

FarmTest

BREDE SPRØJTEBOMMES STABILITET



Titel

Brede sprøjtebommes stabilitet

1. udgave, januar 2019

Er udgivet af

SEGES

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8750 5000

F +45 8740 5010

W seges.dk

Forfatter

Konsulent Kasper Stougård, SEGES

Landskonsulent Poul Henning Pedersen, SEGES

Review

Landskonsulent Michael Højholdt, SEGES

Layout

Mona Olin Hvidberg

Forsidefoto

SEGES

Tryk

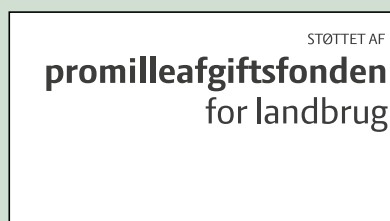
PrimaPrint

Oplag

25 stk.

ISSN: 1601-6777

T 8740 5000 | farmtest@seges.dk | farmtest.dk



Se EU-Kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne

INDHOLD

Sammendrag.....	4
Baggrund og formål.....	5
Baggrund.....	5
Formål	5
Tak til	5
FarmTestens metode.....	6
Maskiner undersøgt.....	6
Beskrivelse af Farm Testens gennemførelse	6
Resultater	7
Horisontal stabilitet	7
Vertikal stabilitet	8
Test med øget og reduceret hastighed	9
Behandlingseffekt ved varierende bomstabilitet.....	10
Overvejelser og konklusion	10
Kommentar fra importør	11

SAMMENDRAG

Formålet med FarmTesten er at undersøge, hvordan arbejdsbredde påvirker sprøjtebommens stabilitet og dermed kvaliteten af sprøjtearbejdet. I testen er der anvendt to sprøjter, som bortset fra bombredden er identiske. De to trailersprøjter af typen Amazone UX5200 Super er blevet testet på den samme mark ved at gennemkøre det samme testspor.

Testen er udført af Teknologisk Institut i samarbejde med importøren, Brøns Maskinforretning, i henhold til ISO-standard for test af bomstabilitet (ISO 14131:2005), dog uden hensyn til vindforhold. Testen er gennemført i en græsmark for at vise, hvordan bommen opfører sig, når den bydes gode forhold, og ikke hvordan den opfører sig under ekstreme forhold. Det betyder, at resultaterne i højere grad kan overføres til, hvordan sprøjterne opfører sig ved praktisk brug i marken.

FarmTesten viser, at bommens stabilitet forringes med stigende bombredde, og at den brede bom påvirkes kraftigere af for eksempel acceleration og ujævnheder i marken. Det er i sig selv ikke overraskende, men FarmTesten giver mulighed for at vurdere forskellen på et konkret og kvalificeret grundlag.

Det er vigtigt at understrege, at der ikke vil kunne generaliseres ud fra den gennemførte FarmTest. De konkrete resultater er ikke gyldige for andre sprøjter end netop den afprøvede type. Det er muligt, at nogle bomme under de samme forhold vil klare sig dårligere end den afprøvede bomtype, mens andre bomme vil klare sig bedre. Dog er det sandsynligt, at forskellen mellem en 24 og en 36 meter bred bom vil følge de samme tendenser uanset fabrikat.

BAGGRUND OG FORMÅL

Baggrund

Strukturudviklingen i landbruget viser sig i maskiner og redskabers størrelser. Det ses f.eks. i større afstand mellem kørespor i marker som følge af større arbejdsbredde på gødnings-spredere, gyllevogne og sprøjter. Motivationen for at øge arbejdsbredden er typisk et ønske om større kapacitet, lavere lønomkostning pr. ha og færre kørespor i marken. Men hvordan påvirker den øgede arbejdsbredde kvaliteten af sprøjtearbejdet?

Sprøjteproducenterne har udviklet bommene meget. Særligt har fokus på stabilisering og affjedring gjort det muligt at anvende meget brede sprøjtebomme med et tilsyneladende tilfredsstillende resultat.

Fysikkens love betinger, at en bredere bom bliver påvirket mere af tyngdekraft, accelerationskraft og decelerationskraft ved kørsel i marken, men spørgsmålet er, om udviklingen af sprøjtebommene er nået så vidt, at forskellene ikke længere er væsentlige.



Billede 1. Den testede Amazone UX5200 Super med 24 meter bom



Billede 2. Den testede Amazone UX5200 Super med 36 meter bom

Formål

Formålet med FarmTesten er at belyse, om der er væsentlig forskel på bombevægelserne ved 24 meter og 36 meter bombredde. Med det blotte øje synes moderne 36 meter brede bomme meget stabile og velgående, men det er også tydeligt, at ujævnheder forplanter sig mere, når bombredden stiger.

Vertikale og horisontale svingninger forårsages hovedsageligt af ujævnhederne i marken, men kan også skyldes vind eller accelerationer og decelerationer. Svingningerne er årsag til, at områder i det yderste af bommens arbejdsområde behandles uens.

Forskellige sprøjtefabrikater har forskellige bomopbygninger og systemer til stabilisering. Havde det været to andre sprøjter, der havde været afprøvet, havde resultaterne af testen været anderledes. Det er altså særligt forskellen i stabilitet mellem de to testede arbejdsbredder, der er interessant i denne test.

Til testen blev ni forskellige sprøjtefabrikater/importører inviteret til at deltage. To af de ni meldte tilbage, at de havde mulighed for at deltage. Blandt de to blev der trukket lod, og det var Amazone, der blev trukket ud.

Tak til

Tak til importøren af Amazone i Danmark, Brøns Maskinförretning, for samarbejdet om testens udførelse.

FARMTESTENS METODE

Maskiner undersøgt

De afprøvede maskiner er begge af typen Amazone UX5200 Super med L-bom. Altså en bom, der ligger langs med tanken i transportstilling. Det er primært denne bom, UX5200-sprøjterne leveres med i Danmark. Begge bomme var udstyret med automatisk højdestyring med to sensorer. Sprøjterne var udstyret med forskellige dækmonteringer, men justeret så den udvendige sporvidde var ens. Det eneste, der i øvrigt adskiller de to sprøjter, er arbejdsbredden på henholdsvis 24 og 36 meter.

Amazone har netop lanceret SwingStop-systemet, som ved hjælp af accelerometre registrerer svingninger i bommen og følgende ved hjælp af to hydrauliske cylindre modvirker svingningerne. De testede sprøjter var ikke udstyret med SwingStop og er dermed identiske med de Amazone UX5200 Super, der kører hos danske landmænd.

Beskrivelse af FarmTestens gennemførelse

FarmTesten er gennemført i juli 2018 på en slætgræsmark ved Brøns i Sønderjylland. Testen blev udført af Teknologisk Institut | Agro Tech efter en protokol, som Teknologisk Institut har udviklet på baggrund af ISO14131:2005. Testen er baseret på målinger med et dual-antenne GPS-system.

Der blev under testen monteret en GPS-antenne på sprøjtebommens yderste spids samt midt på bommen. Positioner for de to antenner viser, hvordan bomspidsen bevæger sig i forhold til midten af bommen.

Herudover blev der på bommens yderste punkt i begge sider monteret en accelerationsmåler. Formålet var at kortlægge, hvordan de to bomspidser bevæger sig i forhold til hinanden. På yderste punkt af bommen i venstre side blev en tiltsensor monteret for at registrere bommens rulning.

Endelig blev der monteret højdemålere på yderste ende af bommen og midt på bommen for at registrere bommens højde over afgrøden. Da højdesensorerne måler på den underliggende overflade, vil målingerne vise udsving ved en ujævn afgrøde.

De samme to spor i marken blev fulgt én gang pr. gennemkørsel, og gennemkørslerne blev gentaget seks gange for sprøjte 1 (24 meter bom) ved 8,5 km/t. For sprøjte 2 (36 meter bom) blev gennemkørslen gentaget fem gange ved 8,5 km/t, én gang ved 6 km/t og én gang ved 12 km/t.

Fremkørselshastigheden blev fastsat i samarbejde mellem de deltagende parter som et eksempel på en realistisk arbejdhastighed. Reduktion og øgning af hastighed med sprøjte 2 blev afprøvet for at få et indtryk af hastighedens betydning for bommens stabilitet. Der er ikke beregnet sikkerhed for resultaterne fra gennemkørslerne med 6 og 12 km/t, da disse kun blev gennemført én gang pr. hastighed.

Under testen var det en medarbejder fra Brøns Maskinfabrik, der fungerede som sprøjtefører, mens Torben Nørremark fra Teknologisk Institut stod for at kontrollere, at testen blev gennemført i henhold til skabelonen, og at data blev logget korrekt.

Testen blev udført ved en vindhastighed på ca. 7 m/s med en vestlig vindretning. Vindhastigheden ligger højere end ISO-standardens anvisninger, men var den samme for begge sprøjter. Derfor accepteres afvigelsen. Kørselsretningen var nord/syd og dermed på tværs af vindretningen.



Billede 3. Markeringen viser registreringer fra GPS af de to spor, som blev gennemført i forbindelse med testen.



RESULTATER

Resultaterne fra testen viser klare og ikke overraskende tendenser. Den bredere sprøjtebom påvirkes kraftigere af tyngdekraft samt accelerations- og decelerationskraft.

Resultaterne og forskellene mellem de to bombredder beskrives i det følgende.

Horisontal stabilitet

Bommens horisontale stabilitet i længderetningen, altså fejende bevægelser frem og tilbage over afgrøden, blev målt ved hjælp af en GPS-antenne monteret på bommens yderste venstre spids og en antenne monteret på bommens center. Det er altså de to antenners placering i forhold til hinanden, der registreres.

Dual antenne-systemet har en måleunøjagtighed på op til 1,5 centimeter (1 Sigma Level).

I den efterfølgende tabel ses størrelsen på de to bommers horisontale bevægelser.

Horisontal stabilitet	24 meter	36 meter
Udsving – standardafvigelse (fra nulpunkt til yderpunkt)	5,5 cm	9,0 cm
Udsving – maks. (fra yderpunkt til yderpunkt)	22,3 cm	55,0 cm

Bevægelserne viste sig som gennemsnit at være 64 pct. større på 36 meter-bommen end på 24 meter-bommen, mens det maksimale udsving for 36 meter-bommen var 146 pct.

større end på 24 meter-bommen. Det er afgørende at være opmærksom på, at standardafvigelsen (tilnærmelsesvis den samme som det gennemsnitlige udsving) måles på udsving fra nulpunkt til yderpunkt, mens de maksimale udsving måles fra yderpunkt til yderpunkt og dermed naturligt vil være større.

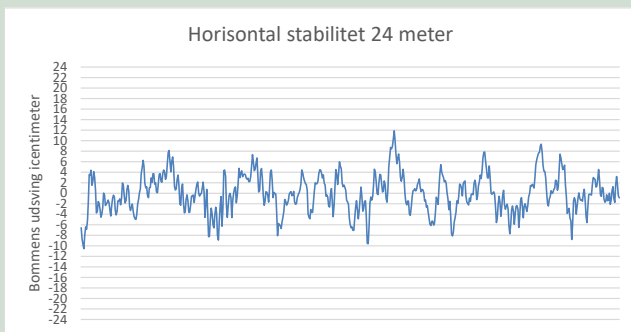
Figur 3 og figur 4 viser bommens bevægelser på to udvalgte ture. Kurverne viser, at der ikke er tendens til flere udsving på den brede bom, men tegner sammen med ovenstående et billede af, at de udsving, der foregår, er større.

Graferne udtrykker bommens svingninger frem og tilbage i løbet af 60 sekunder på ture, som anses som repræsentative for testens resultater.

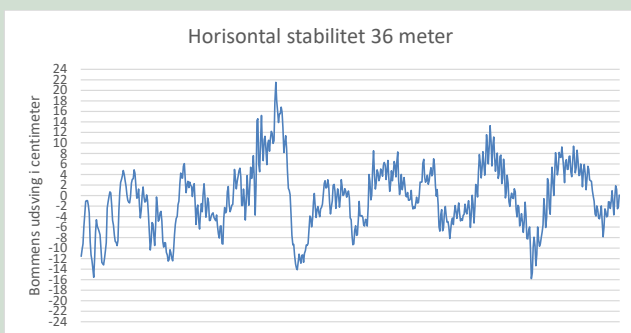
De anvendte målinger er udelukkende foretaget under kørsel, og de påvirkninger, der opstår ved start og stop, er således sorteret fra i det ovenstående. Betragter man bommens bevægelser ved start og stop, er det dog tydeligt, at den brede bom påvirkes væsentligt kraftigere.

Tendensen ses tydeligt på figur 5, som viser den 36 meter brede boms bevægelser under og umiddelbart efter traktorens acceleration fra 0 til 8,5 km/t. Grafen viser, hvordan bommens bevægelser påvirkes af accelerationen og efterfølgende aftager mere og mere. Tendensen kan også ses i videoen her: [Vimeo.com/312065034/945e113ddf](https://www.vimeo.com/312065034/945e113ddf)

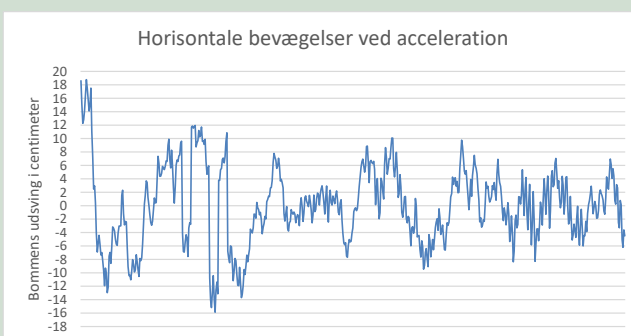
Farmtesten viser altså, at det må forventes, at den testede bomtype har større bevægelser frem og tilbage i kørselsretningen, når bombredden er 36 meter, end når bombredden er 24 meter.



Figur 1. Horisontale svingninger af 24 meter bom i løbet af 60 sekunder.



Figur 2. Horisontale svingninger af 36 meter bom i løbet af 60 sekunder.



Figur 3. Horisontale svingninger af 36 meter bom under acceleration fra 0 til 8,5 km/t

Vertikal stabilitet

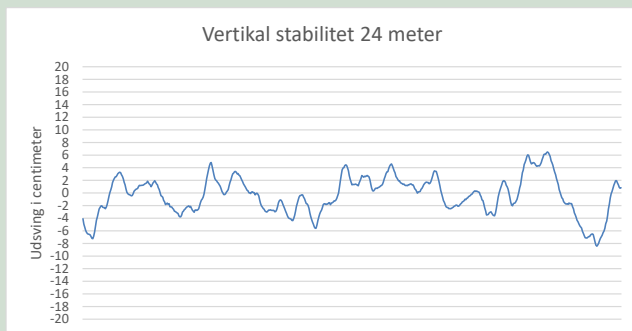
Bommens vertikale stabilitet, altså evnen til at gå jævnt over afgrøden og ikke gynte ved ujævnheder, blev ligeledes målt med en GPS-antenne monteret på yderste ende af bommen samt en antenne målt på bommens center.

Vertikal stabilitet	24 meter	36 meter
Udsving – standardafvigelse (fra nulpunkt til yderpunkt)	7,9 cm	13,2 cm
Udsving – maks. (fra yderpunkt til yderpunkt)	20,5 cm	39,8 cm

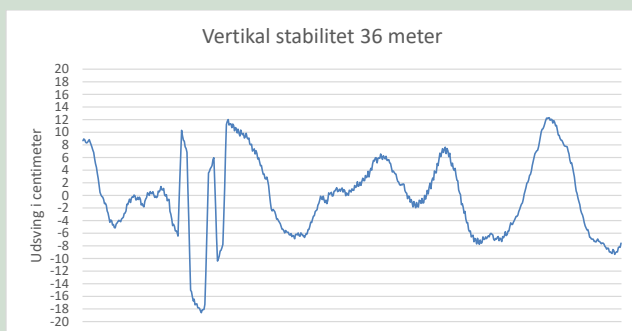
I skemaet overfor ses størrelsen på de to bommers vertikale bevægelser.

Det er samme tendens, der gør sig gældende for den vertikale som for den horisontale stabilitet. Der er en stigning på 67 pct. i standardafvigelsen (tilnærmelsesvis den samme som det gennemsnitlige udsving) og en stigning på 94 pct. for de maksimale udsving. Det er igen vigtigt at være opmærksom på, at standardafvigelsen er et udtryk for udsvinget fra nulpunkt til yderpunkt, mens det maksimale udsving måles fra yderpunkt til yderpunkt og derfor i sagens natur er større.

Graferne udtrykker bommens bevægelser op og ned i løbet 60 sekunder på ture, som anses som repræsentative for testens resultater.



Figur 4. Vertikalt udsving af 24 meter bom i løbet af 60 sekunder.



Figur 5. Vertikalt udsving af 36 meter bom i løbet af 60 sekunder.

Test med øget og reduceret hastighed

Test af øget og reduceret hastighed blev kun foretaget ved én gennemkørsel for hver hastighed. Der er altså ikke mulighed for at beregne statistisk sikkerhed for resultaterne, men de kan bruges som indikation af, hvad hastigheden betyder for bomstabiliteten. Hastighedstesten blev udført med den 36 meter brede bom, altså den bom, der i de foregående test viste sig at have de største udsving.

Resultaterne i den nedenstående tabel viser, at forskellen i standardafvigelsen for den horisontale stabilitet ligger inden for måleusikkerheden. De maksimale udsving fra yderpunkt til yderpunkt stiger med 47 procent, når hastigheden fordobles.

Horisontal stabilitet	6 km/t	12 km/t
Udsving – standardafvigelse (fra nulpunkt til yderpunkt)	11,5 cm	13,4 cm
Udsving – maks. (fra yderpunkt til yderpunkt)	31,5 cm	46,4 cm

For den vertikale stabilitet viser nedenstående tabel, at de to hastigheder har samme standardafvigelse, mens bommens maksimale vandring op og ned stiger med cirka 25 procent, når fremkørselshastigheden fordobles

Testen tyder altså på, at fremkørselshastigheden påvirker bombevægelserne i mindre omfang. Det er særligt de maksimale udsving i horisontal retning, der bliver større ved øget hastighed.

Vertikal stabilitet	6 km/t	12 km/t
Udsving – standardafvigelse (fra nulpunkt til yderpunkt)	14,2 cm	14,4 cm
Udsving – maks. (fra yderpunkt til yderpunkt)	20,9 cm	26,1 cm

BEHANDLINGSEFFEKT VED VARIERENDE BOMSTABILITET

I bestræbelserne på kun at bruge den nødvendige dosis af plantebeskyttelsesmidler, er det afgørende med høj bomstabilitet, således at dosis ikke bliver for lav i de små 'vifter', hvor bombebevægelsen ikke følger den gennemsnitlige kørehastighed. Tilsvarende vil en op- og nedadgående bevægelse give et lille bidrag til uens dosering hen over markfladen.

I praksis ses ofte mindre effekt i den ene side af sprøjtetrækket, når et kørespor har en skarp kurve, således at dosis i den ene side er lavere. Det forekommer ikke mindst ved skimmelsprøjtning i kartofler, hvor den nedsatte effekt ved ugentlige behandlinger summeres op gennem sæsonen.

Det vil ikke være muligt konkret at beregne en økonomisk konsekvens af de målte forskelle i bomstabilitet på 24 og 36 meter bommene.

Den vertikale bomstabilitet har stor betydning for afdriften. Jo større stabilitet, jo bedre er muligheden for at køre med en konstant lav bomhøjde. Afdriften øges kraftigt med øget bomhøjde. Eksempelvis er der målt en firedobling af afdrift ved at øge bomhøjde fra 50 til 70 centimeter.

OVERVEJELSER OG KONKLUSION

FarmTestens resultater bekræfter forventningen om, at en sprøjtebom påvirkes kraftigere af de fysiske kræfter, jo bredere den er. At testen blev udført på en relativt jævn græsmark medvirkede til, at begge de afprøvede bomme havde en meget jævn gang over marken.

Det viste sig dog, at den øgede arbejdsbredde på 50 procent er årsag til en øgning i udsvingenes standardafvigelse på ca. 65 pct. i begge retninger: Men det er særligt de maksimale udsving, der påvirkes.

Når bommen påvirkes, hvad enten det er, når sprøjten rammer et hul i marken, når der accelereres eller bremses op, eller når der laves udslag med styretøjet, reagerer den brede bom altså væsentligt kraftigere. De maksimale udsving i vertikal retning var således næsten dobbelt så store, og de maksimale udsving i horisontal retning næsten halvanden gang så store for den brede som for den smalle bom.

Det er altså særligt bommens bevægelser frem og tilbage over afgrøden i kørselsretningen, der påvirkes, når arbejdsbredden øges. Det betyder altså, at dysens bevægelse over

afgrøden og mulighed for at sikre en optimal og ensartet afsætning af plantebeskyttelsesmidlet på planterne forringes, når arbejdsbredden øges.

Derfor er det væsentligt at tage testens resultater i betragtning, både når der skal investeres i en ny sprøjte, og når der køres med brede sprøjtebomme.

Ved investering i ny sprøjte skal det overvejes, om markernes arrondering og egnethed for etablering af jævne flader er egnet til kørsel med meget brede sprøjtebomme. På små marker og marker med irregulære former vil bommen påvirkes oftere af acceleration, deceleration og sving.

På samme måde vil bedrifter, som ofte har ujævne marker, f.eks. på grund af gyllespor, skulle overveje, om dette skal tages i betragtning, når sprøjtens arbejdsbredde bestemmes.

Vigtigst af alt er det dog, at man som sprøjtefører er meget opmærksom på de påvirkninger, bommen udsættes for, og tager højde for det, når der køres i marken. Som testen viser, bliver det vigtigere, jo bredere bommen er.

KOMMENTAR FRA IMPORTØR

Hos Brøns Maskinforretning, hvor vi importerer Amazone, er vi glade for at have været en del af denne bomtest. Det er et meget relevant emne, og i takt med at bombredderne øges på sprøjterne, bliver det mere og mere interessant. Vi mener, det er godt, at testen er udført i marken under virkelige forhold og ikke på en testbane. Det er med til at give et mere retvisende billede af bommens bevægelser.

Amazone-sprøjterne har alle dage været kendt for en rolig bom og en god bomstyring via distancekontrol. Det ændrer dog ikke ved det faktum, at når bombredden øges, så stiger svingningerne også.

Vi er meget tilfredse med resultatet og er ikke så overraskede over den stigning i svingninger, der forekommer, når bredden øges. Umiddelbart kan det lyde voldsomt, når der står, at der er en stigning på 146 %. Procentstørrelsen skal dog ses i lyset af det lave udgangspunkt i standardafvigelsen. Det fremgår også af konklusionen, at begge bomme havde en meget jævn gang hen over marken.

Det er ikke overraskende, at det er de horisontale svingninger, som øges mest, når man øger bombredden. Det er også derfor, at Amazone tilbyder aktiv dæmpning af de horisontale svingninger på deres nye UX01 serie. Det foregår via deres patenterede SwingStop-system. Det er et system, hvor der sendes information om bomsvingninger fra accelerationssensorer, monteret yderst på bommen i højre og venstre side. Disse informationer sendes til to hydrauliske cylindre i centerophænget, som aktivt dæmper de horisontale svingninger og dermed minimerer over-/underdosering i marken.

Brøns Maskinforretning
Hovedvejen 20
6780 Skærbæk

SEGES skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N

T +45 8740 5000
E info@seges.dk
W seges.dk

