

# Rustundersøkelser i poteter fra Vestfold 2002- 2004

Symptomer - mulige årsaker - tiltak

## Vestfold Forsøksring



## Bakgrunn for rustundersøkelsen

I slutten av august i 2002 kom det meldinger fra potetpakkeriene om urovekkende mye rust i enkelte potetpartier. Fra tidligere var en kjent med at tidligsorten Rutt er svak for utvikling av rust. Dette gjelder i første rekke Rutt som er satt tidlig under plast, og som blir stående i jorda utover i juli-august. Høsten 2002 ble det påvist rust i Rutt som var satt midt i mai, og ikke var høstklar før i august. Etter hvert ble det også påvist rust i Laila og Santana. Rusten hadde nå utviklet seg mens knollene enda sto i bakken. I Santana var det som om rustsymptomene plutselig utviklet seg rundt 5-10. september.

Etterhvert viste det seg at rustproblemene rammet en rekke potetpartier til mat og industri. Det var forskjellig grad av rust i ulike sorter, og rustproblemet var større hos enkelte produsenter enn andre.

Forekomsten av rust i potetene førte til at ca 6 tusen tonn poteter fra Vestfold ble vraket eller omdisponert til andre formål i 2002. Det utgjør ca 12,5 prosent av den totale potetproduksjon i Vestfold. De fleste partier som er vraket på grunn av rust er levert til brenneri, men noen av Beate-partiene med rust oppfylte kvalitetskravet til produksjon av terning. Tar en hensyn til kvantum som ble omdisponert til et annet formål, har et sted mellom 3 og 4 tusen tonn av disse potetene blitt levert til spritproduksjon i 2002. Det økonomiske tapet for potet-produsentene i Vestfold i 2002 er beregnet til opp mot 7 millioner kroner.

Den foreliggende rustundersøkelsen er gjennomført av Vestfold Forsøksring i samarbeid med Knut Gamkinn, GRO Industrier, Anders Kr . Kjær, BAMA/Lågendalspakkeriet og Bjørn Tor Svoldal, Yara. Innovasjon Norge har bidratt med økonomisk støtte til gjennomføring av undersøkelsen.

Gjennestad 28.12.04

Solveig Haugan Jonsen

<b>Innhold</b>	
<b>Sorter og symptomer</b>	<b>Side 4</b>
<b>Årsaker til rust</b>	<b>6</b>
<b>Testing av knoller og jord for jordboende virus</b>	<b>9</b>
<b>Er det sammenheng mellom næringsinnhold i potetskrell og forekomst av rust</b>	<b>10</b>
<b>Er det sammenheng mellom dyrkingstekniske forhold og rust</b>	<b>15</b>
<b>Konklusjoner</b>	<b>20</b>
<b>Litteratur</b>	<b>22</b>

## Sorter og symptomer

Rustsymptomene i knollene varierte både mellom sorter og mellom ulike partier. I noen tilfeller kunne en se tydelige sammenhengende rustringer fra innsida til utsida av knollen. Disse ringene var godt synlig utenpå en vasket knoll. I de fleste tilfellene var det ikke mulig å se symptomer utenpå knollene. Først ved gjennomskjæring kom det tilsyne buer, eller utydelige gårer på tvers av knollen. I svært mange tilfeller var symptomene mer som rustflekker og prikker spredt rundt i knollen, eller knyttet til området rundt karstrengen.

Vi som skar i et stort antall knoller i 2002 observerte ellers at det var mest rust i den midlere knollstørrelsen. Det var sjelden rust i de aller største og i de minste knollene. Med noen hundre knollers skjæreeerfaring bak oss, kunne vi avsløre rust bare på potetkjøttets motstand mot kniven. Poteter med rust var harde og sprø å skjære i. De virket treene i kjøttet. Poteter uten rust opplevdes til sammenligning som å skjære i ost. Poteter med rust var i noen tilfeller også misfarget i kjøttet.

Av sorter som er dyrket i Vestfold var det mest rust i Rutt, Laila, Santana, Beate og Sava. Det var lite problemer med rust i Saturna, Oleva og Pimpernel. Poteter dyrket på lettere jordarter langs Raet og i Lågendalen hadde mest rust.



**Bilde: Rustringer i Rutt**



**Bilde: Rustringer i Santana**



**Bilde: Gårer med rust i Beate**



**Bilde: Flekker med rust i Beate**



**Bilde:Flekker med rust i Laila**

## Årsaker til rust

Virologene setter skille mellom rust som er forårsaket av jordboende virus, Potato Mop Top Virus (PMTV) og Tobacco Rattle Virus (TRV), og rust som har fysiologiske årsaker.

**Potetmopptopp-virus (PMTV)** overføres med vorteskurvsoppens sporer. Mopptoppvirus kan overføres uten at det er tydelig tegn på vorteskurv på knollene. Det er enda ikke kjent hva det er som gjør at knollen reagerer med å vise rustringer ved en infeksjon av PMTV. Potetmopptopp virus er påvist i Norden, Scotland, Irland, Canada, Sør Amerika og Kina.

Hvilesporene av vorteskurv kan overleve i jord opp mot 18 år og fortsatt bære virusmitte. Dyrking av en vertsplante som potet frigir "signalstoffer fra røttene" som får hvilesporene til å våkne. Zoosporene som dannes har gunstige forhold for infeksjon når jordfuktigheten er høy, og lufttemperaturen er mellom 14 og 20 grader. Zoosporene har flageller og er avhengig av fritt vann i jorda for å bevege seg. Den kritiske perioden for infeksjon er en 3-4 ukers periode knyttet til stolonutvikling og knolldanning. Vorteskurv kan etableres både på røtter, stoloner og knoller.

I norsk litteratur kan en lese at vorteskurv kan opptre på alle jordarter, men fortrinnsvis på dårlig drenert jord. Dette stemmer ikke helt med dansk litteratur som sier at mopptopp forekommer hyppigere på grov sandjord enn på leire. De danske observasjonene stemmer godt med det vi har observert i Vestfold. Den grove, moldrike jorda langs Raet i Vestfold er etter hvert uegnet til å dyrke sorter som er mottakelige for mopptopp.

Rustringer og streker i knollene er primærsymptomer på virusmitte. Det vil si at infeksjonen har skjedd i jorda, enten med sporer av vorteskurvsoppen som følger settepoteta eller fra sporer i jorda. Knoller med smitte av PMTV bør derfor ikke brukes som settepoteter fordi de kan smitte opp "frisk jord". Vorteskurvsoppen kan også spres med infisert jord på maskiner og redskap.

Vorteskurv oppformerer på poteter, men også på ugras som svartstøvler og slyngstøvler. Det er ikke kjent at virusmitte kan spres på andre vekster enn poteter. Sjølv om vorteskurvsoppens sporer har evne til å overleve lenge i jord har vekstskifte effekt. Fra utlandet er det undersøkelser som tyder på at forgrøder som raps kan redusere mopptopprust.

Rustsymptomene viser seg i mange tilfeller ikke ved høsting, men utvikles på lager. Sterkt vekslende temperatur på lager kan framprovosere rustsymptomene. I mottakelige sorter som Rutt og Saturna kan rustsymptomene være godt synlig allerede ved høsting. Fra utlandet er det nevnt noen "pussige" tilfeller av at rustsymptomene i Saturna er redusert i løpet av lagringperioden.

Mottakeligheten for rust varierer mye mellom ulike sorter. En vet forresten ikke om en sort er sterk mot rust, eller tolerant slik at den ikke viser symptomer på en infeksjon. Det viser seg også at det er "genetisk variasjon i virusmitten". Det vil si at sorter som er mottakelig for den ene varianten nødvendigvis ikke er like mottakelig for den andre. Problemstillingen kompliseres ytterligere av at det er klimatisk betinget hvor sterke angrepene av vorteskurv er, og hvor sterkt de ulike sortene utvikler rust som følge av virusinfeksjon. En normalt lite mottakelig sort kan derfor plutselig vise sterke rustringer etter en kjølig og nedbørrig forsommer. Fra Canadisk litteratur står det at resistens mot vorteskurv og mopptopp er uavhengig. Svensk forskning hevder



at foredling av resistente sorter er vegen å gå, men at en ikke vet om resistensen er rett mot vektoren vorteskurv, mot PMT, eller begge.

**Tobakkrrattel-virus (TRV)** overføres med frittlevende nematoder i jorda. Dette er rotparasitter i slektene *Tricodorus* og *Paratrichodorus*. På svensk kalles disse for “stubbrottnematoder”. Disse nematodene har ca 400 ugras som vertsplanter i tillegg til potet. Nematodene har en munntagg som de stikker inn i plantevevet. Næringen fra plantecellene tas opp ved at et sekret spøytes inn i cellene. Innholdet i cellen suges tilbake. Ved at en infisert plante angripes tas smitten opp i nematoden og overføres videre til nye planter. Virussmitten overføres med ugrasfrø. Vekstskifte har derfor ingen effekt mot TRV. Settepoteter med påvist TRV sprer i teorien ikke nematoder fordi nematodene dør i tørr jord. Likevel er det risiko for at nematodene overlever i fuktig jord i sprekker i potetene. Settepoteter med påvist TRV kan derfor likevel smitte opp “frisk jord.” Det å sette poteter med rust gir bestandig en risiko for rustflekker og prikker i avkommet. Dette er sekundærsymptomer på virussmitte.

“Stubbrottnematodene” trives best på lett jord. Jordens vanninnhold i knolldanningsperioden påvirker også forekomst av rust knyttet til TRV. De frittlevende nematodene er i likhet med zoosporene til vorteskurvsoppen avhengig av fritt vann i jorda for å kunne angripe plantene.

Ulike potetsorter regerer ulikt på TRV. Noen sorter er svært mottakelige og andre er “sterke”. I Sverige er Bintje normalt ikke mottakelig for rust som skyldes TRV. Likevel ser en enkelte år at Bintje er den sorten som viser sterkest rustsymptomer av TRV. Det er ikke klarlagt om dette skyldes variasjon i isolater av TRV.

Utenlandske undersøkelser viser at grønngjødslingsvekster som lupin og oljereddik kan redusere rust forårsaket av rattelvirus.

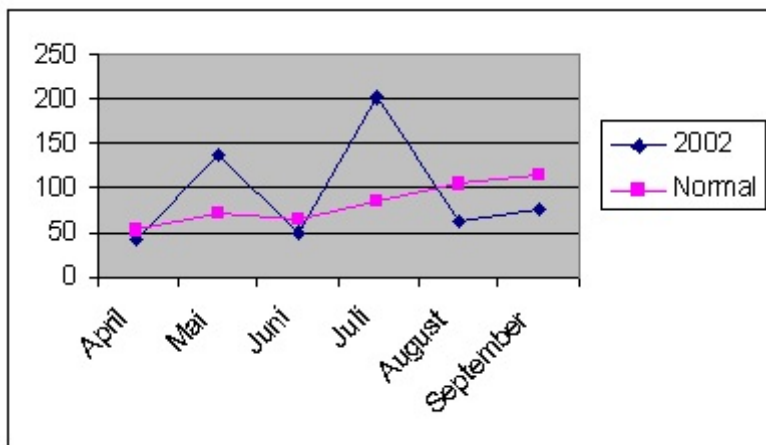
Fra norsk og svensk litteratur er det satt spørsmål ved om rust som skyldes TRV utvikles på lager. Danskene hevder at rust som skyldes TRV utvikles både med utsatt høsting og i lagringsperioden. De hevder samtidig at det er større variasjon i utvikling av mopptopp-rust på lager.

**Rust som har fysiologiske årsaker** er ikke omtalt i norsk faglitteratur, men utenlandske fagmiljøer knytter fysiologisk rust og varme-nekrose til redusert opptak av kalsium. Som kjent følger kalsium passivt vannstrømmen inn i planta. I perioder med ekstrem varme lukker planta igjen spalteåpningene og transpirasjonen stopper opp. Kalsiumopptaket i slike perioder kan være betydelig redusert uansett tilgang på kalsium i rotsonen. I svensk litteratur er det nevnt at fysiologisk betinget rust opptrer i vekstsesonger med sterk variasjon i nedbør, ujevn tilgang på næring og ofte unormalt høye temperaturer på slutten av sesongen. Både 1997 og 2002 er eksempler på vekstsesonger med vekslende nedbør og temperatur, og unormal høy temperatur i august. I 1997 ble det i likhet med i 2002 påvist mye rust, spesielt i Beate.

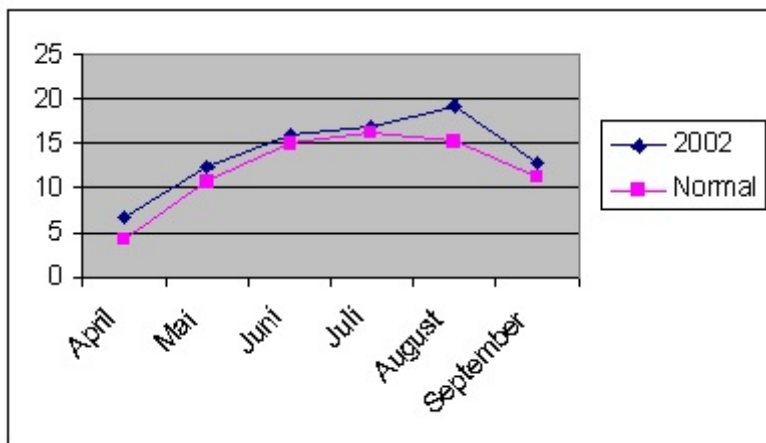
Utenlandske forsøk viser at **rust som har fysiologiske årsaker** kan forebygges med ekstra kalsiumtilførsel. Samtidig må kalsiumopptaket sikres med jevn vanntilgang. Fra norske forsøk er det kjent at kalsiumtilførsel før begynnende knolldanning har effekt på indre brunflekk og kolv. Det er ellers kjent at kalsium styrker cellevegger og øker motstandsevne mot sjukdommer. Effekten på rust kan også forklares ved at kalsium øker plantas evne til å motstå hetestress.

I svensk litteratur er nevnt at sorter som er svake for jordboende virus også er svake for fysiologisk rust.

Klimadata fra Vestfold viser at 2002 har vært en spesiell vekstsesong med tidlig vår, periodevis ekstrem nedbør, men også perioder med tørke og unormal høy lufttemperatur. Fra midt i april til 1. juni varierte nedbørmengdene fra 160 til 210 mm rundt omkring i fylket. I løpet av et par dager i juli falt det nye store nedbørmengder i deler av fylket. I Ramnes ble det målt 203 mm nedbør i juli mens det normale er 85 mm. Data fra værstasjonen på Melsom i Stokke viser ellers at det er lufttemperaturen i august som avviker mest fra det normale. Den midlere lufttemperaturen for august er 19,2 grader. Det er 4 grader høyere enn det normale for august.



**Illustrasjon: Nedbør registrert i Ramnes i vekstsesongen 2002**



**Illustrasjon: Middeltemperatur i døgnet registrert på Melsom i vekstsesongen 2002**



## Testing av knoller og jord for jordboende virus

Nyere analysemetoder gir muligheter for noenlunde rask påvisning av jordboende virus i knoller og eller i jord. I alt er det sendt inn 48 prøver til virustest fra ulike potetpartier med rust levert til GRO Industrier og Lågendalspakkeriet. Prøvene er testet ved Planteforsk Plantevernet. Det er foretatt testing av jord i 11 av de 48 prøvene. Det er brukt ulike testmetoder for å påvise Mopptopp og Rattel i knoller. Slik vi har forstått testmetodene er det enklere å påvise smitte av Rattel i jord enn i knoller. Slik sett burde det vært tatt ut jordprøver knyttet til alle de 48 knollprøvene for å få et best mulig bilde av smittesituasjonen.

### Resultat av virustesten

Av de 15 innsendte prøvene med rust i Santana fra Vestfold er det påvist mopptopp i 13 av knollprøvene. I en av prøvene er det påvist rattelvirus. Det er bare en av Santanaprøvene fra Vestfold hvor det ikke er påvist jordboende virus. I syv av disse prøvene er det også testet virus i jord. Her er det påvist mopptopp i fire prøver, rattel i en prøve, både mopptopp og rattel i en prøve, og en prøve uten påvist virus. Påvisningene av jordboende virus i Santanapartiene fra produsenter i Vestfold er ikke overraskende da dette er produsenter som har hatt problemer med rust i Beate tidligere. Av 8 prøver av Santana med rust fra Solør er det ikke påvist mopptopp eller rattel i noen av knollene. Det er derimot påvist rattel i en av jordprøvene fra Solør.

Testene som er gjort i Santana viser at det er påvist smitte av mopptopp i knoller med tydelig rustringer eller streker. I knoller med rustflekker og prikker er det kun unntaksvis påvist jordboende virus.

Det ble også foretatt virustesting av partier med Beate, Laila, Sava og Oleva. Denne testingen viser at det er påvist mopptopp i 2 av 3 prøver med Sava. I en av prøvene med påvist mopptopp er det i tillegg påvist rattel.

I en av to prøver med Laila ble det påvist mopptopp. I denne prøven ble det påvist virusssmitte både i knoller og jord. På dette aktuelle skiftet ble Laila dyrket ved siden av Saturna. Ved gjennomskjæring av begge sorter på skiftet var det kun utviklet rust i Laila. Det er vanskelig å forstå hvorfor det ikke var rust i Saturna på dette skiftet når en vet at Saturna er en av de svakeste sortene mot mopptopp.

Av 8 prøver med Beate er det påvist mopptopp i 6 av knollprøvene. I en av prøvene er det påvist mopptopp i jord uten at det ble påvist virus i knollprøven. Også i disse sortene var påvisningen av mopptopp knyttet til knoller med tydelig ringer og streker. Smittegraden i Beate er i størrelsesorden 8 av 30 knoller, 3 av 50 knoller 7 av 50 knoller.

I en prøve av knoller med rust i sorten Oleva ble det ikke påvist jordboende virus.

**Tor Munte ved Planteforsk Plantevernet sier følgende i sin oppsummering av virustestingen i 2002:**

*Vi har fått inn mange prøver med innvendig rustfarga flekker, striper og ringer i flere potetsorter og fra flere distrikter. Samla kan en si at i alle disse prøvene er det påvist jordboende virus - enten mopptoppvirus eller rattel- i alle knoller med klare striper eller ringer, men bare i et fåtall av knoller med rustfarga prikker eller flekker. Vår foreløpige konklusjon ut fra dette materialet, er at innvendige rustfarga striper og ringer i poteter i de fleste tilfeller skyldes jordboende virus i den jorda de er dyrket i, mens prikker og flekker i de fleste tilfeller har andre årsaker, mest sannsynlig næringsforstyrrelser (Ca-mangel ?), men i noen tilfeller også svake virusangrep eller virus overført fra settepotetene. Resultatet fra Santanaundersøkelsen skiller seg lite fra det samla bildet, bortsett fra at PMTV har vært mer dominerende i dette materialet enn i de øvrige prøvene vi har fått inn.*

Er det sammenheng mellom næringsinnhold i potetskrell og forekomst av rust ?

Med utgangspunkt i teorien om mulig sammenheng mellom dårlig næringsopptak og utvikling av rust, er næringsinnholdet i knoller med rust analysert. En kan her velge å analysere næringsinnholdet i potetskrell eller i potetkjøtt. Potetskrell har normalt høyere innhold av næringsstoffer enn potetkjøtt. Av frykt for at analysenverdiene var lave, ble det valgt å analysere innhold av næring i potetskrell. Det ble tatt ut prøver fra 22 potetpartier av sorten Beate i Lågendalen. Potetene var dyrket under ganske like betingelser på sandig silt/siltig sand i Hvarnes og Kvelde. Sjøl om partiene var dyrket under like betingelser var innholdet av rust i potetene svært varierende.

Potetene i prøvene ble vasket og gjennomskjært på vanlig måte ved laboratoriet på Lågendalspakkeriet. Torrstoff og prosent innhold av rust ble notert. Samtidig ble typen rust i prøven beskrevet. Knoller med rust ble skrelt med vanlig potetskreller. Skrellet fra hver prøve ble tørket og sendt til analyselaboratorium i Tyskland.



**Bilde: Skjæring av potetprøver på Lågendalspakkeriet**



**Bilde: Potetskrell til kjemisk analyse, før og etter tørking**

Det ble tatt ut tilsvarende skrelleprøver fra 7 potetpartier i Hedmark. Disse 7 prøvene besto av 4 i Peik og 3 i Beate. Her ble næringsinnholdet både i potetkjøtt og potetskrell analysert. Alle prøvene er tatt ut i samarbeid med Lågendalspakkeriet/Kaatrop/BAMA og Hydro Agri. De foran nevnte har betalt analysekostnadene som en del av sin egenandel i prosjektet.

**Tabell: Type rust, tørrstoffprosent i potetene, og prosent rust i 22 prøver av Beate i Lågendalen i Vestfold.**

Prøve nr	Type rust	Antatt årsak Virus/Fysiologisk	Tørrstoff %	Rust %
1	Streker	VI	23,3	1,74
2	Svake buer, gårer og flekker	VI+FY	25,11	10,4
3	Kun fysiologisk bet. flekker	FY	25,11	2,8
4	Mest flekker, noen buer	VI+FY	22,78	21,43
5	50/50 flekker, gårer/buer	VI+FY	22,28	41
6	Kun fysiologisk bet. flekker	FY	24,08	16,35
7	Gårer	VI	22,03	19,68
8	Gårer	VI	22,03	19,74

9	40/60 flekker, gårer	VI+FY	22,78	10,03
10	Kun fysiologisk bet. flekker	FY	22,78	6,35
11	Mest gårer og ringer	VI+FY	23,83	16,75
12	Gårer	VI	22,03	11,65
13	Mest gårer og noe fysiologisk	VI+FY	22,78	35,15
14	Mest fysiologisk, noen gårer	VI+FY	24,33	22,25
15	Mest fysiologisk, noen gårer	VI+FY	24,33	23,5
16	Kun fysiologisk bet. flekker	FY	24,08	9,9
17	Mest fysiologisk, noen gårer	VI+FY	22,78	24,75
18	50/50 flekker, gårer	VI+FY	23,56	12,45
19	Kun fysiologisk bet. flekker	FY	24,59	6,2
20	50/50 flekker, gårer, men lite	VI+FY	22,78	1,95
21	Kun fys. bet. flekker, prikker	FY	21,77	12,6
22	50/50 flekker, gårer	VI+FY	24,59	27,4

**Tabell: Analyse av næringsinnhold i 22 prøver av potetskrell, Beate i Vestfold**

Prøve nr	P %	K %	Mg %	S %	Ca %	Na %	B mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg	Zn mg/kg
1	0,22	3,40	0,134	0,183	0,046	0,003	10,3	7,9	137	11,8	0,33	18,0
2	0,28	3,00	0,138	0,164	0,048	0,003	10,0	4,0	156	12,8	0,55	15,1
3	0,21	3,04	0,127	0,170	0,047	0,005	11,2	6,8	281	13,1	0,27	15,9
4	0,25	3,57	0,143	0,218	0,040	0,003	10,6	8,2	228	13,2	0,35	19,8
5	0,32	3,76	0,145	0,216	0,054	0,003	10,8	5,8	164	21,3	0,47	23,7
6	0,19	3,30	0,128	0,175	0,047	0,004	9,7	5,1	237	12,5	0,38	15,9
7	0,23	3,87	0,152	0,211	0,061	0,004	10,5	8,2	288	12,7	0,29	18,7
8	0,26	4,02	0,172	0,234	0,059	0,003	10,7	8,5	251	12,7	0,38	18,4
9	0,19	3,30	0,141	0,196	0,040	0,004	9,4	6,4	186	13,8	0,14	15,9
10	0,18	3,15	0,126	0,175	0,043	0,004	9,2	6,1	242	11,3	0,33	14,6
11	0,23	3,26	0,131	0,199	0,046	0,004	8,8	7,0	209	10,6	0,31	18,2
12	0,20	3,51	0,151	0,197	0,057	0,004	9,9	5,8	252	14,3	0,55	20,5
13	0,25	3,19	0,142	0,197	0,047	0,003	9,5	5,4	190	13,7	0,30	19,2
14	0,20	2,83	0,120	0,156	0,048	0,004	9,0	6,3	279	16,2	0,31	15,4
15	0,21	2,85	0,123	0,160	0,055	0,005	9,4	5,9	334	21,0	0,35	16,3
16	0,24	3,09	0,123	0,183	0,048	0,003	10,2	6,8	156	8,8	0,53	15,1
17	0,19	3,47	0,124	0,170	0,044	0,004	10,0	7,0	225	12,2	0,15	15,9
18	0,21	3,06	0,140	0,184	0,042	0,002	9,4	6,9	159	10,3	0,37	15,6
19	0,24	3,07	0,125	0,150	0,044	0,003	9,4	6,4	136	9,1	0,41	15,2
20	0,23	3,21	0,120	0,189	0,044	0,002	10,0	7,3	114	13,3	0,26	17,1
21	0,22	3,42	0,146	0,204	0,034	0,002	11,1	7,3	144	13,7	0,46	15,9
22	0,19	3,34	0,138	0,183	0,040	0,002	10,0	5,8	89	8,9	0,29	13,7

**Tabell: 7 prøver fra Peik og Beate i Hedmark.**

Sort	TS %	Rust
Peik	26,43	8,82
Peik	23,56	1,42
Beate	26,43	8,94
Beate	23,82	11,86
Peik	23,82	0
Peik	26,43	56,44
Beate	24,85	1,76

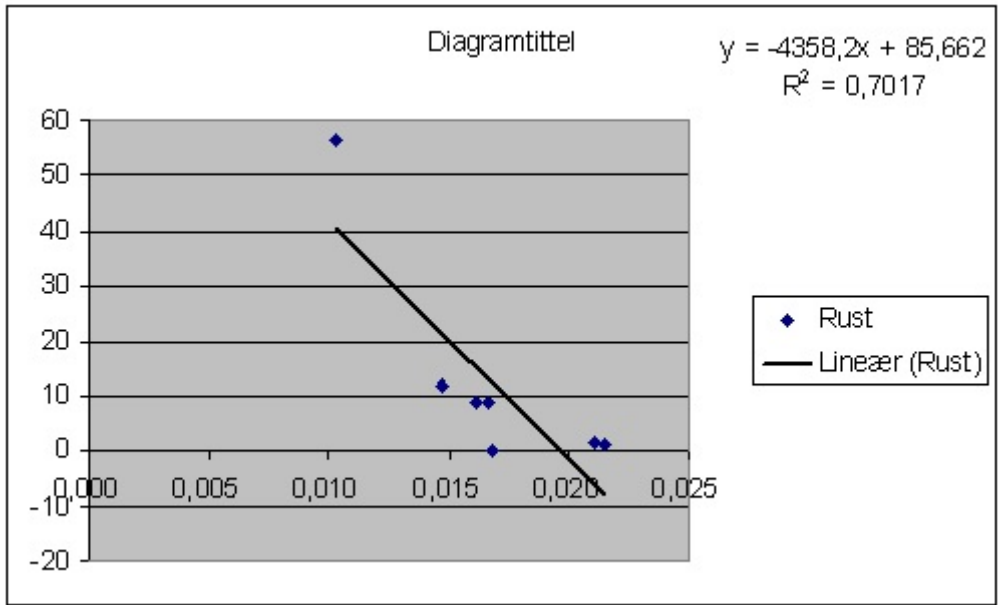
**Tabell: Analyse av næringsinnhold i 7 prøver fra Hedmark. Innhold i potetskrell i øvre tabell og innhold i potetkjøtt i tabellen under.**

Prøve nr	P %	K %	Mg %	S %	Ca %	Na %	B mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg	Zn mg/kg
1	0,22	3,31	0,11	0,17	0,107	0,002	12,48	7,42	312,01	8,47	1,33	22,23
2	0,31	3,58	0,11	0,18	0,108	0,003	12,30	10,51	183,53	7,83	0,87	26,76
3	0,19	2,73	0,10	0,21	0,081	0,004	9,99	5,52	164,38	9,79	1,03	22,30
4	0,30	3,63	0,13	0,22	0,072	0,002	10,21	5,88	231,31	18,72	0,82	23,40
5	0,34	3,48	0,13	0,16	0,079	0,002	10,56	9,13	186,08	8,75	0,33	23,04
6	0,28	3,75	0,14	0,16	0,059	0,002	11,16	6,14	114,89	8,33	0,26	18,84
7	0,25	3,16	0,13	0,23	0,087	0,003	10,18	7,05	273,11	13,91	0,40	18,37
Prøve nr	P %	K %	Mg %	S %	Ca %	Na %	B mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Mo mg/kg	Zn mg/kg
1	0,18	1,49	0,07	0,13	0,016	0,001	5,31	3,95	23,63	4,16	0,88	13,04
2	0,24	2,04	0,08	0,13	0,022	0,002	5,54	6,85	31,51	5,35	0,68	17,18
3	0,20	1,55	0,08	0,15	0,017	0,004	5,78	4,31	25,21	4,76	1,13	16,92
4	0,29	2,07	0,10	0,17	0,015	0,002	5,57	3,97	25,37	6,94	0,89	17,51
5	0,28	2,04	0,09	0,13	0,017	0,002	5,70	6,23	25,71	5,82	0,58	15,28
6	0,24	1,86	0,10	0,14	0,010	0,001	5,45	3,95	20,97	7,02	0,32	12,37
7	0,26	1,87	0,11	0,19	0,021	0,002	4,97	5,78	30,80	7,12	0,35	15,43

Redusert kalsiumopptak har vært nevnt som en mulig årsak til rust, spesielt fysiologisk rust i potetene. Fra utenlandske studier (Barry Bull, National Agonomist, Hydro Agri, Australia 2000) er det anbefalt at kalsiuminnholdet bør være over 0,15 i potetskrell. Barry Bull sier i sin kommentar at lavt innhold av kalsium i potetskrell gjør potetene mer mottakelige for skall-sykdommer og feil knyttet til skallet. En slik skall-sykdom er f.eks. vorteskurv. Vi vet at sporene fra vorteskurv sprer smitte av Mopptoppvirus som igjen forårsaker rust. Analyseverdiene for kalsium i de uttatt prøvene fra Vestfold og Hedmark ligger langt under anbefalingen til Barry Bull. Innholdet av kalsium i prøvene fra Vestfold ligger igjen betydelig lavere enn prøvene av potetskrell fra Hedmark.

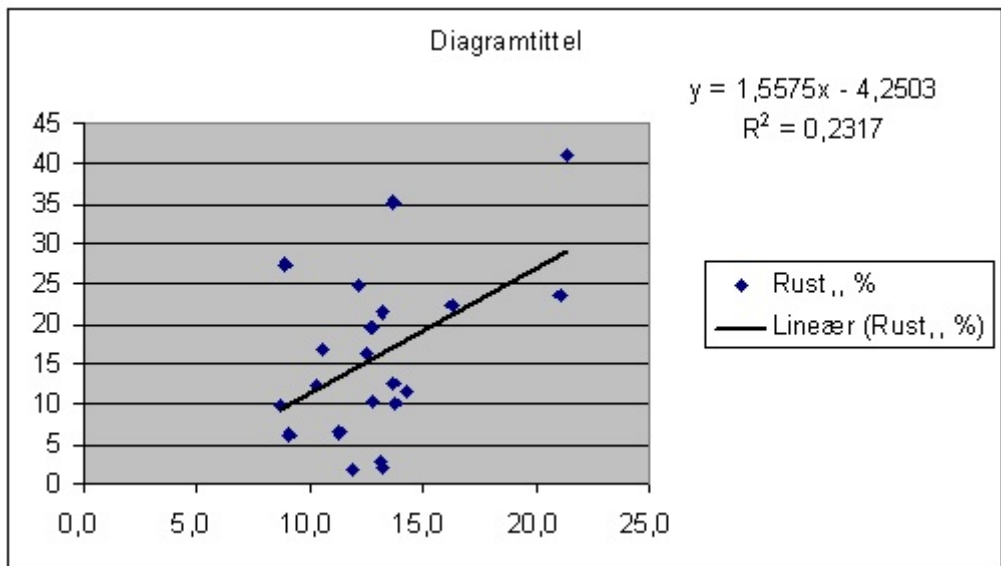
Av de øvrige næringsstoffene er innholdet av svovel, kobber og sink høyere i prøvene fra Hedmark enn i prøvene fra Vestfold. Manganinnholdet i potetskrell er derimot betydelig høyere i prøvene fra Vestfold enn i prøvene fra Hedmark..

Hele analyse materialet er behandlet i statistikkprogrammet Minitab. Alle analyseverdiene for enkelt næringsstoffer er satt opp mot forekomst av rust for å teste om det er statistisk sikre sammenhenger. I materialet fra Vestfold er det ingen sikker sammenheng mellom kalsiuminnhold i potetskrell og forekomst av rust. I prøvene fra Hedmark er det derimot sikker sammenheng mellom kalsium i potetskrell og forekomst av rust, og kalsium i potetkjøtt og rust. Sikkerheten for at det er en slik sammenheng er bedre påvisbar i potetkjøtt enn i potetskrell. I prøvene fra Hedmark er det ellers ingen sikre sammenhenger mellom næringsinnhold og forekomst av rust.



**Illustrasjon: Sammenheng kalsium (x-akse) i potetkjøtt og rust i prøver fra Hedmark**

I prøvene fra Vestfold er det statistisk sikker sammenheng mellom innhold av mangan i potetkrell og rust. Det er også sikker sammenheng mellom innhold av sink og forekomst av rust. Det mer rust i knollene ved stigende innhold av sink og mangan i skrellet. Forekomst av rust er også satt opp mot kombinasjoner av sink+mangan, sink+mangan+kalsium, mangan+kalsium, sink+kalsium. Alle disse kombinasjonene satt opp mot rust er sikre på 10 % nivå, men sammenhengen er dårligere enn for enkelt næringsstoffene sink og mangan alene.



**Illustrasjon: Sammenheng mangan (x-akse) i potetkrell og forekomst av rust**

Oss bekjent er det ikke sagt noe om mulige negative sammenhenger mellom sink, mangan og rust i norske eller utenlandske undersøkelser tidligere. Barry Bull sier i en sammeligning mellom potetprøver med "dårlig og fint skall" at manganinnholdet er høyere i prøver med dårlig skall. Dårlig skall kan gi innfallsport både for frittlevende nematoder, med smitte av Rattelvirus, og større muligheter for etablering av vorteskurv. God tilgang på sink skal ha effekt mot vorteskurv. God tilgang på mangan skal ha effekt mot flatskurv. (Plansjer Fertilizing Potatoes, Barry Bull, 2002). Hvilken mulig sammenheng det er mellom de nevnte mikronæringsstoffene og forekomst av rust tar vi med oss videre i diskusjonen. Se sammenstilling av rust mot analyse av jordprøver fra de aktuelle skiftene i Lågendalen på de neste sidene.

Er det sammenheng mellom dyrkingstekniske forhold og forekomst av rust ?

#### **Undersøkelse av rust i sorten Santana til GRO Industrier:**

Høsten 2002 ble opplysninger om dyrkingsforhold samlet inn fra 22 produsenter av sorten Santana til GRO Industrier. Opplysninger om gjødsling, høstedato og jordart ble sammenholdt med forekomst av rust i de samme partier. Det var ikke utslag for ekstra tilførsel av kalsium når en vurderte gjødselstrategi på hele materialet, det vil si alle jordarter. Sammenstillingen av jordart og forekomst av rust viser en tendens til økende forekomst av rust på lettere jordarter. Ved vurdering av gjødselstrategi på lett sandjord, viste det seg at kun var 2 produsenter som ikke hadde tilført ekstra kalsium i form av kalksalpeter. Datagrunnlaget var derfor for spinkelt til å kjøre en statistisk analyse av gjødselstrategi opp mot forekomst av rust på lett jord.

Vi som var delaktige i potetsesongen 2002 hadde inntrykk av at problemene med rust i Santana tiltok fra den 8.-10. september. Det er kjent fra litteraturen at problemet med rust p.g.a. mopptopp er økende ved utsatt høstetid. Dette bekreftes i denne undersøkelsen. Det er statistisk sikker sammenheng mellom rust og utsatt høstetid.

#### **Undersøkelse av rust i sorten Beate til Lågendalspakkeriet**

I løpet av vinteren 2003 ble opplysninger om dyrkingsforhold samlet inn fra 20 partier av sorten Beate til Lågendalspakkeriet. Dette er opplysninger om dyrkingstekniske forhold fra de samme partier hvor det er tatt ut prøver til analyse av næringsinnhold i potetskrell. Disse opplysningene er samlet inn ved å oppsøke produsentene med bærbar PC, og legge dataene inn i et program som er laget til formålet. Dette programmet er laget for dokumentere alle forhold knyttet til potetproduksjon, og kan skrives ut på en A4 side. Dataene ligger skjult i et regneark og kan derved håndteres i statistikkprogrammet Minitab.

Våren 2003 ble det tatt ut nye jordprøver fra skiftene hvor de aktuelle potetpartiene var dyrket i 2002. Ved å ta ut jordprøvene før ny vekstsesong hadde vi opplysninger som lå så nær som mulig opp til forholdene i 2002. Antall jordprøver ble tatt ut i samsvar med arealets størrelse. Alle prøvene ble plasseringsbestemt med GPS, slik at vi senere har mulighet for å gå tilbake og legge ut forsøk eller gjøre andre tiltak.



**Tabell: Beregnet gjennomsnitt av analyseverdi på de aktuelle skiftene i Lågendalen**

Potetparti	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Sink	Mangan	Bor	Rust
1	6,4	11	12	17	88	2,7	2	0,82	6,2
2	6	7	16	8	44	6,9	6,97	0,53	24,75
3	6	9	6	8	53	2,05	3,95	0,39	16,75
4	5,6	8	7,6	6,2	58	9,3	2,8	0,44	1,74
5	5,8	5	13	7	47	3,9	5,34	0,48	2
6	6	10	12	9	66	3	5,1	0,36	13
7	6	10	12	9	66	3,2	5,1	0,5	27,4
8	5,9	18	9	5,5	63	5	1,63	0,69	22
9	6,4	11	12	11	63	3	4,83	0,55	2,8
10	6,4	22,5	20,2	13,4	106	8,07	4,51	2,53	11,65
11	5,9	15,5	12	8,2	66	4,5	5,13	0,4	35,15
12	6,1	8	11	11	78	3	5,1	0	16,35
13	5,8	28	11	10	53	7,2	15,34	0,4	41
14	5,7	16	10	13	70	5	6,6	0,49	21,43
15	5,8	12	14	5	47	3,13	6,47	0,46	6,35
16	5,9	13	17	8,3	74	3,05	7,38	0,81	20
17	6,4	12	13	16,5	88	2,68	5,1	0,82	19,68
18	5,8	11	15	6,4	47	4,56	6,24	0,29	12,45
19	6,2	6	18	6	80	3,4	3,5	0,7	9,9
20	6,3	34	13	11	101	9,65	10,23	0,46	10,4

Opplysningene om dyrkingstekniske forhold og forekomst av rust ble statistisk beregnet i programmet Minitab. I tillegg til vurdering av rust opp mot analyseverdier av de ulike næringsstoffer i jord, så en på effekten av vårpløying kontra høstpløying, beising mot ubeiset, ulike gjødslingstrategier med og uten kalksalpeter, sum tilført nitrogen, sum tilført fosfor, sum tilført kalium, sum tilført kalsium, dato for risdreping, alder settepoteter og antall potetfrie år.

Hensikten med å se på effekt av pløying, er om tidspunkt for pløying påvirker luft i jorda og derved indirekte kan ha innvirkning på ulike typer skurv, inklusive vorteskurv som er vektor for mopptopp. En kan også tenke seg at bearbeiding av jorda om høsten har effekt på "stubbrottsnematoder", Trichodorus, som sprer rattelvirus. Ved å beise mot svartskurv reduseres angrep og sårddannelser på røtter og stoloner. Beising reduseres derved stressfaktorer som kan være med å påvirke utvikling av rust.

Ulike gjødslingsstrategier med rikelig tilgang på kalsium har dokumentert effekt mot rust jfr. Barry Bull. Sum tilført nitrogen øker risikoen for andre indre feil som kolv og brun marg. Tidspunkt for risdreping og høsting henger ofte sammen. Fra undersøkelsen i Santana så vi en klar sammenheng mellom høstedata og rust. I materialet av Santana fra GRO Industrier var det nok mer forekomst av rust p.g.a jordboende virus mopptopp. Symptomene på rust i Beate fra Lågendalen var mer sammensatt enn i Santana. Vi var derfor spente på om det var en like god sammenheng mellom utsatt høstedata og rust i Beate som i Santana. En mulig sammenheng mellom alder på settepoteter og rust, og antall potetfrie år og rust ble også undersøkt.

Beregningene viste at det ikke var noen sammenheng mellom pløying og rust og beising og rust. Det var heller ikke statistisk sammenheng mellom de ulike gjødslingsstrategier og rust. Det var ingen sammenheng mellom sum tilført N, P, K og rust. Det er derimot "snev av" sikker sammenheng mellom sum tilført kalsium og rust. Det vil si at tilførsel av ekstra kalsium i

kalksalpeter, UniKa, P8 og PK i tillegg til kalsium i grunnjødslingen har redusert rustproblemene. En av observasjonene avviker fra de andre og denne ødelegger sammenhengen.

### Regression Analysis: Rust versus Ca inn

The regression equation is

$$\text{Rust} = 28,1 - 1,27 \text{ Ca inn}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	28,107	6,253	4,49	0,000
Ca inn	-1,2681	0,6496	-1,95	0,070

S = 10,49    R-Sq = 20,3%    R-Sq(adj) = 14,9%

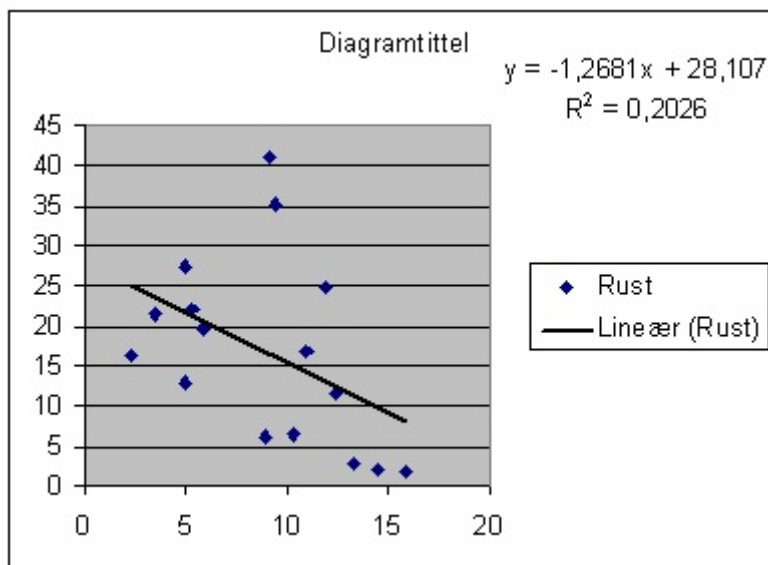
### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	419,1	419,1	3,81	<b>0,070</b>
Residual Error	15	1650,0	110,0		
Total	16	2069,1			

### Unusual Observations

Obs	Ca inn	Rust	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
13	9,1	41,00	16,57	2,55	24,43	2,40R

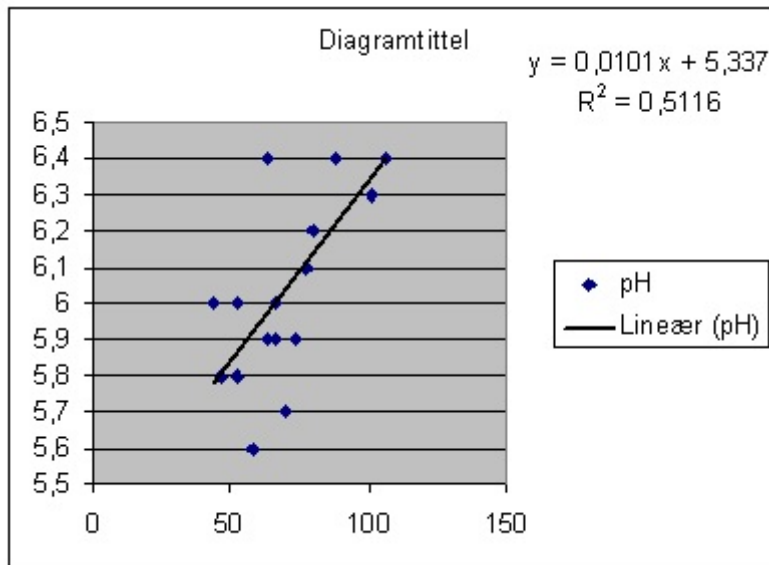
R denotes an observation with a large standardized residual



### Illustrasjon: Sammenheng mellom tilført kalsium (x-akse) og rust

Gruppering av gjødselstrategiene med og uten PK og med og uten Flex viste ingen sammenheng med rust.

Forekomst av rust ble satt opp mot pH og innhold av de ulike næringsstoffer i jorda. Med bakgrunn i utslaget for ekstra kalsiumtilførsel ble det forventet å se en mulig sammenheng med Ca-Al tallet i jorda. Det var ikke mulig å påvise en slik sammenheng, sjøl ved å gruppere materialet i over og under 80 som er “grense for mangel”. Nå skal det legges til at kun 4 av skiftene hadde Ca-Al- over 80. Det ble påvist en god sammenheng mellom kalsium i jorda og pH.



### Illustrasjon: Sammenheng kalsium i jorda og pH

Av de øvrige næringsstoffene ble det bare påvist statistisk sikker sammenheng mellom rust og mangan i jorda. Det vil si mer rust ved høyere manganinnhold. Dette er påfallende da det også ble påvist sammenheng mellom mangan i potetskrell og rust. Det vites ikke om mangan har noen direkte påvirkning på rust, men det er kjent at for stort opptak av mangan i plantene kan redusere transport av kalsium til vekstpunktene. Det er nevnt i litteraturen at denne type “manganskade” som oftest bare har effekt på overjordiske plantedeler. Det kan også tenkes at høyt manganinnhold er et uttrykk for andre “miljøfaktorer i jorda” som påvirker vektoren som sprer virus. Slike “miljøfaktorer” er f. eks. pakket jord som gir reduserende forhold (lite tilgang på luft). Under slike forhold øker frigivelsen av 2-verdig mangan, og det er under slike forhold i jorda som vorteskurvsopp trives.

### Regression Analysis: Rust versus Mangan

The regression equation is  
 $Rust = 8,06 + 1,48 Mangan$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	8,065	4,338	1,86	0,079
Mangan	1,4757	0,6918	2,13	0,047

$S = 9,800$      $R-Sq = 20,2\%$      $R-Sq(adj) = 15,7\%$

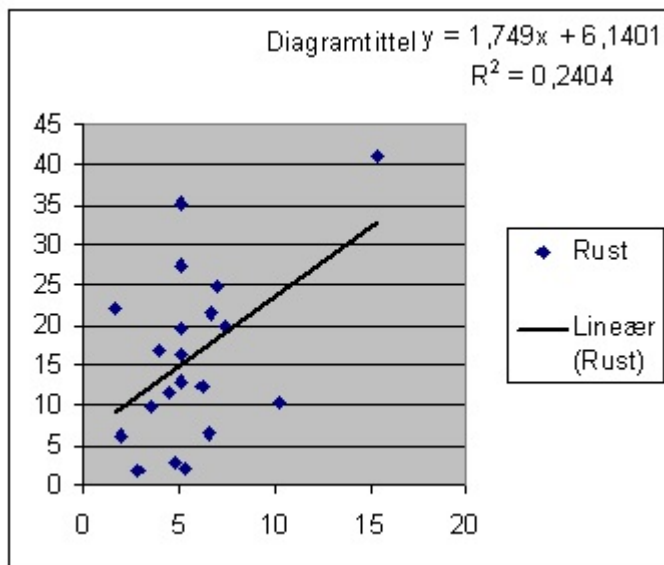
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	437,01	437,01	4,55	0,047
Residual Error	18	1728,74	96,04		
Total	19	2165,75			

#### Unusual Observations

Obs	Mangan	Rust	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
11	5,1	35,15	15,64	2,20	19,51	2,04R
13	15,3	41,00	30,70	7,21	10,30	1,55 X

R denotes an observation with a large standardized residual  
X denotes an observation whose X value gives it large influence.



### Illustrasjon: Sammenheng mellom mangan i jorda (x-akse) og rust

Det ble ikke påvist sammenheng mellom alder på settepoteter og rust, eller høstedata og rust. Det var derimot sikker sammenheng mellom antall potetfrie år og rust. det vil si at vekstskifte har effekt ! Det er en god indikasjon på at det er jordboende virus og mopptopp som er hovedårsaken til rust også i potetpartiene i Lågendalen.

#### Regression Analysis: Rust versus Ant frie år

The regression equation is  
 $Rust = 32,9 - 6,14 \text{ Ant frie år}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	32,858	4,181	7,86	0,000
Ant frie	-6,144	1,437	-4,28	0,001

S = 7,883    R-Sq = 54,9%    R-Sq(adj) = 51,9%

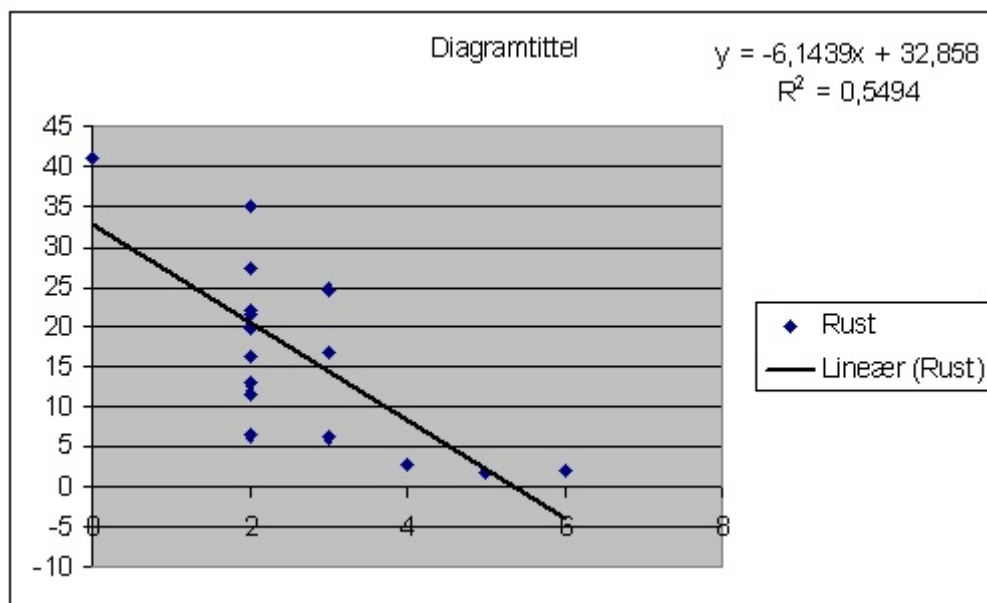
#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1136,9	1136,9	18,29	<b>0,001</b>
Residual Error	15	932,2	62,1		
Total	16	2069,1			

#### Unusual Observations

Obs	Ant frie	Rust	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
5	6,00	2,00	-4,01	5,26	6,01	1,02 X

*X* denotes an observation whose *X* value gives it large influence.



### Illustrasjon: Sammenheng mellom antall potetfrie år ( x-akse) og rust

## Konklusjoner

Den som prøver å finne ut av problemstillinger knyttet til rust i poteter, opplever hva som ligger i utsagnet; “å studere og bli forvirret på et høyere nivå”. Slik sett har vi langt fra fått svar på alle våre spørsmål knyttet til forekomst av rust i poteter i Vestfold. Men noen sammenhenger er likevel påvist, slik at vi kan anbefale noen forebyggende tiltak mot rust. Undersøkelsen har også avdekket spørsmål det er verdt å arbeide videre med.

I 2002 ser vi at poteter dyrket på lett sandjord i Vestfold er utsatt for rust. Symptomene på rust varierte mellom prikker, flekker og ringer. Ut fra symptomene var det grunn til å tro at årsakene til rust var sammensatte. Vekstsesongen 2002 var spesiell. I løpet av vekstsesongen falt det periodevis enorme nedbørmengder. I slutten av sesongen opplevde vi perioder med tørke og ekstrem varme. Utvasking og ujevn vekst, etterfulgt av varmemstress kan forårsake fysiologisk rust.

Testing av knoller ved Planteforsk Plantevernet viser at det er påvist mopptoppsmitte i et flertall av knoller med tydelige rustringer, buer og streker. I Santana er smitte av mopptopp påvist i et

flertall av prøvene. I Beate er bildet noe mer nyansert, men materialet av Beate er heller ikke testet så systematisk for jordboende virus. Ut fra andelen prøver med tydelige ringer, buer og streker i Beate er andelen med mopptoppssmitte her ca 70 %.

De store nedbørmengdene ved tidspunkt for knolldanning har gitt grunnlag for virusinfeksjonen i 2002. Den samme virusmitten har sannsynligvis vært tilstede på de samme arealene tidligere år med poteter uten at det da er utviklet spesielt mye rust i potetene. Mye nedbør ved knolldanning i 2002 kan forklare forskjellen. Fra utlandet er det anbefalt å være forsiktig med vanning under knolldanning for å unngå vorteskurv og infeksjon med PMTV. I Vestfold anbefaler vi ofte å vanne potetene tidlig for å sikre godt kalsiumopptak, jevn knollsetting og for å unngå flatskurv. I sorter som er svake mot flatskurv har en derfor kanskje valget mellom rust eller flatskurv. Det å utelate vanning tidlig i sesongen høres uaktuelt ut, men overdreven vanning skal en være forsiktig med av flere årsaker.

I 2002 var utviklingen av rust ekstrem i mange partier. I enkelte partier var hele partiet ødelagt av rust allerede ved høsting. Som før nevnt er det ikke kjent hvorfor knollene reagerer på virusmitte med å utvikle rust. Dette er en av de gåter forskningen bør se nærmere på. Kunnskap om slike forhold kan gi muligheter for forebyggende tiltak i vekstsesongen.

Den foreliggende undersøkelsen i Beate viser at ekstra tilførsel av kalsium har hatt effekt. En slik sammenheng er også påvist i utenlandske undersøkelser tidligere. Fokus har derfor allerede vært rettet mot å gi ekstra kalsium i gjødselresepten der en har problemer med rust eller andre indre feil. Likevel har kalsiumtilførsel ikke hatt tilstrekkelig fokus i alle gjødselplaner. Både kilder for kalsium, tilførselsmåter og tidpunkter fortjener oppmerksomhet i nye forsøk.

Forekomsten av rust varierte mellom ulike sorter i 2002. Det at enkelte sorter er “sterkere mot rust” gir oss håp om at foredling en gang i framtida kan gi oss nye sorter som er resistente mot rust. Ut fra det vi har testet og påvist av mopptopp i jorda i Vestfold, er vi opptatt av resistens både mot vorteskurv og mopptoppvirus. Det er gledelig at Planteforsk Plantevernet nå har fått finansiert et prosjekt på mopptopp-virus i Norge. Deler av denne forskningsinnsatsen skjer på kjente “problemjorder” i Vestfold. Det er også gledelig at Graminor har rust-resistens høyt på lista når de vurderer å ta inn nye sorter til Norge. Graminor ønsker også å gjøre egne tester og undersøkelser knyttet til resistens mot rust.

Inntil nye resistente sorter foreligger, er det viktig at produsentene har tilgang til å dyrke de mest resistente sortene som varemottaker bruker idag . Både GRO Industrier og Lågendalspakteriet er innstilt på å fordele kontraktene på de ulike sortene slik at produsenter som har problemer med rust får tilgang til de sterkeste sortene.

Også i 2004 har rustproblemene vært betydelige i enkelte potetpartier både til konsum og industri. Det tyder på at noen av de nye, men rust-mottakelige sortene, som Santana, Folva og Sava dyrkes på arealer hvor det er risiko for rust. Ut fra undersøkelsen som foreligger, vil produsenten i tillegg til å skifte sort ha effekt av et bedre vekstskifte. Flere potetfrie år vil for de fleste produsenter bety at potetarealet på gården enten må reduseres, eller ny jord må leies inn. En reduksjon av potetarealet i Vestfold er ikke ønskelig. Det bør derfor tilrettelegges for mer bytte av jord med kornprodusenter i Vestfold. NIJOS kartlegging viser at det er betydelige arealer egnet for potetdyrking i Vestfold hvor det ikke dyrkes poteter i dag.

Det vi ikke har gode svar på kan oppsummeres i en del spørsmål. Hvorfor er poteter dyrket i Vestfold så utsatt for rust? Dyrkes det poteter hyppigere på arealene her enn andre steder? Er potetjorda i Vestfold eldre i historisk perspektiv? Oss bekjent kom potetplanta til Kongsvinger via Sverige. Det var på Austmarka rekruttene ble så lange etter å ha spist poteter. Poteter har derfor blitt dyrket like lenge på arealene i andre distrikter som i Vestfold. En undersøkelse blant produsentene i Vestfold viste at det ble dyrket poteter på arealene hvert 3. år. Det samme gjør de stort sett i Solør og på Hedemarken. Hva er så forskjellen? Potetprodusenter i Solør noterer sjelden mer nedbør i løpet av et helt år enn hva produsenter i Vestfold gjør i løpet av september og oktober. De siste årene har vært ekstreme med hensyn til ujevn nedbørfordeling gjennom vekstsesongen. Hvis det først regner på sommeren, så kan det komme 100 mm, eller mer i løpet av noen få dager. Sandjorda i Vestfold fuktes kraftig opp og tørkes ut. Dette er ideelle forhold for vorteskurvsoppen. Siltjorda i Solør er passelig fuktig hele tida uansett hvor lang tørkeperioden er.

Vår undersøkelse har vist at mopptoppvirus forekommer hyppigere enn rattel, men det hadde kanskje vært påvist mer rattel hvis det hadde blitt tatt ut flere jordprøver. Med hensyn på forekomst av rattelvirus, er det produsenter som spør hva endra jordarbeidingsrutiner betyr. Vårpløying og utelatt høstharving har fått betydelig større omfang i Vestfold de siste årene enn i f.eks. Solør. Det er også grunn til å spørre hva dyrking av høstkorn betyr i denne sammenhengen.

Undersøkelsen som foreligger ga ingen sikker sammenheng mellom rust og forekomst av andre skadegjørere som feks. svartskurv. I 2002 ble det registrert sterke angrep av svartskurv i mange åkrer. Angrepet var så sterkt at bladene ble lyse, nesten gule og bar preg av mosaikk. I påfallende mange av de samme åkrene ble det etter høsting påvist problemer med rust i knollene. Var symptomene vi registrerte uttrykk for noe annet enn svartskurv, eller er det en mulig sammenheng mellom svekka planter og utvikling av rust?

Undersøkelsen viste en sikker sammenheng mellom mangan i potetskrell og rust, og mangan i jorda og rust. Det er ønskelig at de som forsker videre på "fenomenet" mopptopp og rust, også tar slike "litt uforståelige påvisninger" med seg i det videre arbeid.

## Litteratur

**Aktuelt om vekstskydd 2000:** Rost i potatis - et komplekst problem med flere orsaker. Anna Germundsson, , Maria Sandgren, EugeneSavenkov & Jari Valkonen

**Canadian Food Inspection Agency** - Plant Pest Information - Potato mop top virus (PMTV).  
[Http://www.inspection.gc.ca](http://www.inspection.gc.ca)

**Fertilizing Potatoes.** En samling plansjer laget av Barry Bull, Hydro Agri, May 2002.

**Grøn Viden:** Kartoffelsorters modtagelighed for rust, nr 112, februar, 1993



**Grøn Viden:** Rust i Kartoffler, nr 177, desember, 1996

**Mangelsjukdomar.** Ivar Aasen. Landbruksforlaget 1986 (Ny utgave 1997).

**Past and current research on powdery scab and potato mop-top virus.** S.L. Nielsen and M. Nicolaisen, Danish Institute of Agricultural Sciences. Research Center Flakkebjerg, Slagelse. 2002

**Potato Facts.** Potato Mop-Top Virus. University of Main Cooperative Extension. Bulletin 2437. By Steven B. Johnson. 2002

**Skadegörare på lantbruksgrödor.** Karl Arne Hedene og Börje Olofsson. Lts Förlag 1994.