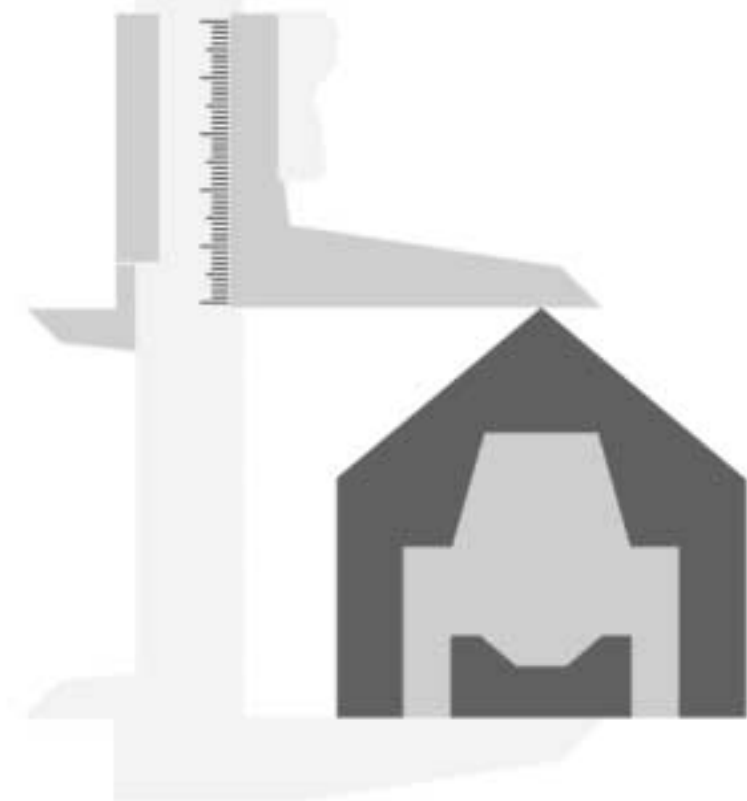




FarmTest - Planteavl nr. 6 - 2003

GPS-kortlægning af knold- størrelse og udbytte i kartoffelmarken



GPS-kortlægning af knoldstørrelse og udbytte i kartoffelmarken

Af konsulent Hans Henrik Pedersen og stud. agro. Jens Prior Hansen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik

Konsulent Kim Hansen og direktør Bjarne Risvig, G Kartoffler amba



Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Udkærvej 15, 8200 Århus N · Tlf. 87 40 50 00 · www.landscentret.dk

Titel: GPS-kortlægning af knoldstørrelse og udbytte i kartoffelmarken
Forfatter: Konsulent Hans Henrik Pedersen og stud. agro. Jens Prior Hansen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik og konsulent Kim Hansen og direktør Bjarne Risvig, G Kartofler a.m.b.a.
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Layout: Sekretær Marianne Mikkelsen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Byggeri og Teknik
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning
Udgave: 1. udgave 2003
Oplag: 40 stk.
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik
Udkærsvvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 8740 5000 • Fax 8740 5010
E-mail farmtest@landscentret.dk
www.landscentret.dk/farmtest
ISSN: 1601-6777

Forord

Kartofler er en højt værdifuld afgrøde. Målet med denne undersøgelse har været at belyse, om det er muligt at opnå en værditilvækst ved brug af en sensor, der måler kartoflernes størrelse under optagningen.

FarmTest har fokus på ny teknik, der er tilgængelig for landbruget. Med denne undersøgelse er vi gået lidt længere, end vi normalt gør. Den undersøgte sensor indebærer imidlertid så interessante perspektiver, at vi valgte at tage bolden op, selvom sensoren kun findes i en prototype.

Projektet er udført med tilskud ifølge Innovationsloven, der administreres af Direktoratet for FødevareErhverv. Projektet er udført i samarbejde mellem Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret og G Kartoffler amba, der er en af Danmarks største kartoffelcentraler (www.g-kartofler.dk).

Sensoren er udviklet af firmaet AGECE AB i Höör i Skåne. Herfra har Reinhold Håkansson og Bertil Larsson været meget behjælpelig med udlån af teknik, hjælp til montering samt tålmodig forklaring af sensorsystemets funktion.

Institutet för jordbruks og miljöteknik (JTI) ved Sveriges Landbrugs Universitet monterede i 1999 for første gang sensoren på en kartoffeloptager. Havde vi ikke kunnet trække på JTI's erfaringer, havde vores undersøgelse næppe været mulig. Tak til Per-Anders Algerbo, Lars Thylen og Andreas Persson.

Studerende Lars Algerbo fra Lund Universitet har tilpasset datalognings- og konverteringsprogrammet. Programmerne har fungeret upåklageligt.

Hoven Maskinforretning ved Kristian Rask har venligst udlånt kartoffeloptageren, som sensoren blev monteret på. Hoven Maskinforretning har desuden været behjælpelige med at montere sensoren.

Optagningen er foregået over tre dage ved gårdejer Egon Brunbjerg og en dag ved gårdejer Jens Søndergård. Vi takker for hjælp på sortébordet.

Tormod Overby
Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret | Byggeri og Teknik

Skejby, oktober 2003

Bjarne Risvig
G Kartoffler amba

Grindsted, oktober 2003

Indhold

Forord	4
1. Sammendrag	6
2. Formål	8
3. Baggrund	9
4. Metode	10
4.1 Teknik	10
4.1.1 Optageren	10
4.1.2 Den optiske sensor	11
4.1.3 GPS-modtager	11
4.1.4 Datalagring	12
4.2 Databehandling	12
4.2.1 Beregning af udbytte og fordeling i størrelsesklasser for de optagne partier	12
4.2.2 Beregning af det positionsbestemte udbytte	14
4.3 Sorter og forsøgsarealer	14
4.4 Praktisk optagning af forsøgsarealer	15
5. Resultater	17
5.1 Sammenligning mellem sensorværdier og vejninger efter sortering	17
5.2 Positionsbestemte udbytter	22
5.3 Effekt af kørespor	26
5.4 Sensoren til brug for måling af parcelforsøg	26
6. Diskussion	28
7. Litteraturliste	30
Bilag A	31

1. Sammendrag

En udbyttesensor monteret på en kartoffeloptager er blevet undersøgt. Sensoren, der er udviklet i Sverige, skanner størrelsen på hver enkel kartoffel samtidig med optagning. Med sensoren er det muligt at estimere udbyttet både totalt og fordelt i forskellige størrelseskategorier.

Sensoren blev monteret på en optager, der i sæsonen 2002 optog kartofler fra tre arealer. Udbyttebestemmelser fra sensoren blev sammenlignet med vejninger af de enkelte størrelseskategorier efter, at kartoflerne var sorteret på kartoffelcentralen.

Undersøgelsen viste, at det med sensorens registreringer er muligt at forudsige størrelsesfordelingen, der fremkommer ved en mekanisk sortering.

Store perspektiver for kartoffelcentralen

For sortercentralen åbner det store perspektiver, hvis man på forhånd kender den enkelte partis størrelsesfordeling, så man kan indtage de partier, der svarer bedst til den aktuelle efterspørgsel. Efterspørgslen efter kartofler i forskellig størrelser varierer fra uge til uge. Eksempelvis er det op til jul altid mangel på små kartofler til bruning.

Størrelsesfordelingen af de kartofler, der leveres til sortercentralen, varierer meget, og fordelingen er svær at forudsige ved brug af stikprøver. Ved brug af den undersøgte sensor vil man kunne sikre, at de indtagne partier i større udstrækning svarer til efterspørgslen.

Sensoren målte generelt for højt et udbytte. Dette er også fundet i svenske undersøgelser af sensoren. Sensoren har desuden målt flere små og flere store kartofler, end der er målt ved den mekaniske sortering. Disse unøjagtigheder vil kunne mindskes ved yderligere kalibrering af sensoren.

Variation henover markerne

Optageren, der var monteret med sensoren, var også monteret med en GPS-modtager. Dermed blev det registreret, hvorledes udbytte og størrelsesfordeling varierede henover de optagne arealer. Udbyttet svingede op til ca. 30 % inden for den mark, hvor variationen var størst. Desuden var der stor forskel i størrelsesfordelingen. I marken med den største variation varierede andelen af kartofler under 40 mm mellem 18 % og 33 % af det samlede udbytte. Med et øget kendskab til denne variation vil det på sigt være muligt for landmanden at målrette dyrkningen mod et større udbytte og en større andel af kartofler i de størrelseskategorier, der efterspørges. Da det er kendt, at læggeafstanden påvirker knoldenes størrelse, er dette en parameter, som det kunne være aktuelt at variere på. Dette er allerede teknisk muligt.

Sensoren har teknisk været stabil. Under testen opstod to mindre problemer, der skyldtes henholdsvis manglende afskærmning mod sollys samt tildugning af linsen på sensoren.

For at opnå de bedst mulige målinger valgte vi efter anbefaling fra vores svenske kollegaer ved JTI at montere et glat gummibånd i tanken på optageren. Dermed blev optagerens tankkapacitet reduceret. For ikke at begrænse en optagers kapacitet vil det være hensigtsmæssigt at indbygge sensoren allerede på fabrikken.

Den afprøvede sensor er en prototype, der ikke kan indpasses på alle optagere. Fabrikanten AGECE AB har ændret designet af sensoren. Den nye type er væsentlig mere kompakt end prototypen, og den vil kunne indpasses på de fleste typer optagere. AGECE AB har haft kontakt med flere optagerfabrikanter, men endnu ikke fundet interessenter, der ønsker at færdigudvikle sensoren.

Udover den fysiske udvikling af sensoren er der også behov for at videreudvikle elektronikken og for at udvikle et brugervenligt edb-program til at bearbejde data fra sensoren.

2. Formål

Formålet har været at undersøge, hvorvidt det ved hjælp af en optisk sensor er muligt at forudsige udbytte og knoldstørrelsesfordelingen under optagning af kartofler.

Disse målinger vil blive belyst i to sammenhænge:

- Kender sorter- og pakningscentralen størrelsesvariationen af kartoflerne, kan man indtage partier, der svarer til efterspørgslen.
- Ved at kombinere sensormålinger med positioner fra en GPS-modtager er det muligt at danne udbyttekort og kort over størrelsesfordelingen. Disse kort kan benyttes til at optimere den fremtidige dyrkning.

Undersøgelsen vil desuden belyse sensorens tekniske stabilitet under praktisk brug.

3. Baggrund

Kartofler varierer meget i størrelse både på tværs af partier, men også inden for partier optaget på samme mark. Størrelsen på kartofler er en væsentlig kvalitetsparameter. Med viden om størrelsen af de kartofler, man har på lager, er der mulighed for at optimere afsætningen.

Med et øget kendskab til, hvorledes dyrkningsforhold påvirker størrelsen på kartoffelknolde, vil det desuden være muligt at påvirke størrelsen af de dyrkede knolde, så de bedre svarer til efterspørgslen.

Der er altså både for avlere og for aftagere stor interesse i at kende størrelsesfordelingen af kartoflerne allerede, når de tages op og ikke først efter, at kartoflerne er sorteret.

Den undersøgte sensor er udviklet af det svenske firma AGECE AB (www.agec.se). Sensoren bestemmer ved hjælp af optisk teknik størrelsen på alle kartofler, når de falder fra et bånd. Sensoren blev oprindeligt udviklet til at styre pakkemaskiner, der kan sortere kartofler i to størrelsesklasser. Sensoren tæller samtidigt antallet af kartofler, og den benyttes blandt andet til at pakke bagekartofler, hvor man ønsker et bestemt antal kartofler i hver pakning.

Institutet för jordbruks och miljöteknik (JTI) ved Sveriges Landbruks Universitet begyndte i 1999 at undersøge sensoren til brug som udbyttmåler. Dette skete dels i laboratorium og dels på to optagere. De svenske undersøgelser fra 1999 til 2001 viste, at sensoren var brugbar som udbyttmåler. Der var dog en tendens til, at sensoren målte op til 10 % for højt et udbytte. Der har i de svenske undersøgelser ikke været speciel fokus på at vurdere størrelsesfordelingen i de optagne partier. JTI fortsætter med at undersøge sensoren i laboratorieundersøgelser. De vurderer specielt, hvilken effekt hældninger har på sensorens nøjagtighed (Larsson, Algerbo og Hallefält, 2002).

Vores undersøgelser og de svenske undersøgelser er foretaget på en-rækkede optagere. Sensoren er også benyttet på én to-rækket optager i Skotland. For at måle på denne optager var det nødvendigt at montere to kameraer. Nøjagtigheden viste sig at være utilfredsstillende, da det ikke var muligt at montere de to kameraer, så de målte på præcis samme måde.

Som udbyttmåler på kartoffeloptagere er sensoren i sin nuværende form kun en prototype. Fabrikanten AGECE AB har designet en endelig udformning af sensoren. Den vil kunne indpasses på de fleste optagere. Denne udvikling er dog sat i stå, da der ikke er interesse for sensoren blandt fabrikanter af kartoffeloptagere.

4. Metode

En kartoffeloptager blev monteret med den optiske sensor "AgriSort", der ved hjælp af en lysbom og et digitalt kamera affotograferer de optagne kartofler, lige før de falder ned i tanken. Optageren blev desuden udstyret med en GPS-modtager.

Optageren blev i sæsonen 2002 benyttet til at optage tre arealer med en størrelse fra 0,5 til 1,25 ha. Herudover blev den benyttet til at optage to parcellforsøg.

Data fra sensoren og GPS-modtageren blev lagret i en terminal og er efterfølgende blevet behandlet.

Partier, der blev optaget med brug af sensoren, blev efterfølgende sorteret ved G Kartoffler i partistørrelser på 90 til 140 hkg. Fraktionerne efter sortering blev vejede og sammenlignet med målinger foretaget af sensoren i marken.

4.1 Teknik

4.1.1 Optageren

I forsøget blev anvendt en en-rækket Wühlmaus 1033 kartoffeloptager.

For at alle kartofler har samme hastighed, når de registreres af sensoren og for at undgå, at kartoflerne skygger for hinanden, blev der under tankelevatoren monteret et vandretliggende gummibånd. Gummibåndet reducerede kapaciteten af tanken fra 2 ton til ca. 1,4 ton.



Figur 1. Wühlmaus 1033 optageren, som blev monteret med den optiske sensor.



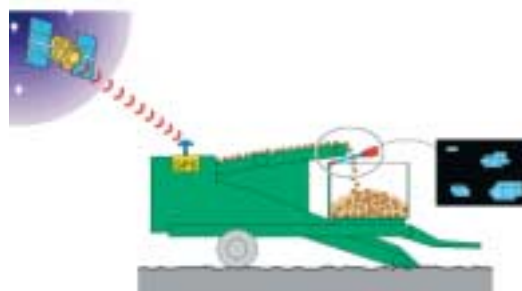
Figur 2. Et gummibånd blev placeret under tankelevatoren. Hermed sikres en ensartet faldhøjde og dermed hastighed for alle kartoffelknolde.

Gummibåndet blev drevet af en oliemotor. Båndhastigheden var tilstræbt at være omkring 0,5 meter pr. sekund. Som omtalt i afsnit 4.4 var der problemer med at fastholde en konstant hastighed. Der var ikke monteret en omdrejningstæller på gummibåndet. Båndhastigheden blev med mellemrum kontrolleret ved at måle, hvor lang tid det tog for båndet at foretage 20 omdrejninger.

4.1.2 Den optiske sensor

Den optiske sensor "AgriSort" er udviklet af det svenske firma AGECE AB (www.agece.se). Sensoren består af et kamera, der skanner størrelsen på alle legemer, der falder mellem kameraet og en lysbom, som udsender ultraviolet lys (UV). Afstanden mellem gummibåndet og kamera var 900 mm.

Når kartoflerne falder mellem lysbommen og kameraet, skygger de for UV-lyset, og kameraet registrerer en pixelværdi for hver enkel kartoffel. Jo bredere og jo højere en kartoffel er, des større pixelværdi vil blive registreret.



Figur 3 og 4. Når kartoflerne falder mellem lysbommen og kameraet, skygger de for UV-lyset, og kameraet registrerer en pixelværdi for hver enkel kartoffel. Pixelværdien er større, jo bredere og jo højere den enkelte kartoffel er.

4.1.3 GPS-modtager



Figur 5. DGPS-modtageren var monteret over jordkæden.

Den benyttede DGPS-modtager var en model 7000LR12 fra Omnistar. Nøjagtigheden var på decimeterniveau.

4.1.4 Datalagring



Figur 6. Målinger fra kameraet behandles i en AgriSort-computer, der tæller alle kartofler (øverst i billedet). I PSION WorkAbout-computeren derunder lagres pixelværdier fra AgriSort-computeren sammen med positioner fra DGPS-modtageren.

Programmet til lagring af data på PSION-computeren er udviklet af Lars Algerbo (www.algsoft.se).

Der blev lagret en GPS-position hvert fjerde sekund. Herudover blev der lagret en pixelværdi for hver eneste kartoffelknold. Datalagringsbehovet for 1 ha svarende til ca. 440.000 kartofler er ca. 3 MB.

Alle kartoffelrækker blev nummereret ved, at vi indtastede et rækkenummer i PSION-computeren, når vi kørte ind i en ny række.

4.2 Databehandling

4.2.1 Beregning af udbytte og fordeling i størrelsesklasser for de optagne partier

Registrerede data med henholdsvis pixelværdier, rækkenumre og DGPS-positioner fra dataloggeren blev omstruktureret ved brug af et pc-baseret konverteringsprogram udviklet af Lars Algerbo (www.algsoft.se). Programmet summerer og beregner følgende for hver fire sekunders interval:

- Antal kartofler i op til ti størrelseskategorier.
- Vægt af knolde i de definerede størrelseskategorier.

Konverteringsprogrammet benytter formler, der beskriver sammenhænge mellem pixelværdien og henholdsvis vægt og størrelse for de enkelte kartoffelknolde.

Der er lavet kalibreringsformler for hver af de sorter, der er optaget. Dette er sket ved at måle ca. 100 referenceknolde, der repræsenterer kartoffelsortens normale knoldstørrelse og knoldform. Disse knolde er målt enkeltvist af sensoren, mens optageren holdt stille med alle kæder i gang for at gøre målingen så realistisk som muligt. De enkelte knolde er målt to gange, og gennemsnittet af de to målinger er benyttet ved udarbejdelsen af konverteringsformlerne.

Referenceknoldenes vægt og diameter blev efterfølgende målt.

De benyttede kalibreringsformler er potensformler: $Y = a \times x^b$. Værdier for a og b for de fire sorter fremgår af bilag A.

Antal knolde, vægt i de enkelte størrelseskategorier og den samlede vægt er efterfølgende summeret, dels for hver række, dels for hver container. Disse tal er sammenlignet med resultater fra sorteringen ved G Kartoffler, hvor hver container blev sorteret for sig. Resultater fra disse målinger fremgår af tabel 3 til 5 i afsnit 5.1.



Figur 7 og 8. For hver sort blev der enkeltvist målt ca. 100 knolde af sensoren på optageren i marken. I laboratoriet blev de 100 knolde vejede, og soldstørrelsen blev bestemt med et kartoffelmål.

Sensoren kan ikke kende forskel på kartofler, sten, jordknolde eller andet. Sten og jord, der har samme størrelse som kartofler, kan ikke renses fra, men små sten bliver i beregningerne sorteret fra. Værdier under en nedre pixelværdi ignoreres, da de sandsynligvis skyldes jord, sten eller andet, der sorteres fra ved sortering.

Tilsvarende bliver meget store pixelværdier sorteret fra. Sådanne målinger kan stamme fra materiale, der ikke falder frit ned i tanken for eksempel toprester. I enkelte tilfælde hobede kartofler sig op foran lysbommen. Dette resulterer i store pixelværdier, som er blevet filtreret fra. To knolde kan desuden falde så tæt, at de måles som en stor knold, der kan blive større end den fastlagte maksimum værdi. Det er dog tilsyneladende sjældent, at to knolde måles som én.

4.2.2 Beregning af det positionsbestemte udbytte

GPS-positionerne blev benyttet til at beregne et positionsbestemt udbytte for hver fire sekunders periode. Dette er beregnet ud fra vægten af de optagne kartofler divideret med det areal, der er overkørt i perioden. De positionsbestemte udbytter er benyttet til at udarbejde kort med markernes variation i udbytte. Der er også lavet kort, der viser, hvorledes knoldstørrelsen varierer henover markerne.

Der går gennemsnitligt 24 sekunder fra en kartoffel tages op af jorden, til den registreres af sensoren på den benyttede optager. Alle positionsbestemte målinger er derfor flyttet 24 sekunder tilbage.

Ved start og stop, og når flowet gennem optageren ikke er konstant, vil der opstå målinger med meget høje og meget lave udbytteværdier. De positionsbestemte udbytter er derfor filtreret, så udbytter under 150 hkg pr. hektar og over 600 hkg ikke indgår i grundlaget for de dannede udbyttekort.

4.3 Sorter og forsøgsarealer

Ved udvælgelse af arealer blev der lagt vægt på, at der var betydelig variationer i jordbundsforhold og dyrkningsbetingelser. Alle arealer var på sandjord. Der var ikke bakker, men dog markant forskel mellem højtliggende områder og lavere områder, hvor humusindholdet i jorden var større.

De tre arealer var ikke blevet vandet, da der gennem sæsonen var faldet tilstrækkelig nedbør med jævne mellemrum.

Udover de tre marker blev optageren med sensor benyttet til at optage et planteavlssforsøg. Resultater fra brug af optageren til dette parcelforsøg fremgår af afsnit 5.4.

Tabel 1. Oversigt over arealer, der er optaget med sensoren.

Dato for optagning	Sort	Rækkeafstand, m	Række-længde, m	Antal rækker	Areal, ha	hkg i alt
30. august 2002	Folva	0,75	281	20	0,42	187
5. september 2002	Faxe	0,75	333	22	0,55	278
11. og 12. september 2002	Sava	0,75	370*	50	1,25	366
Dato for optagning	Forsøg	Rækkeafstand, m	Parcelstørrelse	Antal parceller	Areal, m ²	hkg i alt
23. september 2002	Binjtje	0,75	2x20	11	330	15,92

*) I marken med Sava-kartofler var mange rækker kortere end 370 meter.



Figur 9. I marken med Sava-kartofler varierede dyrkningsbetingelserne meget. Området til venstre i billedet var lavtliggende med pletter, der ikke blev taget op på grund af, at knoldene var vandskadede. Arealet til højre gav højere udbytte og større knolde.

4.4 Praktisk optagning af forsøgsarealer

Under optagningen opstod enkelte praktiske problemer.

For at få de bedste målinger bør hastigheden af det monterede gummibånd holdes konstant. Dette viste sig desværre vanskeligt, da gummibåndet bliver drevet af en oliepumpe, hvor kapaciteten var i underkanten af det krævede. Denne oliepumpe driver også sorterbordskæden og rotorpendelen på optageren. Med en større oliepumpe ville dette problem være løst.

Tankkapaciteten var reduceret på grund af det monterede gummibånd. For at få tanken fyldt, var det nødvendigt at skubbe den sidste fjerdedel af kartoflerne ud i hjørnerne af tanken. Enkelte gange hobede kartoflerne sig op foran lysbaren, hvilket medførte fejlmålinger. Ved granskning af data er det fundet, at målinger foretaget under en ophobning ikke er markant forskellige fra målinger foretaget før og efter en sådan ophobning. Målingerne foretaget under en ophobning er derfor vurderet som brugbare.

Ovenstående praktiske problemer skyldes ikke selve den optiske sensor. Der er kun fundet to problemer med selve sensoren.

Den 5. september 2002 var en solrig dag. Det viste sig, at afdækningen af sensoren ikke var tilstrækkelig. Kameraet var afskærmet mod ovenfra kommende sollys, men ikke tilstrækkeligt mod diffust lys. Lyset medførte, at nogle knolde ikke blev målt, eller de blev fejlmålt. Efterfølgende blev kameraet skærmet bedre af mod diffust lys. De registrerede data fra dagen er dog tilsyneladende brugbare.

Om morgenen den 12. september 2002 startede vi med at tage kartofler op, inden duggen var lettet. Under den første omgang i marken duggede linsen til, hvilket medførte, at kameraet intet registrerede. Efter at linsen var tørret af, opstod dette problem ikke igen.

5. Resultater

I de følgende tre afsnit er resultaterne af vores undersøgelser præsenteret.

I afsnit 5.1 er hovedtal for de tre arealer, der er taget op, gengivet, dels med målinger fra sensoren, dels med målinger efter sortering ved G Kartoffler.

I afsnit 5.2 vises resultater over markernes variation i form af kort over henholdsvis udbytte og knoldstørrelsesfordeling for de høstede arealer. Desuden er vist grafer, der illustrerer, hvorledes kørespår påvirker udbyttet i de rækker, der ligger op til køresporene.

I afsnit 5.3 er gengivet resultater for det parcelforsøg, hvor de enkelte parceller er målt, dels med sensoren, dels ved vejninger og størrelsessortering af en prøve i et laboratorium.

5.1 Sammenligning mellem sensorværdier og vejninger efter sortering

Kartoflerne blev ved sortering hos G Kartoffler opdelt i følgende fem størrelsesklasser:

22-35 mm
35-40 mm
40-62 mm
62-75 mm
over 75 mm.

I de efterfølgende tabeller er resultaterne fra den optiske sensor sammenlignet med resultaterne fra sorteringen hos G Kartoffler.

I tabellerne er målinger fra sensoren for størrelsen 40-62 mm opdelt i tre grupper, så det fremgår, om små, mellemstore eller store kartofler er dominerende.

Container 2 med Folva-kartofler var den første container, der blev sorteret ved G Kartoffler. Det var forventet, at grænserne mellem de enkelte størrelser skulle justeres, da ikke alle kartofler, der teoretisk kan komme gennem et givet sold, vil gøre det i praksis. Det blev derfor besluttet at benytte denne første container til at justere sensorens grænser mellem de enkelte størrelser.

Ved beregning for denne første container blev det fundet, at der blev målt for mange små og for mange store kartofler med sensoren i forhold til de mængder, der blev målt efter den mekaniske sortering.

Størrelsesintervallerne for sensoren blev derfor justeret, så følgende intervaller er benyttet for alle efterfølgende containere:

Tabel 2. Tilpasning af sensordata til sorteringsdata.

Sensorinterval	Sorteringsinterval
27-34 mm	22-35 mm
34-39 mm	35-40 mm
39-47 mm	40-47 mm
47-55 mm	47-55 mm
55-64 mm	55-62 mm
64-75 mm	62-75 mm
75-77 mm	75+

I tabel 3 til 5 er gengivet resultater af sortering og af sensormålinger for de tre arealer. Resultaterne er gengivet for hver container. Nederst i tabellen ses det samlede resultat for de to containere.

Tabel 3. Folva-kartofler optaget den 30. august 2002.

Container 2	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	255	2,8	253	3,0	2	-0,2	0,9	9.993	26
35-40 mm	649	7,2	608	7,2	41	0,0	6,7	16.370	40
40-47 mm	2.676	29,6						43.027	62
47-55 mm	3.516	38,9	7.293	86,5	522	-0,1	7,2	36.868	95
55-62 mm	1.623	17,9						11.593	140
62-75 mm	311	3,4	271	3,2	40	0,2	14,7	1.482	210
75+	14	0,2	5	0,1	9	0,1	174,6	47	292
I alt	9.044	100,0	8.430	100	614		7,3	119.371	76
Container 1	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	352	3,6	31	0,3	321	3,3	1.035,9	13.900	25
35-40 mm	931	9,6	661	7,0	270	2,6	40,8	23.456	40
40-47 mm	3.706	38,4						59.992	62
47-55 mm	3.531	36,6	8.582	91,1	-362	-6,0	-4,2	37.639	94
55-62 mm	982	10,2						7.101	138
62-75 mm	145	1,5	142	1,5	3	0,0	2,4	695	209
75+	7	0,1	0	0,0	7	0,31	-	23	290
I alt	9.655	100,0	9.416	100,0	239		2,5	142.831	68
I alt Folva	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	607	3,2	284	1,6	323	1,7	113,9	23.893	25
35-40 mm	1.580	8,4	1.269	7,1	311	1,3	24,5	39.826	40
40-47 mm	6.382	34,1						103.019	62
47-55 mm	7.047	37,7	15.875	89,0	160	-3,2	1,0	74.507	95
55-62 mm	2.605	13,9						18.694	139
62-75 mm	456	2,4	413	2,3	43	0,1	10,5	2.177	210
75+	20	0,1	5	0,0	15	0,1	308,2	70	292
I alt	18.698	100,0	17.846	100	852		4,8	262.186	71

Kommentarer til resultater for Folva-kartofler

Container 2 øverst i tabel 3 blev som angivet tidligere benyttet til at justere sensoren med hensyn til størrelsesgrænserne. Derfor er der god overensstemmelse mellem størrelsesfordelingen i procent bestemt med sensor og efter mekanisk sortering.

I container 1, der blev sorteret senere, er der, som det ses i den midterste sektion af tabel 3, væsentlige uoverensstemmelse mellem sortering og målinger fra sensoren. Sensoren har målt 321 kg (3,3 procentpoint) flere kartofler i størrelsesklassen 22-35 mm samt væsentligt flere i klassen 35-40 mm. Da container 1 visuelt vurderet indeholdt flere små kartofler end container 2, tilskrives denne uoverensstemmelse, at sorteringsanlægget har været overbelastet ved sortering af container 1. De mindste kartofler, der skal gennem alle anlæggets solde, er blevet frasorteret i større størrelsesklasser end der, hvor de hører hjemme.

I container 2 og 1 er der målt henholdsvis 7,3 og 2,5 % større udbytte med sensoren, end der er målt ved den mekaniske sortering.

Tabel 4. Faxe-kartofler optaget den 5. september 2002.

Container 1	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	340	2,4	279	1,9	61	0,5	22,0	14.687	23
35-40 mm	864	6,1	831	5,7	33	0,3	4,0	21.827	40
40-47 mm	3.600	25,2						53.464	67
47-55 mm	5.202	36,5	12.746	87,9	-760	-3,9	-6,0	46.384	112
55-62 mm	3.184	22,3						17.893	178
62-75 mm	1.012	7,1	615	4,2	397	2,8	64,6	3.521	287
75+	68	0,5	24	0,2	44	0,3	183,7	164	415
I alt	14.270	100	14.495	100	-224		-1,5	157.940	90
Container 2	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	336	2,5	291	2,0	45	0,5	15,6	14.596	23
35-40 mm	798	5,9	756	5,3	42	0,6	5,6	20.235	39
40-47 mm	3.169	23,4						47.139	67
47-55 mm	4.644	34,2	12.227	85,2	-1.104	-3,1	-9,0	41.176	113
55-62 mm	3.310	24,4						18.447	179
62-75 mm	1.221	9,0	1.032	7,2	189	1,8	18,3	4.228	289
75+	83	0,6	51	0,4	32	0,3	63,1	200	416
I alt	13.563	100,0	14.357	100,0	-795		-5,5	146.021	93
I alt Faxe	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	677	2,4	570	2,0	107	0,5	18,8	29.283	23
35-40 mm	1.663	6,0	1.587	5,5	76	0,5	4,8	42.062	40
40-47 mm	6.769	24,3						100.603	67
47-55 mm	9.846	35,4	24.973	86,6	-1.864	-3,5	-7,5	87.560	112
55-62 mm	6.494	23,3						36.340	179
62-75 mm	2.233	8,0	1.647	5,7	586	2,3	35,6	7.749	288
75+	151	0,5	75	0,3	76	0,3	101,7	364	416
I alt	27.833	100,0	28.852	100,0	-1.019		-3,5	303.961	92

Kommentarer til resultater for Faxe-kartofler

Der er forholdsvis god overensstemmelse mellem størrelsesfordelingen målt med sensor og den opnåede størrelsesfordeling efter mekanisk sortering. Der er dog målt for mange små og store kartofler. Primært er der målt for mange kartofler i størrelsen 62-75 mm.

I begge containere blev der målt for lavt udbytte med sensoren. Årsagen til dette er sandsynligvis, at kartofler er optaget på en dag med kraftig solskin. Sensoren har næppe været tilstrækkelig afskærmet mod dette lys. Det vurderes derfor, at sensoren ikke har registreret alle knoldene.

Tabel 5. Sava-kartofler optaget 11. og 12. september 2002.

Container 1	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	Stk.	gram pr. knold
22-35 mm	1.069	7,7	698	5,6	371	2,1	53,1	37.172	29
35-40 mm	1.958	14,2	1.631	13,1	327	1,1	20,1	41.304	47
40-47 mm	4.946	35,8						65.727	75
47-55 mm	3.966	28,7	9.822	79,0	581	-3,7	5,9	32.982	120
55-62 mm	1.491	10,8						8.099	184
62-75 mm	360	2,6	271	2,2	89	0,4	32,9	1.248	289
75+	27	0,2	14	0,1	13	0,1	89,8	66	403
I alt	13.817	100,0	12.436	100,0	1.381		11,1	186.598	74
Container 2	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	1.323	9,0	886	6,6	437	2,4	49,3	46.113	29
35-40 mm	2.340	15,9	1.935	14,4	405	1,5	21,0	49.437	47
40-47 mm	5.511	37,4						73.539	75
47-55 mm	4.009	27,2	10.435	77,4	408	-3,7	3,9	33.479	120
55-62 mm	1.323	9,0						7.243	183
62-75 mm	208	1,4	221	1,6	-13	-0,2	-5,9	742	280
75+	6	0,0	6	0,0	0	0,0	7,0	16	401
I alt	14.721	100,0	13.483	100,0	1.238		9,2	210.569	70
Container 3	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	942	8,6	618	5,8	324	2,7	52,4	32.789	29
35-40 mm	1.688	15,3	1.417	13,3	271	2,0	19,2	35.619	47
40-47 mm	4.156	37,8						55.420	75
47-55 mm	3.014	27,4	8.389	78,8	-208	-4,5	-2,5	25.202	120
55-62 mm	1.001	9,2						5.525	183
62-75 mm	183	1,7	219	2,1	-36	-0,4	-16,4	647	283
75+	12	0,1	0	0,0	12	0,1	-	30	402
I alt	11.006	100,0	10.643	100,0	363		3,4	155.232	71
I alt Sava	Målt med sensor		Sortering G Kartoffler		Fejl			Antal kartofler	Gennemsnitlig knoldvægt
	kg	procent	kg	procent	kg	%-point	procent kg	stk.	gram pr. knold
22-35 mm	3.333	8,4	2.202	6,0	1.131	2,4	51,4	116.074	29
35-40 mm	5.987	15,1	4.983	13,6	1.004	1,5	20,2	126.360	47
40-47 mm	14.613	37,0						194.686	75
47-55 mm	10.988	27,8	28.646	78,3	781	-3,9	2,7	91.663	120
55-62 mm	3.826	9,7						20.867	183
62-75 mm	751	1,9	711	1,9	40	0,0	5,7	2.637	285
75+	45	0,1	20	0,1	25	0,1	124,6	112	402
I alt	39.544	100,0	36.562	100,0	2.982		8,2	552.399	72

Kommentarer til resultater for Sava-kartofler

Også for denne sort, hvor det optagne areal er væsentligt større end de andre to arealer, er der forholdsvis god overensstemmelse mellem størrelsesfordelingen målt med sensor og den opnåede størrelsesfordeling efter den mekaniske sortering. Igen er der dog målt flere små kartofler med sensoren end ved den mekaniske sortering. Såfremt

flowet gennem sorteranlægget var blevet yderligere nedsat, vil flere små kartofler givetvis blive sorteret ud i de mindre klaser, hvorved forskellene mellem de to målemetoder ville være blevet mindre eller eventuelt forsvinde.

Det er værd at bemærke, at der er variation i størrelsesfordelingen mellem de tre containere. Dette er ikke overraskende, da forsøgsarealet er valgt, fordi det indeholdt varierede jordbund med videre. Variationen i størrelsesfordeling mellem containerne er genfundet med sensoren. Dette ses af, at det stort set er de samme fejlprocenter, der er fundet for de tre containere.

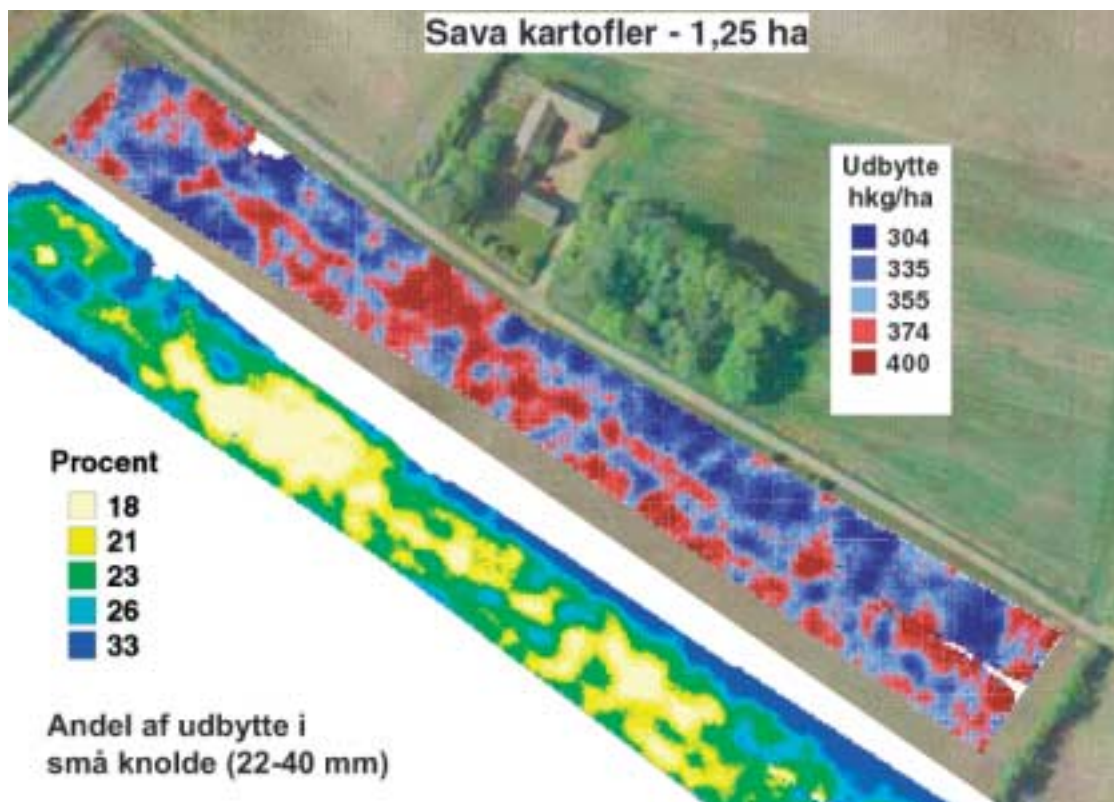
Også i denne sort blev der målt for stort udbytte af sensoren. Fejlen er størst med 11,1 % for container 1 og mindst med 3,4 % for container 3. Disse containere blev begge fyldt med kartofler fra den sydlige del af marken, men på hver sin dag, hvor vejrforholdene dog var meget ens. Der er ikke umiddelbart nogen forklaring på den væsentlige forskel i målefejl.

5.2 Positionsbestemte udbytter

Da der foruden udbyttesensoren også var monteret en GPS-modtager på kartoffelop-tageren, var det muligt at kortlægge, hvor stor variation der var inden for de optagne arealer. De positionsbestemte udbytter beregnes som beskrevet i afsnit 4.2.2.

Udbyttet varierede henover arealerne, og det gjorde knoldstørrelsesfordelingen også. Dette er illustreret i de følgende kort.

Kortene viser resultater af de målinger, sensoren har foretaget. Kortene er farvelagt med fem forskellige farver. Det laveste niveau (for eksempel 304 hkg i udbytte i figur 10) angiver niveauet, hvor der på 5 % af arealet er målt mindre udbytte. Tilsvarende angiver de øvrige niveauer, hvor henholdsvis 25, 50, 75 og 95 % af arealet ligger under den pågældende værdi. I figur 10 er der målt udbytter på mindre end 355 hkg/ha på halvdelen af arealet og over 355 hkg/ha på den anden halvdel. På 5 % af arealet er målt et udbytte, der er større end 400 hkg/ha.



Figur 10. Udbyttekort for sorten Sava. Indskudt under udbyttekortet ses et kort over andel af udbyttet fra knolde på under 40 mm.

Kommentarer til kort for Sava-kartofler

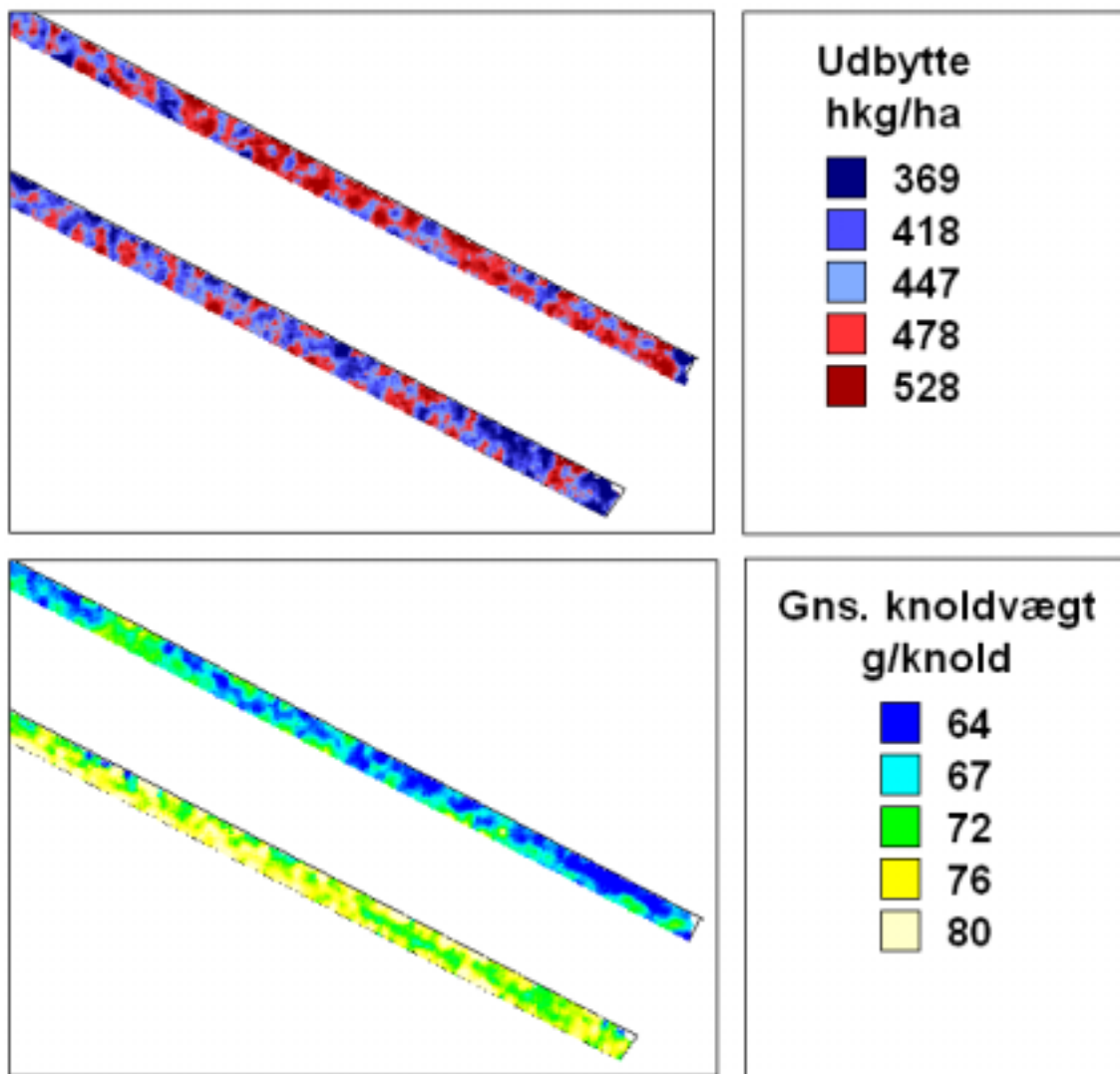
Arealet med Sava-kartofler bestod af et sammenhængende areal, hvor der dog var "skåret for", ved at seks til otte rækker var optaget på forhånd sammen med forgrene. Rækkerne mod syd, der var de højest ydende, kom i container 1 og 3. Arealet mod nord var præget af mange lave og fugtige områder. Udbyttet pr. ha varierer væsentligt. De områder mod vejen mod nord ydede ned til 300 hkg pr. hektar. Der var også et lavtydende område i det sydvestlige hjørne af det optagne areal. De lavest ydende områder var lavningerne i marken.

Der var også enkelte mindre områder specielt i det nord-vestlige hjørne af marken, der ikke blev taget op på grund af, at kartoflerne havde taget skade af vand.

De højest ydende områder, hvor udbyttet var op til 400 hkg pr. hektar, var karakteriseret ved lys sandjord.

Af de indskudte kort fremgår det, at fra områder med lavt udbytte, stammer op mod en tredjedel af udbyttet fra knolde, der er mindre end 40 mm. I højt ydende områder består mindre end en femtedel af udbyttet af små kartofler.

Dyrkningsåret 2002 var præget af, at kartofler ikke var udsat for væsentlig vandmangel. Med forholdsvis regelmæssig nedbør var der ikke behov for at vande. På en mark som den undersøgte ville udbytteforholdene i et tørt år givetvis se anderledes ud. Det er ikke utænkeligt, at de højest liggende områder (med lys sand) så ville være de lavest ydende.



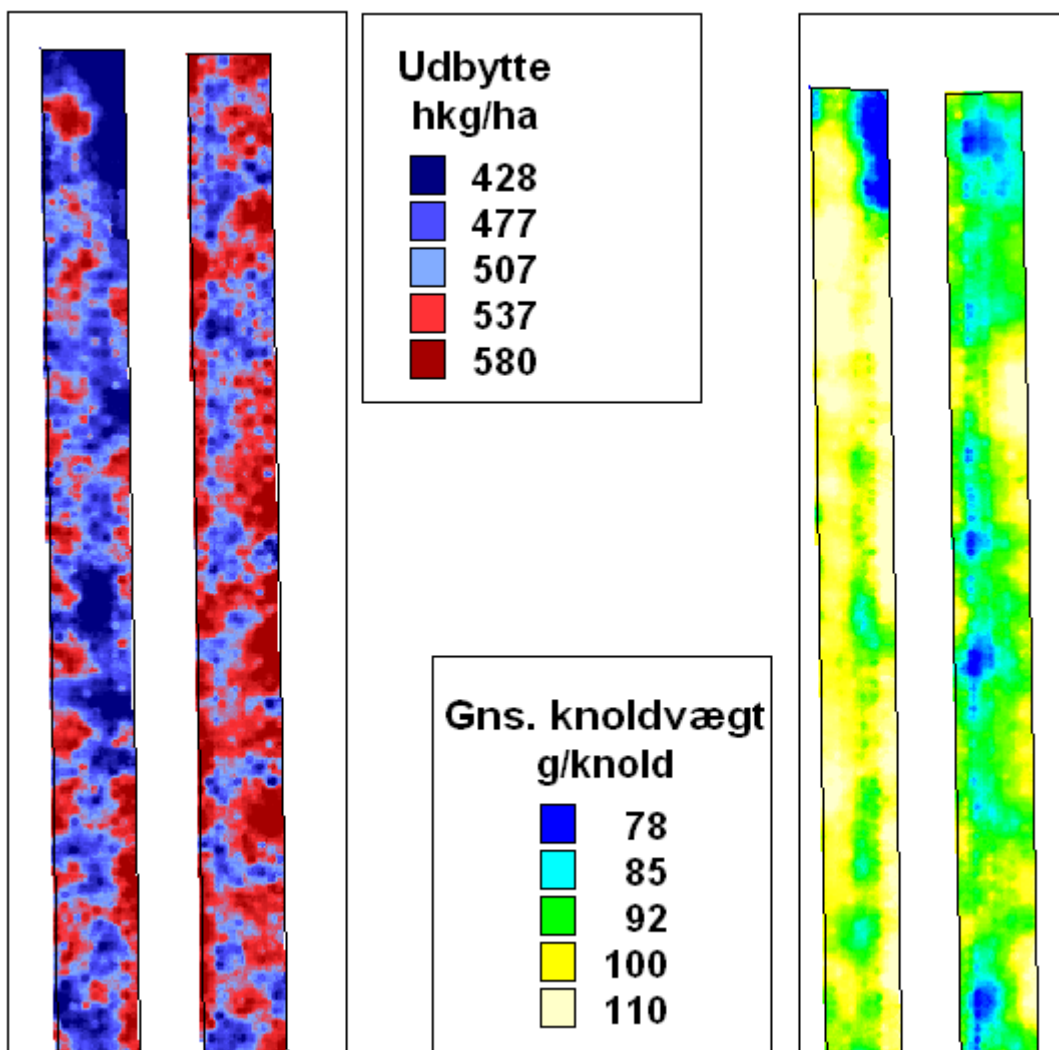
Figur 11. Udbyttekort for arealet med Folva-kartofler (øverst). Kortet under viser variationen i den gennemsnitlige knoldvægt af de optagne kartofler.

Kommentarer til kort for Folva-kartofler

Arealet med Folva-kartofler bestod af to blokke af ti rækker. Resten af marken var taget op i forvejen.

Også i denne mark blev der målt betydelige forskelle i udbytte og i størrelsesfordeling. I blokken mod nord var udbyttet gennemsnitligt 11 % højere end i den sydlige blok. Dette fremgår af tabel 3 side 19. Det er bemærkelsesværdigt, at knoldstørrelsen i den nordlige blok er mindre end i den sydlige blok. Det højere udbytte stammer altså fra mange små knolde.

I begge blokke var der i den nordligste del et sprøjtespor. Det er årsagen til generelt lavere udbytte og mindre knolde i den nordligste del af blokkene.



Figur 12. Til venstre ses et udbyttekort over arealet med Faxe-kartofler. Til højre vises den gennemsnitlige knoldvægt af de optagne kartofler for det samme markafsnit.

Kommentarer til kort for Faxe-kartofler

Arealet med Faxe-kartofler bestod af to blokke hver med 11 rækker. Der var høstet fri mellem de to rækker. I begge de to blokke var der et sprøjtespor, hvilket betød væsentligt mindre udbytte i de spor, der lå lige op af køresporene. Dette fremgår af næste afsnit.

Udbyttet i denne mark var det højeste blandt de optagne marker. Kartoflerne var væsentlig større. Af de to kortudsnit i figur 12 fremgår det tydeligt, at knoldstørrelsen gennemsnitligt er størst i de arealer, hvor udbyttet var højest. Udbyttevariation er betydelig med 5 % af arealet, der yder mindre end 428 hkg/ha, og 5 % der gav mere end 580 hkg/ha. Udbyttet var generelt højest i områder med lys jord og mindre i markens lavninger.

5.3 Effekt af kørespor

I alle tre marker var der kørespor, der løb gennem de optagne blokke.

For to af de optagne arealer fremgår det af tabel 6, hvilken effekt kørespor har haft på henholdsvis udbytte og på den gennemsnitlige knoldvægt af kartoflerne. Resultaterne er opgjort som gennemsnit for de fire rækker, der er berørt af sprøjtespor og for de øvrige rækker, der ikke ligger op til et sprøjtespor.

I marken med Sava var der en del rækker i halv længde, og det var derfor vanskeligt, at fastlægge effekten af kørespor med sensorens målinger.

Tabel 6. Effekt af sprøjtespor på udbytte og gennemsnitlig knoldstørrelse.

Sort	Ved kørespor	Gns. udbytte, hkg/ha	Gns. knoldvægt, g
Folva	Nej	460	72,8
	Ja	419	70,2
	Reduktion, %	9,0	3,5
Faxe	I mark	542	96,4
	Sprøjtespor	445	82,6
	Reduktion, %	17,8	14,3

Det ses, at udbyttet er henholdsvis 9,0 % og 17,8 % lavere i de rækker, der grænsede op til et sprøjtespor i forhold til udbyttet i den resterende del af markerne. I marken med Faxe skyldes det mindre udbytte, at knoldene var mindre. I Folva-marken var der færre knolde. Den gennemsnitlige knoldstørrelse var blot 3,5 % mindre.

5.4 Sensoren til brug for måling af parcellforsøg

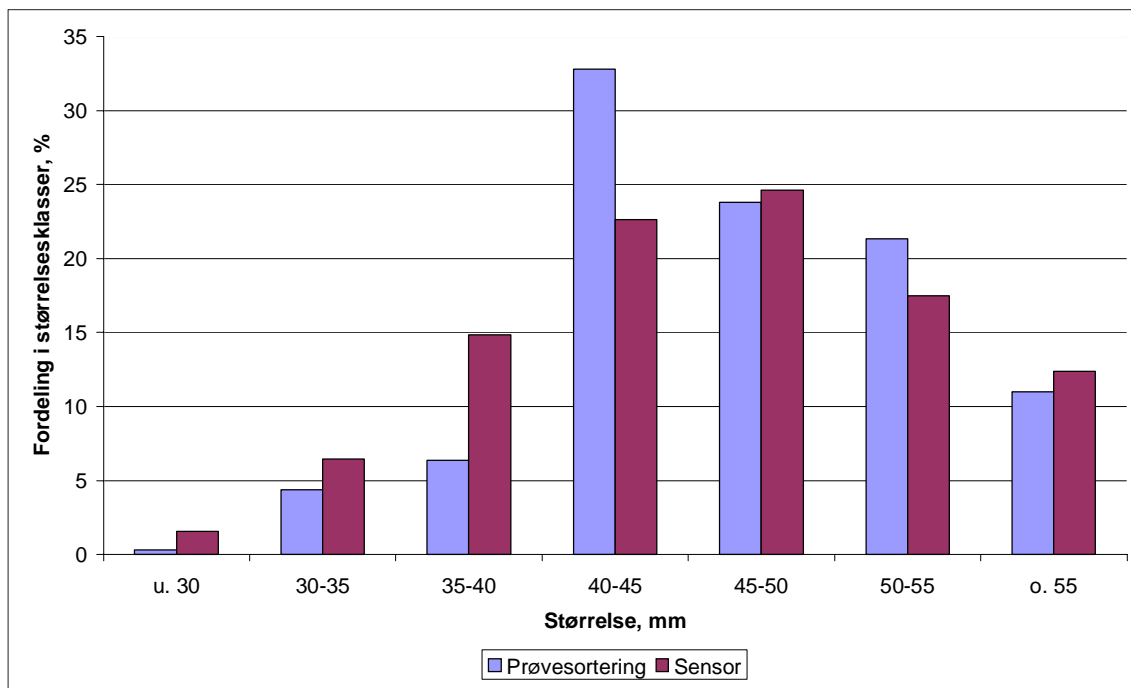
Optageren med den påmonterede sensor blev udover de tre arealer benyttet til at optage et forsøg med tilførsel af magnesium og mikronæringsstoffer. Resultatet af forsøget er publiceret i oversigt over Landsforsøg 2002 (Pedersen, 2002). Forsøget bestod af 16 parceller. I hver parcel blev to rækker á 20 meter optaget til udbyttebestemmelse, hvilket svarer til 30 m². I tabel 7 er angivet udbyttet i ti høstparceller, dels målt ved vejning, dels bestemt med sensoren. I de resterende seks parceller har det ikke været muligt at sammenligne de to målemetoder.

Det ses, at der er væsentlige afvigelser mellem sensorens udbyttebestemmelse og de vejede udbytter. I parcel nr. 7 er der målt 7 % mindre med sensoren og i parcel nr. 5 er der målt 6,8 % for meget.

Tabel 7. Parcellforsøg. Udbytte målt ved vejning og med sensor.

Parcel nr.	1	2	5	6	7	9	10	11	13	16	Gennemsnit
Vejning, kg	150,6	154,0	156,8	166,4	151,3	164,0	169,8	158,4	161,2	159,6	159,2
Sensor, kg	153,8	147,0	167,5	163,2	140,7	176,1	160,7	167,4	153,3	160,0	159,0
Afvigelse, %	2,1	-4,6	6,8	-1,9	-7,0	7,4	-5,3	5,7	-4,9	0,3	-0,1

Sensoren kan være interessant til forsøg, hvis den kan vise en eventuel forskel i knoldstørrelsesfordeling mellem parcellerne. I forsøget blev der taget prøver til en prøvesortering. I figur 13 er vist størrelsesfordelingen, som den var i gennemsnit af alle høstede parceller. Der er forholdsvis god overensstemmelse mellem sensorens målinger og den efterfølgende prøvesortering. Dog er der med sensoren målt færre knolde i størrelsen 40-45 mm end ved prøvesorteringen. I den mindre størrelse 35-40 mm har sensoren derimod målt flere knolde, end der er målt ved prøvesortering.



Figur 13. Størrelsesfordelingen af knolde i et parcellforsøg målt henholdsvis ved prøvesortering af en prøve eller bestemt med sensoren.

Med de store afvigelser i de målte parceludbytter er sensoren ikke i sin nuværende form nøjagtig nok til at måle parceludbytter i forsøg. Den kan givetvis benyttes til at fastlægge forskelle i knoldstørrelser. Dette vil dog kræve en grundig kalibrering for de målte sorter.

6. Diskussion

Undersøgelsen har vist, at det er muligt med sensoren med rimelig sikkerhed at forudsige størrelsesfordelingen i et parti kartofler. Da der ofte er stor forskel i størrelsesfordelingen mellem partier, har dette nogle spændende perspektiver.

Direktør Bjarne Risvig fra G Kartoffler amba vurderer mulighederne således:

Når G Kartoffler er gået ind i dette projekt, skyldes det et ønske om at opnå et bedre forhåndskendskab til de enkelte partier før indtagningen. Allerede ved optagningen er det jo muligt at vide, hvilke partier der er storfaldne, og hvilke der falder ud med mange små kartofler i. Vi har erfaring for, at mængden af kartofler under 45 mm kan variere fra under 20 % til over 50 % i et parti.

Vi har en kontrakt på en fast ugentlig levering af kartofler i størrelsen under 45 mm. Disse bliver forarbejdet af Flensted A/S primært til forskellige catering-produkter. Den mængde kartofler i de større størrelser, der pakkes til detail mv., kan variere meget fra uge til uge. Hvis vi på forhånd vidste, hvilke partier der er mange små kartofler i, kan vi bruge disse i de uger, hvor der er "stille" i pakkeriet, lige som vi kan vælge partier med flere store i, når der er travlt i pakkeriet. Vi vurderer størrelsesfordelingen i partierne ved indlagring, men det er svært at ramme rigtigt ved brug af stikprøver.

Ud over at matche afsætningen med de indtagne kartofler har størrelsesfordelingen også en stor betydning for kapaciteten af vores sorteringsanlæg. Hvis der er mange små kartofler i de indtagne partier, kan det være vanskeligt at få kartofler nok til pakkeriet.

Endelig er der det økonomiske. Det ville være helt fantastisk, at kende hvert enkelt partis nøjagtige størrelsesfordeling efter optagning. Man kunne i langt højere grad disponere tæt i salget af de forskellige størrelser. For eksempel er der op til jul altid mangel på kartofler til bruning. Kunne vi her vælge partier med stor overvægt af småfaldne partier, ville vi på bedre vis kunne betjene kunderne.

Positionsbestemt planteavl

Undersøgelsen viste, at udbyttet kan variere væsentligt henover markerne. Der blev også fundet væsentlige forskelle i, hvor store kartoffelknoldene er. Disse forskelle kan blive kortlagt med den undersøgte sensor, og data kan benyttes til at optimere den fremtidige produktion. Da det er kendt, at læggeafstanden påvirker knoldenes størrelse, er dette et parameter, som det kunne være aktuelt at variere på. Dette er allerede teknisk muligt.

Teknisk vurdering af sensoren

Sensoren målte generelt for højt et udbytte. Dette var også resultatet af den svenske undersøgelse af sensoren (Larsson, Algerbo og Hälléfält, 2002). Sensoren har desuden målt flere små og flere store kartofler, end der er målt efter den mekaniske sortering. Disse unøjagtigheder vil kunne mindskes ved yderligere kalibrering af sensoren.

Sensoren har teknisk været stabil. Under testen opstod to mindre problemer, der skyldtes henholdsvis manglende afskærmning mod sollys samt tildugning af linsen på sensoren.

Der er ikke fundet problemer med at registrere alle kartoffelknolde. På det monterede gummibånd faldt alle kartofler til ro, så de faldt i et lag. Sensoren i sig selv vurderes ikke at være kapacitetsbegrænsende. Den nuværende prototype er dog ikke velegnet til montering på større optagere. Fabrikanten AGECE AB har designet en ændret udformning af sensoren. Denne er væsentlig mere kompakt end prototypen, og den vil kunne indpasses på de fleste typer optagere. AGECE AB har haft kontakt med flere optagerfabrikanter, men har til nu ikke fundet interesse for at medvirke til at færdigudvikle sensoren.

Udover den fysiske udvikling af sensoren er der også behov for at videreudvikle elektronik og for at udvikle et brugervenligt edb-program til at bearbejde data fra sensoren.

7. Litteraturliste

Larsson, K., Algerbo, P.-A. og Hallesfält, 2002: *Inverkan av odlingstekniska åtgärder på industripotatisens avkastning och kvalitet*. Rapport SLF projekt nr. 9842005, Institutet för jordbruks- och miljöteknik.

Pedersen, C.Å, 2003: *Oversigt over Landsforsøgenene 2002*. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for Planteavl.

Internetadresser:

AGEC AB: www.agec.se

Institutet för jordbruks- och miljöteknik: www.jti.slu.se

G Kartoffler: www.g-kartofler.dk

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret: www.landscentret.dk

Bilag A

Kalibreringskurver, der gengiver sammenhæng mellem pixelværdier og henholdsvis soldiameter og vægt af kartoffelknolde.

Som gengivet i afsnit 4.2.1 ligger matematiske formler som grundlag for at omdanne de målte pixelværdier til vægt og soldstørrelse af den enkelte knold.

Figurerne 14 til 21 viser de målte sammenhænge mellem pixelværdi og vægt henholdsvis soldstørrelse og pixelværdi for de referenceknolde, der er udvalgt som repræsentative for de fire sorter.

Det ses, at pixelværdien er gengivet som den afledte variable (y-akse) i sammenhæng med soldiameter og som den betydende variable (x-aksen) ved præsentation af sammenhæng med knoldvægt. Denne forskel er valgt af JTI i Sverige, der har udarbejdet de grundlæggende beregningsrutiner. For at lette beregningsarbejdet er denne forskel bibeholdt.

I figurerne er desuden gengivet en kurve, der bedst beskriver den aktuelle sammenhæng samt formelen for denne kurve. Sammenhængen beskrives ved potensformler i formen: $Y = a \times x^b$. Desuden er korrelationskoefficienten (R^2) for de estimerede sammenhænge gengivet.

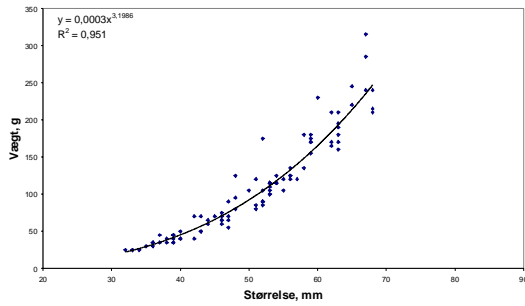
Kommentarer til kalibreringskurverne

Ved bearbejdning af målingerne til ovenstående sammenhænge er de knolde, der adskilte sig markant, sorteret fra. Disse afvigere kan skyldes målefejl eller en afvigende form, for eksempel flade knolde.

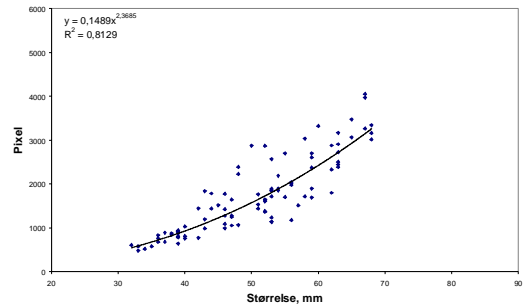
Jo nærmere korrelationskoefficienten (R^2) ligger på 1, des bedre er sammenhængen beskrevet af kurven.

Omregning til vægt er beskrevet godt af kalibreringskurverne. Korrelationskoefficienten ligger mellem 0,86 og 0,97.

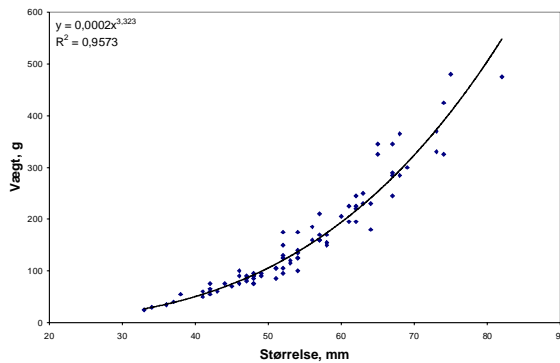
Omregning til størrelse er mindre godt beskrevet af de fundne kurver. For sorterne Folva, Faxe og Sava ligger korrelationskoefficienten i intervallet 0,81 til 0,93. For Binte, hvor der er målt færre knolde og med en mindre spredning i størrelse, er korrelationskoefficienten kun på 0,67. At der ikke er så tæt en sammenhæng mellem soldstørrelse og pixelværdi kan forklares af, at en aflang knold med en given soldstørrelse kan være væsentlig større end en rund knold med samme soldstørrelse. Dette vil medvirke til at sprede målingerne omkring kurven og dermed mindske korrelationskoefficienten.



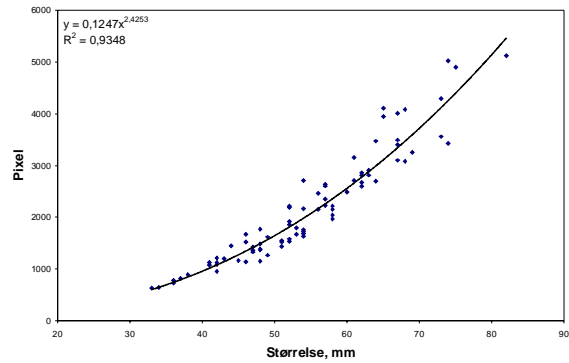
Figur 14. Sammenhæng mellem solddiameter og pixelværdi målt af sensoren for sorten Folva.



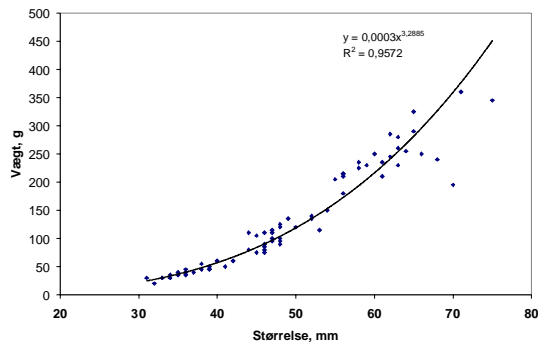
Figur 15. Sammenhæng mellem pixelværdi og knoldvægt for sorten Folva.



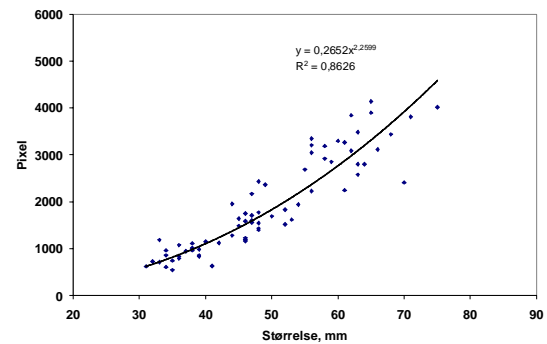
Figur 16. Sammenhæng mellem solddiameter og pixelværdi målt af sensoren for sorten Faxe.



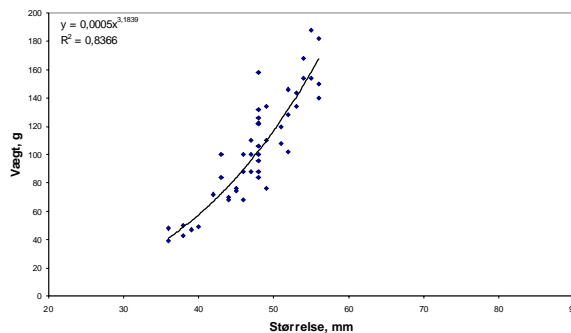
Figur 17. Sammenhæng mellem pixelværdi og knoldvægt for sorten Faxe.



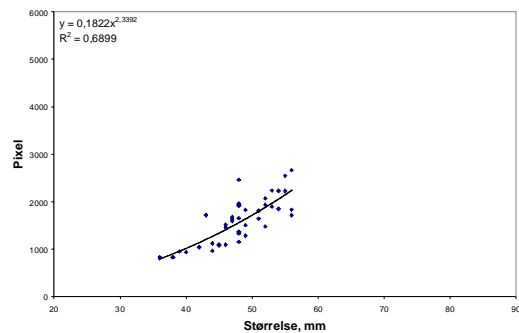
Figur 18. Sammenhæng mellem solddiameter og pixelværdi målt af sensoren for sorten Sava.



Figur 19. Sammenhæng mellem pixelværdi og knoldvægt for sorten Sava.



Figur 20. Sammenhæng mellem solddiameter og pixelværdi målt af sensoren for sorten Bintje (forsøgsparceller).



Figur 21. Sammenhæng mellem pixelværdi og knoldvægt for sorten Bintje (forsøgsparceller).