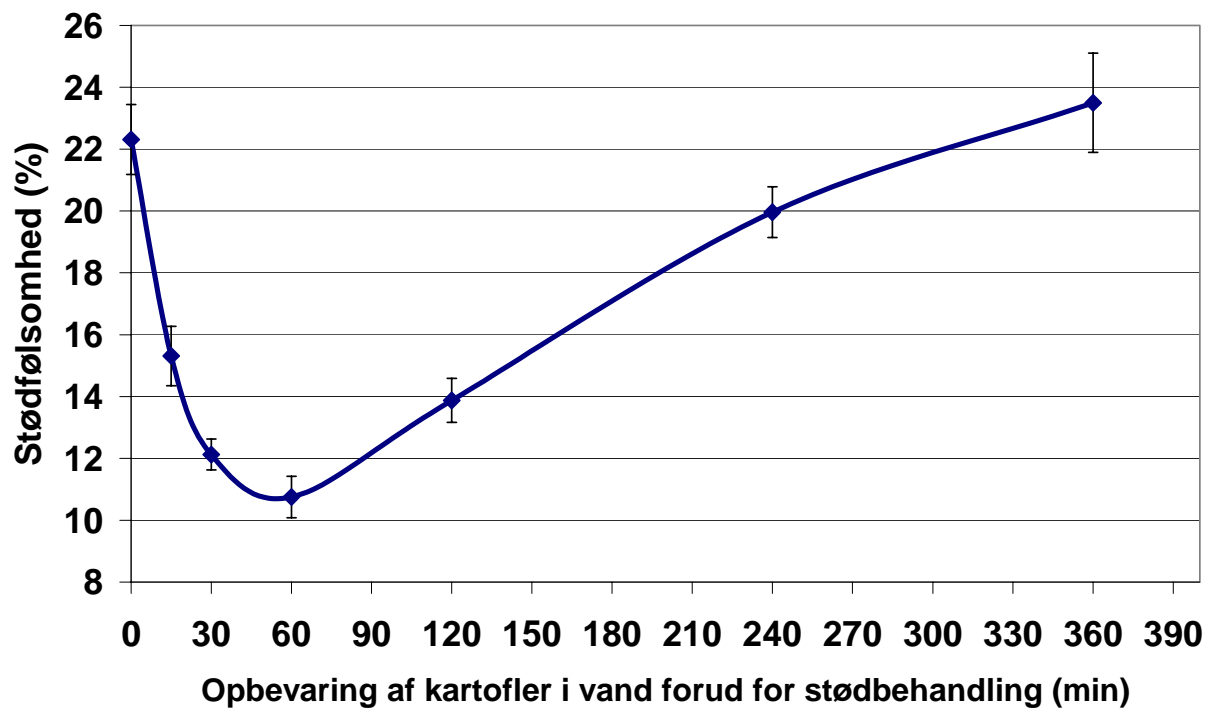


# Stødmærker i Kartoffler 2003

Poul Erik Lærke (DJF-Foulum), Fin Trosborg (Estrella) og Ingolf Sørensen (Flensted)  
Korrespondance til [PoulE.Laerke@agrsci.dk](mailto:PoulE.Laerke@agrsci.dk)



## **Indholdsfortegnelse**

1 Indledning .....	2
1.1 Baggrund.....	2
1.2 Definition af forskellige typer af stødmærker.....	2
1.3 Formål.....	3
2 Materialer og metoder.....	3
2.1 Forsøgsdesign.....	3
2.2 Slagpendulmetode.....	4
2.3 Rystebordsmetode.....	4
2.4 Opgørelse hos DJF-Foulum af stødmærker i kartofler efter maskinoptagning .....	5
2.5 Opgørelse hos Estrella af stødmærker i kartofler efter maskinoptagning.....	5
2.6 Opgørelse hos Flensted af stødmærker i kartofler efter maskinoptagning .....	5
2.7 Regulering af kartoflens saftspænding i laboratorium.....	5
2.8 Statistisk databehandling.....	5
3 Resultater .....	6
3.1 Typer af stødmærker og testmetoder .....	6
3.2 Saturna avlere der leverer til Estrella.....	8
3.3 Bintje avlere der leverer til Flensted.....	13
3.4 Regulering af kartoflers saftspænding i laboratorium.....	16
4 Konklusioner.....	16
5 Bilag.....	18

## **1 Indledning**

### *1.1 Baggrund*

Dyrkningssæsonen 2002 gav anledning til usædvanligt mange stødmærker i kartofler hvilket berørte hele kartoffelbranchen med store tab for både landmænd og virksomheder. I særdeleshed er stødmærker et stort problem i kartofler til forarbejdning, idet der i disse produktioner ofte anvendes relativt følsomme sorter. Et stort antal stødmærker øger frasorteringen kraftigt, hvilket medfører store tab for fabrikkerne samt en lavere afregning til kartoffelproducenterne. Endelig kan niveauet af stødmærker blive så højt at partier er uanvendelige til forarbejdning og må derfor anvendes til andet formål. Blandt de forskellige typer af stødmærker er blåstød den mest problematiske, eftersom man endnu ikke kender den biologiske årsagssammenhæng. Med den eksisterende viden var det ikke muligt at reducere omfanget af stødmærker, hvorfor der syntes at være behov for mere forskning på området. Kartoffelafgiftfonden valgte derfor at finansiere nye forsøg vedrørende stødmærker i kartofler i 2003.

### *1.2 Definition af forskellige typer af stødmærker*

Blåstød defineres i litteraturen som blå/sorte pletter der fremkommer 1-2 mm under skrællen men sjældent når dybere end 1 cm. Blåstød menes at udvikle sig i op til 1-3 dage efter slagpåvirkning af knolden uden at synlige revner i cellevæggen kan observeres. Farven i blåstød skyldes en omdannelse af fenoler, primært fri tyrosin, til det mørke farvestof melanin. Denne omdannelse af fenoler kan kun ske hvis enzymet polyfenoloxidase (PPO) er til stede. I intakte kartoffelceller er

fenoler og PPO lokaliseret i forskellige celleorganeller og dermed adskilt fra hinanden vha. intracellulære membraner. Bestandigheden af kartoffelcellens membranstruktur efter slagpåvirkning er derfor afgørende for om farvestoffet melanin dannes. De intracellulære membraner kan enten ødelægges fysisk som en øjeblikkelig reaktion på et slag, eller de kan nedbrydes fysiologisk som følge af en forsinket reaktion på slagpåvirkning.

I gennem tiderne er der publiceret mange modstridende forsøgsresultater vedr. kartoflers blåstødfølsomhed. Det gælder dels resultater om dyrkningsbetingelsernes påvirkning af kartoflers blåstødfølsomhed, men især resultater der beskriver sammenhænge imellem knoldegenskaber og blåstødfølsomhed. Meget tyder nu på, at den forvirring der er opstået skyldes, at definitionen af blåstød er mangelfuld og i virkeligheden dækker over to typer af stødmærker. Forskellige testmetoder har tidligere været anvendt til undersøgelse af kartoflers blåstødfølsomhed, og det har givet anledning til forekomst af forskellige typer stødmærker der påvirkes forskelligt af dyrknings- og lagringsmæssige faktorer. I det efterfølgende skelnes derfor imellem to typer af stødmærker der betegnes henholdsvis a) anatomisk betinget stødplet og b) fysiologisk betinget blåstød.

### *1.3 Formål*

Projektets primære mål var at undersøge hvorledes vanding umiddelbart før nedsprøjtning af afgrøden påvirkede kartoflers stødfølsomhed.

For at opfylde projektets mål var det imidlertid vigtigt at skelne imellem de forskellige typer af stødmærker, idet deres forekomst varierer forskelligt i forhold til kartoflens saftspænding.

## **2 Materialer og metoder**

### *2.1 Forsøgsdesign*

Marker med kartofler af sorten Saturna hos 6 Estrella avlere og marker med kartofler af sorten Bintje hos 5 Flensted avlere blev udvalgt. Efter nøje diskussion i projektgruppen blev det vedtaget at forskelle i markens vandindhold skulle påføres umiddelbart før nedsprøjtning af afgrøden. Alle udvalgte marker blev vandet ca. 2 dage før nedsprøjtning, dog senest ved 70% naturlig top nedvisning. Et vandingsspor i markens længde eller minimum 50 meter blev fritaget for denne sidste vanding. Hvis vandingsregnskabet for marken i dagene før nedsprøjtning viste mindre end ca. 10 mm underskud for JB1-2 eller 20 mm for JB 4-5 jordtyper var det ikke relevant at vande marken. Dette var tilfældet for Flensteds marker, idet det regnede meget i slutningen af juli måned 2003.

5 prøver á 15 planter fra den henholdsvis uvandede og vandede del af de 6 Saturna marker blev håndopgravet på to tidspunkter inden maskinoptagning for at undgå stødmærker forårsaget af avlernes forskellige maskinoptagere:

- 1) Umiddelbart inden nedsprøjtning 1-2 dage efter vanding. Det viste sig imidlertid at kartoflerne på dette tidspunkt var meget saftspændte og derfor særdeles følsomme for at udvikle anatomisk betinget stødmærker, inklusiv de uvandede. Derfor blev der kun håndopgravet prøver fra 4 af de 6 marker på dette tidspunkt
- 2) Umiddelbart før maskinoptagning blev der håndopgravet prøver fra 5 marker (hvoraf de 3 af markerne indgik i prøveudtagningen før nedsprøjtning).

Endvidere blev der på avlerens maskinoptager udtaget 10 prøver fra hver Estrella mark på steder i marken der lå i umiddelbar forbindelse til der hvor de håndopgravede prøver blev udtaget. 3-7 dage senere blev en delprøve opgjort for stødmærker hos både Estrella og DJF-Foulum for at sammenligne opgørelsesmetoderne de to steder.

Fra hver af de 5 Bintje marker blev der kun udtaget 5 prøver, idet vandingsbehandlingen udgik. Prøveudtagningen foregik ved indlagring på Flensteds lager, og ca. en måned senere blev en delprøve opgjort for stødpletter hos både Flensted og DJF-Foulum for at sammenligne opgørelsesmetoderne de to steder. Desuden blev en delprøves stødmærkefølsomhed undersøgt ved at stødbehandle delprøven på et rystebord i Foulum efter nedenstående procedure (afsnit 2.3).

Alle maskinoptagede prøver blev sorteret i <40 mm og >40 mm og vejte. Knoldenes tørstofindhold blev bestemt ved vægt-i-vand hos henholdsvis Estrella og Flensted.

### 2.2 Slagpendulmetode

20 knolde (45-55 mm) pr. prøve med en temperatur på 10°C blev stødt ca. 1 cm fra knoldens navle med et slagpendul (figur 1) som leverede en energimængde på henholdsvis 150 mJ og 225 mJ med et fladt stålobjekt der havde en diameter på 15 mm. Efter en inkubationsperiode på 17 timer ved 30°C og høj luftfugtighed blev dybden af stødpletterne opgjort og udtrykt i et indeks udregnet på basis af antal og dybde af stødpletter i de 20 knolde.  $\text{Indeks} = 100 \cdot (n1 \cdot 0,3 + n2 \cdot 0,6 + n3 \cdot 1,0) / 20$ , hvor n1: antal stødpletter som er 1,7-3,4 mm dybe, n2: antal stødpletter som er 3,4-5,1 mm dybe, n3: antal stødpletter som er >5,1 mm dybe. Et indeks på 100 fortæller at der var stødpletter i alle 20 knolde der var dybere end 5,1 mm.



Figur 1. Billede af slagpendulet MIDAS 95P, Argus electronic, Rostock, Tyskland.

### 2.3 Rystebordsmetode

3 kg knolde (45-55 mm) med en temperatur på 10°C blev rystet i 45 sekunder på et rystebord med træbund (figur 2) som bevægede sig vertikalt 3 cm med en frekvens på 290 slag i minuttet. Efter en inkubationsperiode på 17 timer ved 30°C og høj luftfugtighed blev dybden af den dybeste stødplet pr. knold opgjort og resultatet udtrykt i et stødindeks baseret på antal og dybde af stødpletter i de 3 kg knolde.  $\text{Indeks} = w1 \cdot 0,3 + w2 \cdot 0,6 + w3 \cdot 1,0$ , hvor w1: vægtprocenten af knolde (uskrællede) med 1,7-3,4 mm dybe stødpletter, w2: vægtprocenten af knolde med 3,4-5,1 mm dybe stødpletter, w3: vægtprocenten af knolde med >5.1 mm dybe stødpletter. En indeks på 100 fortæller at der er mindst

en stødplet på samtlige knolde i de 3 kg som er dybere en 5,1 mm. Gennemsnitlig knoldstørrelse blev registreret i den udvalgte prøve fra 45-55 mm størrelsesfraktionen.



Figur 2. Billede af rystebordet, DOUW, Heinenoord, Holland

#### *2.4 Opgørelse hos DJF-Foulum af stødmærker i kartofler efter maskinoptagning*

3 kg knolde (usortet) blev opgjort for stødpletter som beskrevet for de rystebordsbehandlede kartofler ovenfor. Gennemsnitlig knoldstørrelse blev endvidere registreret i de 3 kg.

#### *2.5 Opgørelse hos Estrella af stødmærker i kartofler efter maskinoptagning*

10 kg kartofler skrælles/vaskes ca. 10 sekunder i en karborundumskræller. Kartoffler med stødmærker uanset dybde vejes og der udregnes en vægtprocent.

#### *2.6 Opgørelse hos Flensted af stødmærker i kartofler efter maskinoptagning*

12 kg kartofler skrælles i karborundumskræller (FLOTT Type 20K) i 1 min.

100 tilfældige knolde udvælges efter skrælning og undersøges for pletter. Er der en synlig plet på overfladen af knolden, foretages der et strøg med en standardskrællekniv (1,5 mm bid). Er der efter et strøg med skrællekniven stadig en synlig plet, lægges knolden til side og tælles med i knoldene med pletter. Knolde hvorpå pletten forsvinder efter et strøg med skrællekniven tælles ikke med. Procent stødpletter udregnes ud fra antal knolde uanset størrelse på knoldene.

#### *2.7 Regulering af kartoflens saftspænding i laboratorium*

Kartoflers saftspænding blev reguleret ved at opbevare dem i vand med en temperatur på 10°C i forskellige perioder (0, 15, 60, 120, 240, 360 minutter) forud for stødbehandling. Der blev udført 3 forsøg i perioden 6. til 29. oktober, 2003 hvor i alt 1200 knolde blev stødt med pendulet (2 forsøg med 150 mJ og 1 forsøg med 225 mJ slagenergi).

#### *2.8 Statistisk databehandling*

Der blev udført variansanalyse af data fra markforsøget, hvor vanding og avler indgik som klassevariable. Der blev taget højde for forsøgets split-plot design.

Saftspændingsforsøget i laboratorium blev analyseret med en statistisk model hvor tidsperioden for neddykning af kartoflerne i vand blev betragtet som en kontinuert variabel. Der blev både fundet en

signifikant linear og en kvadratisk effekt af tiden på stødmærkefølsomheden og udviklingen i stødmærkefølsomhed kunne derfor beskrives med et andengradspolynomium.

### 3 Resultater

#### 3.1 Typer af stødmærker og testmetoder

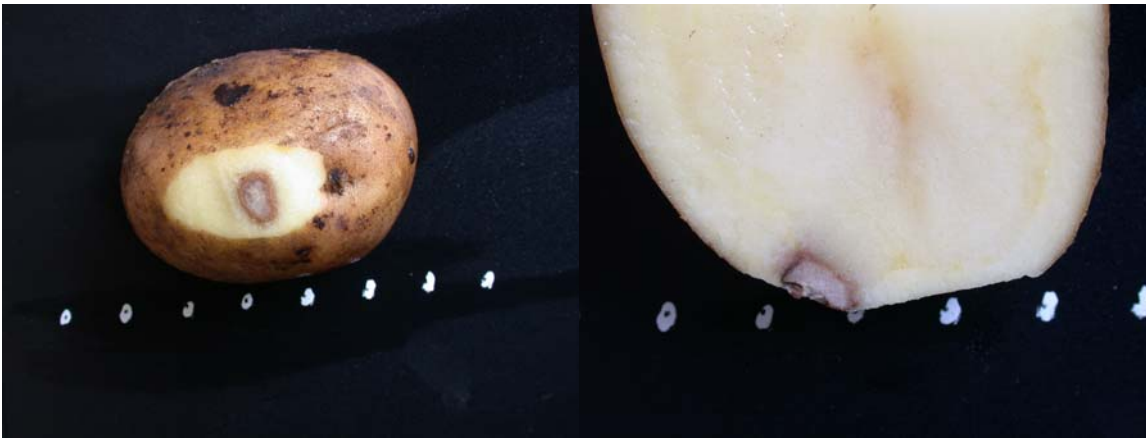
To forskellige typer af stødmærker, a) anatomisk betinget stødplet, b) fysiologisk betinget blåstød, kan fremkomme i kartofler efter slagpåvirkning. Som det fremgår af fig. 3-8 kan det være svært at skelne imellem de to typer af stødmærker når de blot er få dage gamle, mens der er tydeligere forskel på ældre stødmærker. Fysiologisk betinget blåstød ændrer kun lidt udseende ud over 1-3 dage efter stødbehandling mens anatomisk betinget stødpletter populært sagt bliver indkapslet i en hård skal. Den hårde skal skyldes, at der i grænseområdet imellem det beskadigede og ubeskadigede væv dannes lignin og suberin, hvorved cellevæggene bliver tykkere og hårdere, en proces der kan sammenlignes med skrældannelsen på overfladen af kartoffelen.

Kartoffelens følsomhed for at udvikle stødmærker er bla. relateret til kartoffelens saftspænding som igen kan påvirkes af afgrødens vandforsyning. Stigende saftspænding kan **reducere** kartoffelens følsomhed for at udvikle fysiologisk betinget blåstød. Stigende saftspænding kan imidlertid også **øge** kartoffelens følsomhed for at udvikle anatomisk betinget stødpletter. Kartoffelen kan på samme tid være følsom for at udvikle begge typer af stødmærker, hvorved den ene type kan overskygge den anden, og det kan således være umuligt at vurdere dens relative følsomhed for at udvikle de to typer.

Eftersom stødmærkerne også afhænger forskelligt af stødenerginiveaulet, så blev der i forsøgene anvendt forskellige typer af slagmetoder og stødenerginiveauer for derved at fremprovokere/adskille de forskellige typer af stødmærker. Fordelen ved rystebordsmetoden er, at den i høj grad ligner de forhold som kartoflerne udsættes for i praksis, men det er en ulempe set i forhold til slagpendulmetoden, at der er meget lidt styr på, hvor meget slagenergi den enkelte knold bliver tilført, og hvor på knolden slagene rammer. Rystebordsmetoden giver derfor ikke et reelt billede af kartoffelvævets følsomhed for at udvikle mørk farve efter slagpåvirkning, da ikke alle knolde får tilført samme slagenergimængde. Pendulmetoden vil derfor alt andet lige kunne give mest information om kartoffelvævets følsomhed for at udvikle stødmærker, da stødenergitilførslen her er konstant uanset knoldstørrelse.



Figur 3. Anatomisk betinget stødplet i Saturna 1 dag efter stødbehandling (september, 2003).



Figur 4. Anatomisk betinget stødplet i Saturna 28 dage efter stødbehandling (marts, 2004).



Figur 5. Anatomisk betinget stødplet i sorten Tivoli henholdsvis 2 og 21 dage efter stødbehandling (marts, 2004).



Figur 6. Fysiologisk betinget blåstød i Saturna 1 dag efter stødbehandling (september, 2003).



Figur 7. Fysiologisk betinget blåstød i Saturna 21 dage efter stødbehandling (marts, 2004).



Figur 8. Fysiologisk betinget blåstød i Saturna 28 dage efter stødbehandling (marts, 2004).

### 3.2 Saturna avlere der leverer til Estrella

Kartoflerne fra Avler A og B adskilte sig fra de øvrige avlere ved at have de fleste stødmærker efter normal maskinoptagning (fig. 9 og 10). Interessant var det, at det også netop var hos disse to avlere, at vanding umiddelbart før nedsprøjtning resulterede i signifikant mindre andel af knolde med stødmærker. Der var ikke nogen effekt af vanding hos de resterende 4 avlere, men her var stødmærke niveauet i forvejen også meget lavt. Stødmærkeindekset DJF-Foulum var dog lidt højere for Avler D sammenlignet med C, E og F (fig. 10). Sammenhængen imellem Estrellas stødmærkeindeks og DJF-Foulums stødmærkeindeks var dog overordnet god ( $r^2=0.76$ ; fig. 11).

Vanding umiddelbart før nedvisning reducerede også i flere tilfælde tørstofprocenten i knoldene (Avlere A, B og C; fig. 21 i bilag), hvilket kunne være en medvirkende forklaring på, at stødfølsomheden faldt som følge af vanding. Der blev således fundet nogen korrelation imellem kartoflernes stødfølsomhed og tørstofprocent i knoldene set over samtlige 6 Saturna avlere ( $r^2=0.40$ ; fig. 12). Derimod var der ikke nogen sammenhæng imellem knoldstørrelse og niveauet af stødmærker efter normal maskinoptagning set over samtlige 6 Saturna avlere (fig. 22 i bilag). Selvom den sidste vanding ikke påvirkede det totale udbytte (fig. 23 i bilag) så reducerede den andelen knolde der var mindre end 40 mm hos Avlere A, B og D ( $p<0.05$ ; fig. 24 i bilag). Idet forøget knoldstørrelse øger tilførslen af støden energi ved håndtering og dermed risikoen for stødmærker, så er effekten af sidste vanding på kartoffelvævet følsomhed for at udvikle stødmærker derfor endnu større end den som er vist på figur 9 og 10. Øget knoldstørrelse hos Avler

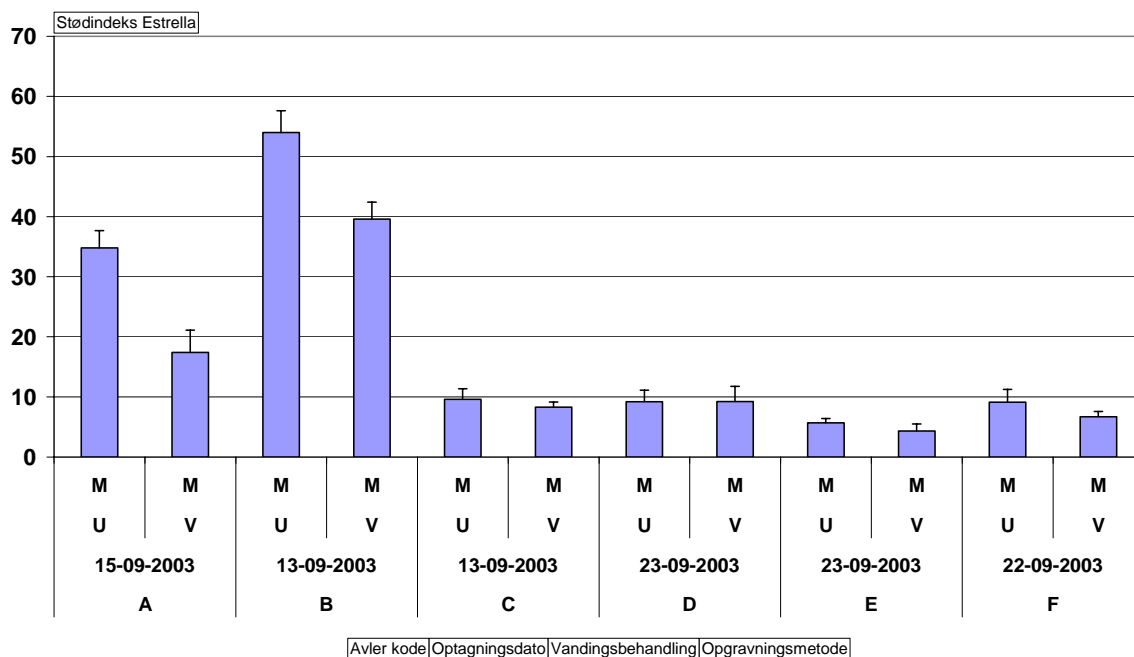
D som følge af sidste vanding kan derfor være en medvirkende årsag til, at vanding her resulterede i lidt flere stødmærker.

Opgørelsen af stødmærker i kartoflerne der blev håndopgravet inden maskinoptagning og derefter udsat for en kontrolleret stødbehandling viste generelt ikke så stor effekt af vandingsbehandlingen som registreret for de maskinoptagne kartofler. Den primære årsag til dette var, at testmetoderne generelt resulterede i flere anatomisk betinget stødpletter end registreret i de maskinopgravede kartofler. Der var dog stor forskel på de tre testmetoder.

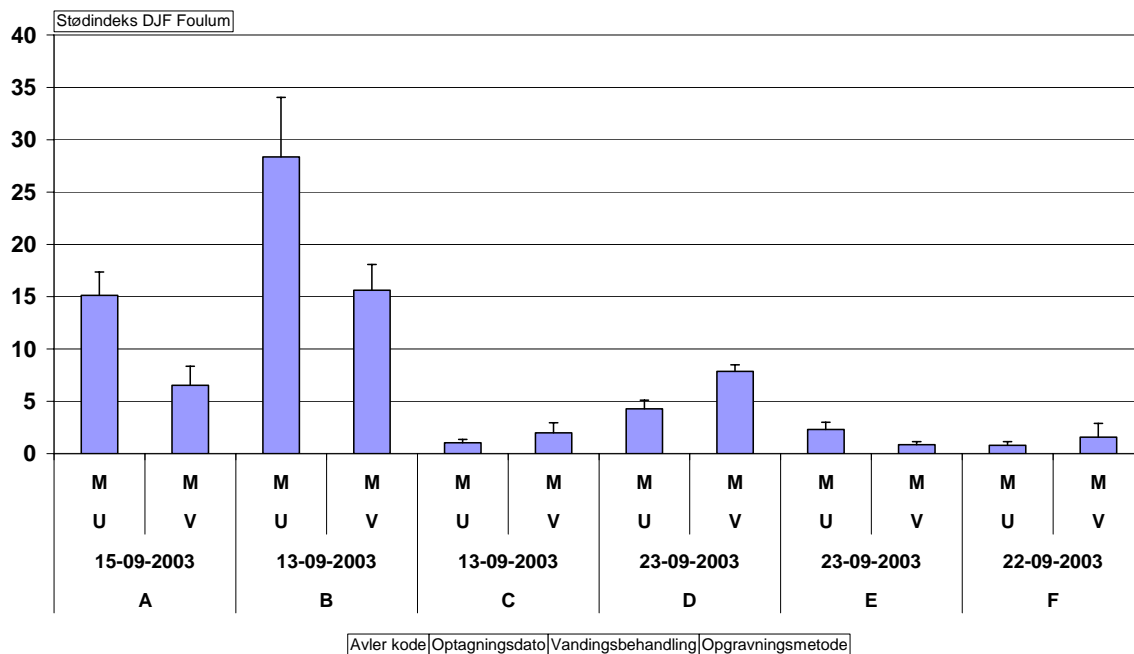
Specielt kartofler der blev håndopgravet umiddelbart inden nedsprøjtning 1-2 dage efter sidste vanding viste sig på dette tidspunkt alle at være så saftspændte, at de var særdeles følsomme for at udvikle anatomisk betinget stødpletter. Pendulmetoden-225, der skulle afgøre om kartoflerne var følsomme for at udvikle anatomisk betinget stødpletter, viste som forventet, at vandingsbehandlingen kunne resultere i kartofler der blev mere følsomme for at udvikle anatomisk betinget stødpletter (fig 13. Avler C;  $p < 0.01$ ). Kartofler der blev håndopgravet umiddelbart før maskinoptagning viste sig at være tilsvarende følsomme overfor Pendul-225, som når de blev opgravet umiddelbart før nedvisning. Pendulmetoden-225 synes derfor at være for kraftig til at kunne give et bud på, hvor lang tid der skal gå efter nedvisning før niveauet af kartoflernes følsomhed for at udvikle anatomisk betinget stødpletter er faldet så meget at kartoflerne kan tages op.

Pendulmetoden-150, der skulle afgøre om kartoflerne var følsomme for at udvikle fysiologisk betinget blåstød, viste ingen signifikant effekt af vandingsbehandlingen på kartoflernes følsomhed umiddelbart inden nedvisning (fig. 14). Den sidste vanding i marken hos Avler B bevirkede, at håndopgravede kartofler umiddelbart før maskinoptagning var signifikant mindre følsomme ( $p < 0.01$ ). Vandingsbehandlingen hos Avler A viste sig **ikke** at resultere i signifikant mindre følsomme kartofler, som det ellers kunne forventes ud fra mængden af stødmærker registreret på de maskinopgravede kartofler (fig. 9 og 10). Forklaringen på denne uoverensstemmelse kan være, at de maskinopgravede prøver fra den vandede del af marken blev udsat for mindre stød under optagning end prøverne fra den uvandede del af marken pga. forskel i knoldstørrelse (fig. 25, bilag). Dette kan være en medvirkende årsag til, at forskellen på antallet af stødmærker imellem de vandede og uvandede prøver fra Avler A var større for de maskinopgravede prøver sammenlignet med de pendulbehandlede prøver.

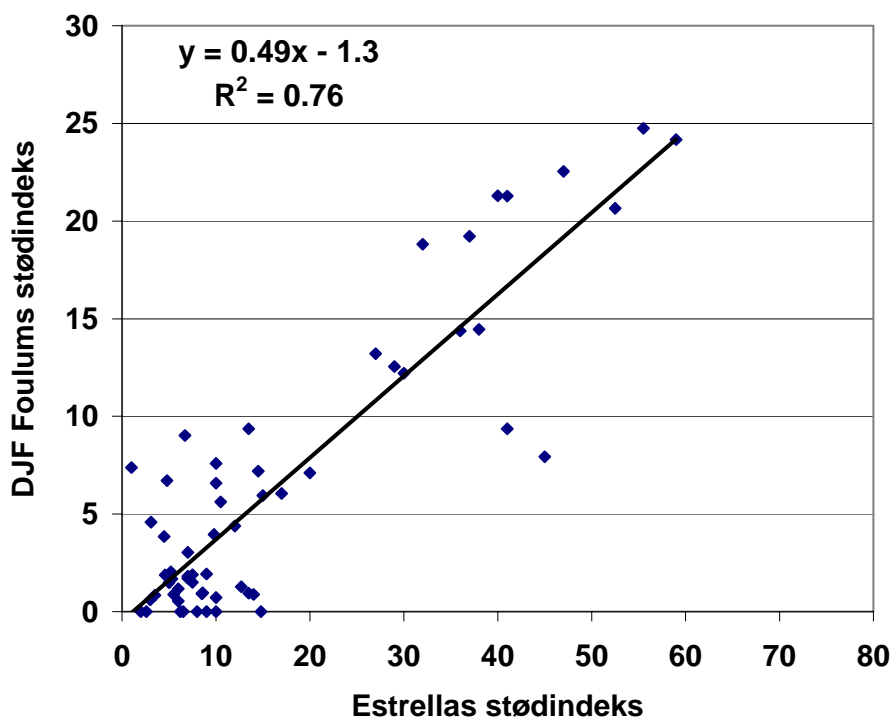
Resultaterne fra rystebordsbehandlingen (fig.15) ligner resultaterne fra Pendul-150, hvis der tages højde for forskelle i knoldstørrelsen af vandede og ikke-vandede prøver (fig. 26, bilag). Ved det tidlige håndopgravningstidspunkt udviklede kartoflerne primært anatomisk betinget stødpletter, hvilket kunne forklare, at der generelt blev registreret et højere stødmærkeniveauet i kartofler fra den vandede del af marken. Ved det sene håndopgravningstidspunkt blev fysiologisk betinget blåstød mere dominerende. Dette kunne forklare at vandingsbehandlingen på dette tidspunkt resulterede i færre stødmærker. Faldet i stødmærkeniveau som følge af sidste vanding var kun signifikant for Avler B ( $p < 0.01$ ). Hvis resultaterne blev korrigeret for, at kartoflerne fra den vandede del af marken generelt var større, og dermed fik tilført mere stødenergi, ville andre avlere sandsynligvis også vise signifikante fald i stødmærkefølsomhed som følge vandingsbehandlingen.



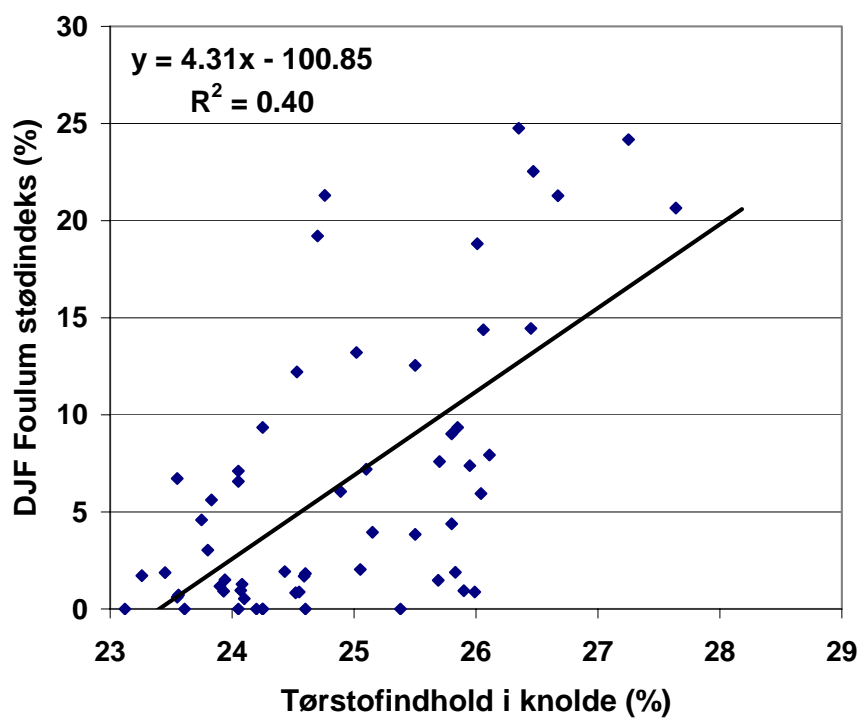
Figur 9. Stødmærker i Saturna kartofler opgjort med Estrellas stødmærkeindeks ca. 3 døg efter stedets normale procedure for maskinoptagning. U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedspøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



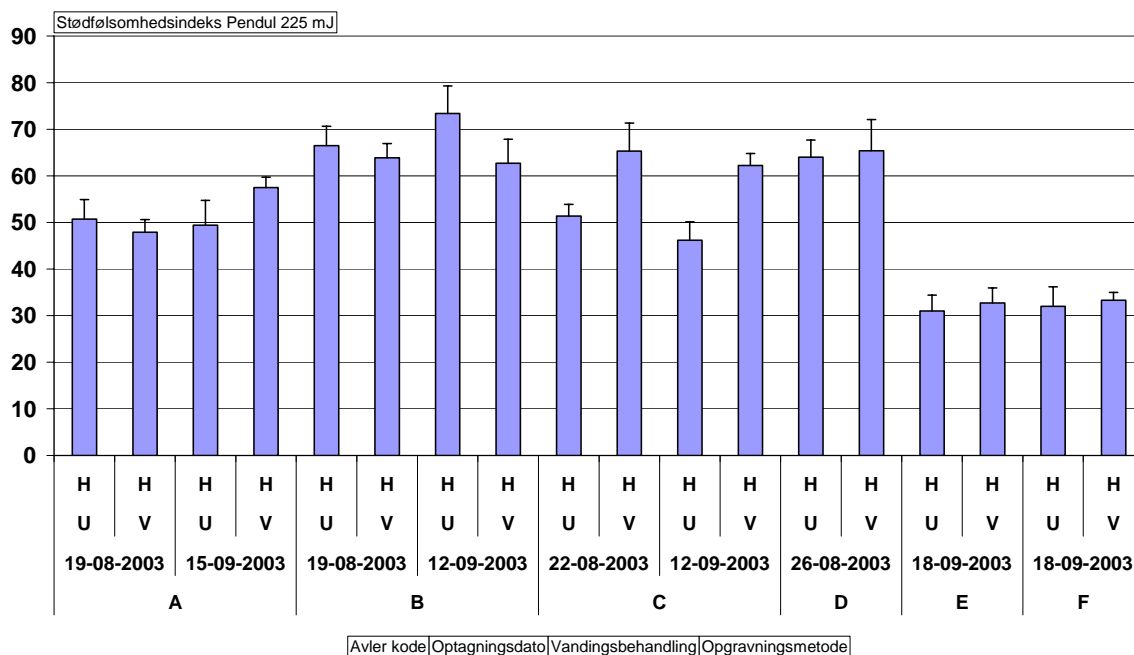
Figur 10. Stødmærker i Saturna kartofler opgjort med DJF-Foulums stødmærkeindeks ca. 3 døg efter stedets normale procedure for maskinoptagning. U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedspøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



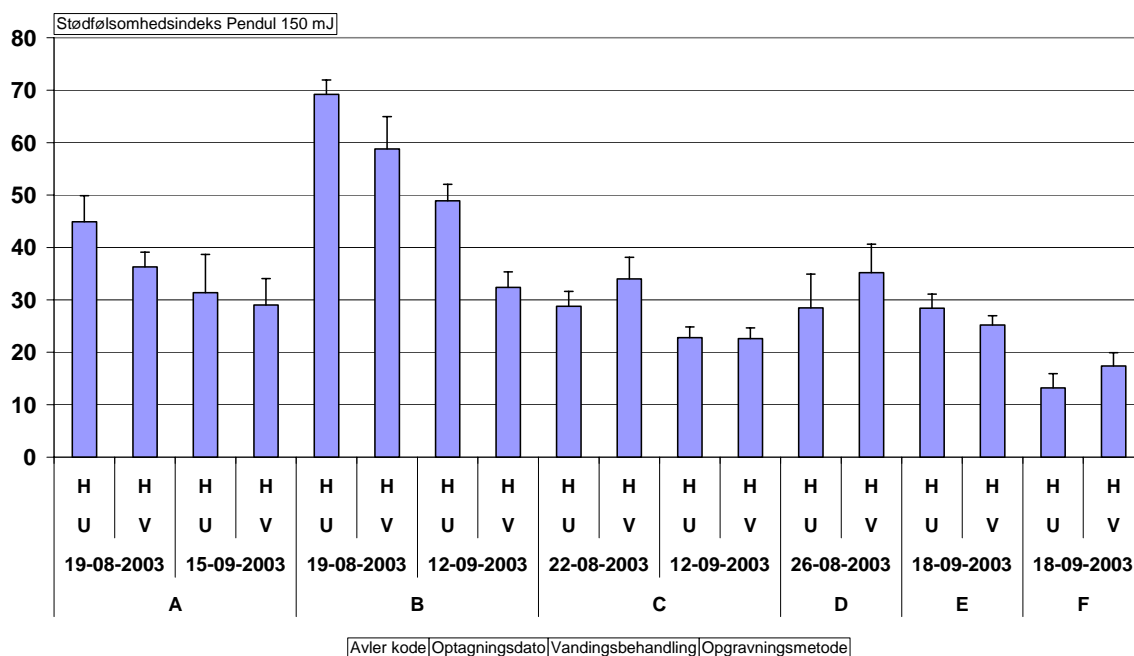
Figur 11. Sammenhæng imellem Estrellas og DJF-Foulums stødmærkeindekser til opgørelse af stødmærker i samtlige maskinopgravede Saturna prøver.



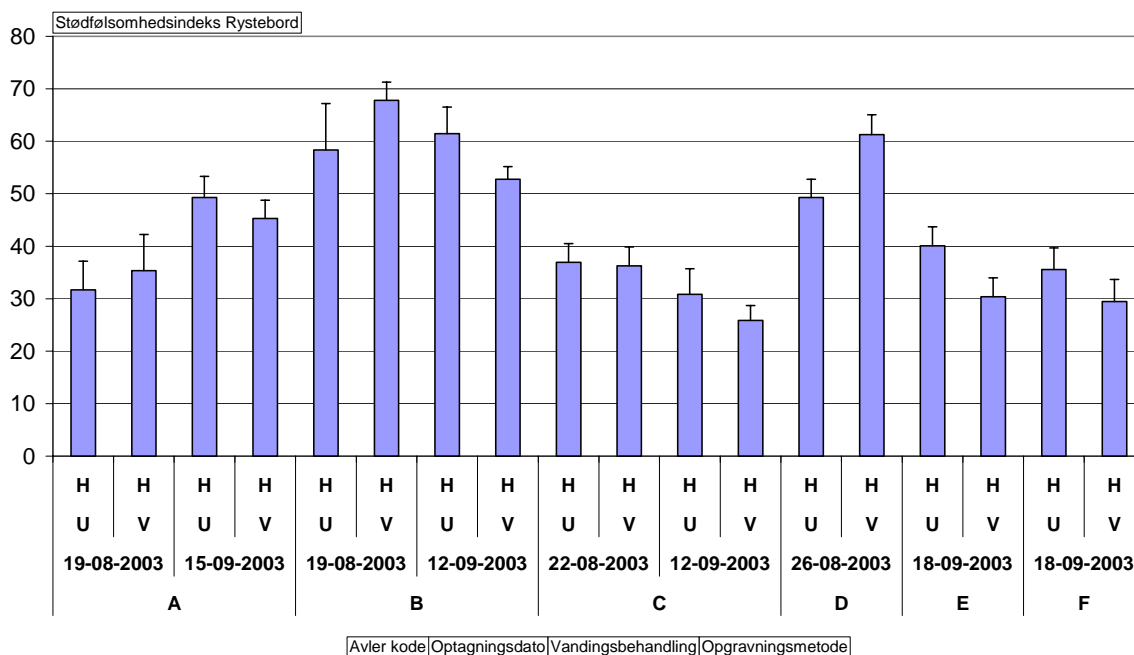
Figur 12. Sammenhæng imellem mængden af stødpletter i samtlige maskinopgravede Saturna prøver (DJF-Foulum stødmærkeindeks) og kartoflernes tørstofprocent.



Figur 13. Stødpletter i Saturna kartofler håndopgravet på forskellige tidspunkter i marker hos 6 avlere (A-F). U og V angiver at markerne var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Kartoflerne blev slået med et **225 mJ pendulslag**. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



Figur 14. Stødmærker i Saturna kartofler håndopgravet på forskellige tidspunkter i marker hos 6 avlere (A-F). U og V angiver at markerne var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Kartoflerne blev slået med et **150 mJ pendulslag**. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.

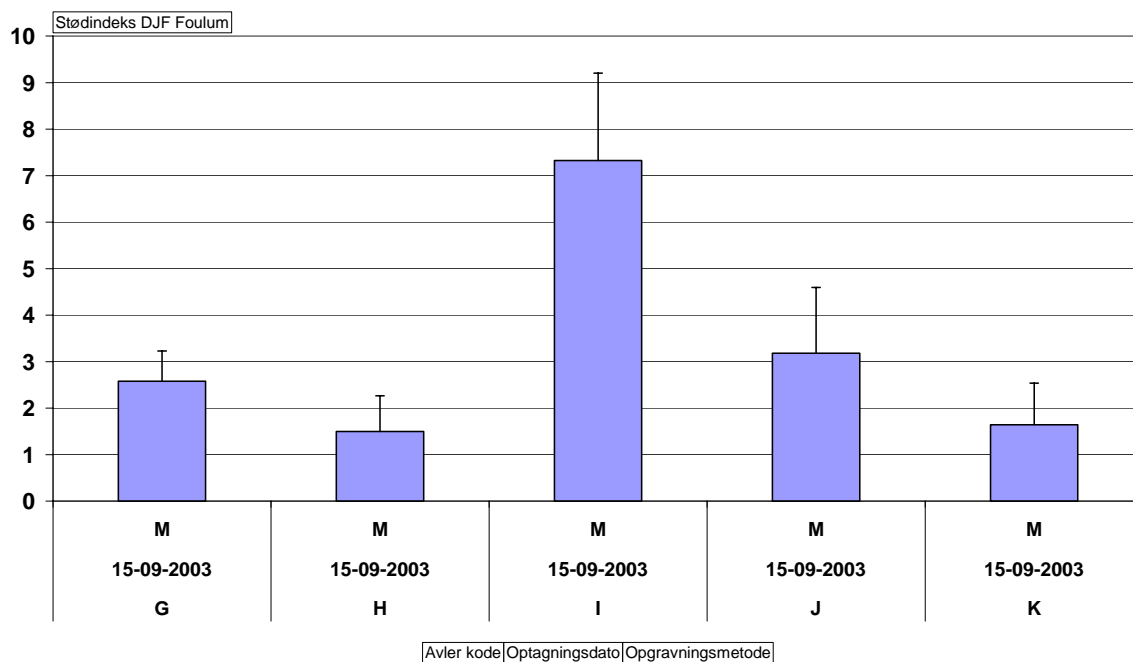


Figur 15. Stødmærker i Saturna kartofler håndopgravet på forskellige tidspunkter i marker hos 6 avlere (A-F). U og V angiver at markerne var henholdsvis uvandede og vandet forud for nedsprøjtning. Kartoflerne blev behandlet på **rystebord**. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.

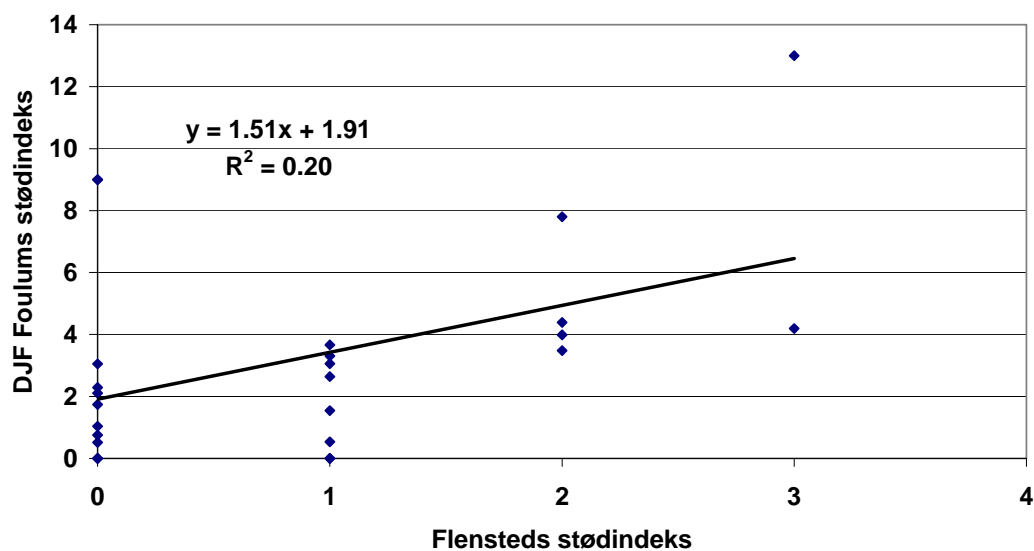
### 3.3 Bintje avlere der leverer til Flensted

Der blev observeret et meget lavt stødmærkeniveau efter normal maskinoptagning hos alle de 5 udvalgte Bintje avlere (fig.16). Dette var også hovedårsagen til, at den udregnede korrelation imellem DJF-Foulums og Flensteds stødmærke indekser ikke var særlig høj ( $r^2=0.20$ , fig.17). Det var dog specielt Avler I som gav anledning til uoverensstemmelse imellem de to stødmærkeindekser. Årsagen til dette var, at denne avler havde ca.15% kartofler med stødmærker hvis dybde var mellem 1.7 og 3.4 mm. Disse relativt "overfladiske" stødmærker vægtedes med 30 % i DJF stødmærkeindeks mens de ikke tæller med i Flensteds indeks.

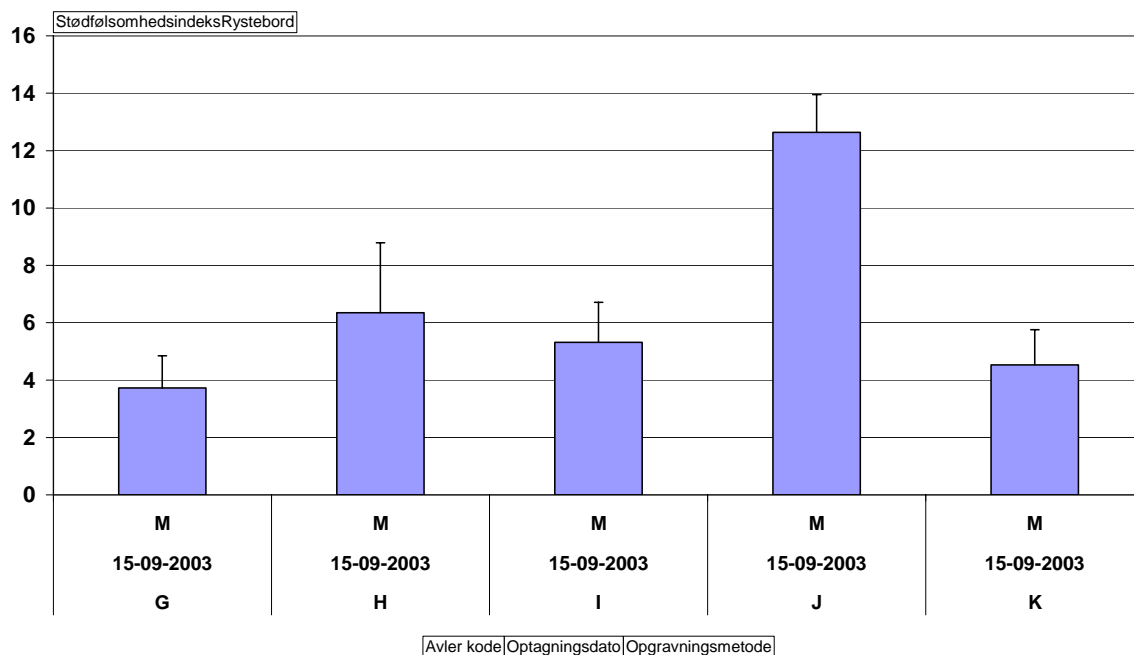
Endvidere er det interessant, at stødfølsomhedsanalysen udført på rystebord i Foulum viste, at Avler J havde de relativt følsomste kartofler (fig.18). Hovedårsagen til dette skyldes dog sandsynligvis, at denne avler i gennemsnit producerede de største kartofler. Store knolde bliver tilført relativt mest stødenergi når rystebordsmetoden anvendes. Fig.19 viser relationen imellem knoldstørrelse og stødfølsomhed (rystebord) blandt de 5 Bintje avlere. Der var ingen sammenhæng imellem stødfølsomhed og tørstof i knoldene (data ikke vist).



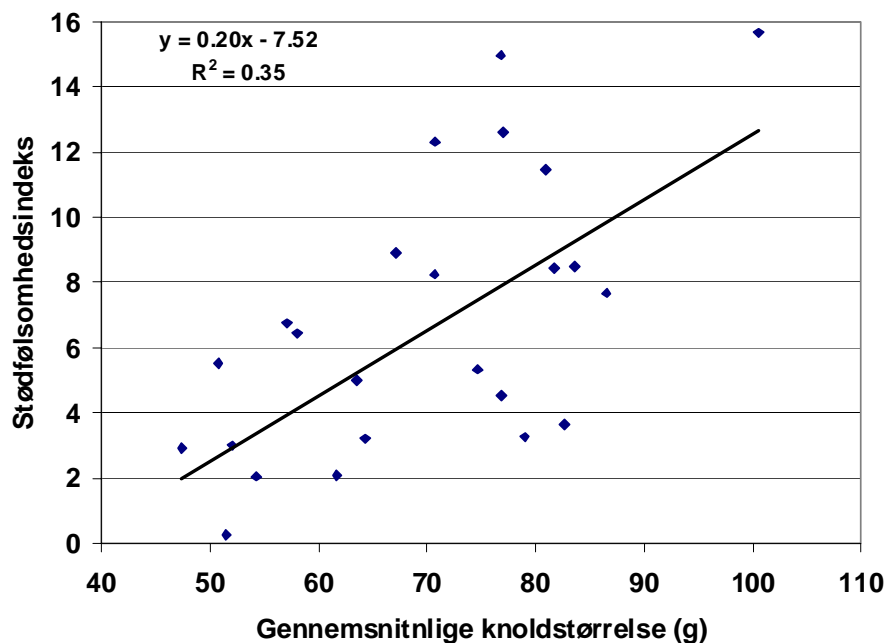
Figur 16. Stødmærker i Bintje kartofler opgjort med DJF-Foulums stødmærkeindeks ca. 1 mdr. efter normal procedure for maskinoptagning hos 5 avlere (G-K). Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



Figur 17. Sammenhæng imellem Flensteds og DJF-Foulums stødmærkeindekser til opgørelse af stødmærker i samtlige maskinopgravede Bintje prøver.



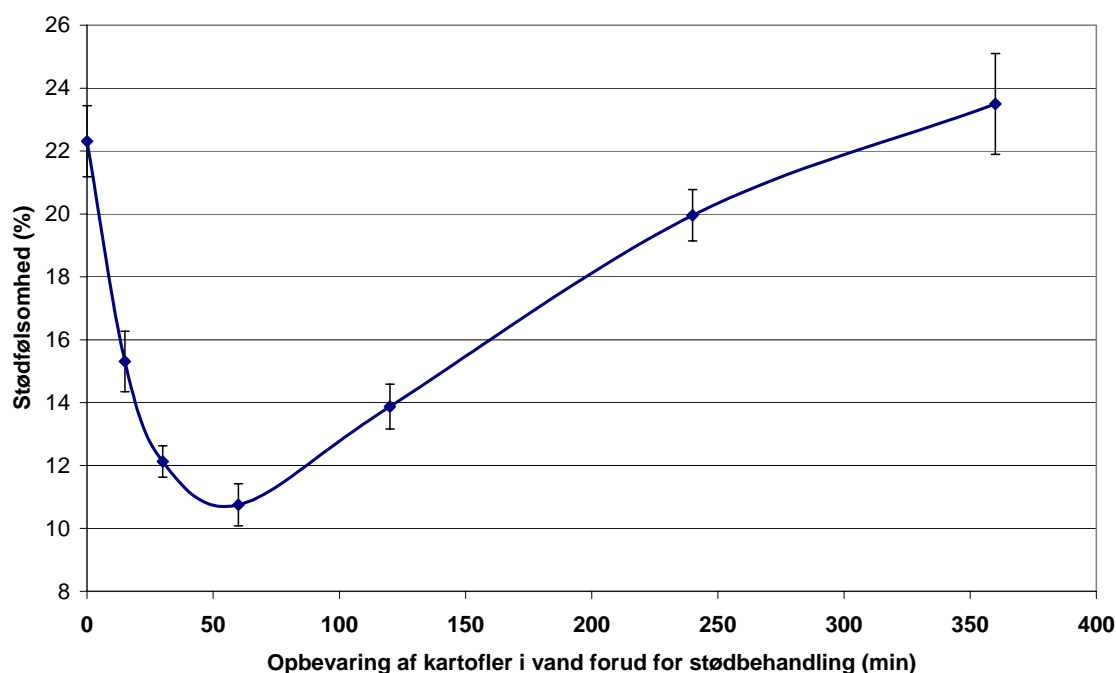
Figur 18. Stødmærker i Bintje kartofler maskinoptaget hos 5 avlere (G-K) og derefter behandlet på **rystebord**. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser (stødmærker i ubehandlet fratrukket).



Figur 19. Sammenhæng imellem knoldstørrelse og mængden af stødmærker i samtlige Bintje prøver fremprovokeret på rystebord ca. en mdr. efter maskinoptagning (stødmærker i ubehandlet fratrukket).

### 3.4 Regulering af kartoflers saftspænding i laboratorium

Kartoflerne blev opbevaret under vand i op til 6 timer forud for stødbehandling. Der var ingen tegn på kvælningssymptomer for kartofler der havde været opbevaret i vand i 6 timer. Kartoffler der har været opbevaret i vand i et par timer er mærkbart mere saftspændte end før behandlingen. Det viste sig endvidere, at stødmærkefølsomheden af kartofler, der havde været opbevaret under vand i op til 1 time forud for stødbehandling var faldende (fig. 20). Blev kartoflerne opbevaret under vand i længere tid end 1 time tiltog stødfølsomheden igen. Resultaterne viste at kartoflernes stødfølsomhed kunne halveres i forhold til ubehandlet ved opbevaring under vand i 1 time ( $p < 0.001$ ). Det var vanskeligt at se forskel på de stødmærker, der blev fremprovokeret i ikke vandbehandlet kartofler og dem der fremkom i kartofler, der havde været opbevaret under vand i 6 timer, da alle kartofler kun blev opgjort efter 17 timer i varmeskab. Der var dog tendens til, at de stødmærker der fremkom på kartofler, der ikke havde været opbevaret under vand, var ”fysiologisk betinget blåstød”, mens de stødmærker der fremkom i kartofler, der havde været opbevaret under vand i 2-6 timer, var ”anatomisk betinget stødmærker”. Yderligere undersøgelser vil kunne klarlægge om dette er tilfældet.



Figur 20. Ændring i kartoflers stødmærkefølsomhed (pendulmetode 150 mJ) efter opbevaring af kartoflerne under vand i forskellige tidsperioder forud for stødbehandling.

## 4 Konklusioner

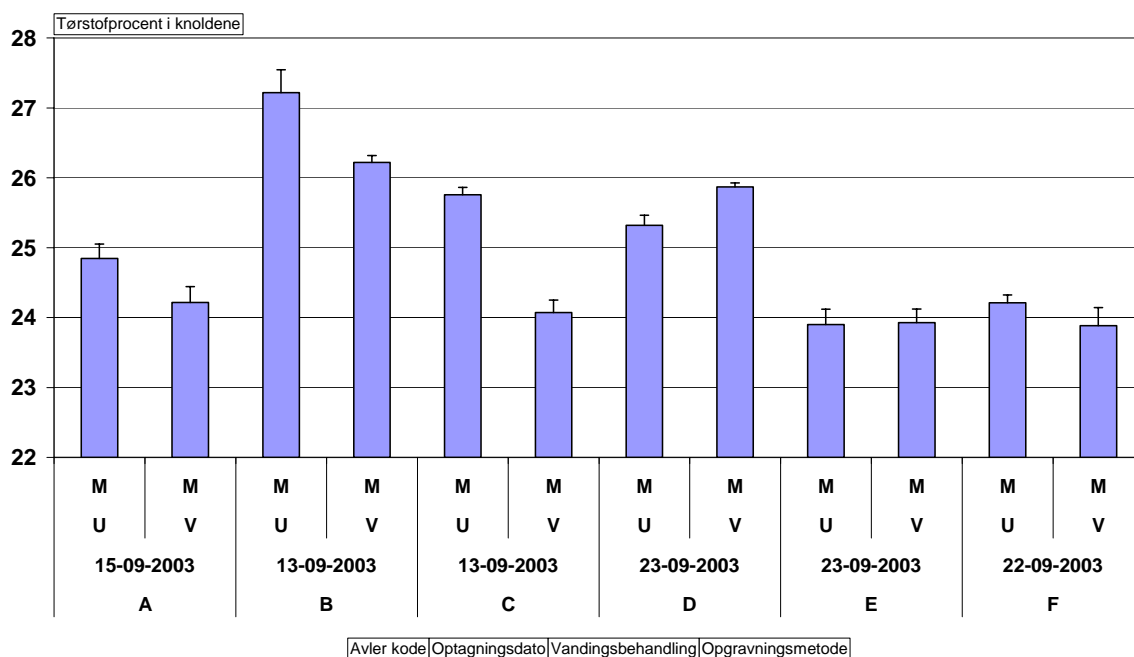
Den sidste vandingsbehandling før optagning i kartoffelmarker med sorten Saturna resulterede i generelt færre knolde der var mindre end 40 mm, mindre tørstofprocent og mindre stødmærkefølsomme knolde. Denne generelle betragtning dækker imidlertid over forskelle fra avler til avler. Det var dog interessant, at avlere hvor vandingsbehandlingen viste sig at kunne reducere stødmærkeniveauet, var de samme avlere, hvor der syntes at være en mærkbar forskel imellem vandingsbehandlingerne på jordfugtigheden under prøveopgravning. Laboratorium studiet

understøttede antagelsen, at der findes et optimalt saftspændingsniveau, hvor den samlede stødmærkefølsomhed er mindst. Stiger saftspændingsniveauet øges kartoflens følsomhed for at udvikle anatomisk betinget stødpletter. Falder saftspændingsniveauet stiger kartoflens følsomhed for at udvikle fysiologisk betinget blåstød. Der er dog behov for gentagelse af forsøgene og det er nødvendigt med et objektivi mål for jordfugtighed, som kan anvendes som styringsredskab i praksis. Den forventede adskillelse af de to typer af stødmærker blev ikke opnået godt nok med de anvendte testmetoder, så derfor skal der ske en vis justering af stødenerginivauerne i en evt. gentagelse af forsøgene.

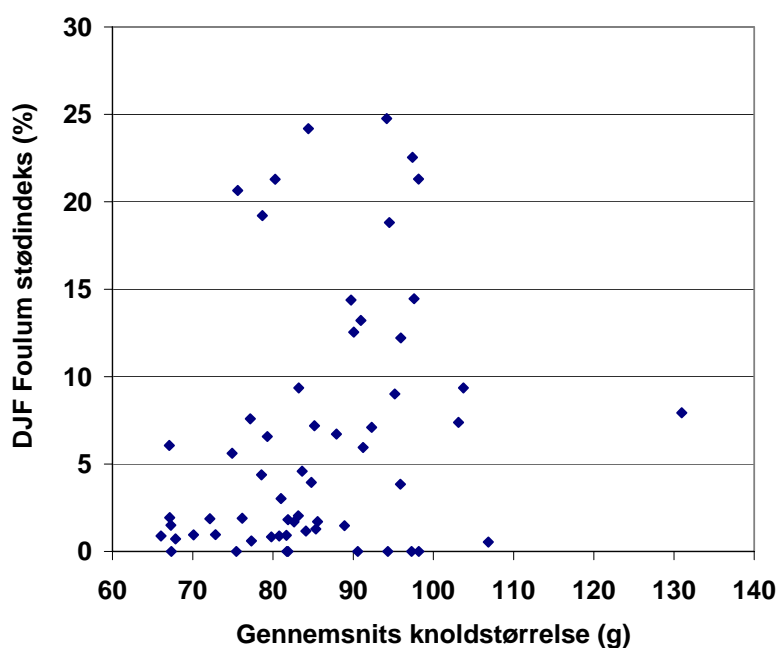
Foulum d. 6. maj, 2004.

Poul Erik Lærke

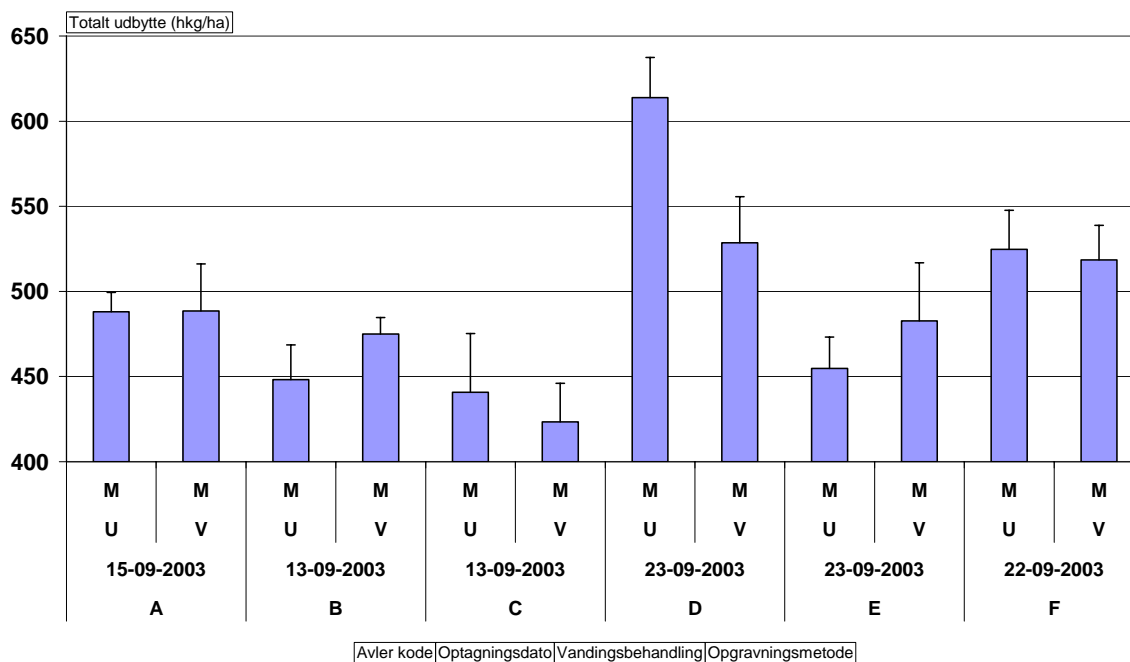
## 5 Bilag



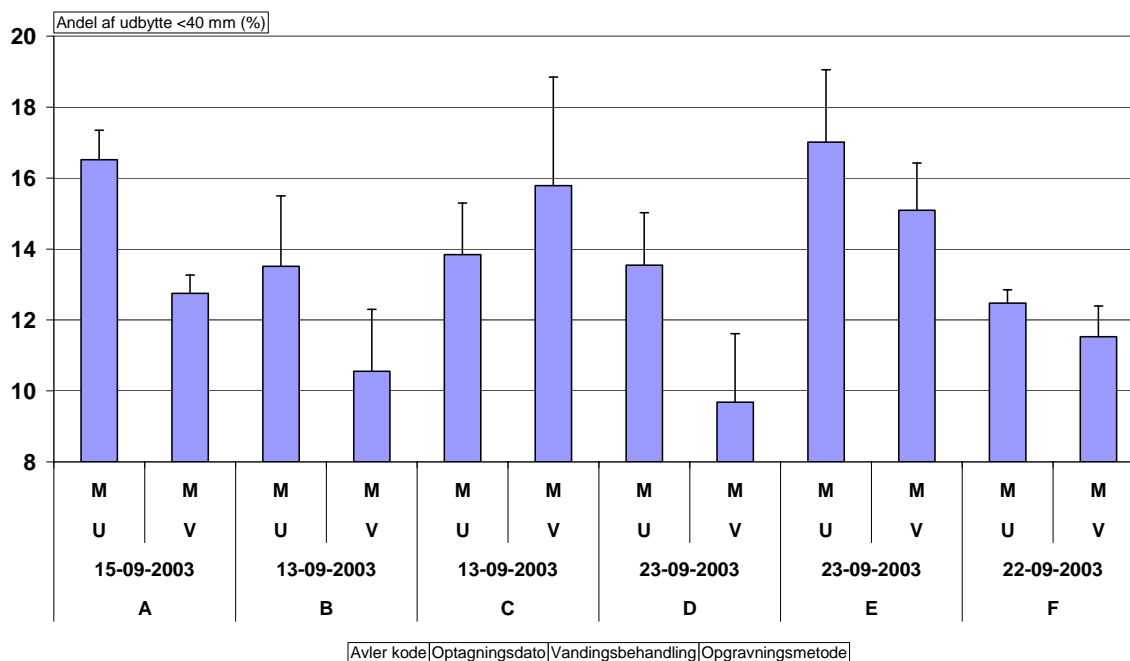
Figur 21. Tørstofindholdet i Saturna kartofler ca. 3 døgn efter stedets normale procedure for maskinoptagning. U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



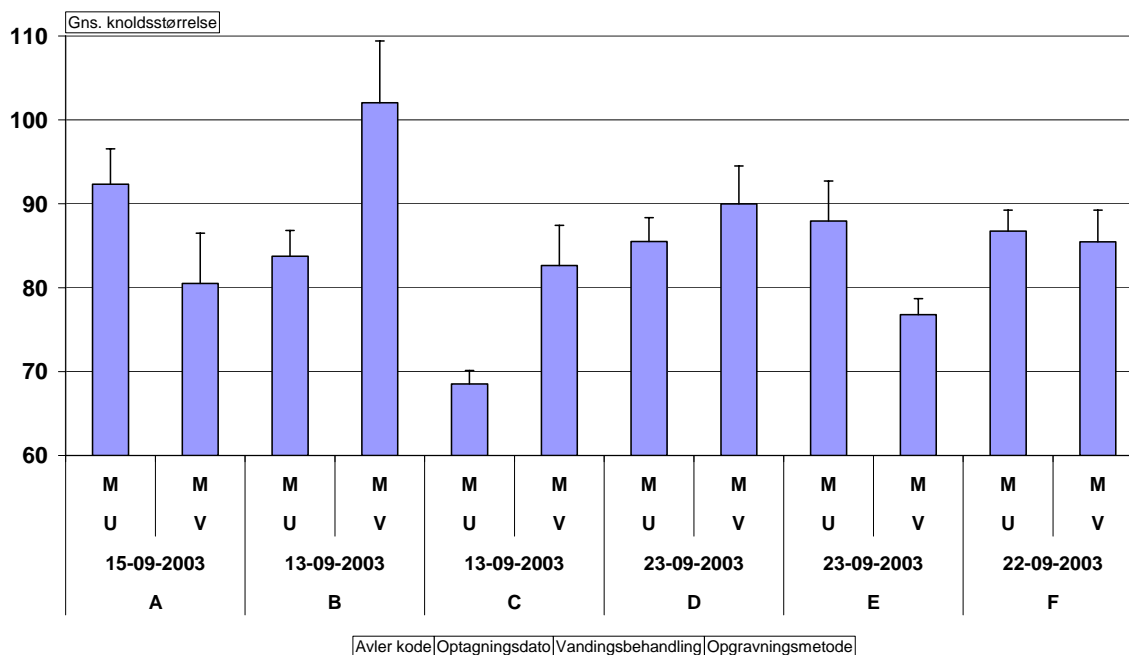
Figur 22 . Sammenhæng imellem mængden af stødpletter i kartofler og knoldstørrelsen for samtlige maskinopgravede Saturna prøver (DJF-Foulum stødmærkeindeks).



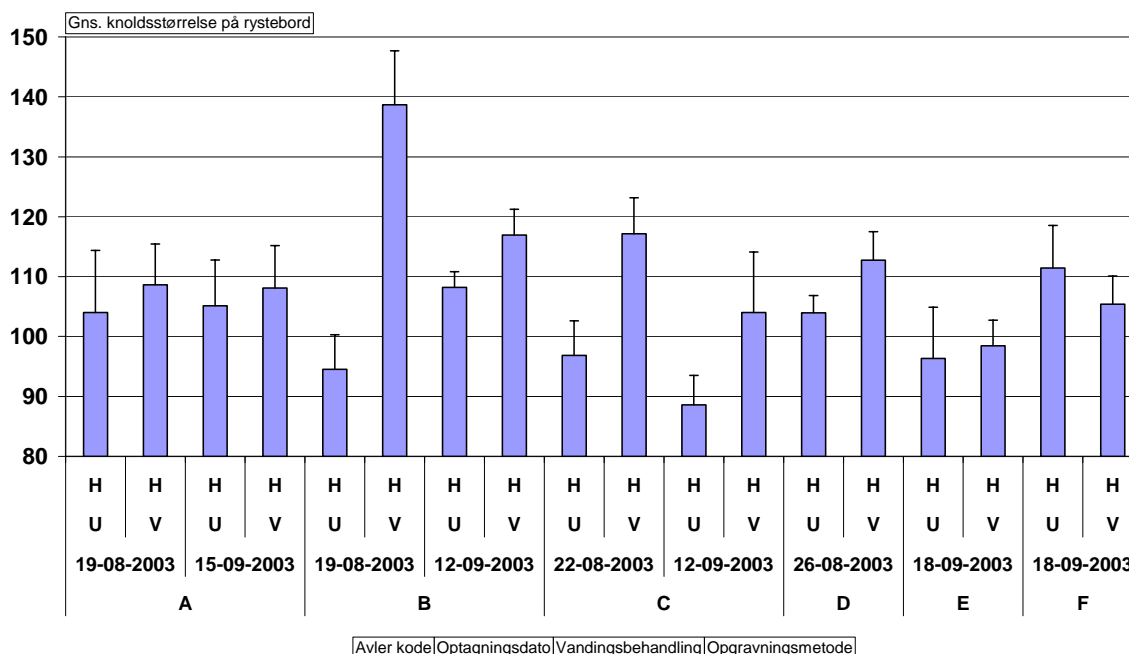
Figur 23. Total knoldudbytte efter stedets normale procedure for maskinoptagning. U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



Figur 24. Andel af total udbytte hvor knoldene var mindre end 40 mm (vægtprocent) efter normal maskinoptagning. U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



Figur 25. Gennemsnitlig knoldvægt (g) i de 3 kg knolde der blev opgjort efter DJF-Foulums stødmarkeindex efter normal procedure for maskinoptagning (usorteret). U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.



Figur 26. Gennemsnitlig knoldvægt (g) i de 3 kg knolde der blev rystebordsbehandlet (45-55 mm). U og V angiver at marken hos de 6 avlere (A-F) var henholdsvis uvandet og vandet forud for nedsprøjtning. Fejllinier angiver standard afvigelsen på gennemsnittet af 5 markgentagelser.