

FarmTest om nøjagtighed af GPS-baserede sporfølgningssystemer

FarmTest -
Maskiner/Planteavl nr. 26

Dato: 11-02-2004

Forfatter: Hans Henrik Pedersen
Niels Jakob Jakobsen og Krister Persson

Afsluttet FarmTest

Der er foretaget målinger på otte systemer, der kan hjælpe med at holde afstanden til nærmeste spor ved kørsel i marken. Med de bedste af de undersøgte systemer kan man i praksis forvente en nøjagtighed på 20 - 40 cm. Tre af systemerne er testet både med en billig og med dyrere GPS-modtager. Med de billigste modtagere kan man ikke opnå en pålidelig vejledning.



Traktoren, der blev benyttet til undersøgelsen. De første to spor var på asfalt, de efterfølgende lå parallelt hermed på en græsmark.



Midt på traktorens tag sad forrest på skift de GPS-antennener, der blev benyttet af guidancesystemerne. Bag denne sad RTK-GPS-antennen, der fastlægger traktorens position med få centimeters nøjagtighed.

Indholdsfortegnelse

- [Baggrund for undersøgelsen](#)
- [Metode](#)
- [Undersøgte systemer](#)
- [Korrektionssignaler](#)
- [Resultater fra undersøgelsen](#)
- [Kommentarer og anbefalinger](#)
- [Læs også](#)

Baggrund for undersøgelsen

Der er en stigende interesse i sporfølgningssystemer eller guidancesystemer, som de kaldes på engelsk. Systemerne kan benyttes til at hjælpe føreren af landbrugsmaskiner til at holde en fast afstand til sidste spor. Disse systemer er naturligvis specielt interessante, når der ikke er synlige kørespor i marken.

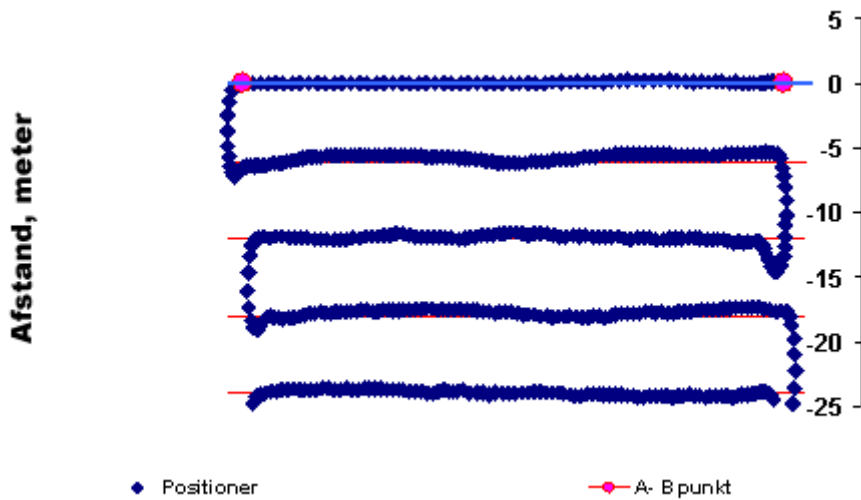
Der udbydes systemer til priser fra under 20.000 kr. op til ca. 400.000 kr. De mest avancerede systemer kan kobles til maskinens styretøj og dermed overtage styringen. Nøjagtigheden, som man kan opnå, hænger naturligvis meget sammen med kvaliteten og dermed prisen af den GPS-modtager, der benyttes. I denne undersøgelse indgår systemer til mellem 20.000 og 70.000 kr.

[▲ Til top](#)

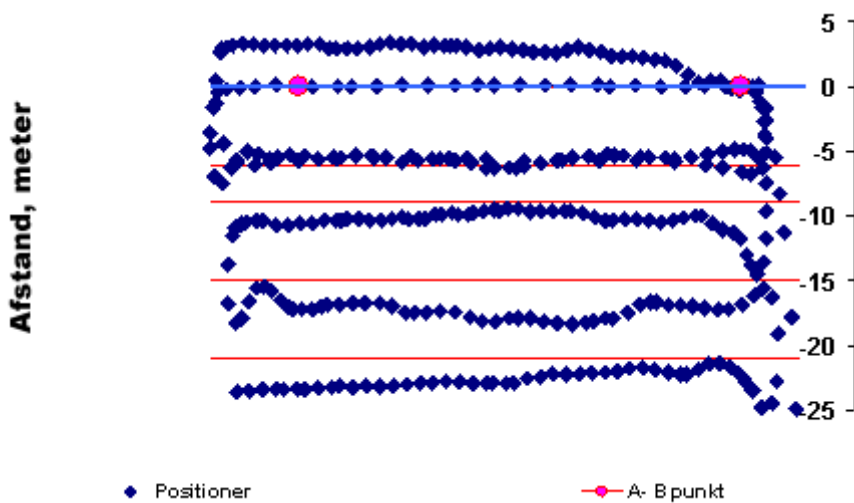
Metode

Undersøgelsen er foregået ved Danmarks JordbrugsForskning på Forskningscenter Bygholm. Systemernes præcision er målt ved, at en traktors position løbende er registreret med højpræcis RTK-GPS-udstyr. Dette udstyr kan fastlægge en maskines position med få centimeters nøjagtighed.

Sporfølgningssystemerne blev på skift monteret i traktoren. De blev afprøvet ved, at en rute med parallelle spor blev gennemkørt ved hjælp af instruktioner fra de undersøgte systemer. Afstanden mellem de ønskede spor var 6 meter.



Figur 1: Udklip af et målt køremønster. (GuideMate med 5 Hz Egnos antenne). De tilsigtede spor er markeret med røde streger. De blå markeringer viser, hvor traktoren har været. På nul-linien øverst er med lyserødt markeret de to punkter, som blev kodet ind i guidancesystemerne. Disse kaldes A- og B-punkter.




Figur 2: Udklip af en målt hvor præcisionen ikke er tilfredsstillende. (GuideMate med 1 Hz antenne - Emtac Bluetooth). Signaturer er som i figur 1. De øverste blå markeringer er kørsel i AB-sporet efter, at de øvrige spor var gennemkørt.






[▲ Til top](#)

Undersøgte systemer

De undersøgte systemer fremgår af tabel 1. Øverst i tabellen er fem systemer udviklet specifikt til sporfølgning. Nogle systemer kan desuden udføre andre landbrugsopgaver. Nederst i tabellen er angivet tre systemer baseret på lommecomputere. På nær Greenstar systemet fra John Deere er prisen angivet uden GPS-modtager. Nogle af systemerne er testet med flere GPS modtagere. De benyttede GPS modtagere er præsenteret i tabel 2.

Tabel 1: Sporfølgningssystemer, der indgik i undersøgelsen.

Pris ekskl. GPS modtager	System/Forhandler	Bemærkninger
 ca. 70.000 kr. (inkl. GPS modtager)	Green Star - John Deere Nellemann Agro Egeskovvej 2 2665 Vallensbæk Strand Tlf: 4373 6400	Green Star - AMS (Agricultural Management Solution) er John Deeres varemærke for avanceret elektronik. Green Star terminalen kan udover sporfølgning benyttes til udbyttemålinger, varieret tildeling og mere. Systemet kan overtage styringen på de største nye John Deere traktorer. Benyttet GPS-modtager: Green Star - Starfire

 <p>ca. 12.000 kr.</p>	<p>FarmScan Can Link 3000</p> <p>Agrovo Aps Løgstørvej 32, Ulbjerg 8832 Skals Tlf 8776 2025</p>	<p>Can Link 3000 er en redskabsterminal, der kan styre en række forskellige maskiner. Den kan blandt andet styre varierede doseringer af op til fire midler.</p> <p>Kan udbygges med lysbar for 2.900 kr.</p> <p>Benyttet GPS-modtager: CSI Ceres 5 Hz (Denne modtager var ved test af Can Link 3000 indstillet til 2 Hz)</p>
 <p>12.290 kr. for Center line 25.900 kr. for Swath XL</p>	<p>LH Center line og LH Swath XL</p> <p>LH Technologies A/S Mølhøvevej 2 9440 Aabybro Tlf.: 9696 2500</p>	<p>LH Center line og Swath XL er begge udviklet alene til sporfølgning. Retningsinstruktioner foregår ved en lysbar, hvis grønne, gule og røde dioder viser, hvor langt, man er fra det ønskede spor. LH Swath XL kan i modsætning til Center line lagre kørte spor, så en rute kan gentages på et senere tidspunkt.</p> <p>Benyttede GPS-modtagere: Omnistar 7114 og Mid Tech RX 350 P</p>
 <p>Ikke prissat</p>	<p>Outback - S</p> <p>LMB Danmark A/S Midtager 2 2605 Brøndby</p>	<p>Outback S er et system udviklet specifikt til sporfølgning. Retningsvisning foregår med lysdioder, der angiver afvigelser og retningsændringer.</p> <p>Benyttet GPS-modtager: Systemet blev testet med den integrerede Outback S antenne.</p>
Systemer baseret på lommecomputere		
 <p>ca. 15.000 kr. inkl. Palm lommecomputer. Systemet kan udbygges med lysbar til 7.800 kr.</p>	<p>Patchwork - Black Box</p> <p>Patchwork Technology P.O.Box 35 Pontypool Torfaen NP4 8YR Wales, UK +44 1495 759515 <input type="checkbox"/></p>	<p>Black Box programmet kan udover sporfølgning benyttes til at foretage arealopmåling og diverse registreringer som dokumentation af markarbejdet. Det kan desuden udbygges til at udføre varierede doseringer. Retningsangivelse sker ved en pil og en afstandsangivelse fra det ønskede spor.</p> <p>Benyttede GPS-modtagere: CSI Ceres og Patchwork Transplant flash kort</p>
 <p>ca. 15.000 kr. inkl. Palm lommecomputer. Systemet kan udbygges</p>	<p>Satcon Palm NAV</p> <p>Satconsystem Bundesstrasse 7 97531 Obertheres +49 9521 7072 <input type="checkbox"/></p>	<p>Satcon programmet kan udover sporfølgning benyttes til at foretage arealopmåling og til at foretage diverse registreringer som dokumentation af markarbejdet. På skærmen ses et markudsnit med det ønskede spor, som man skal ramme med spidsen af en trekant, der symboliserer maskinen. Arealet, der er behandlet, bliver mørkfarvet.</p> <p>Benyttede GPS modtagere: Raven 115 og Satcon flash kort</p>

med en lysbar til 2.900 kr.		
	<p>FarmSite - Guide Mate</p> <p>AgroNav.dk v. Lars Nielsen Tlf. 8776 2022</p> <p>Kemira GrowHow Kastelsvej 5, 7000 Fredericia Tlf. 7922 3300</p> <p>DataLogisk ApS Stubbekøbingvej 41, 4840 Årslev</p>	<p>Guide Mate er et program fra Farm Works. Guide Mate programmet kræver, at programmet FarmSite Mate Basic er installeret. Med dette kan der fortages registreringer i marken. Herudover leveres FarmWorks programmer til variabel tildeling og andet.</p> <p>Styrevejledning sker med en pil og en afstandsangivelse fra det ønskede spor.</p> <p>Benyttede GPS-modtagere: CSI Seres, Emtac Bluetooth og Patchwork Flash card</p>
ca. 12.000 kr. Inkl. en Windows CE lommecomputer		

[▲ Til top](#)

Tabel 2. Benyttede modtagere: Sporfølgningssystemer, der indgik i undersøgelsen.

1 Hz Egnos modtagere 1.000 - 3000 kr.	5 Hz Egnos modtagere 10.000 - 15.000 kr.	Satellitbaseret korrektion > 30.000 kr
Patchwork Flash kort Satcon Flash kort Emtac Bluetooth antenne	Raven 115 CSI Seres Mid Tech RX 350 P (Egnos) Outback S	Omnistar 7114 Star Fire 2F (John Deere)

Korrektionssignaler

Som det fremgår, er alle systemer testet med Egnos baserede GPS-antener, dog undtaget John Deere Green Star. Egnos systemet er iværksat af EU og er primært målrettet luftfarten. Signaler er gratis at modtage. Systemet har været i test i de seneste par år. De frigives ifølge planen officielt den 1. april 2004. Indtil da kan der være udfald af signalet.

Omnistar og Starfire er kommercielle tjenester, som kræver abonnement. Omnistar 7114 er som Egnos modtagerne en 1 frekvens modtager. Abonnementet er 5.915 kr. pr. år eller 1.080 kr. pr. måned. Starfire modtagere bruger begge GPS-systemets to frekvenser. Abonnements prisen er 7.500 kr. pr. år.

Systemerne blev testet over to dage, den 12. marts og den 9. juli 2003. Den første dag testede vi primært systemer sammen med de GPS-modtagere, som de blev markedsført sammen med. Systemerne baseret på lommecomputer kom da ud med forholdsvis ringe resultater. Ved den anden test blev alle systemer testet med forskellige 5 Hz Egnos modtagere. 5 Hz betyder, at modtager udsender en position fem gange i sekundet. Green Star system blev dog testet med den mere præcise og dyrere Starfire antenne.

Resultater fra undersøgelsen

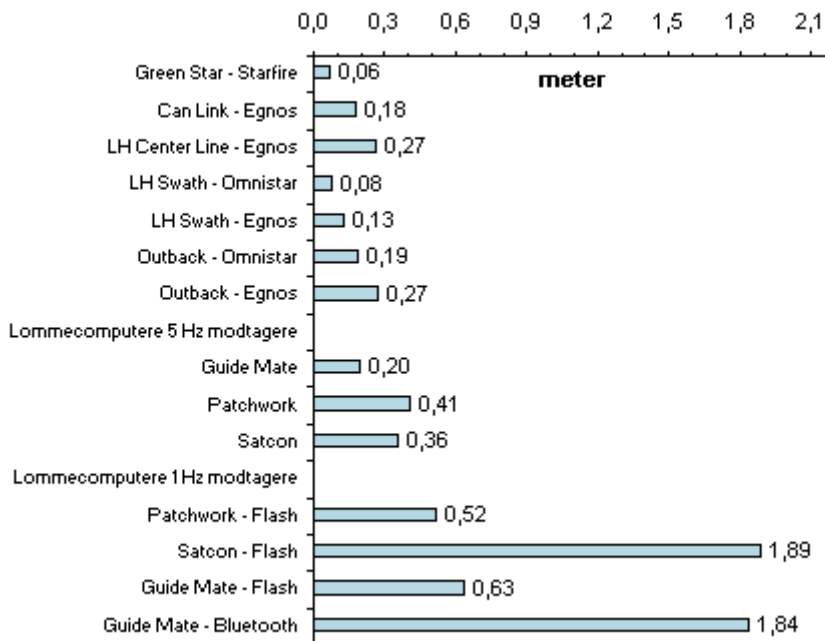
De nøgletal, der er benyttet i figur 3 og 4, er defineret således:

* **Gennemsnitlig fejl af spor** (figur 3). Angiver, hvor langt de enkelte spor gennemsnitligt ligger fra de spor, der skulle være kørt i. Dette tal siger ikke noget om, hvorvidt traktoren har slingret igennem sporene. Tallet er en indikation af om GPS positionerne driver.

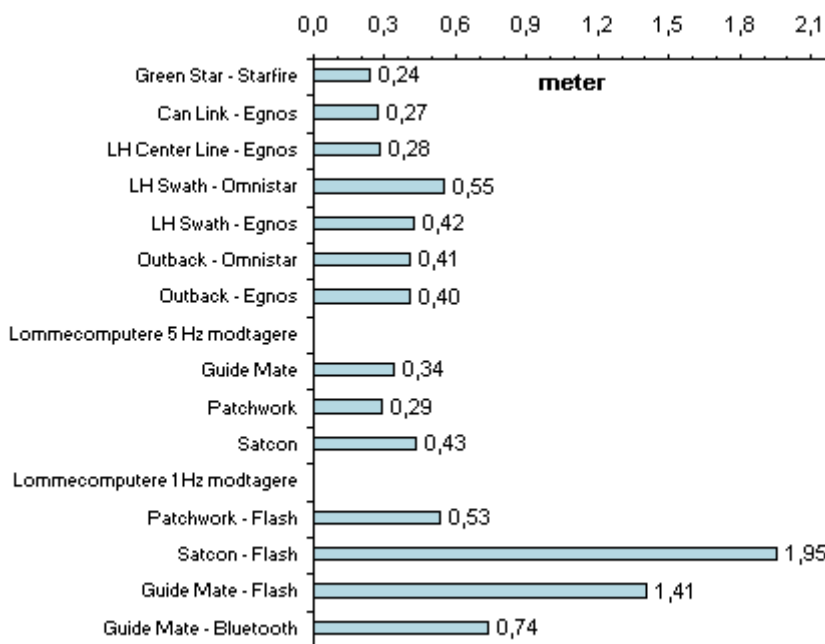
Tallet er beregnet som det numeriske gennemsnit af fejl for de enkelte spor. Det vil sige, at et spor, der eksempelvis er kørt 1 meter for langt mod syd, ikke kan ophæves af et andet spor, der er kørt én m for langt mod nord.

* **Spredning** (figur 4). Spredningen er et mål for, hvor meget traktoren har slingret. Ca. 5 % af tiden har traktoren været længere væk fra det gennemsnitlige spor end "2 × spredningen". Dette nøgletal er illustreret i figur 4.

Man ønsker naturligvis at begge nøgletal er mindst mulige.



Figur 3. Gennemsnitlig fejl af spor for de undersøgte systemer.



Figur 4. To gange den statistiske spredning for afstanden til det aktuelle spors gennemsnitlige position. Ca. fem % af tiden har traktoren været længere væk fra sporet end denne værdi.

[▲ Til top](#)

Kommentarer og anbefalinger

* Gren Star er bedst

Green Star systemet fra John Deere opnåede det bedste resultat i undersøgelsen både med hensyn til sporenes placering og med hensyn til at køre i lige spor. Dette system er udviklet på basis af mere avanceret GPS-teknologi, og er da også to til tre gange dyrere end de øvrige systemer, der er testet.

* 1 Hz modtagere duer ikke til sporfølgning

Lommecomputere testet med 1 Hz GPS-modtagere faldt klart igennem. Med en sådan modtager vil man ofte risikere, at blive dirigeret mere end 1 meter væk fra de korrekte spor. Hermed vil man ikke have tillid til systemet. Den langsommere opdatering af positioner var desuden problematisk ved vendinger, hvor systemerne var længe om at give forståelige visninger mod det ønskede spor.

* Systemer testet med 5 Hz modtagere kan ikke adskilles med hensyn til præcision

I denne undersøgelse er der kun kørt en eller få gange med de enkelte systemer. Ud over Green Star systemet kan

denne undersøgelse ikke benyttes til at adskille, om et af systemerne er mere nøjagtigt end de øvrige. For at kunne skelne dem, vil det være nødvendigt at foretage flere kørsler.

Ved kørsler med 5 Hz modtagere er lommecomputersystemerne kommet på niveau med de computere, der er udviklet specifikt til sporfølgning. Der skal altså investeres i en GPS-antenne specifikt til sporfølgning. Hvis lommecomputeren også skal benyttes til at foretage håndholdte registreringer i marken, kan en 1 Hz GPS benyttes. Der findes ikke 5 Hz batteridrevne GPS-modtagere.

* Systemerne kræver tilvænning

Visningen af styrevejledninger er forskellig fra system til system. Hvilken visning, der er at foretrække, vil afhænge af den enkelte chauffør. Lysdioder som på Outback og på systemerne fra LH Technologies er de tydeligste markeringer. Dermed er ikke sagt, at de er lettere at tolke end visninger på de andre systemer. Det kræver længere tids brug af systemer til at vurdere, hvor anvendelige og behagelige de er at køre med. Lommecomputerne er små, men da hele skærmen benyttes, vurderes styringsinstruktioner at være ret tydelige.

Det er væsentligt, at vejledning gives lige foran chaufføren, da han jo stadig skal styre og bruge sin vurderingsevne til at gøre dette bedst muligt. Lige foran rattet på traktoren er det vanskeligt at montere en computerboks, der er så stor som Gren Stars computer.

* Nøjagtigheden afhænger stadig af chaufføren

De undersøgte systemer giver alene instruktion til føreren. Derfor vil nøjagtigheden i praksis i høj grad afhænge af føreren. I denne undersøgelse har føreren tilstræbt at følge alle instruktioner fra systemerne. Til tider kan han have overreageret. Kørslerne er desuden foregået i retning øst - vest. De fleste GPS-satellitter er altid mod syd, derfor er denne kørselsretning den vanskeligste for systemerne, da der er en overvægt af satellitter på den ene side af traktoren.

I praksis vil en rutineret chauffør formodentlig kunne opnå en bedre nøjagtighed, end vi har opnået ved denne undersøgelse.

* Resultaterne gælder ved kørsel uden ophold

Hvis der gøres ophold i for eksempel to timer kan man ikke forvente den samme præcision, som hvis man var fortsat uden ophold. Andre målinger viser, at de fleste GPS-modtagere driver over tid. Nogle kun få centimeter, andre flere meter. De dyreste modtagere hedder RTK - GPS. Disse vil normalt ikke drive. For Egnos modtagere bør man nok regne med, at de driver op til ca. 1 meter. Ofte vil det være en langsom drift, men det kan også ske pludseligt.

De testede systemer er beregnet til at finde spor ud fra det første spor der indkodes. Med de GPS-modtagere, der er benyttet i denne test, er de ikke velegnede til kontrolleret trafik, hvor man ønsker at køre i de samme spor ved alle behandlinger. I John Deere Green Star er dog en funktion, der gør, at man ved at køre til et fast punkt kan forskyde alle spor og dermed korrigere for drift.

* GPS-modtageren er altafgørende










GPS-modtageren er helt central for systemernes nøjagtighed. Man kan få GPS-modtagere med en præcision helt ned til en til to centimeter vel af mærke ved kørsel. Desværre stiger prisen meget på GPS, når nøjagtigheden skal under 20 - 40 cm. John Deere har med Green Star valgt, at benytte en GPS-modtager, der er en klasse dyrere end modtagerne, der er benyttet på de øvrige systemer.


I [FarmTest - Maskiner/Planteavl nr. 24](#) undersøges nøjagtigheden af en række GPS-modtagere herunder en række Egnos modtagere.

Læs også

Vi har tidligere undersøgt tre sporfølgningssystemer. Resultaterne kan ses i [FarmTest - Maskiner/Planteavl nr. 7](#), november 2002 GPS-baserede sporfølgningssystemer.

Følgende institutioner har medvirket i undersøgelsen af guidancesystemer:

-  Danmarks JordbrugsForskning, Afdeling for Jordbrugsteknik ved [Kristen Persson](#) 
-  Dansk Landbrugsrådgivning, LandboCenter Midt ved Niels Jakob Jakobsen 
-  [Lantmännen](#) ved Knud Nissen 
-  Hushållningssällskapet Malmöhus ved Per-Anders Algerbo 
-  [Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik](#) ved Hans Henrik Pedersen

Kilde: Dansk Landbrugsrådgivning, Byggeri og Teknik samt Danmarks JordbrugsForskning. Afdeling for Jordbrugsteknik 



Sidst bekræftet: 21-06-2012 Oprettet: 18-02-2004 Revideret: 06-04-2004

Forfatter

Planter & Miljø



Landskonsulent

Michael Højholdt

Erhvervsøkonomi

mih@seges.dk

Af samme forfatter

FarmTest af rotorudjævner til græs,
helsæd og majs

03.10.16

FarmTest om etablering af vintersæd

18.03.14 [↗](#)

FarmTest af kameraer til overvågning af
maskiner

01.03.12 [↗](#)

FarmTest om etablering af vårsæd

13.01.12 [↗](#)

FarmTest om radrensning i majs og
vinterraps

18.03.11

[Vis alle](#)



Printet af: Connie Vyrztz Pedersen (lccvp)

