interference emissions from the power lines and scanning the fields with positioning equipment mounted on a quad bike.

The radio interference measurements showed that there were no emissions from the power lines that extend up to the frequencies used by the positioning equipment.

The fields were scanned by three different positioning systems:

- Code measurement by differential GPS (DGPS)
- Carrier measurement (RTK) with GPS
- Carrier measurement (RTK) with GPS and GLONASS.

No influence of the power line conductors could be detected. However, some influence of the steel lattice towers was detected. Close to the towers, sometimes one or a few satellites were lost for the carrier measurements. Furthermore, the correction age increased slightly for the code measurement. At these measurements these effects were of a negligible degree that would not cause any positioning error. The performance of satellite based positioning is however dependent on the type of equipment, daily satellite positions, topography etc. It is therefore possible that under some conditions such influence of the towers could cause noticeable effects in the form of impaired positioning close to the towers. For most normal conditions it is likely that such influence of towers, for 50-130 kV lines, would be of marginal or no consequence for the practical application.

Innehåll

1	Inledning	1
2	Kort om GPS inom lantbruket	2
3	Om mätningarna	4
3.1	GPS-mätningar	4
3.2	Radiostörningsmätningar	5
4	Resultat Bjuv	6
4.1	Beskrivning av platsen	6
4.2	Resultat GPS-mätningar	7
4.3	Resultat radiostörningsmätningar	11
5	Resultat Hammarlöv	15
5.1	Beskrivning av platsen	15
5.2	Resultat GPS-mätningar	16
5.3	Resultat radiostörningsmätningar	16
6	Slutsatser	19

1 Inledning

Ett antal lantbrukare som använder GPS¹ för positionering av jordbruksmaskiner har rapporterat problem som tycks vara kopplat till närheten av kraftledningar. Kontakt har tagits med användarna, totalt fem olika fall. Två av dessa platser, där problemen rapporterats vara upprepat förekommande, har valts ut för en närmare undersökning med mätningar. De två platserna är belägna i Skåne: i Bjuv respektive Hammarlöv utanför Trelleborg.

Mätningarna bestod dels av att mäta radiostörningar från kraftledningarna och dels av att scanna av de aktuella fälten med GPS-utrustning monterad på en fyrhjulig motorcykel. Mätningarna gjordes 10:e – 12:e september samt 26 november 2013.

¹ Begreppet GPS (Global Positioning System) är så inarbetat att det ofta används med syfte på satellitbaserad positionering i allmänhet, så även inledningsvis i denna rapport. Egentligen är GPS benämningen på det amerikanska satellitnavigations-systemet, se vidare förklaringar i kapitel 2.

2 Kort om GPS inom lantbruket

Positioneringssystem har använts inom jordbruket sedan mitten på 1990-talet. I början användes systemen enbart som ett led i växtodlingskonceptet precisionsodling. Då samlades platsspecifik data in som sedan användes för att ta beslut om åtgärd, t.ex. för att styra växtnäringsinsatsen över en åker. Konceptet är fortfarande mycket aktuellt men har under senare år utvecklats till att även gälla maskinstyrning.

Maskinstyrning kan vara att en traktor styrs automatisk över åkern men det kan också vara att ett redskap styrs med hög precision, som t.ex. att styra en radhacka nära plantorna eller att styra av- och påslag av en lantbruksspruta. Fördelarna är flera. Det spar diesel, växtskyddsmedel och växtnäring och det ger en förbättrad arbetsmiljö för lantbrukaren. Idag finns det utrustning från några tusen kronor upp till flera hundra tusen kronor beroende på vilken teknik och precision som lantbrukaren efterfrågar.

Global Navigation Satellite System (GNSS) är samlingsnamnet för satellitbaserade navigations- och positioneringssystem. Systemet avser att med hjälp av satelliter och rörliga mottagare positionsbestämma föremål som fordon, platser och andra föremål. Det finns flera olika GNSS-system kring jorden. I Sverige används vanligtvis det amerikanska GPS men under senare tid har det också blivit möjligt att använda det ryska systemet GLONASS samt att kombinera de två systemen för en bättre täckning av satelliter.

GPS står för Global Position System och har 31 satelliter i 6 banplan kring jorden. Satelliternas placering innebär att antalet tillgängliga satelliter begränsas på nordliga breddgrader som t.ex. i Sverige. GPS använder frekvenserna 1575,42 MHz (L1) och 1227,6 MHz (L2).

GLONASS står för Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema. Systemet innehåller idag 31 satelliter och placeringen är sådan att GLONASS har fler tillgängliga satelliter på våra breddgrader. GLONASS använder frekvenserna $1602 + n \times 0,5625$ MHz för L1 och formeln $1246 + n \times 0,4375$ MHz för L2 (n =kanalnummer).

Inom jordbruket används idag huvudsakligen:

- Kodmätning med differentiell GPS (DGPS)
- Bärstågsmätning (RTK) med endast GPS
- Bärstågsmätning (RTK) med både GPS och GLONASS.

DGPS använder, förutom GPS-signalerna, en korrektionssignal från en känd fast position, t.ex. från EGNOS-systemets geostationära satelliter. DGPS med EGNOS är gratis att använda medan det finns korrektionssignaler som kostar att använda t.ex. Omistar XP/HP, SF2 eller RTX4. Typisk noggrannhet med DGPS och kodmätning är 4-20 cm. Kodmätning har ofta längre uppstartstid och sämre återkommande noggrannhet än bärstågsmätning.

RTK (Real Time Kinematic Positioning) med bärvågsmätning ger en mycket noggrann positionsbestämning (ca 2-3 cm) som även är återkommande från år till år. Metoden kräver en korrektionssignal. Denna signal är idag vanligast att ta in via radiolänk från en fast monterad basstation. Metoden medför en geografisk begränsning i hur långt man kan överföra signalen, oftast ca 10-15 km. Ett annat alternativ är nätverks-RTK vilket eliminerar behovet av egen basstation. Bästa prestanda erhålls för RTK med både GPS och GLONASS, då ett sådant system har tillgång till fler satelliter än om enbart GPS används.

3 Om mätningarna

3.1 GPS-mätningar

GPS-mätningar utfördes med hjälp av utrustning som monterades på en terränggående motorcykel. GPS-utrustningen var en Trimble FmX display med två externa antenner, en för GPS-signal samt en för RTK-korrektionsdata. Antennerna placerades på en mast så att antennens placering skulle efterlikna monteringshöjd på ett traktortak, se Figur 1. Utrustningen är en av de mest avancerade som används inom jordbruket och ger möjlighet till bärvågsmätning (RTK) med både GPS och GLONASS men det går även att stänga av bärvågsmätningen och bara använda kodmätning. Utrustningen ställdes in för att logga data med 1 Hz. I detta fall valdes ett antal parametrar ut som kan beskriva signalkvaliteten. Dessa parametrar var: GNSS-kvalitet, antalet synliga satelliter, korrektionssignalens ålder samt HDOP och VDOP.



Figur 1 Bilden visar utrustningen som användes för att sampla GNSS-positioner på fälten. Utrustningen bestod av en GNSS-utrustning som monterades på en terränggående motorcykel.

Parametern GNSS-kvalitet indikerar vilken typ av signal eller teknik som används av GNSS-mottagaren för att bestämma position. GNSS-kvalitet är viktig för användaren eftersom det indikerar kvalitén och därmed mätosäkerheten på den erhållna positionen. Kvalitén delas in enligt följande:

- 0 = Ingen GNSS-position
- 1 = GNSS
- 2 = DGNSS
- 3 = PPS-fix
- 4 = RTK-fix
- 5 = RTK-float.

Om GNSS-enheten är inställd på att ta emot RTK-data så försöker enheten att hålla kvalitet 4. Om enheten störs på något sätt t.ex. att för få satelliter är synliga så ändras kvaliteten till 1, 2 eller 5 (5 innebär i detta fall lägre kvalitet än 4 vilket är högsta kvaliteten). Kvalitet 3 (PPS-fix) är krypterad och används bara för militärt bruk.

Övriga loggade parametrar kan ge förklaring till varför GNSS-kvaliteten ändras. Om t.ex. antalet synliga satelliter är 5 eller färre eller om korrektionsåldern är hög så kan det vara en förklaring till varför GNSS-kvaliteten ändras. Parametrarna HDOP och VDOP är ett mått på hur väl spridda satelliterna är över himlen. Ju högre värde desto sämre spridda är satelliterna och ju sämre kvalitet blir det på positionsbestämningen. HDOP är i horisontella planet och VDOP i vertikala planet.

Mätningar med GNSS-utrustning utfördes först den 10-12 september 2013 i Hammarlöv och Bjuv. Vidare utfördes en kompletterande mätning i Bjuv den 26 november 2013. På båda platserna har tre mätningar utförts. En bärvågsmätning (RTK) med både GPS och GLONASS, en bärvågsmätning (RTK) med endast GPS samt en mätning med DGPS (EGNOS). Loggat data har bearbetats och gjorts presenterbart i GIS-programmet Arcmap 10.

3.2 Radiostörningsmätningar

Följande mätutrustning användes.

Utrustning	Typ	Serie nr.
EMI mätmottagare	R&S ESCS 30	100145
Loop-antenn, 9 kHz – 30 MHz	R&S HFH2-Z2	835776/019
Bilog-antenn, 30 MHz – 1 GHz	Shaffner CBL6111C	2704
Log-periodisk antenn 0,4-3 GHz	R&S HL040	100632
Antennkabel	RG 214/U, 10 m	

Utrustningen matades från 12 V batteri.

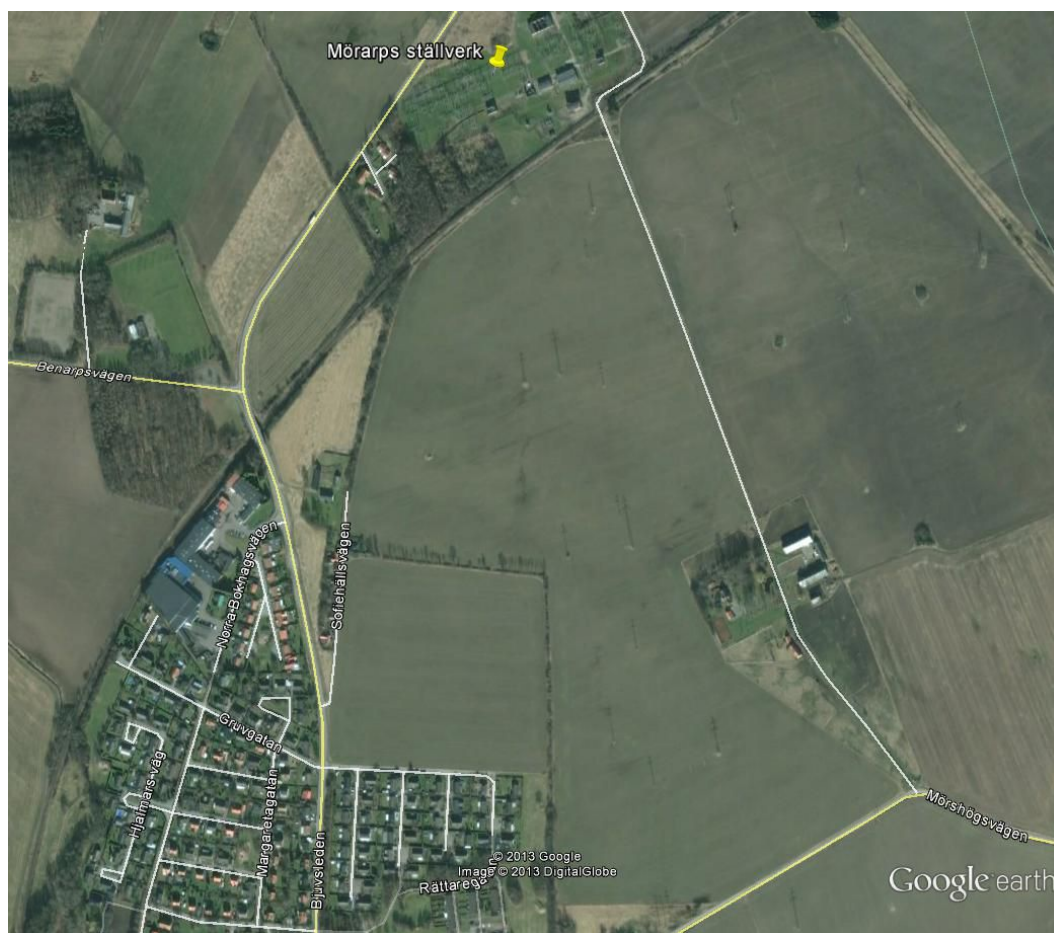
Resultaten som redovisas här har erhållits med Bilog-antennen. Vid scanning över hela frekvensområdet, 30 MHz till 1 GHz, användes CISPR bandbredd, som är 120 kHz för detta frekvensområde, peak-detektor, 100 ms mättid och steg om 0.2 % av föregående frekvens. Det senare innebär att vissa smalbandiga radiosignaler kan förbigås och inte synas i resultatet. Alla tänkbara störningar från kraftledningar är dock bredbandiga varför det inte finns behov av fullständig täckning.

4 Resultat Bjuv

4.1 Beskrivning av platsen

Figur 2 visar ett flygfoto över det aktuella fältet. Det är ca 50 ha stort och i norra änden ligger Mörarps ställverk. Fältet korsas av fyra kraftledningar som är anslutna till ställverket; tre 130 kV ledningar och en 50 kV ledning. Dessutom går en distributionsledning längs vägen på östra sidan om fältet. Figur 3 visar en vy från nordöstra hörnan av fältet.

RTK basstation är belägen i nordlig riktning (uppåt i Figur 2), 2,5 km från närmaste änden av fältet. Den använder frekvensen 446,6 MHz.



Figur 2 Flygfoto av fältet i Bjuv.



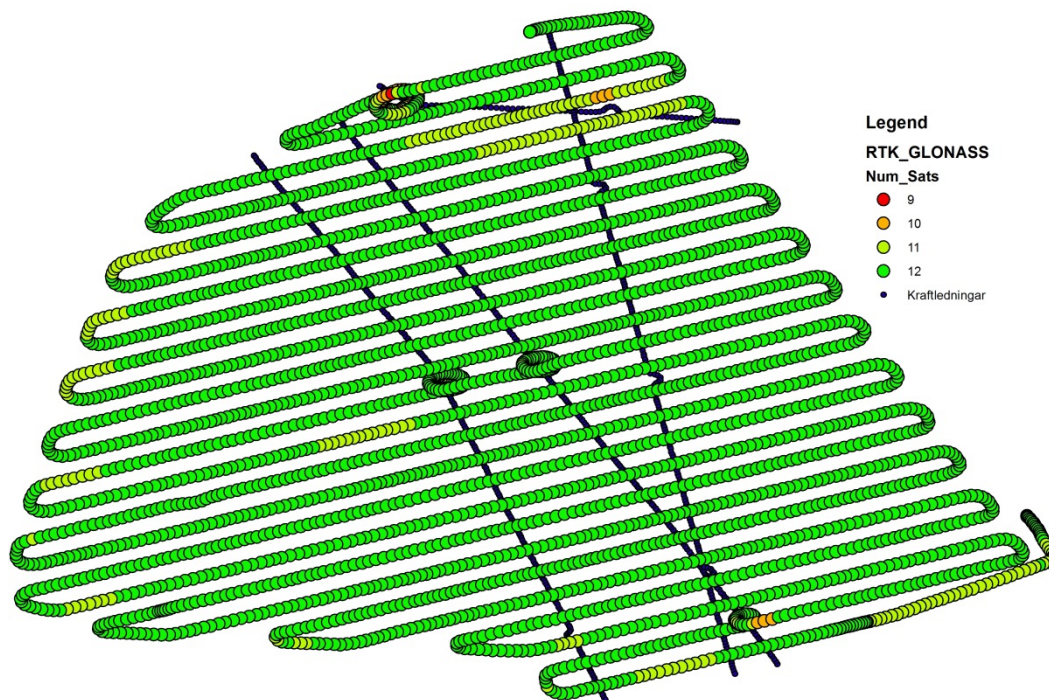
Figur 3 Vy från nordöstra hörnan av fältet, med antenn uppställd i position 1.

4.2 Resultat GPS-mätningar

Mätningar gjordes under totalt tre dagar i Bjuv. Första mätomgången var den 10 och 12 september. Den 10 september utfördes en bärvågsmätning med både GPS och GLONASS och den 12 september utfördes en bärvågsmätning med GPS samt en kodmätning med DGPS (EGNOS). Parametrar som studerades var GNSS-kvalitet, Antal satelliter, Korrektionsålder samt VDOP och HDOP.

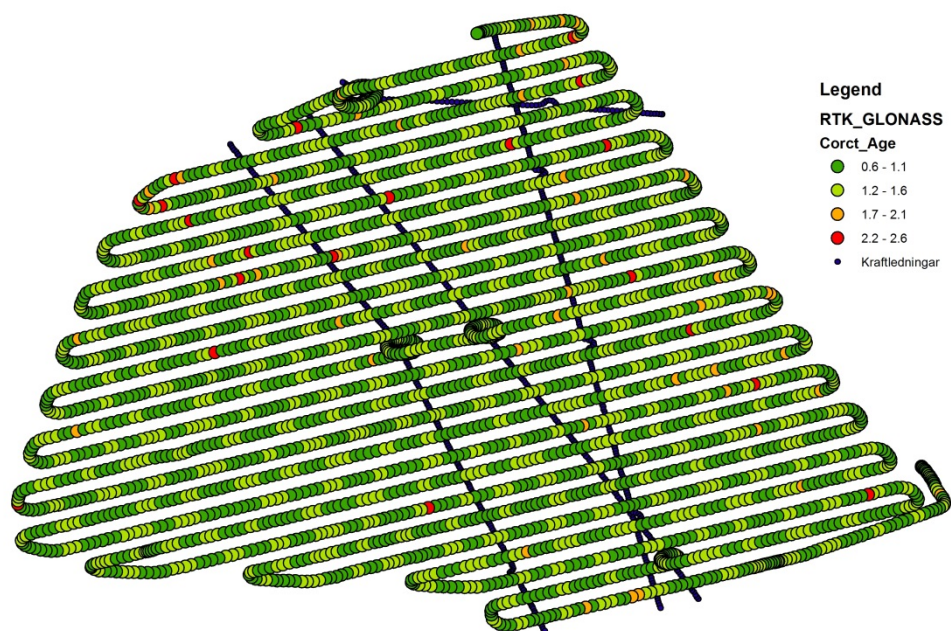
Data från första mätomgången visade på problem att hålla vald GNSS-kvalitet vid alla tre mätningarna. Det fanns inget som visar på att problemen var större under eller i närheten av kraftledningar utan problemen var jämnt spridda över fältet. Antalet satelliter varierade mer än vad som kan anses vara normalt. När antalet satelliter sjönk till 4 st tappades vald kvalitet. Enligt utrustningsleverantören skulle orsaken kunna vara problem med strömförsörjningen.

En upprepande mätomgång utfördes den 26 november där strömförsörjningen togs direkt från fordonets batteri. Resultaten från denna mätomgång var mer stabila än mätomgången den 10-12 september. Vald GNSS-kvalitet tappades inte en enda gång vid någon av de tre mätningarna. Antalet satelliter var mer stabilt samtidigt som det fanns fler synliga satelliter. Parametrarna VDOP och HDOP var därför låga vid samtliga mätningar. I GIS-programmet har analys gjorts av parametrarna antal satelliter och korrektionsålder. Figur 4 visar antalet satelliter vid bärvågsmätning med GPS och GLONASS. Antalet satelliter varierar mellan 9-12 st. Resultatet ser liknande ut för bärvågsmätning med bara GPS, där antalet satelliter varierade mellan 7-12 st. De lägsta värdena är från mätpunkter bredvid sikthinder, som trädråd eller kraftledningsstolpar.

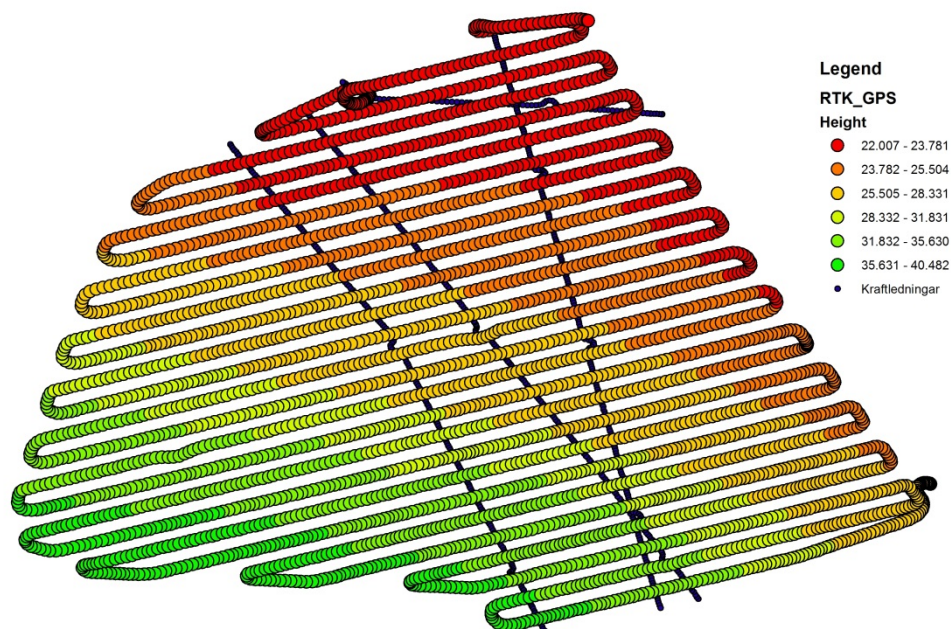


Figur 4 Kartan visar bärvågsmätning med både GPS och GLONASS från den 26 november. Antalet satelliter varierar mellan 9-12 st. Lägst är det kring trädridåer (vänstra kanten) samt kring kraftledningsstolpar.

Korrektionsåldern var generellt låg för bärvågsmätningarna. Bär vågsmätningen med både GPS och GLONASS var som mest 2,6 sekunder och för bara GPS var den som mest 3,4 sekunder. Dessa värden får anses vara helt normala. Figur 5 visar korrektionsåldern för bärvågsmätning med både GPS och GLONASS. Det finns en gradient med en svagt ökande korrektionsålder från sydväst mot nordväst. Detta är inget som påverkar den praktiska tillämpningen och beror sannolikt på topografin, se Figur 6. När höjden är under 28 m.ö.h. stiger signalens ålder en aning.

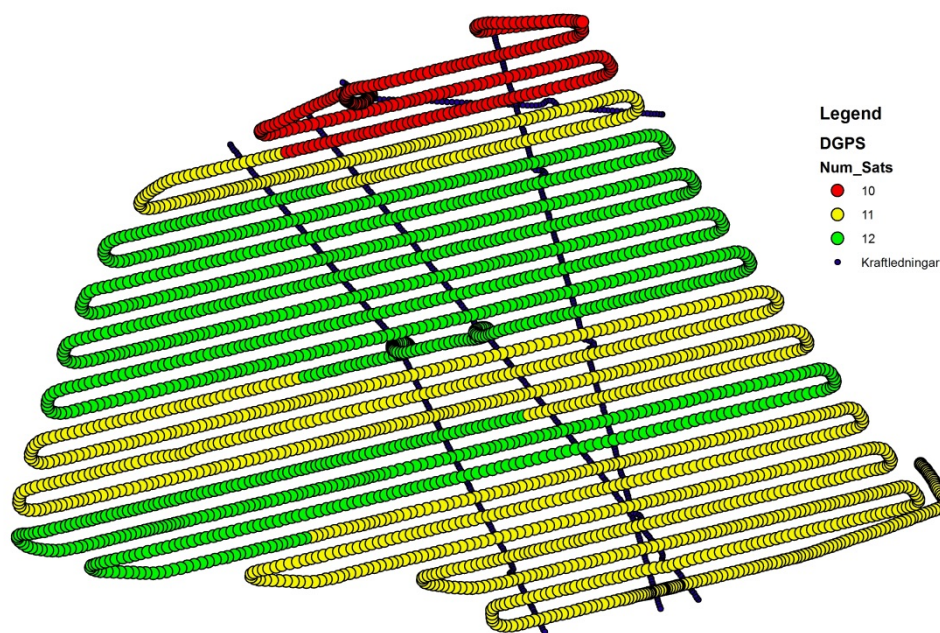


Figur 5 Kartan visar korrektionssignalens ålder för bärvågmätning med RTK och både GPS och GLONASS. Signalens ålder är låg över hela fältet men det finns en gradient från sydväst mot nordost.

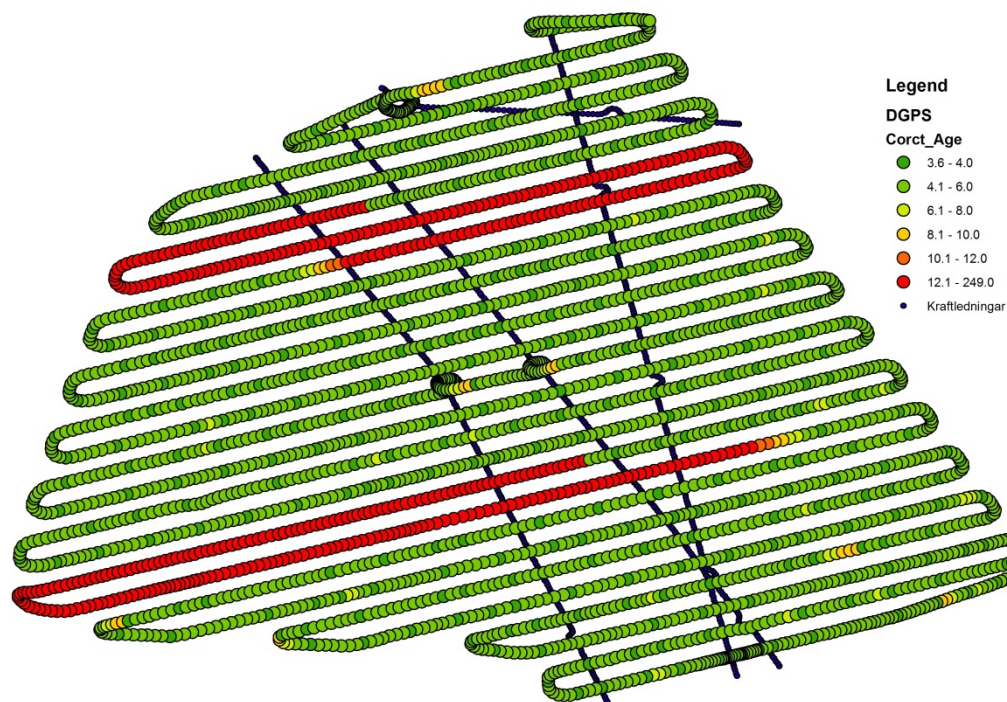


Figur 6 Kartan visar topografin på fältet. Höjden varierar från 22-40 m.ö.h.

Antalet satelliter varierade mellan 10-12 satelliter för DGPS och ingen påverkan kunde ses av trädridåer eller kraftledningsstolpar, se Figur 7. Normala värden för parametern korrektionsålder är 5 sekunder för DGPS. Korrektionsåldern var mestadels normal men steg något kring kraftledningarnas stolpar, se Figur 8. Vid två tillfällen "låste" sig utrustningen och korrektionsåldern steg till 250 sekunder. Efter 250 sekunder så återgår utrustningen till normala korrektionsåldrar. "Låsningen" är sannolikt mjukvarurelaterad men vad som utlöser den är svårt att svara på.



Figur 7 Kartan visar antalet satelliter för DGPS-mätningen. Antalet satelliter varierade mellan 10-12. Det går inte att urskilja att antalet satelliter skulle ha påverkats av trädridåer eller kraftledningsstolpar.



Figur 8 Kartan visar korrektionssignalens ålder för DGPS.

4.3 Resultat radiostörningsmätningar

Figur 9 visar mätpositionerna som ytterligare beskrivs i Tabell 1. Figur 10 visar antennens placering i Position 2. Figur 11 visar resultat av frekvensskanning i Position 2. Det visar på en förhöjd störnivå upp till ca 200 MHz; jämför Figur 16, mätt i Hammarlöv, och som utgör exempel på en plats med låg störnivå. Genom att flytta antennen bort från de närmaste ledningarna, till position 3 och 4, kunde konstateras att dessa inte var den huvudsakliga källan. Nivåerna var något lägre i position 1, nära ställverket, varför ställverket inte tycks vara källan, och också något lägre i position 5 och 6. Störningarna tycks utbredda i området och har ingen tydlig riktning.

Figur 12 visar resultat för mätningar runt RTK basstationsfrekvensen på 446,6 MHz. Det framgår att signalstyrkan är god och att det inte finns några störningar på denna frekvens.



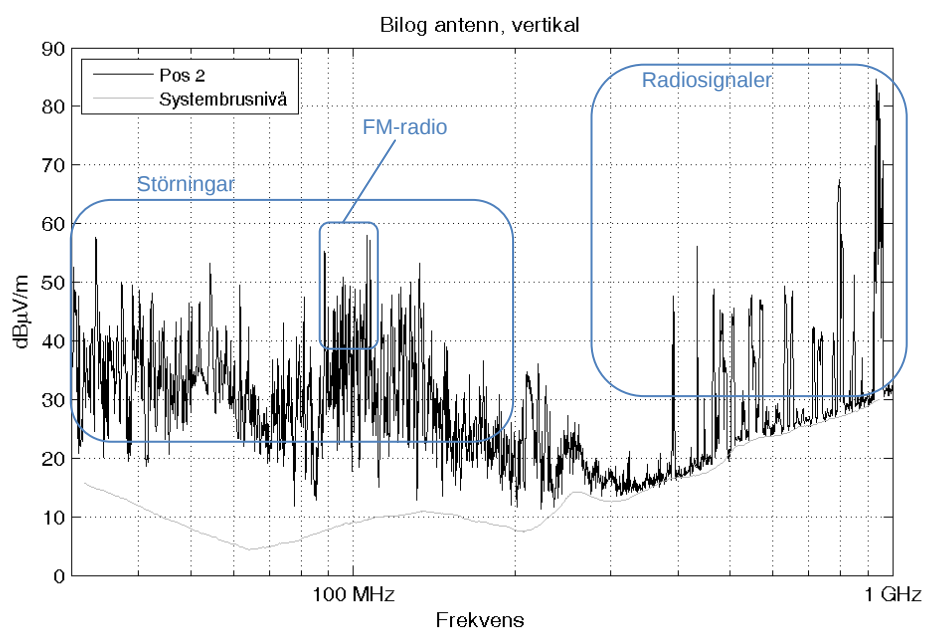
Figur 9 Flygfoto som visar del av fältet i Bjuv, med mätpositioner för radiostörningsmätning markerade.

Tabell 1 Mätpositioner i Bjuv

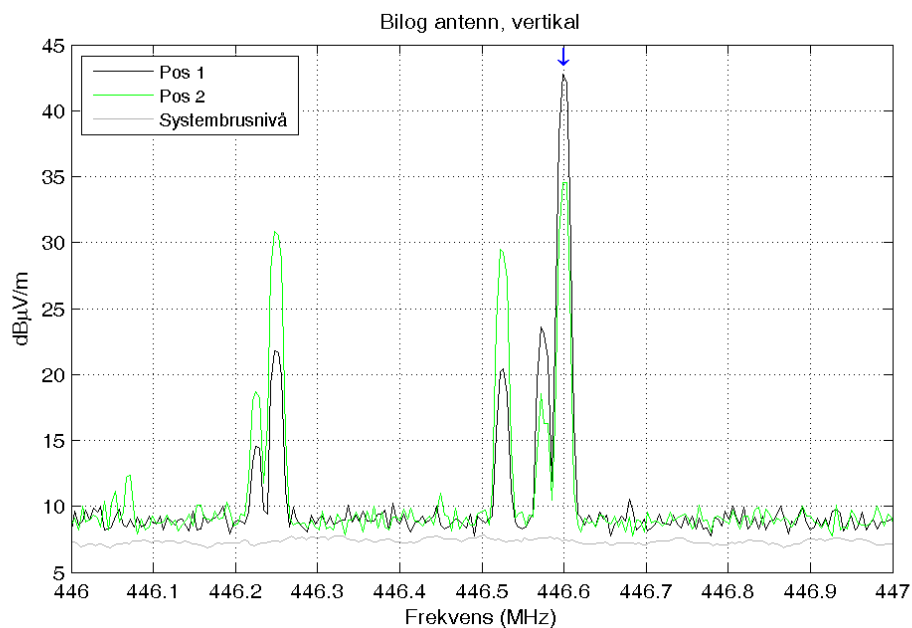
Position	Beskrivning
1	I norra änden av fältet, nära ställverket
2	20 m från yttre faslina på 130 kV ledning, där ledningen korsar vägen, ca 5 m från distributionsledningen som går längs med östra sidan av vägen
3	Som ovan, men 40 m från yttre faslina
4	Som ovan, men 20 m från distributionsledningen
5	Under mittfas på den västra 130 kV ledningen
6	20 m utanför ytterfas på den västra 130 kV ledningen



Figur 10 Mätning med Bilog-antenn i Position 2, 20 m från 130 kV ledningen och 5 m från distributionsledningen.



Figur 11 Frekvensskanning med Bilog-antenn i Pos. 2, från 30 MHz till 1 GHz. Systembrusnivå, som visas i figuren, är den minsta mätbara nivå.

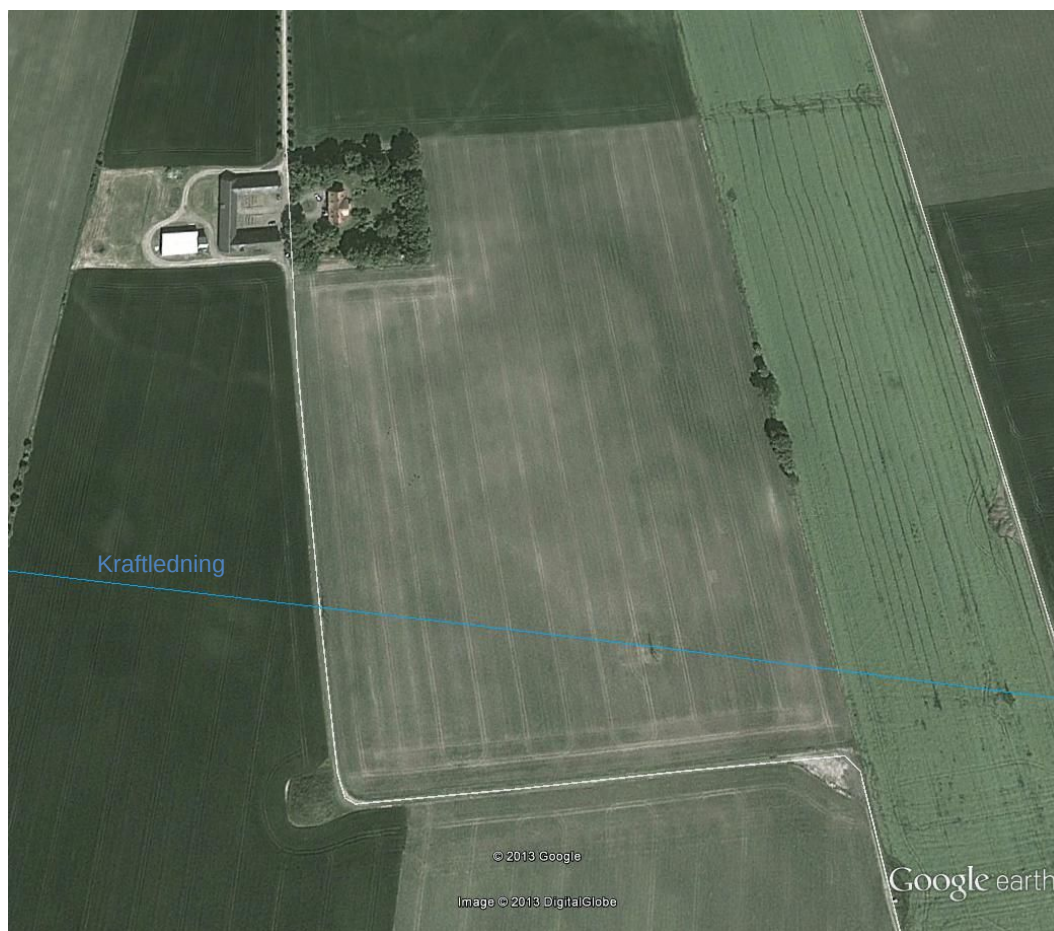


Figur 12 Mätning med Bilog-antenn i Pos. 1 resp. Pos. 2, från 446 till 447 MHz, med 9 kHz bandbredd, 9 kHz stegning, peak- detektor och 1 s mättid. Den blå pilen markerar signalen från RTK basstationen på 446,6 MHz.

5 Resultat Hammarlöv

5.1 Beskrivning av platsen

Figur 13 visar ett flygfoto över fältet i Hammarlöv. Fältet är ca 10 ha stort och korsas av en 50 kV kraftledning som går mellan Trelleborg och Foteviken. Figur 14 visar en vy från sydvästra hörnan av fältet. RTK signal finns på 447,45 MHz.



Figur 13 Flygfoto över fältet i Hammarlöv, med kraftledningen markerad.



Figur 14 Vy från sydvästra hörnan av fältet.

5.2 Resultat GPS-mätningar

Den 11 september utfördes tre mätningar i Hammarlöv: RTK med GPS och GLONASS, RTK med GPS och DGPS (EGNOS). Parametrar som studerades var GNSS-kvalitet, Antalet satelliter, Korrektionsålder samt VDOP och HDOP.

Liksom för första körningen i Bjuv så uppvisade utrustningen problem med att hålla vald kvalitet. Problemen var jämnt spridda över fältet. Det finns inget som tyder på att problemen är större under eller i närheten av kraftledningen.

5.3 Resultat radiostörningsmätningar

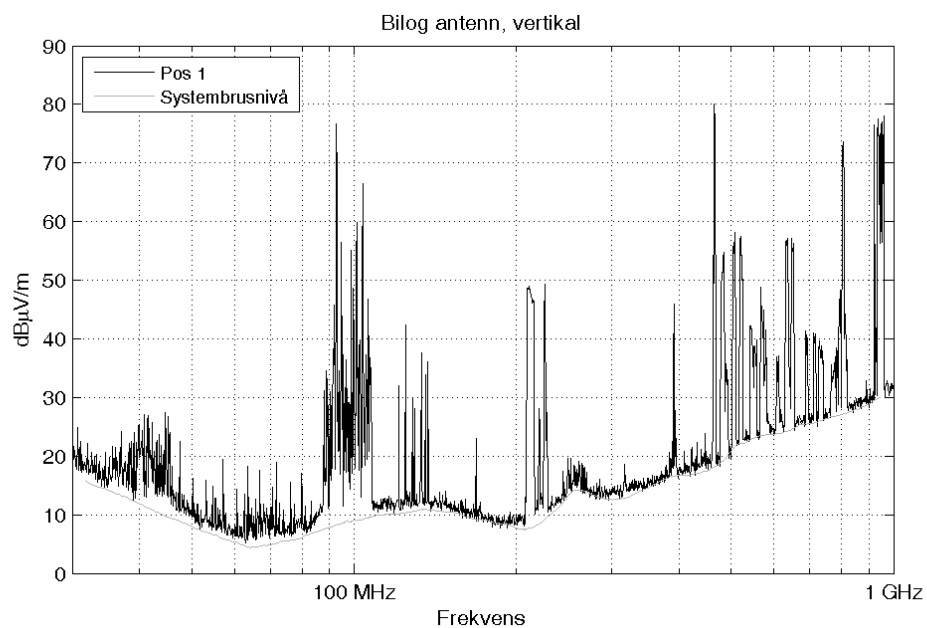
Figur 15 visar antennerna uppställda för mätning 15 m utanför ytterfas på 50 kV linjen.

Figur 16 visar resultat av en frekvensskanning från 30 MHz till 1 GHz. Resultatet visar en låg omgivningsbrusnivå, som det bör vara i ett glesbebyggt område utan störande installationer. 50 kV ledningen ger inga störningar ifrån sig. En sådan ledning ska normalt inte heller generera vare sig korona eller någon annan typ av radiostörning.

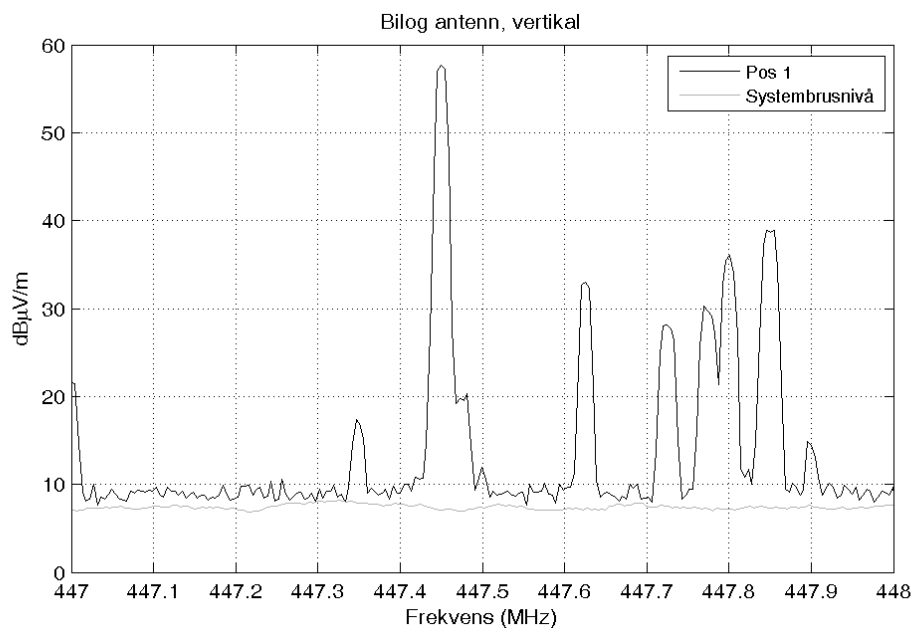
Figur 17 visar mätning kring RTK frekvensen på 447,45 MHz. Signalnivån är mycket god.



Figur 15 Antenner uppställda för mätning, 15 m från 50 kV ledningen.



Figur 16 Frekvensskanning med Bilog antenn 15 m från 50 kV ledningen, från 30 MHz till 1 GHz. De smala höga topparna är radiosignaler, t ex i FM-bandet från 90-110 MHz.



Figur 17 Mätning med Bilog antenn 15 m från 50 kV linjen, från 447 till 448 MHz, med 9 kHz bandbredd, 9 kHz stegning, peak- detektor och 1 s mättid. Den höga toppen är signal från RTK basstation på 447,45 MHz.

6 Slutsatser

Radiostörningsmätningarna visade att ingen av kraftledningarna, på de båda platserna, gav ifrån sig störningar som når upp till de frekvenser som används av positioneringssystemen.

På de två platserna gjordes mätningar med tre olika GNSS-system:

1. Kodmätning med differentiell GPS (DGPS)
2. Bärstågsmätning (RTK) med endast GPS
3. Bärstågsmätning (RTK) med både GPS och GLONASS.

Vid mättillfällena i september tappades vald kvalitet vid ett flertal tillfällen, vilket inte är normalt för utrustningen. Vid praktiskt bruk hade detta fått konsekvenser i form av dålig precision vid t.ex. maskinstyrning. Resultatet tyder på att tappen av vald kvalitet berodde på att antalet satelliter varierat onormalt mycket under mätningarna och ofta sjunkit till nedre gränsen för vad som behövs för att bestämma position. Problemen var störst vid bärstågsmätning med GPS och detta kan förklaras med att det generellt var få synliga GPS-satelliter medan det fanns gott om GLONASS-satelliter vid mättillfällena i september. Detta bekräftas av Lantmäteriets satellitprediktionstjänst (www.swepos.se).

Det är inte sannolikt att kvalitetsförändringarna är relaterade till kraftledningarna eftersom de var jämnt utspridda över åkrarna. Orsaken till den onormala variationen i antalet satelliter skulle, enligt utrustningsleverantören, kunna bero på strömförsörjningsproblem. Därför gjordes en upprepade mätning i Bjuv i november. Vid detta mättillfälle tappades inte vald kvalitet en enda gång vid någon av de tre mätningarna. Vid mättillfället var det gott om synliga satelliter för både GPS och GLONASS. Detta förklarar varför resultaten från de båda bärstågsmätningarna är snarlika. De andra parametrarna ser också bra ut med låga korrektionsåldrar och bra DOP-värden.

Den senare mätningen visade även att kraftledningarnas fackverksstolpar i stål kan ha en detekterbar effekt. Vid bärstågsmätning tappades 1-3 satelliter kring stolparna medan korrektionsåldern steg en aning för DGPS kring stolparna. Detta hade ingen praktisk betydelse eftersom utrustningen hela tiden kunde hålla vald kvalitet. Vid mätningen kördes fordonet sakta fram endast någon meter från stolparna. Samma fenomen kunde inte ses om fordonet kördes i en vidare cirkel kring stolparna. Troligtvis utgör stålstolparna ett sikthinder på samma sätt som t.ex. träd.

Under vissa omständigheter, t.ex. om antalet synliga satelliter är få och lantbrukaren kör nära stolparna, skulle en sådan påverkan av kraftledningsstolpar kunna medföra problem. Det kan också skilja mellan olika typer av utrustningar med avseende på hur de påverkas. Denna studie har begränsats till att prova en typ av mottagare. Men för de flesta normala fall är sannolikt sådan påverkan av fackverksstolpar i stål, för 50-130 kV ledningar, av marginell eller ingen betydelse för den praktiska tillämpningen.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35
www.elforsk.se