

# Radhackning mot ogräs i havre

Terese Westerlund

Examensarbete för agrolog (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantbruksnäringarna

Raseborg 2019



## EXAMENSARBETE

Författare: Terese Westerlund

Utbildning och ort: Landsbygdsnäringsarna, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Agrolog, Växtodling

Handledare: AFD Paul Riesinger

Titel: Radhackning mot ogräs i havre

---

Datum 28.3.2019

Sidantal 35

Bilagor 3

---

### Abstrakt

En återkommande odling av ettåriga grödor kräver fysikalisk eller kemisk ogräsbekämpning. Fysikaliska insatser omfattar ogräsharvning, radrensning och flamning. Radrensning i form av radhackning kan utföras i den växande grödan, utan att skada den. Radhackning medger en effektiv bekämpning av ettåriga ogräsarter och har dessutom effekt mot fleråriga arter som tistlar.

Denna studie syftade till att undersöka effekterna av radhackning med System Cameleon i vårsådd spannmål med avseende på ogräsen och grödans biomassaskördar. Undersökningen utfördes i ekologisk odlad havre där ett led såddes på 33 cm radavstånd och radhackades två gånger. Noll-ledet såddes på 12,5 cm radavstånd; ingen ogräsbekämpning utfördes i detta led. Försöksleden etablerades i form av två intill varandra belägna storrutor i ett fält på Pargas Gård i västra Nyland, Finland. Hypotesen var att radhackning ger minskad förekomst av ogräs och högre havreskörd än noll-ledet.

Havrens biomassavikt var i medeltal 4580 kg ts/ha i noll-ledet och 3829 kg ts/ha i det radhackade ledet. Ogräsets biomassavikt var i medeltal 353 kg ts/ha i noll-ledet, respektive 170 kg ts/ha i det radhackade ledet. Skillnaderna mellan noll-ledet och det radhackade ledet var signifikanta. Standardavvikelsen var  $\pm 1330$  kg/ha för havre och  $\pm 350$  kg/ha för ogräsen i noll-ledet, respektive  $\pm 1206$  kg/ha för havre och  $\pm 283$  kg/ha för ogräsen i det radhackade ledet. Det fanns fler delprover i det radhackade ledet utan ogräs än vad det fanns i noll-ledet. De mest allmänna ogräsen var kvickrot, maskros och vicker. Den geografiska belägenheten i storrutorna hade signifikant inverkan på havre- och ogräsbiomassorna.

Slutsatserna av försöket är att radhackning ger lägre ogräsbiomassa men minskar även havrens biomassa, och därmed också kärnskörd. En låg ogräsbiomassa är ändå en förutsättning för att skördenivån är stabil i längden. Möjligtvis kan skördarna ökas då radhackning utförs med ett mindre radavstånd, till exempel på 25 cm.

---

Språk: Svenska

Nyckelord: Ogräsbekämpning, radhackning, ogräs, havre

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Terese Westerlund

Degree Programme: Natural Resources and the Environment

Specialization: Agriculture

Supervisor(s): D.Sc (Agriculture) Paul Riesinger

Title: Inter-row Hoeing for Weed Control in Oats

---

Date 28.3.2019

Number of pages 35

Appendices 3

---

### Abstract

A recurrent cultivation of annual crops requires physical or chemical control of weeds. Physical interventions include weed harrowing, inter-row hoeing and flaming. Inter-row hoeing can be carried out in the growing crop, without damaging it. Inter-row hoeing allows effective control of annual weed species and also has an effect on perennial species such as thistles.

This study aimed to investigate the effects of inter-row hoeing with System Cameleon in spring-sown cereals with respect to weed and crop biomass harvests. Oats was sown at 33 cm and inter-row hoed twice. In the control, oats were sown at 12.5 cm row-spacing; in this plot, weed control was omitted. The experiment was conducted under regular farming conditions at Pargas Gård in western Uusimaa, Finland. Treatment and control consisted of two, eight-meter-wide and 850-meter-long areas which were situated adjacent to each other. The hypothesis was that inter-row hoeing results in a lower weed biomass and higher oats harvest, compared to the control.

The biomass harvests of oats and weeds were significantly higher in the control than in the treatment with inter-row hoeing. Sampling-plots without weeds occurred more often in the inter-row hoed treatment than in the control. The most common weed species were couch grass, dandelion and vetch. The geographical location of the sampling-plots within the experimental areas had a significant impact on the biomass yields of crop and weeds, respectively.

The conclusions drawn from this experiment are that inter-row hoeing results in a lower weed biomass but also may reduce the yield of oats. A low weed biomass is still a prerequisite for the level of harvest to be stable in the long run. The crop harvest can possibly be increased when inter-row hoeing is carried out with a smaller row spacing, e.g. 25 cm.

---

Language: Swedish

Key words: Inter-row hoeing, Weed control, Oats, Spring cereals

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Teoretisk bakgrund.....	3
2.1	Faktorer som påverkar avkastningen i stråsäd.....	3
2.2	Ogräs och ogräsreglering.....	4
2.2.1	Åkertistel och åkermolke.....	6
2.2.2	Kvickrot.....	8
2.2.3	Redskapens för- och nackdelar.....	8
2.2.4	Radhackning och ogräsharvning.....	10
3	Aktuell forskningsfront.....	11
3.1	Radhackningseffekt på åkertistel i ekologisk odling.....	11
3.2	Radhackning med System Cameleon i ekologisk odlat vårvete.....	14
3.3	Bekämpning av rot- och fröogräs i stråsäd.....	16
3.4	Sammanfattning av aktuell forskningsfront.....	19
4	Material och metoder.....	20
4.1	Försöksuppläggning.....	20
4.2	Försöksplats.....	20
4.3	Försökets genomförande.....	21
4.4	Provtagning.....	22
4.4.1	Behandling av proverna.....	22
4.5	Vägning.....	23
4.6	Väderlek.....	24
4.7	Dataanalys.....	26
5	Resultat.....	26
5.1	Havrens och ogräsens biomassavikter.....	26
5.2	Försöksleden.....	29
5.3	Ogräsarter på försöksfältet.....	32
6	Diskussion.....	32
7	Slutsatser.....	34
8	Källförteckning.....	37

Bilaga 1. Väderleken för försöksperioden 2018 i Ekenäs

Bilaga 2. Markkarteringsanalysen för skiftet Pohjolas Stora från 12.10.2018.

Bilaga 3. Skillnaderna räknade mellan varje delprov separat för havre och ogräs.

## **Förord**

Försöket har utförts inom ramen för projektet Bondenytan, som finansieras av Svenska Småbruk och Egna Hem, Finlandssvenska jordfonden. Ansvarig för projektet är AFD Paul Riesinger, lektor i växtodling vid YH Novia. Projektet ”Radhackning mot ogräs i havre” har utförts på Pargas Gård där agrolog Mathias Weckström i samråd med skribenten och handledaren för detta arbete har planerat, lagt upp och skött försöksrutorna. Provtagningen och behandlingen av proverna har utförts av skribenten tillsammans med handledaren för detta examensarbete. Den statistiska analysen har handletts av Docent Andreas Lindén.

# 1 Inledning

I Finland har efterfrågan på ekologiska produkter ökat gradvis i takt med att intresset för matens ursprung och odlingsprocessen har vuxit hos konsumenten. Klimatfrågor har diskuterats mycket, bland annat på sociala medier och i nyhetsflöden. Ekologiska produkter har fått framstå som mera hälsosamma, möjligtvis på grund av marknadsföringen av produkterna som ett alternativ till besprutade råvaror. Ekologiska produkter anses dessutom vara mer skonsamma för miljön och ett klimatsmart val i inköpskorpen. Hur ska de ekologiska produkterna räcka till för det växande kundunderlag som efterfrågar dessa produkter? Hur ska odlingsproblem som till exempel en mera omfattande förekomst av ogräs bemötas?

Ogräsförekomsten är inte enbart ett problem på ekologiska gårdar utan också märkbar på konventionella gårdar. Allt fler herbicider förbjuds och mekanisk bearbetning blir därför mer aktuell och viktig. Mekanisk ogräsbekämpning ska vara effektiv, kunna ske tidigt under den odlade grödans växtperiod, men samtidigt inte skada grödan. En mekanisk ogräsbekämpningsmetod som fyller alla dessa kriterier är radhackning.

En jordbruksmaskin som bland annat utrustas med en radhacka är System Cameleon som tillverkas av Gothia Redskap. De första maskinerna av märket System Cameleon såldes år 2009 och de har sedan dess blivit en eftertraktad jordbruksmaskin främst på ekologiska men också på konventionella gårdar. Maskinen marknadsförs på Gothia Redskaps hemsida som en möjlighet till ett effektivt jordbruk utan bekämpningsmedel. Maskinen beskrivs dessutom som en maskin som ger *"maximerad precision och högre avkastning än vad traditionell teknik ger"*. Redskapet karakteriseras på företagets hemsida som *"den mest utvecklade maskinen på marknaden för eko-odling"* (Askling, 2018).

Betyder detta att System Cameleon är räddningen för ogräsproblemen, i synnerhet för de ekologiska jordbruken? Finns det en möjlighet att maskinen också skulle kunna bli mera eftertraktad på konventionella gårdar? Kanske, om den är en jordbrukares sanna dröm och kan ge jordbrukaren mera avkastning på ett mer effektivt sätt. Frågor som dessa kan inte besvaras utan fältförsök, där maskinens effekt testas i praktiken och där resultaten mäts. Ett sådant fältförsök utfördes i södra Finland sommaren 2018, där ekologisk odlad havre radhackades med System Cameleon. Radhackningens effekt på ogräsen och havrens

skördenivå jämfördes med ett led där ingen ogräsbekämpning utfördes, men där grödan såddes med ett tätare radavstånd.

Fältförsöket grundar sig på hypotesen om att System Cameleon minskar ogräsförekomsten och samtidigt gynnar havrens skördebildning.

## 2 Teoretisk bakgrund

### 2.1 Faktorer som påverkar avkastningen i stråsäd

För att få en bra kärnavkastning i stråsäd behövs solinstrålning. Växten behöver fånga upp solinstrålningen och omvandla energin till biomassa. Beroende på grödans effektivitet så varierar det hur stora andelar av den utvunna biomassan som blir till kärnor. Slutmålet för stråsäden är att trygga sin överlevnad genom att framställa så många livsdugliga och tillräckligt stora kärnor som möjligt. Då måste det finnas en stor mängd reservnäring i kärnorna för att fröet ska vara livskraftigt. Vid väderlek med mer nederbörd är stråsädesbestånden tätare än vid torka och på torkkänsliga jordar. (Fogelfors, 2015, s. 274).

Den fas där huvud- och sidoskott utvecklas, men där tillväxtpunkten fortfarande befinner sig nära markytan, kallas för bestockningsfasen. Under denna fas är inte skottet ännu exponerat, därför lämpar sig mekaniska bekämpningsmetoder mot ogräs i beståndet i denna fas, som kan utföras genom att till exempel ogräsharva. För att bestockningen ska vara lyckad krävs det att grödan har tillgång till växttillgängligt kväve i nitratform. Då klimatet är torrt är det i vårsäd extra viktigt att mylla kvävet. Detta beror på att nedmyllat kväve snabbare blir tillgängligt för grödan. (Fogelfors, 2015, s. 275-276). I finländska förhållanden eftersträvar man bildning av bara ett sidoskott per planta i vårsäd.

I anslutning till bestockningsfasen kommer stråskjutningsfasen följt av flaggbladsstadiet, ax- respektive vippgången och blomningen. I stråskjutningsfasen sträcks internoderna, en internod innebär den, mellan två knutpunkter (noder), belägna strådelens. Stråsäd har flera internoder som sträcks turvis tills drygt sju internoder har sträckts. (Fogelfors, 2015, s. 276-277). Längden på strået har en inverkan på grödans konkurrenskraft mot ogräs, eftersom strået beskuggar ogräset effektivare då det är långt. Långstråiga sorter har ett kraftigare rotsystem och klarar av att ta upp näring från marken bättre än kortstråiga sorter. (Källander och Ögren, 2005, s. 151).

Under kärnutvecklingen börjar kärnorna lagra stärkelse, fett och protein. För att detta ska ske behövs fotosyntesen, som innebär att grödan med hjälp av sina gröna växtdelar omvandlar ljuset från solen till energi. Ju fler blad som ljus exponeras, desto större är ökningen av den totala fotosyntesen. En hög ljusintensitet leder till en påskyndad



åldringsprocess. Förutom solljus krävs det att grödan har tillräckligt med växttillgänglig näring och vattentillgång. (Fogelfors, 2015, s. 283).

## 2.2 Ogräs och ogräsreglering

Ogräs indelas i olika grupper, en av dessa grupper är roto­gräs. Roto­gräs har alternativt en kraftig jordstock eller jordstam som förgrenar sig. Roto­gräsen förökar sig genom dessa rotsystem men också via frön. Roto­gräsen kan bli problematiska åkerogräs, ifall de anpassar sig bra. Dessutom är roto­gräs tåliga mot jordbearbetning. I många fall sprider sig roto­gräsen vid jordbearbetning då rot­delar fastnar på bearbetningsredskapen och sprids över fält vid överkörning. Till tåliga roto­gräs hör kvickrot och åkertistel. (Hannukkala, et.al., 2000, s. 78-80).

Att reglera ogräs innebär inte att eliminera ogräsen fullständigt, utan att hindra dess möjlighet att konkurrera med den odlade grödan om ljus, vatten och växt­näring. Ogräs kan också bära på växt­följdssjukdomar som man gärna ser att inte sprids till den odlade grödan. För mycket ogräs kan försvåra skörden och försämra kvaliteten på skörden. I praktiken betyder ogräsreglering att man kontrollerar ogräsen­ förekomst långsiktigt. (Riesinger, 2006, s. 78).

Ogräsen är inte lika förekommande på bördiga skiften där man lyckats etablera konkurrenskraftiga grödor (Riesinger, 2015). Genom grundförbättringar som dränering och kalkning kan man förbättra den odlade grödans konkurrenskraft mot ogräs (Riesinger, 2006, s. 85). Om fältet är väl dränerat har grödan bättre förutsättningar att växa till sig, vilket innebär en bättre konkurrensförmåga gentemot ogräsen. Andra faktorer som kan förbättra grödans konkurrenskraft är markstrukturen, pH-värdet och växt­näring­statusen. (Jordbruksverket, 2003, s. 7). Ogräsen har lättare att anpassa sig till ogynnsamma förutsättningar jämfört med grödan (Riesinger, 2006, s. 77-78).

De bästa förebyggande åtgärderna mot ogräs är att planera växt­följden noga, utnyttja lämpliga metoder, tidpunkt för jordbearbetning, val av gröda och tillvägagångssättet vid etablering och skörd av beståndet (Riesinger, 2006, s. 80). Vid odling av konkurrenssvaga grödor, som till exempel trindsäd, bör man välja fält som är fria från roto­gräs och har lite

fröogräs. En jämn såbädd och sådd på ett fuktigt botten resulterar i en snabb uppkomst och en jämn gröda. (JV 2003, s. 7).

Kvickrot, åkertistel och andra djuprotade rotoogräs gynnas av försommartorka. Lerjordar torkar upp snabbt på våren, speciellt vid ytan, vilket oftast leder till att fröogräs inte har lika goda förutsättningar för etablering. Ogräs som främst förekommer på lerjordar är plister, svinmålla, åkerbinda, åkermolke och åkertistel. Däremot trivs då och pilört på organogena jordar. Kvickrot är det ogräs som trivs bäst på grövre mineraljordar samt på organogena och humusrika jordar. På de sistnämnda jordarterna trivs också ettåriga ogräs som då och pilört. (Riesinger, 2006, s. 85).

Växtföljden spelar i allmänhet en större roll för produktiviteten vid ekologisk än vid konventionell odling. En växtföljd bestående enbart av ettåriga grödor som sås på våren är mycket olämplig, eftersom en ensidig och specialiserad flora av vårgroende ogräsarter då gynnas. (Hannukkala, et.al., 2000, s. 79; Pedersen, 2010, s. 3). En mångsidig växtföljd med både höst- och vårsådda grödor, ett- och fleråriga grödor samt grödor som tillför näring till marken genom biologisk kvävefixering är en bra kombination. Klöverrika vallar är en viktig faktor i ekologiskt jordbruk, också för ekologiska gårdar utan kreatur, då som gröngödslingsvallar. (Pedersen, 2010, s. 3; Källander och Ögren, 2005, s. 149-150).

Studier visar att växtföljder med 50 procent vall minskar de ettåriga ogräsarternas förekomst på skiftet till drygt 20 procent ogräsvikt, i jämförelse med den ogräsvikt som förekommer i växtföljder utan vall. Dessutom har fleråriga grödor bra konkurrenskraft mot tistlar. En årlig bearbetning av marken har också god effekt på kvickrot, åkerfräken och hästhov. (Riesinger, 2006, s. 95). En omväxlande växtföljd bestående av fleråriga höstsådda och vårsådda grödor innebär en bra ogräsreglering, inte minst för att en sådan växtföljd medför olika typer av jordbearbetning vid olika tidpunkter. Ettåriga grödor som antingen är vår- eller höstsådda ger möjlighet att årligen grundligt bearbeta jorden antingen på våren eller på hösten. Arter och sorter som mognar tidigt ger en möjlighet att stubbearbeta på hösten. (Riesinger, 2015).

Som vårsäd är havre den bästa tänkbara grödan på skiften med mycket ogräs. Havre är konkurrenskraftig mot ogräs eftersom den etablerar sig snabbt och har en beskuggande effekt. Havre tål också ogräsharvning under uppkomst, fram till två-tre-bladsstadiet, men fördröjs hackningen till senare delen av bestockningsstadiet kan risken för grönskott öka. (Källander och Ögren, 2005, s. 156).

Ogräs kan därtill bekämpas genom falsk såbädd, där man tidigt bereder en såbädd men där sådden fördröjs. På så sätt får ogräsen tid att gro så att de störs av den senarelagda, slutliga,

såbäddsberedningen och sådd. Eftersom försommaren i Finland ofta präglas av torra förutsätter denna strategi fukthållande jordar. (Riesinger, 2015; Hannukkala, et.al., 2000, s. 92).

Efter växtsäsonger som lett till ett kraftigt tillskott av ogräsfrön kan man begrava frötillskottet genom djup plöjning. Plöjningsdjupet begränsas av markstrukturen. Även om markstrukturen är god, behöver man tänka på att inte plöja upp ogräsfrön som blivit nedbrukade året innan, genom att plöja på nytt följande höst. Då är det bättre att bearbeta grunt. Om förhållandena i marken är syrefattiga ökar ogräsfrönas livslängd, man måste beakta att en engångstillförsel av ogräsfrön till markens fröbank märks av under åtminstone de fem påföljande åren. (Riesinger, 2006, s. 99).

Mekaniskt trädesbruk bör begränsas till månaderna maj och juni, eftersom återkommande mekanisk bearbetning söndrar aggregeringen i marken, ökar packningsgraden i marken och intensifierar mineraliseringen av växtnäring i markförrådet. Svartträda innebär alltid en ökad nedbrytning av mull. Om man ändå anser sig ha behov av en svartträda är försommarmånaderna mest lämpliga eftersom det är den tiden på året då det är torrt i jorden och låg luftfuktighet. (Riesinger, 2015).

Ogräs behöver inte enbart innebära skada, de positiva egenskaperna med ogräs är att de förbättrar markstrukturen, i och med rotgräsets djupa och i många fall grova jordstammar som luckrar jorden. Ogräsen minskar också erosion av markpartiklar och samtidigt minskas urlakningen av näringsämnen i åkerjorden. Ogräsrotterna drar upp näringsämnen som finns i djupare skikt än matjorden och gör dessa näringsämnen växttillgängliga för grödan. Ogräsen kan dessutom fungera som värdväxter för vissa nyttoinsekter, alternativt som lockväxter för skadegörare som till exempel bladlöss. (Hannukkala, et.al., 2000, s. 79).

### **2.2.1 Åkertistel och åkermolke**

Åkertisteln har ett stort rotsystem som kan sträcka sig fem meter vågrätt och två meter lodrätt. Rötterna sönderdelas med åldern eller som följd av bearbetning och nya knoppar kan växa var som helst på rotbitarna som finns kvar i marken. (Weidow, 1993, s. 126). Rotbitarna behöver inte vara större än en centimeter för att en ny växtindivid ska kunna utvecklas. Rötternas livslängd i jorden är två till fyra år. Vid en temperatur på 5 °C gynnas tillväxten

av åkertistelns rötter och stamutlöpare, men de växer som mest vid 15 °C. Detta är orsaken till att åkertisteln inte lider av normal jordbearbetning före sådd, eftersom den inte kommit ordentligt igång. Åkertisteln går tidigt i vintervila och tål därför stubbearbetning bättre än vad kvickroten gör. (Jalli, Lötjönen och Vanhala, u.å., s. 3). Åkertisteln är också en växt som förökar sig med frön (Weidow, 1993, s. 126).

Vid ekologisk odling blir åkertisteln ofta ett problem, speciellt på lerjordar och i växtföljder med lite vall. Åkertistelns rotsystem är för djupt för att mekanisk bekämpning ska ha tillräcklig effekt. (Weidow, 1993 s. 126; JV 2003, s. 8). Lösningen på detta problem är en frodig grüngödslingsgröda med bra återväxtförmåga, som kan slås då åkertisteln når sitt kompensationsstadium (fem-sex blad). I finländska förhållanden lämpar sig en ett- till tvåårig baljväxt-gräsvall. Vid grödans etablering är det viktigt att vara noga och se till att undvika glesa fläckar där tistel och andra ogräs lätt etablerar sig. (JV 2003, s. 8). Mot tistel kan det i Finland krävas upp till tre avslagningar per år. Men en alltför intensiv slätter minskar vallens återväxtkapacitet och därmed också dess konkurrenskraft. (Ascard, 2015, s. 8).

Åkermolke förökar sig genom jordutlöpare som sträcker sig långt, men kan också sprida sig till nya platser med frön. Åkermolkens rotsystem ligger grunt. Jordstammarna är därför känsliga för torka. Vid jordbearbetning kommer man bra åt rötterna och kan på så sätt sönderdela dem. När de underjordiska stamdelarna går av, finns det risk att de sprids vid överkörning av åkern. Fröna gror främst på våren. Åkermolken bör bekämpas, om dess underjordiska rotsystem lämnas i fred kan detta ogräs bli besvärligt, speciellt i vårsäd. Effektiva mekaniska bekämpningsmetoder är till exempel radhackning, eller andra redskap med skär, eftersom sådana redskap kan skära av rotsystemet effektivt. När jordstammarna är skurna i små bitar kan de begravas på plogdjupet. (Weidow, 1993, s. 134).

Vårplöjning har visat sig ha bra effekt mot åkertisteln och åkermolke. Åkertisteln trivs bäst på mineraljordar med lerhalter över 15-20 procent, på dessa jordarter uppstår dock problem med vårplöjning, då jorden snabbt uttorkas. (Riesinger, 2015). Höstplöjning har knappt någon effekt alls på åkertisteln eftersom den går i vila redan tidigt på hösten. Rekommenderat är att stubbearbeta tidigt och plöja sent för att få någon effekt på dessa ogräs. (Riesinger, 2006, s. 101). Tistlar går dessutom att bekämpa med radhackning och selektiv avklippning med ogrässkärare (Ascard, 2015, s. 8).

### 2.2.2 Kvickrot

Kvickroten är under hela odlingssäsongen aktiv (Riesinger, 2006, s. 102) och trivs bra på fuktiga områden och allra bäst i kombination med kväverika, mullrika mineraljordar, mulljordar och torvjordar. Dessutom gynnas kvickroten av mycket ljus och trivs därför bra under sommarmånaderna i Finland då ljusintensiteten är hög. (Riesinger, 2015) Utöver dess spridningssätt genom underjordiska utlöpare, sprider kvickroten sig också via frön. Dessa frön groer lätt och närhelst under året, förutsatt att det är plusgrader. (Weidow, 1993, s. 148).

Huvuddelen av kvickrotens stamskott växer på cirka 15 centimeters djup. Om stumpar från kvickrotens skott hamnat djupare vid jordbearbetning växer dessa delar uppåt mot ytan. Bäst tid för mekaniska bekämpning med tanke på kvickrotens kompensationspunkt är när den nått tre-fyra-bladsstadiet. (Jalli, Lötjönen och Vanhala, u.å., s. 4).

Stubbearbetning efter plöjning ger dubbel effekt mot kvickroten jämfört med enbart plöjning, förutsatt att markförhållandena är tjänliga och väderleken torr. Om det inte är möjligt att stubbearbeta skiftet, är tidig plöjning att föredra i jämförelse med sen. (Riesinger, 2006, s. 102). Upprepad jordbearbetning har god effekt på kvickrot, på så sätt lyckas man trötta ut ogräset, vilket är den bästa bekämpningsstrategin. (Weidow, 1993, s. 148; Ascard, 2015, s. 8). Målet med bearbetningen är att skära sönder kvickrotens stamutlöpare när nya skott fått högst fyra blad genom stubbearbetning. Detta bör följas av grundlig nedplöjning (Ascard, 2015, s. 8). Det finns en risk att de avskurna stamutlöparna överlever ett år i marken utan att ovanjordiska skott och blad bildats (Riesinger, 2015). Om inte utlöparna skadas vid jordbearbetningen klarar sig 95 procent av knopparna och förblir i vilostadiet (Jalli, Lötjönen och Vanhala, u.å., s. 4).

### 2.2.3 Redskapens för- och nackdelar

Rotogräs är fleråriga ogräs som har ett rot- eller rhizomsystem som kräver större insatser av den mekaniska ogräsbekämpningen i jämförelse med fröogräs. I åkertistelns fall växer sig rotsystemet dessutom djupare än vad bearbetningsmaskinernas arbetsdjup är. Rotogräs kan ha en stark konkurrenskraft gentemot den etablerade grödan eftersom energi finns lagrad i

dess rot- respektive rhizomsystem. Delar av rötterna respektive rhizomen hos de fleråriga ogräsen kan bilda nya växtindivider, mekanisk ogräsbekämpning kan sprida ut dessa ogräs på ett stort område. Därför är det viktigt att överväga för- och nackdelar med olika redskap. (Jalli, Lötjönen och Vanhala, u.å., s. 2).

Plogen avbryter ogräsen frösättning och tillväxt då jorden bearbetas och vänds ner. I nedvändningen följer också vegetativa delar av flerårigt ogräs med. Plogen kan på samma gång vända upp ogräsfrön och rot- respektive rhizomdelar som tidigare vänts ner, och dessa kan inleda en plantsättning. Plogen kan också medföra en rikare fröbank då frön som vänds ner går i frövila i marken. Stubbkultivatoren avbryter också frösättningen så som plogen, samt sönderdelar ogräsen utlöpare och drar upp dessa till ytan. Detta kan medföra en stimulering av skottbildning från de underjordiga rotdelarna och rotutlöparna, på så sätt ökar antalet ogräsindivider. (JV 2019).

Tallriksharven sönderdelar ogräsplantor och avbryter ogräsen tillväxt och frösättning på samma sätt som plogen och stubbkultivatoren. Däremot, till skillnad från stubbkultivatoren, myllar tallriksharven rot- och rhizomdelar. Såbäddsharven går inte lika djupt som de tre ovan nämnda redskapen och påverkar därför förutom den ovanjordiska biomassan enbart de grunt placerade vegetativa delarna av de fleråriga ogräsen. Även såbäddsharven förstör unga ogräsplantor. Nackdelarna med en såbäddsharv är att ogräsfrön triggas till att gro. Rot- och rhizomdelar av de fleråriga ogräsen kan fastna på harven och spridas i överkörningen av åkern. Välten förbättrar gröningsförhållanden, både för ogräsen och karaktärgrödans del. (JV 2019).

Eftersom fröna av de flesta fröogräsarterna behöver ljusinduktion för att kunna gro, kan ogräsbekämpning utföras i mörker. Effekten av detta bekämpningssätt är varierande och har i försök gett en effekt på 20-50 procent. I praktiken kan denna metod utföras genom att täcka in arbetsmaskinen med en presenning, eller genom att utföra arbetet i mörker. Denna metod kallas mörkerharvning. (Hannukkala, et.al., 2000, s. 89). Mörkerharvningens effekt har visat sig vara sämre på hösten än på våren. Bäst effekt av mörkerharvning kan fås på jordar som har stora andelar småfröiga ogräsarter och på fukthållande jordar. Viktigt är att samtliga arbetsmoment, det vill säga även sådd och eventuell vältning, utförs i mörker eller med täckta redskap. (Riesinger, 2006, s. 110).

## 2.2.4 Radhackning och ogräsharvning

Ogräsharven har beroende på användningstidpunkten och användningssättet en selektiv effekt. Ogräsharven ska störa ogräsen mer än grödan. Ogräsharvning förstör ogräsen i första hand genom att täcka in dem med jord och i andra hand genom upprotning. För att igentäckning ska ha någon effekt behöver jordlagret vara drygt två centimeter tjockt för att ogräsen ska kvävas. För att inte upprivna plantor ska rota sig igen, förutsätts det att väderleken är torr. Dock försämras de överlevande ogräsplantorna som rivits upp sin konkurrenskraft i jämförelse med grödan. Ogräsharvning kan locka ogräs till att gro, skada grödan och på så sätt göra dess konkurrenskraft sämre mot flerårigt ogräs. Då ogräsharvning utförs, stiger ogräsfröna upp till ytan. Fröogräs gror då de får ljus, vilket leder till att fröbanken i marken minskar. För att inte ogräsen ska ta över krävs det att ytterligare en bearbetning utförs. (Riesinger, 2004).

Ogräsharven bör ha en pinndelning som sitter tätt för att kunna röra om marken och täcka ogräsen med jord. Känsliga vårsådda grödor ska ogräsharvas i enlighet med sårriktningen, eftersom de sådda plantorna skyddar varandra då harvpinnen arbetar. Ogräsharvning kan utföras redan före grödans uppkomst eller när grödan är i en-bladsstadiet, om det behövs med tanke på ogrässtrycket och om det finns en risk att ogräsen tar överhand annars. Stråsäd är känsligast i två-bladsstadiet. Den bästa tidpunkten att ogräsharva är när grödan nått tre-fyra-bladsstadiet, eftersom grödan då hunnit etablera sig väl. Ogräsharvning kan behöva upprepas och utföras ända till stråskjutning. (Riesinger, 2004). Man kan räkna med att ogräsharvning har 50 procent effekt på ogräs i vårsäd och ger en minskning av ogräsfrön i fröbanken. Ogräsharvning har däremot ingen effekt alls på rotoogräs så som kvickrot och åkertistel. (JV 2019). Ogräsharvens effekt är som bäst då antalet ogräsplantor är litet, ogräsen borde dessutom helst vara i hjärtbladsstadiet när harvningen utförs för bäst effekt. En senare behandling kan innebära tåliga ogräsplantor och minskad effekt. (Hannukkala, et.al., 2000, s. 111).

Radhackning har i motsats till ogräsharvning viss effekt mot tistlarna. Mot fröogräs kan effekten av radhackning nå upp till 80 procent. Radhackning, som ingår under begreppet radrensning, lämpar sig bäst på tyngre jordar och vid förekomst av skorpa. Begreppet radrensning inkluderar dessutom kupning, radfräsning, radborstning och alla andra åtgärder som utförs mekaniskt mellan såraderna. (JV 2019). Radhackans skär arbetar genom att rycka upp ogräsplantor och skära av dem samtidigt som de täcks med jord. Risken med en radhacka

är att man kan skada grödan om jord kastas in över en späd gröda eller om skären går in i såraden. (JV 2019; Hannukkala, et.al., 2000, s. 116). Goda effekter med radrensning kan fås om man kombinerar åtgärden med ogräsharvning. För att kunna utföra radrensning förutsätter det att etableringen av grödan sker med ett sådant radavstånd att redskapet man använder kan arbeta mellan raderna. (Riesinger, 2004).

Vid användning av radhacka som radrensningsmetod kan gåsfotskär monteras och ge möjlighet till en ökad körhastighet, på så vis täcks små ogräs i såraden av jord som kastas in i såraden. Radhackning är inte lika väderberoende som ogräsharvning och kan bryta upp skorpa. Därför lämpar sig radhackning bra då markytan slammats igen eller när ogräsen blivit för stora för ogräsharven. Den bästa tidpunkt för radhackning är ändå när ogräsen börjar bilda karaktärsblad. Viktigt att tänka på vid radhackning är att man inte täcker grödan. I synnerhet i grödans tidiga utvecklingsstadier bör man därför inte arbeta för djupt och inte heller för nära såraden. I spannmål kan man radhacka från och med att stråsäden nått trebladsstadium och fram till axgång, om redskapets ramhöjd tillåter det. (Riesinger, 2004).

### **3 Aktuell forskningsfront**

#### **3.1 Radhackningseffekt på åkertistel i ekologisk odling**

Under åren 2003-2005 gjordes ett försöksprojekt av Hushållningssällskapet Östergötland där målet var att ta reda på hur man effektivast klarar av tistel i ekologisk odling. I försöket ville man utvärdera skillnader mellan en eller två radhackningar i jämförelse med ogräsharvning. Försöket hade fem led: A. Havre sådd med 12,5 centimeters radavstånd, som ogräsharvades, B. Havre sådd med 25 centimeters radavstånd, med en tidig hackning, C. Havre sådd med 25 centimeters radavstånd, med två hackningar (en tidig och en sen), D. Havre sådd med 25 centimeters radavstånd, med en sen hackning, E. Havre sådd med 25 centimeters radavstånd, med två hackningar (en tidig och en sen) samt insådd vid sista hackningen. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

Försöket etablerades på tre platser; Tegneby gård i Östergötland, Lilla Böslids gård i Halland och Norrgårda i Örebro län. Jordarterna på försöksplatserna var mellanlera och styv lera.



Förfrukten på försöksplatserna var vårvete i Tegneby och Lilla Böslid och havre i Norrgårda. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006). Den utförda jordbearbetningen inför försöket anges ej.

Havresorten skilde sig från varandra på de tre olika gårdarna. I Tegneby såddes alla provrutor den 12 maj år 2003, med havresorten Sang. I A-rutan var utsädesmängden 178 kilogram per hektar, i de övriga provrutorna var utsädesmängden 125 kilogram per hektar. I B-rutan utfördes radhackningen den 4 juni med ett radhackningsdjup på fyra centimeter och med en 18 centimeters bred gåsfot. Samma bearbetningsdjup och gåsfot användes i de övriga provrutorna som radhackades på gården. C-rutan radhackades första gången den 4 juni och en andra gång den 18 juni. I D-rutan utfördes radhackningen den 18 juni och E-rutan radhackades den 4 juni och den 18 juni. Insådd av bottengrödan i E-rutan utfördes den 11 juli. Bottengrödan utgjordes av rödklöver och engelskt rajgräs i förhållandet 40 till 60 viktprocent med en total utsädesmängd på tio kilogram per hektar. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

I Norrgårda användes havresorten Cilla och utsädesmängden låg på 220 kilogram per hektar för alla provrutor. Det spreds flytgödsel från nötkreatur på alla provrutor den 23 juni, med en gödselmängd på 33 ton per hektar. Provrutorna såddes den 9 maj. Radhackningstidpunkten för B-rutan var den 29 maj med ett bearbetningsdjup på tre centimeter och bredden på gåsfoten var 16 centimeter. Samma gåsfötter och bearbetningsdjup gällde också på de andra försöksrutorna som radhackades på gården. C-rutan radhackades den 29 maj och den 17 juni, D-rutan den 17 juni och E-rutan radhackades vid samma tidpunkter som provruta C. Samma utsädesblandning och mängd användes för bottengrödan i E-rutan som på Tegneby. Den 20 augusti skördades alla provrutor på Norrgårda. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

På Lilla Böslid såddes provrutorna den 23 april med havresorten Belinda, utsädesmängden var 225 kilogram per hektar för A-rutan och för de övriga provrutorna lågt utsädesmängden på 156 kilogram per hektar. A-rutan ogräsharvades den 30 maj och den 10 juni. Alla provrutor radhackades med samma gåsfötter på 15 centimeters bredd och bearbetningsdjupet låg på två cm. B-rutan radhackades den 30 maj och av misstag också den 10 juni. C- och E-rutan radhackades samtidigt som B-rutan. D-rutan radhackades enbart 10 juni och blev den enda provrutan för gården som bara fick en radhackning. Till insådd av bottengrödan i E-rutan användes samma utsädesblandning och utsädesmängd som på de andra två försöksplatserna. Insådden utfördes den 17 juni. Den 28 augusti skördades samtliga provrutor. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

Radhackningsredskapen som användes för försöken var olika på alla tre gårdar. Alla hackor var konventionella radhackor utrustade med gåsfötter och fjädrande harvpinnar. I Tegneby användes en Einböck, frontmonterad med tre meters arbetsbredd. I Norrgårda användes en bakmonterad hacka på en och en halv meters arbetsbredd och i Lilla Böslid en bakmonterad hacka med tre meters arbetsbredd. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

År 2003 var skördemängden av havre större på två av tre försöksgårdar då beståndet radhackades. Medeltalet för de tre provrutorna visade sig ha störst skördemängd i provrutorna med behandlingen; två hackningar (C-rutorna). Skördemängden för dessa provrutor var 2503 kilogram per hektar vilket är drygt 300 kilogram per hektar mer än för de övriga försöksrutorna. A-rutorna hade en skördemängd på 2217 kilogram per hektar, B-rutorna en skördemängd på 2200 kilogram per hektar, D-rutornas skördemängd låg på 2217 kilogram per hektar och E-rutornas skördemängd var 2207 kilogram per hektar. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

Att avkastningsskillnaderna såg ut på detta vis år 2003, antar de som utfört försöket att berodde på för liten kvävetillgång i marken och att kväveminaliseringen ökat i de försöksrutorna där radhackning utförts två gånger. Året därpå gödslades alla provrutor. Det utfördes dessutom en vältning: *"Vältningen genomfördes som blockbehandling då tisteln har sträckt på sig men före grödans stråskjutning."* Skribenterna till försöket konstaterar att vältningen inte påverkat avkastningen av havren och inte heller förekomsten av tistel signifikant. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

2004 förekom inga signifikanta skillnader mellan försöksrutorna. Slutsatserna av försöket är att havre som odlats med ett radavstånd på 25 centimeter och radhackats, ger samma skörd som en etablering med ett radavstånd på 12,5 centimeter med ogräsharvning. Skörden av havre påverkas obetydligt av tidpunkten då beståndet hackas och om hackningen utförs en eller två gånger. Havreskörden visar sig vara lika oavsett om radhackning utförs i ett bestånd vars radavstånd är 25 centimeter eller om enbart ogräsharvning utförs i ett bestånd med 12,5 centimeters radavstånd. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

Radhackningens effekt på tisteln var signifikant i Tegneby. Försöksrutan med två radhackningar och stubbearbetning visade sig ge signifikant högre skörd än de övriga leden, bortsett från rutorna med en tidig hackning. Likadana tendenser sågs i Lilla Böslid men här var skillnaderna mellan försöksrutorna inte signifikanta. Radhackningen som utfördes på Norrgårda visade sig inte ha någon effekt på tistelbeståndet, orsaken till detta var att tisteln hade blivit för kraftig för att hackningen kunde påverka beståndet. Enligt försöksresultaten

går det inte att bevisa skillnader i effekt på tistel om radhackning utförs tidigt eller sent. Dock visar det sig att två radhackningar hade bäst effekt på tistel i jämförelse med odling utan hackning, respektive en radhackning. (Ståhl och Dock-Gustavsson, 2006).

### 3.2 Radhackning med System Cameleon i ekologisk odlat vårvete

I Sverige har System Cameleons (Gothia redskap) bredare radavstånd och breddad sårad testats under två år (2014-2015) i Götaland. Allt som allt bestod försöket av sex delförsök i vårvete på ekologisk odlad mark och sex försök i höstvete. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017). Jordart, förfrukt, gödsling samt skördeår och radhackningsomgångar kan ses i tabell 1.

Tabell 1. Försöksplats, gröda (sort Dacke), skördeår, jordart, förfrukt, gödsel och det kväve som räknats vara växttillgängligt samt radhackningsomgångar.

Plats	Gröda	Skördeår	Jordart	Förfrukt	Gödsel	Växttillgängligt N	Radhackning
Tegneby	Vårvete	2014	mmh SL	Höstvete	Vinass	75 kg/ha	2 gånger
Brickstad	Vårvete	2014	nmh ML	Spannmål	Höns gödsel	80 kg/ha	2 gånger
Järpås	Vårvete	2014	nmh moLL	Vårkorn	Biofer 10-3-1	68 kg/ha	2 gånger
Helleberga	Vårvete	2015	mmh ML	Höstvete	Ekoväx 9-4-0	73 kg/ha	1 gång
Tegneby	Vårvete	2015	mf mo LL	Höstvete	Ekoväx 9-4-0	73 kg/ha	1 gång
Järpås	Vårvete	2015	nmhML	Höstvete	Biofer 10-3-1	68 kg/ha	-

Vid etableringen av försöksrutorna användes en såmaskin av typen Väderstad Rapid med en arbetsbredd på fyra meter och 12,5 centimeters radavstånd. I de övriga fem försöksrutorna, där radavståndet låg på 25 centimeter, användes System Cameleon med åtta meters arbetsbredd för etablering och radhackning. Etableringen av försöksleden skedde mellan den 11 och 27 april. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017). Försöksplanens uppläggning och beskrivning kan ses i tabell 2.

Tabell 2. Försöksplanens uppläggning med radavstånd och såradsbredd, den mekaniska bekämpningen mot ogräsen och hackskärens bredd.

Försöksled	Radavstånd och såradsbredd	Ogräsbehandling	Hackskär (bredd)
A	12,5 cm radavstånd, normal sårad á 2 cm	Ogräsharvning	-
B	25 cm radavstånd, normal sårad á 2cm	Radhackning	18 cm
C	25 cm radavstånd, bandsådd á 7 cm	Radhackning	18 cm
D	25 cm radavstånd, bandsådd á 15 cm	Radhackning	10 cm
E	25 cm radavstånd, bredsådd á 25 cm	Ogräsharvning	-

Bandsåningstekniken i försöksrutorna C och D lyckades bra och utfördes med hjälp av en spridarplåt som kastar utsädet i ett band. Målet med bandsåningstekniken var att få tre olika bredder; sju, 15 och 25 centimeter. För att lyckas med sju och 15 centimeters bredder användes gåsfotskär vid sådd, dessa gåsfotskär var nio och 17 centimeter breda. Det var först vid vetets uppkomst som det noterades att såradsbredderna hade blivit lika breda som gåsfotskären, det vill säga nio centimeter och 17 centimeter. Detta orsakade att banden blivit ojämna med fler plantor i ytterkanterna än i mitten av bandet. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017).

Radhackningen utfördes behovsanpassat i rutorna C och D, respektive ogräsharvning enligt behov i försöksrutorna A och E (tabell 1). Ogräsprover togs senare från fyra ställen som valts slumpvisa per försöksled från en yta på 0,25 kvadratmeter. Efter provtagningarna bestämdes antalet plantor och ax i alla försök förutom i ett, där det skett ett felaktigt utförande och resultaten blivit ofullständiga. Försöksleden skördades mellan 17 augusti och 14 september. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017).

Skördenivån för vårvetet var hög, med en medeltalsskörd på 4955 kilogram per hektar för alla A-rutor, från de sex utförda försöken. Denna skördemängd var signifikant större än skörden i B- och D-rutorna. C- och E-rutorna hade samma skörd som A-rutorna. Under år 2014 var avkastningen signifikant fyra procent lägre i försöksrutorna B och D i jämförelse med de övriga leden. Däremot hade alla led liknande skördenivå under 2015. Det visade sig bero på att etableringen var sämre 2014 i jämförelse med 2015, trots det var ändå axantalet från provtagningen ungefär detsamma för de båda åren. Axantalet varierar i A-rutorna mellan åren och är signifikant lägre än i de övriga behandlingsrutorna. A-rutorna hade fler antal kärnor per ax än de övriga rutorna. I de övriga rutorna rådde inga skillnader beträffande antalet kärnor per ax och tusenkornvikt. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017).

Slutsatserna för försöket är att en bredare sårad kan ge möjlighet till högre skörd om man jämför med en normal sårad. År 2014 visade sig skörden av vårvetet vara högre i C-rutorna än i B-rutorna, men lika stor som i A-rutorna. Dock kan resultaten ha påverkats av skillnaderna mellan såmaskinerna eftersom A-rutorna hade något bättre fältgrobarhet. De

rutor med 25 centimeters radavstånd har kompenserat den sämre fältgrobarheten med att ha fler ax per skott än vad rutorna med 12,5 centimeters radavstånd hade. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017).

Ogräsmängden visade sig vara lägre i E-rutorna jämfört med A-rutorna, vilket betyder att ogräskonkurrensen är bättre om beståndet är jämnt fördelat med plantor än med ett radavstånd på 12,5 centimeter, samt harvat mot ogräsen. Signifikant bäst ogräseffekt uppnåddes vid en hög andel av radhackad yta (B- och C-rutorna), medan de rutor där andelen radhackad yta var minst (D-rutorna) hade störst ogräsmängd. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2017).

### **3.3 Bekämpning av rot- och fröogräs i stråsäd**

Ytterligare ett försök kring mekanisk ogräsbekämpning fokuserade på raduppyggnad och tistelbekämpning. Försöket utfördes i Sverige och grundar sig på två försöksserier som utfördes i totalt 20 försök i fält. Av dessa var 12 försök i odlade med ekologiskt vårvete mellan åren 2012-2014, de övriga åtta i ekologisk odlad höstvet (med undantag från ett försök som anlades på konventionell mark, men som sköttes ekologiskt) mellan åren 2012-2014. Försöken var geografiskt belägna i Östergötlands-, Örebro- och Västra Götalands län. Förfrukterna till försöken var spannmål (65 procent), åkerböna (20 procent) och vall eller träda (15 procent). Jordarten var mellanlera till styvlera och hade mullhalter mellan två till sex procent. Vetesorten som användes var Dacke och utsädesmängden låg på 550 kärnor per kvadratmeter. Gödselmedel som använts inför etableringen av försöken var pellets eller Vinass som myllats ned med hjälp av såmaskinen. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Etableringen av försöksrutorna utfördes med System Cameleon, av Gothia Redskap, med en arbetsbredd på åtta m. Försöket anlades i fem rutor: A. 25 centimeter radavstånd med två centimeters radbredd, 72 procent radhackad yta, B. 50 centimeter radavstånd med två centimeters radbredd, 86 procent radhackad yta, C. 50 centimeter radavstånd med två centimeters radbredd, 70 procent av utsädesmängden och med en radhackad yta på 86 procent, D. 50 centimeter radavstånd, sådd i två rader som var parallella med cirka fem centimeters mellanrum och 76 procent radhackad yta samt E. 50 centimeter radavstånd, bandsådd som var cirka 12-14 centimeter brett med 76 procent radhackad yta. System

Cameleon användes vid radhackningen av försöken. Gåsfötternas bredd varierade mellan de fem olika rutorna på följande sätt: A. 18 centimeter, B. 43 centimeter, C. 43 centimeter, D. 38 centimeter och E. 38 centimeter. Radhackningen och ogräsharvning utfördes enligt behov i fälten. Denna försöksplan användes i både vår- och höstveteförsöken. Försöksrutornas plats valdes ut i enlighet med en jämn åkermark och med lite rotogräs. Trycket av örtogräsen varierade mellan försöksplatserna. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

I den andra försöksserien med mål om att bekämpa tistel skedde etableringen av försöken enbart i tre provrutor: A. 25 centimeter radavstånd med två radhackningar, B. 50 centimeter radavstånd med två radhackningar och C. 50 centimeter radavstånd med tre radhackningar. Försöksrutorna anlades på sådana platser där åkertisteln var mycket förekommande. Inför varje radhackning graderades ogräsets förekomst på fältet, de ogräs som graderades var: åkertistel, åkermolke, kvickrot och hästhov. Radhackningen anpassades enligt åkertistelns utveckling och gjordes då åkertisteln närmade sig kompensationspunkten, vid sex blad. De övriga två hackningarna utfördes igen då åkertisteln nått sex blad i återväxten. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Resultaten av försöksserien om raduppbyggnad visade att det rådde signifikanta skördeskillnader mellan försöksrutorna. Medelskörd var med 5464 kilogram per hektar, som högst i A-rutorna som hade 25 centimeters radavstånd. De rutor som hade bandsått (E-rutorna) visade sig ge sex procent lägre skörd och rutorna med dubbel-rad (D-rutorna) gav nio procent lägre skörd. Minst skörd fick man från de övriga två försöksrutorna, som båda hade smala sårader och breda radavstånd. Dessa rutor gav 11-12 procent lägre skörd i jämförelse med A-rutorna. Det fanns dessutom tydliga skillnader mellan höst- och vårveteförsöken i skördemängd. Vårvetet gav i medeltal drygt två ton lägre skörd än höstvetet. Däremot visade bandsådden en liten skördehöjande effekt i vårvetet, jämfört med höstvetet. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Dubbel-raden och bandsådden (D- och E-rutorna) hade signifikanta skillnader i skörden i vårvetet, där bandsådd gav cirka fyra procent högre skörd än dubbel-raden. I vårveteförsöket framkom det också att stråstyrkan försämrades i B- och D-rutorna. Vid mindre utsädesmängd blev stråstyrkan förbättrad i rutorna med 50 centimeters radavstånd, men högst stråstyrka kunde man se vid 25 centimeters radavstånd, följt av bandsådd. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Skillnaderna i mängden örtogräs var signifikanta men små i medeltal för försöken. I försöken från 2014 var skillnaderna större, då ogrästrycket var relativt hög och som kraftigast i A-

rutorna. Det mest förekommande ogräset var åkersenap. Bäst ogräseffekt på åkersenap hade 50 centimeters radavstånd med två centimeters såradsbredd (B-rutorna). (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Resultaten från försöksserien av tistelbekämpning visade att skörden var som högst i rutorna med 25 centimeters radavstånd och två radhackningar. Här uppgick medelskörden till 3916 kilogram per hektar. Det framkom också att inga signifikanta skillnader kan ses i skörden med behandlingar av två eller tre upprepningar av radhackning. Ett tydligt samband mellan biomassan av ogräs och vete sågs i höstveteförsöken. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Antalet ax är lägre då radavståndet ligger på 50 centimeter jämfört med 25 centimeter, men antalet kärnor per ax var större vid ett radavstånd på 50 centimeter. Skördemängden i vårvetet var 3558 kilogram per hektar i rutorna med 25 centimeters radavstånd och två radhackningar, 3132 kilogram per hektar i rutorna med 50 centimeters radavstånd med två radhackningar och 3126 kilogram per hektar i rutorna med 50 centimeters radavstånd och tre radhackningar. I höstveteförsöken var skörden drygt ett ton högre i vardera rutor. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Ogräsförekomsten skiljde sig inte signifikant mellan rutorna eller mellan höst- och vårvetet, förutom i två försök på Tegneby där det rådde skillnader mellan 25 centimeters radavstånd och 50 centimeters radavstånd. I vårvetet kunde man se signifikant bättre effekt av större radavstånd än mindre radavstånd. Resultaten visade att alla behandlingar hade en positiv effekt på åkertisteln. Man kunde se att effekten av hackningen var som bäst ju fler tistlar som fanns före radhackning. Vid lägre antal tistlar kunde man i vissa fall se en motsatt effekt, att antalet tistlar ökade efter radhackning. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

På en försöksplats där det var högt tryck av kvickrot och där kvävegivan varit hög visade det sig att effekten av en tredje radhackning var svag. I övrigt var förekomsten av roto-gräsen som lägst i de rutor som radhackats tre gånger. När tidpunkten för radhackning anpassades för att få optimal bekämpningseffekt mot åkertistel, var det för sent för att få optimal effekt mot kvickrot. Resultatet visar dessutom att radhackningseffekten på åkertistel var 70-80 procent, men året därpå hade antalet tistlar ökat. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

Slutsatser som kan dras av försöket är att odling på 50 centimeters radavstånd ger en lägre skörd än odling på 25 centimeters radavstånd. Skörde-förlusterna kan kompenseras vid odling på 50 centimeters radavstånd om såraderna breddas. Om utsädesmängden är 70 procent vid sådd på 50 centimeters radavstånd och med en såradsbredd på två centimeter ger högre

stråstyrka än normal utsädesmängd. Radhackning ger lika goda resultat mot tistel oavsett om det utförs i 25 centimeters eller 50 centimeters radavstånd, två eller tre gånger. Effekten grundar sig snarare på tätheten av åkertistlar. Radhackningseffekten på åkermolke är god och visade sig vara bättre i de led där höstvetete hade såtts med 50 centimeters radavstånd, inga skillnader kunde ses i vårvete. (Ståhl, Stoltz och Wallenhammar, 2016).

### **3.4 Sammanfattning av aktuell forskningsfront**

Enligt de försök som gjorts i stråsäd i Sverige är skörden den samma vid etablering av bestånd på 12,5 centimeter och på 25 centimeter. Ett radavstånd på 25 centimeter ger bättre skörd än 50 centimeters radavstånd med smal sårad. Då såraden breddas vid 50 centimeters radavstånd kan skördenivån bli på samma nivå som vid etablering i smala sårader på 25 centimeters radavstånd. Bandsådd kan ge upp till fyra procent högre skörd än dubbel-rad. Skördarna var högst vid 12,5 centimeters radavstånd men mest ogräs fanns enligt försöken vid små radavstånd och färre mekaniska bekämpningar.

Bäst ogräseffekt fås ju större andelar yta som radhackas, radhackan har dessutom bättre effekt mot rotoogräs jämfört med ogräsharven. Radhackning har en betydande effekt på åkertistelns förekomst i beståndet. Bäst effekt på åkertistel får man om radhackning utförs flera gånger än en gång och då tistelplantorna är många. Tidpunkten för utförandet har inga skillnader i effekt på tisteln, men om tisteln däremot hinner växa sig kraftig innan radhackningen utförs, kan inte behandlingen längre påverka grödans skördebildning. Konstateras bör också att när tidpunkten för radhackning anpassades för att få optimal bekämpningseffekt mot åkertisteln, var det för sent att få optimal effekt mot kvickrot. Ogräsharvning och radhackning ger inte en skördeminskning och beståndet påverkas obetydligt av antalet radhackningar och val av tidpunkt för utförandet. Däremot kan radhackning ha en skördeökande effekt om hackning utförs två gånger då kvävetillgången är liten i marken, detta på grund av att kvävemineraliseringen ökar som följd av behandlingen.



## 4 Material och metoder

### 4.1 Försöksuppläggning

Under odlingssäsongen 2018 utfördes ett fältförsök med inriktning på radhackningens inverkan på ogräsförekomsten och avkastningen i havre. Försöket utfördes i två försöksled. I ledet utan radhackning såddes havre på 12,5 centimeters radavstånd (noll-led) och i ledet med radhackning på 33 centimeters radavstånd.

Etableringen utfördes med två olika såmaskiner: Väderstad Rapid i det försöksled där ingen mekanisk ogräsreglering utfördes (noll-led) och System Cameleon i det försöksled som skulle radhackas. Väderstad Rapid har en arbetsbredd på fyra meter och System Cameleon en arbetsbredd på åtta meter. Med Väderstad Rapid såddes två drag intill varandra, så att också denna ruta blev åtta meter bred. Försöksleden placerades vågrätt längs skiftets södra kant. Försöksleden upprepades inte, utan provtagningen utfördes istället i två stycken 850 meter långa storrutor.

### 4.2 Försöksplats

Försöksplatsen är belägen i Raseborg i västra Nyland på Pargas Gård. Gården odlas ekologiskt enligt Luomuliittos riktlinjer. Skiftet som användes var totalt 13,46 ha stort och vid namn Pohjolas Stora. Jordarten på skiftet är mullrik mellanlera och pH-värdet ligger på 6,2 enligt senaste markkarteringen som utfördes 12.10.2018, det vill säga efter att försöket utförts. Ur markkarteringsanalysen framkommer att bördighetsklassen är tre för fosfor och fem för kalium. Dessutom analyserades koncentrationerna av kalcium (klass tre), magnesium (klass tre), natrium (klass tre), svavel (klass fyra), koppar (klass fem), mangan (klass tre) och zink (klass tre), se Bilaga 2.

Växtföljden på skiftet under de tidigare växtsåsongerna har varit: höstraps, spannmål, bondböna, spannmål, två vallår och höstraps. Det vill säga, förfrukten till försöket är höstraps som tröskats.



Bild 1. Skiftet Pohjolas Stora på Pargas Gård är utmärkt på kartan.

Skiftet kultiverades i slutet av maj, nio dagar innan etableringen och harvades två gånger för att få en jämn såbädd. På våren 2018, innan etableringen av försöket, spreds det tre ton melass i flytande form per hektar (Soilfood NK). Melass innehåller lösligt kväve på 14,3 kilogram per hektar och lösligt kalium på 29,7 kilogram per hektar per ett ton melass. Inga uppgifter om löslig fosfor nämns eftersom melass inte innehåller fosfor. Inga bekämpningsmedel användes under försöket mot varken skadeinsekter, svampsjukdomar eller ogräs.

### 4.3 Försökets genomförande

Den 30 maj såddes skiftet Pohjolas Stora med havre. Det inköpta certifierade havreutsädet var av sorten Matty och utsädesmängden beräknades till 300 kilogram per hektar. I noll-ledet (Väderstad Rapid) såddes havren med drygt 290 kilogram per hektar. Senare konstaterades det att utsädesmängden ökade efterhand som det togs prover, detta kan innebära att utsädesmängden i slutändan var större för noll-ledet än för det radhackade försöksledet. Sådjupet låg på cirka sju centimeter för de båda försöksleden. På grund av torkan valdes denna relativt djupa fröplacering.

Det radrensade försöksledet hackades två gånger, första gången då havren nått tre-bladsstadiet och andra hackningen 13 dagar senare. Radhackningen utfördes med såmaskinen System Cameleon som utrustades med gåsfotskär.

## 4.4 Provtagning

Försöksleden provtogs den 31 juli. Valet av dag bestämdes i enlighet med när havren hade nått mjölkmodningsstadiet. Provtagningen utfördes från 0,25 kvadratmeter stora rutor där hela biomassan, havren inklusive ogräsen klipptes ett par centimeter ovanför markytan. Från varje försöksled togs 40 delprover med 20 meters mellanrum. Biomassan lades i en tygpåse med tillhörande lapp med informationen: nummer på delprovet och vilket försöksled biomassan klipptes ifrån. Provtagningen utfördes från östra kanten av skiftet till västra kanten av skiftet, en illustration av provtagningsleden ges i Figur 1.

		850 m																																								
Noll-ledet		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	8 m
Radhackat		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	8 m

Figur 1. Försöksskarta föreställande försöksled, behandlingar, delprover och mått.

### 4.4.1 Behandling av proverna

Följande dag sorterades alla delprovers biomassaskörd (havre och eventuella ogräs). Ogräsen sorterades från havren och lades i papperspåsar, med en ny lapp med anteckningar om vilket delprov det tillhörde och från vilket led det härstammade (noll-led eller radhackat led). När alla delproverna var sorterade hade 80 delprover blivit 149 delprover: 80 tygpåsar fyllda med sorterat havre och 69 papperspåsar fyllda med sorterat ogräs. Allt som allt var det 11 delprover som vid skörd inte innehöll någon biomassa av ogräs.

Efter sorteringen monterades en hemlagad varmluftstork ihop. Inne i torken packades först ett lager med tygpåsar, fyllda med biomassan från havren, sedan ett lager med papperspåsar utanpå, fyllda med biomassan från ogräsen. Detta upprepades tills alla delprov var placerade i torken. Delproverna torkades tills de hade en vattenhalt på cirka fem procent, därefter samlades de ihop och packades i papplådor, redo att vägas.

## 4.5 Vägning

Proverna vägdes på Västankvarn försöksgård den 3 december med en försöksvåg. Vägningprocessen gick ut på att tömma innehållet från tygpåsarna och papperspåsarna skilt för sig i en vågskål. Viktresultaten noterades på samma lappar som fanns i varje provpåse. Efter varje vägning nollställdes vågen.

Efter vägningen kastades havrens biomassa i en låda och ogräsens biomassa i en annan låda så att alla delprover från havren respektive ogräsen blandades skilt för sig. Ur lådorna togs det ut två samlingsprover från havrens blandade biomassa och ett samlingsprov från ogräsens blandade biomassa. Dessa samlingsprover genomgick sedan en ytterligare torkningsprocess i mikrovågsugn, för att fastställa den fukthalt som proverna hade vid vägning. Resultaten var sju procent av vikten för havrens biomassa och 6,4 procent av vikten för ogräsens biomassa. De vid vägningen erhållna vikterna korrigerades för dessa fukthalter till att avse torrsubstans.



Bild 2. Försöksleden på skiftet Pohjolas Stora vid provtagningstillfället. (Bild: Paul Riesinger)

## 4.6 Väderlek

Under det pågående fältförsöket dokumenterades dagstemperaturen och nederbörden för Ekenäs centrum. Graderna som dokumenterades var den högsta uppnådda temperaturen under dygnet. Nederbörden mättes med en regnmätare. Regnmätaren kontrollerades varje kväll cirka klockan 23:00. Uppgifterna för väderleken samlades enbart in under tre månader, växtsäsongen 2018, det vill säga maj, juni och juli. Med andra ord från etablering till provtagning. De samlade värdena under denna tidsperiod sammanställdes i en Excel-tabell, där medeltemperaturen och summan av nederbörden för varje månad räknades ut. För att kunna jämföra väderleken under växtsäsongen 2018 med tidigare år, togs medelstatistik från Meteorologiska institutets nätsidor för mätstationen i Åbo för samma månader, men för en tidsperiod på 30 år. Tidsperioden sträckte sig mellan åren 1985 och 2015. Värdena för 2018 och för 30-års perioden visas i tabellerna 3 och 4.

Tabell 3. Medelvärde på temperaturen i Ekenäs 2018 jämfört med 30-års medelvärde i Åbo.

Medeltemperatur (°C)		
Månader	Åbo 1985-2015*	Ekenäs 2018
maj	10,1	21,3
juni	14,6	19,4
juli	17,8	25,4

\*Källa: Meteorologiska institutet, statistik för temperatur och nederbörd.

Tabell 4. Medelvärde på nederbörden i Ekenäs 2018 jämfört med 30-års medelvärde i Åbo.

Nederbörd (mm)		
Månader	Åbo 1985-2015*	Ekenäs 2018
maj	38	26
juni	15	30
juli	76	32

\*Källa: Meteorologiska institutet, statistik för temperatur och nederbörd.



Tabell 3 illustrerar att växtodlingssäsongen 2018 i Ekenäs var mycket varm. Majmånad var mer än dubbelt så varm jämfört med medelvärdet för odlingssäsongerna i Åbo under tidsperioden 1985-2015. Den lägsta dagstemperaturen för maj 2018 noterades den 1 maj, då var temperaturen som högst åtta °C under dagen. Den högsta dagstemperaturen uppmättes till 29 °C och mättes i mitten av maj, närmare bestämt den 15 maj. Dagen då fältförsöket såddes låg temperaturen som högst på 26 °C.

Förutom höga temperaturer under växtodlingssäsongen 2018 rådde också till en början torka. Under hela majmånad var nederbörden 26 millimeter och samtliga millimetrar uppmättes under de tre första dagarna i maj. Jämfört med medelvärdet från Åbo under tidsperioden 1985-2015 kan man se att nederbörden för maj var 12 millimeter mindre år 2018 (Tabell 4).

Nästa nederbörd dröjde till vecka 25, den spred ut sig över fem dagar i juni. I vecka 25 kom det 24 millimeter, de övriga sex millimetrarna kom den 29 juni. Sammanlagt kom det 30 millimeter regn i Ekenäs under juni 2018 vilket är dubbelt så mycket än medeltalet på 15 millimeter från Åbo. Dagstemperaturerna för junimånad låg mellan 11 °C och 27 °C. Medeltemperaturen för juni 2018 var cirka fem °C varmare jämfört med medelvärdet från Åbo. De varmaste junidagarna var de tre första dagarna i månaden.

Värmebøljan fortsatte in i juli, som blev rekordvarmt. Medeltemperaturen för hela månaden uppgick till 26 °C, det vill säga cirka sju °C varmare jämfört med medelvärdet från Åbo. Dagstemperaturerna för hela julimånad låg mellan 17 °C och 31 °C (Bilaga 1). Dagen då provtagningen ur försöksleden togs, den 31 juli, nådde dagstemperaturen ända upp till 30 °C. Den sammanlagda nederbörden för juli 2018 var 32 mm, vilket är mer än hälften mindre av jämförelsetalet på 76 millimeter från Åbo (Tabell 4). Trots detta uppmättes den största månatliga nederbörden under försöksperioden i juli. Som mest regnade det 24 millimeter under ett dygn, den 3 juli. De övriga millimetrarna för månaden mättes under de två följande dagarna samt den 29 juli.

Enligt Lantbrukskalendern (2019, s.154) är kravet på värmsumman för havre 900-1070 °C, för försöksperioden blev värmsumman 1421 °C, räknad från 30 maj till 31 juli. Nederbördsmängden var totalt 88 millimeter under samma period, vilket är väldigt lite i jämförelse med medeltalsnederbörden från Åbo som uppgår till en summa på 129 millimeter. Sammantaget kan man konstatera att det regnade 41 millimeter mindre under växtodlingssäsongen 2018, jämfört med medeltalet från åren 1985-2015. Den samlade väderleken för alla dagar under maj, juni och juli i Ekenäs för år 2018 bifogas som bilaga 1.

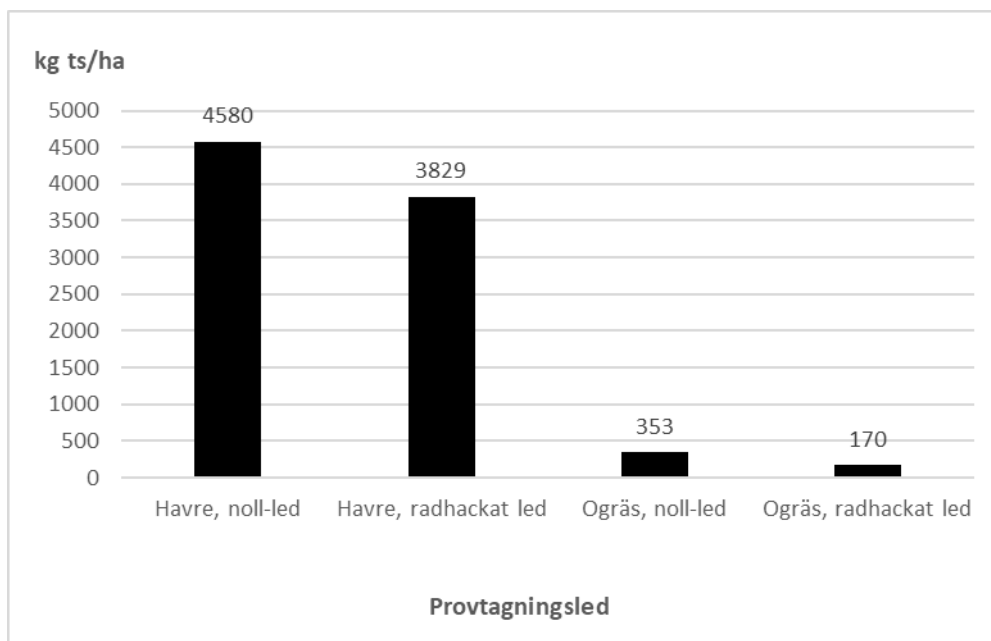
## 4.7 Dataanalys

Provtagningen som utfördes den 31 juli och proverna vägdes, efter en torkningsprocess, med hjälp av Västankvarn försöksgårds vägningsutrustning. För att samla data om väderleken har en temperaturmätare samt regnmätare använts. För att sammanfatta samt analysera data från vägningsprocessen och från väderleksrapporterna har Microsoft Excel-kalkylblad använts. I Excel-kalkylblad har samtliga låddiagram, stapeldiagram och tabeller också framställts och dessutom har de samlade värdena från vägningen behandlats i tre t-test. Excel-kalkylblad har också varit till hjälp för att räkna ut medelvärden och standardavvikelser.

## 5 Resultat

### 5.1 Havrens och ogräsen biomassavikter

Havrens biomassavikt i noll-ledet var i medeltal 4580 kilogram ts per hektar och ogräsen biomassavikt var 353 kilogram ts per hektar. I det radhackade ledet var biomassavikten för havre i medeltal 3829 kilogram ts per hektar och för ogräsen 170 kilogram ts per hektar (Figur 2). Utifrån alla 40 delprover per led har en standardavvikelse räknats. Standardavvikelsen är stor i båda led. I noll-ledet är standardavvikelsen för havren  $\pm 1330$  kilogram per hektar, i det radhackade ledet  $\pm 1206$  kilogram per hektar. Vad beträffar ogräsen är standardavvikelsen i noll-ledet  $\pm 350$  kilogram per hektar, respektive  $\pm 283$  kilogram per hektar för det radhackade ledet.



Figur 2. Havrens och ogräsens biomassavikter i kilogram ts per hektar.

Eftersom de båda försöksleden var 850 meter långa kontrollerades de ovanstående resultaten i ett t-test för två sampel för att testa hypotesen om att geografien kan inverka på försöksledens biomassavikter.

Resultaten från t-testet bekräftade denna hypotes (Tabell 5), vilket med andra ord betyder att geografien påverkar havrens och ogräsens biomassavikter. Dessutom kontrollerades en andra hypotes om att radhackning har en annan effekt på grödan och ogräsen i jämförelse med ingen ogräsbehandling alls. Således testades biomassavikterna för både havre och ogräs ytterligare i två parvisa t-test (Tabellerna 6 och 7). Analysen bekräftade att det råder skillnader i biomassaskörden av havre och ogräs beroende på om radhackning utförs jämfört med ingen behandling.

Tabell 5. T-test för ett sampel där skillnaderna från de olika behandlingarnas delprover per geografiska plats sammanställts (Bilaga 3). Utifrån skillnaderna har ett medeltal räknats. Detta t-test testar nollhypotesen att havren och ogräsen har ett givet medeltal ( $\mu$ ). För att testa geografiska skillnader i resultaten antas medeltalet ligga på noll. Ju mer data skiljer sig från nollhypotesen, desto längre bort är t-värdet från noll. Om p-värdet är  $< 0,05$  är resultatet statistiskt signifikant och förkastar nollhypotesen.



<b>T-test för ett sampel</b>	<b>Enhet</b>	<b>Havre</b>	<b>Ogräs</b>
Observerat medeltal	m	-18,78	-4,56
Medeltal enligt $H_0$	$\mu$	0	0
Standardavvikelse	SD	34,04	9,33
Sampelstorlek	n	40	40
Skillnad i medeltal	$\Delta m$	-18,78	-4,56
Standardfel	SE	5,38	1,47
Kritiskt t-värde		2,02	2,02
Konfidensintervall (95 %)	CI -	-29,67	-7,55
för estimerat medeltal	CI +	-7,89	-1,58
<b>Resultat:</b>			
<b>t-värde</b>	<b>t</b>	<b>-3,49</b>	<b>-3,10</b>
<b>Frihetsgrader</b>	<b>df</b>	<b>39</b>	<b>39</b>
<b>p-värde</b>	<b>p</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,0036</b>

Tabell 6. T-test för havre, som testar nollhypotesen: att behandlingarna från noll-ledet och radhackade ledet har samma medeltal. Ju mer data skiljer sig från nollhypotesen, desto längre bort är t-värdet från noll. Om p-värdet är  $< 0,05$  är resultatet statistiskt signifikant och förkastar nollhypotesen.

<b>T-test för två sampel</b>	<b>Enhet</b>	<b>Noll-led</b>	<b>Radhackat</b>
Medeltal	<i>m</i>	114,50	95,72
Standardavvikelse	<i>SD</i>	33,255	30,162
Sampelstorlek	<i>n</i>	40	40
Skillnad i medeltal	$\Delta m$	-18,78	
Gemensam SD		31,75	
Standardfel	<i>SE</i>	7,10	
Kritiskt t-värde		1,99	
Konfidensintervall (95 %)	CI -	-32,91	
för skillnad i medeltal	CI +	-4,64	
<b>Resultat:</b>			
<b>t-värde</b>	<b>t</b>	<b>-2,65</b>	
<b>Frihetsgrader</b>	<b>df</b>	<b>78</b>	
<b>p-värde</b>	<b>p</b>	<b>0,0099</b>	

Tabell 7. T-test för ogräs, som testar nollhypotesen: att behandlingarna från noll-ledet och radhackade ledet har samma medeltal. Ju mer data skiljer sig från nollhypotesen, desto längre bort är t-värdet från noll. Om p-värdet är  $< 0,05$  är resultatet statistiskt signifikant och förkastar nollhypotesen.

T-test för två sampel	Enhet	Noll-led	Radhackat
Medeltal	<i>m</i>	8,82	4,25
Standardavvikelse	<i>SD</i>	8,753	7,075
Sampelstorlek	<i>n</i>	40	40
Skillnad i medeltal	$\Delta m$	-4,56	
Gemensam SD		7,96	
Standardfel	<i>SE</i>	1,78	
Kritiskt t-värde		1,99	
Konfidensintervall (95 %)	<i>CI -</i>	-8,11	
för skillnad i medeltal	<i>CI +</i>	-1,02	
<b>Resultat:</b>			
t-värde	<i>t</i>	-2,56	
Frihetsgrader	<i>df</i>	78	
p-värde	<i>p</i>	0,0122	

## 5.2 Försöksleden

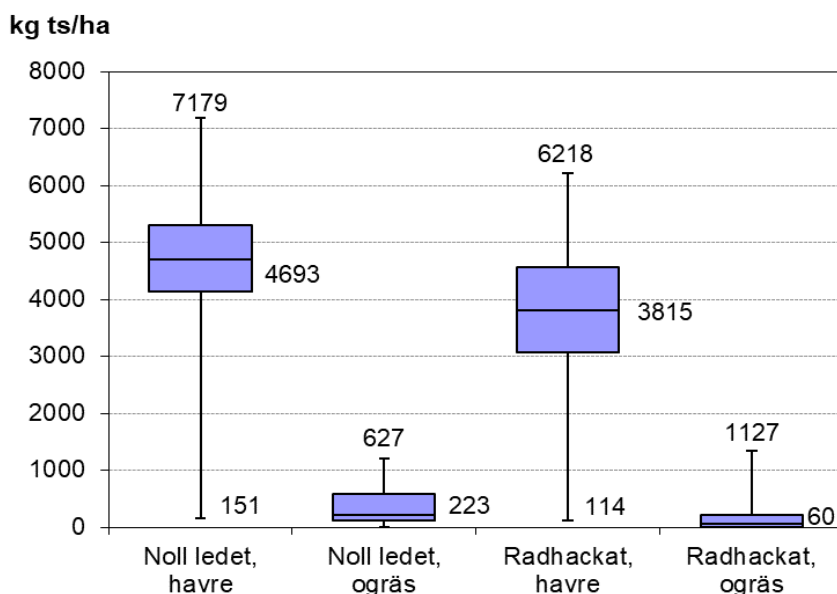
Havren och ogräsen hade var för sig större totalbiomassor i noll-ledet än i det radhackade ledet. Delprovet med störst biomassavikt för havre uppkom i noll-ledet, delprov nummer 26 och hade en biomassavikt på 7179 kilogram ts per hektar. I samma delprov var däremot biomassavikten för ogräsen liten och låg på 100 kilogram ts per hektar. Det delprov där havren hade lägst biomassavikt var delprov nummer 14 i noll-ledet, biomassavikten uppkom endast till 151 kilogram ts per hektar. Ogräsprovet från samma delprov hade en biomassavikt på 223 kilogram ts per hektar, drygt 70 kilogram ts per hektar mer biomassavikt än havren. Medianen för havre ligger på 4693 kilogram ts per hektar och för ogräsen på 223 kilogram ts per hektar för noll-ledet. (Figur 4)

Den lägsta biomassan i noll-ledet för ogräsen fanns runt mitten av försöksledet och nära slutet av försöksledet (delproven nummer 17 och nummer 36). Dessa delprov hade en biomassavikt på noll kilogram ts per hektar. Den största biomassavikten, 1207 kilogram ts per hektar för ogräsen i noll-ledet fanns i delprov nummer åtta. I samma delprov låg biomassan för havre på 3215 kilogram ts per hektar. (Figur 4)

Delprovet där havren hade störst biomassavikt i det radhackade ledet var delprov nummer 21, där biomassavikten var 6218 kilogram ts per hektar. I samma delprov låg biomassavikten för ogräsen på 170 kilogram ts per hektar. Den minsta biomassavikten för havre fanns i delprov nummer 11, med en biomassavikt på 114 kilogram ts per hektar. Här var ogräsens biomassavikt 129 kilogram ts per hektar, det vill säga 15 kilogram ts per hektar större än

havrens biomassa ur samma delprov. Ogräsens minsta biomassa i det radhackade försöksledet var på flera håll noll kilogram ts per hektar, detta uppkom i delproven: 13, 15, 17, 19, 20, 28, 29, 31 och 35. Ogräsens absolut största biomassa fanns i ett delprov från det radhackade försöksledet, nummer sju, där biomassa var 1350 kilogram ts per hektar. I samma delprov nådde havren en biomassaskörd på 4003 kilogram ts per hektar. Medianen för det radhackade ledet uppnår 3815 kilogram ts per hektar för havre och 60 kilogram ts per hektar för ogräs. (Figur 4)

De största och minsta värdena för havren samt ogräsen har sammanställts i figur 3, där också medianen framkommer samt interkvartil räckvidd, i form av de blå lådorna. Interkvartil räckvidd innebär 25 procent av värdet (den undre kvartilen eller lådan) och 75 procent av värdet (den övre kvartilen eller lådan). Lådan innehåller 50 procent av värdena och strecket som skär igenom lådan är medianen.



Figur 3. Maximi- och minimivärdet, interkvartil räckvidd och medianen för havre och ogräs i de två försöksleden.

Om man jämför de största biomassaavikterna för ogräs från respektive led med varandra (delprov åtta i noll-ledet respektive sju i det radhackade ledet), kan man se att den maximala ogräsbiomassa var drygt 150 kilogram ts per hektar högre i det radhackade ledet. Dessutom togs dessa delprov från nästan samma plats geografiskt sett.

Det de båda leden också hade gemensamt var en biomassaavikt på noll kilogram ts per hektar för ogräs i delprov nummer 17. Det andra delprovet i noll-ledet som hade en biomassaavikt på noll kilogram ts per hektar var delprov nummer 36. Delprov nummer 36 i det radhackade

ledet hade en ogräsbiomassavikt på 71 kilogram ts per hektar. Delprov nummer 35 hade noll kilogram ts per hektar i det radhackade ledet och 165 kilogram ts per hektar i noll-ledet. De övriga delprovplatserna för det radhackade ledet som hade en ogräsbiomassavikt på noll kilogram ts per hektar, hade från samma delprovställen i noll-ledet en varierande ogräsbiomassavikt mellan åtta kilogram ts per hektar till 832 kilogram ts per hektar. Alla delprovers torrsubstans biomassavikter för de båda försöksleden och dess trender, kan ses i figur 4.

Delprov	Noll-ledet, havre	Radhackat, havre	Noll-ledet, ogräs	Radhackat, ogräs
1	5088	3397	95	266
2	4620	3781	192	413
3	5304	516	229	65
4	4588	3040	170	223
5	4105	2229	843	427
6	4262	5056	354	28
7	4482	4003	718	1350
8	3215	3152	1204	71
9	2939	1966	811	529
10	2876	2094	1055	756
11	3765	114	129	828
12	5503	2426	232	226
13	2298	3013	696	0
14	151	3461	223	495
15	5848	4531	1	0
16	6955	4543	31	12
17	5847	4626	0	0
18	4680	4854	153	55
19	5167	3322	274	0
20	4020	3848	362	0
21	4160	6218	1007	170
22	4507	4640	224	74
23	6218	4206	117	85
24	6003	6149	134	161
25	5110	4651	896	91
26	7179	3867	10	1
27	5628	5214	5	37
28	4792	5386	1	0
29	4544	2458	832	0
30	4340	3138	537	82
31	1738	2692	515	0
32	4728	4541	3	6
33	4707	3777	118	22
34	5134	4989	28	4
35	5329	4241	165	0
36	4490	4286	0	71
37	4962	3479	284	4
38	4908	4037	456	29
39	5550	3501	152	2
40	3457	3071	852	224

Klass	Färgskalans intervaller för havre kg ts/ha	Färgskalans intervaller för ogräs kg ts/ha
1	0-1499	0-199
2	1500-2999	200-399
3	3000-4499	400-599
4	4500-5999	600-799
5	>6000	>800

Figur 4. Provtagningarnas skörd i kilogram ts per hektar. Skördenivåerna är indelade i fem viktklasser som kan ses som färgintervaller, ju mörkare färg desto större skörd.

### 5.3 Ogräsarter på försöksfältet

Ogräsarterna dokumenterades inte skilt för sig, utan som en helhet över båda försöksleden. Då ett ogräsdelprov hade mycket biomassa av ett eller flera ogräs noterades detta för att få dokumenterat vilka ogräsarter som var mest förekommande på skiftet. Det mest förekommande ogräset var kvickrot. Kvickrot hade en stor biomassa i sammanlagt 15 delprover över försöksleden. Maskros, det andra vanligaste ogräset, noterades i fem delprover överskridande för de båda försöksleden. Det tredje mest allmänna ogräset var vicker som noterades i två delprover av 69 ogräsdelprover. I övrigt fanns det ett delprov med en stor biomassa av åkertistel och i ett annat delprov var svinmållan påtagligt förekommande.

## 6 Diskussion

Enligt resultaten från fältförsöket som utfördes under växtsäsongen 2018 var skördemängden för havre (4580 kilogram ts per hektar) och ogräs (353 kilogram ts per hektar) större i noll-ledet än i det radhackade ledet (3829 kilogram ts per hektar respektive 170 kilogram ts per hektar). Den högre havreskörden i noll-ledet kan delvis förklaras av en högre utsädesmängd, eftersom skörden ökade österut från mitten av provrutan. Den huvudsakliga orsaken till att radhackning, i kombination med ett större radavstånd, inte ledde till positiva skördeeffekter är att det befintliga växtutrymmet inte kunde utnyttjas optimalt av havren. En annan orsak kan vara att kvävemineraliseringen som sker vid radhackning uteblev på grund av torkan.

Vårsådd stråsådd reagerar i allmänhet negativt på radavstånd som är större än 25 centimeter, i synnerhet om det större radavståndet inte i tillräcklig utsträckning kompenseras av bandsådd eller dubbelrader. I detta aktuella fall var radavståndet 33 centimeter. Valet av 33 centimeters radavstånd var en följd av tidigare erfarenheter och jordbrukarens vana. Ett radavstånd på 33 centimeter kan enbart motiveras med att ogrästrycket, främst från

åkertisteln, är stor och att man vill komma åt att radhacka en så stor totalyta som möjligt. I det aktuella försöket förekom åkertistel bara på ett fåtal platser i fältet, radhackningens positiva och potentiellt skördehöjande effekt mot tistlar kunde därför inte komma till uttryck i form av en högre havreskörda i det radhackade ledet.

Variationerna i havreskörden och ogräsförekomsten följde i båda försöksled samma mönster. Detta kan förklaras med att försöksrutornas längd resulterade i en geografisk variation av markens bördighet. Variationer i bördighet kan orsakas av varierande vattenhushållning, markstruktur, pH-värde, växtnäringskoncentration och plöjningsdjup. Båda försöksled låg parallellt med varandra och de påverkades uppenbarligen på samma sätt av dessa bördighetsvariationer. Bördighetsvariationerna ökade snarast resultatens giltighet, eftersom de medgav en större ekologisk gaffel.

Samtidigt var ogräsförekomsten i försöksrutorna så liten att radsådd på 12,5 centimeter inte bara resulterade i en mera jämnfördelad gröda, utan också i en tillräcklig konkurrenskraftig gröda. Orsakerna till ett lågt ogrästryck kan vara lämpliga växtföljder och jordbearbetningsåtgärder. En möjlig orsak kan vara att ogräsen påverkats av torkan mer än grödan. Detta bekräftas dock inte av Riesinger (2006, s. 77-78), där det framkommer att ogräs har en förmåga att anpassa sig till ogynnsamma förutsättningar bättre än vad grödan kan.

Den statistiska analysen som utfördes för det aktuella försöket, ifrågasatte hypotesen om att radhackning har en positiv effekt på havreavkastningen. En bidragande orsak till den lägre havreskörden i det radhackade ledet kan vara att en av bearbetningen stimulerade mineraliseringen av kväve uteblev på grund av den rådande torkan. Fogelfors (2015, s. 275-276) påpekar att det i försommartorra områden är extra viktigt att mylla ner gödseln för att garantera att näringsämnen blir växttillgängliga. Detta gäller i synnerhet organiska gödselmedel.

I sammanfattningen av litteraturstudierna framkommer det att om man anpassat radhackningstidpunkten till att få en optimal bekämpningseffekt på åkertistel, är det för sent för att få en optimal effekt mot kvickrot. I resultatet från det aktuella försöket visade det sig att kvickrot var det mest förekommande ogräset i båda försöksleden. Det var enbart ett delprov som hade en noterbar stor mängd åkertistel, med andra ord kan radhackan ha haft god effekt på åkertisteln eller så är åkertisteln inte ett allmänt ogräs på skiftet.

Torkan kan uteslutas som en orsak för att åkertisteln i stora drag saknades på skiftet, eftersom åkertisteln kan skjuta nya skott också under torra väderleksförhållanden. Med hänvisning till

Lundkvist och Fogelfors (1999) konstateras vid ett försök vid Sveriges lantbruksuniversitet att bäst effekt av radhackning på åkertistel fås i bestånd med normalt radavstånd. Enligt denna undersökning hade ett större radavstånd gett sämre konkurrenskraft mot åkertistel och samtidigt en minskad avkastning. Enligt detta specifika försök hade skillnaderna dessutom gett en skördeminskning på åtta procent då radavståndet ökats från 12,5 centimeter till 25 centimeter (Nordenhäll, 2006).

Även om System Cameleon är utrustad med GPS-funktion och kamerautrustning kan också missar vid radhackning ha skett. En del av havreplantorna kan ha myllats vid första hackningen eller hackats bort vid första och andra hackningen. Enligt svenska försök ska varken ogräsharvning eller radhackning ge skördeminskningar och beståndet ska inte påverkas betydligt av behandlingarna. I det aktuella försöket kan ändå missar ha skett i och med att radhackningarna utfördes av en oerfaren chaufför, som enbart utfört radhackning på några hektar innan hon antog sig behandlingen av den radhackade försöksrutan.

## 7 Slutsatser

Hypotesen inför försöket var att radhackning med System Cameleon i kombination med 33 centimeters radavstånd ger större havreavkastning och mindre ogräsförekomst än sådd på 12,5 centimeter utan radhackning. Denna hypotes har delvis besannats, eftersom radhackning gav lägre ogräsförekomst än vad noll-ledet gav, däremot var havreskörden större i noll-ledet. Orsaken till den lägre havreskörden i det radhackade ledet är i första hand det stora radavståndet vid sådd (33 cm). Ju större radavstånd, desto mera ojämnt fördelas grödan över ytan, och desto mindre möjlighet har grödan att utnyttja det totalt befintliga utrymmet. Enligt tidigare forskning påverkar ett radavstånd på 25 centimeter inte ännu skörden av vårsäd negativt, åtminstone inte inom den ekologiska odlingen där skörden ofta begränsas av andra faktorer, som växtnäringstillgång och ogräsförekomst. Ökas radavståndet till 33 centimeter, så får man också vid ekologisk odling räkna med en sämre skörd i stråsäd om inte raden breddas. Val av två upprepade radhackningar får understöd från sammanfattningen av de svenska försöken, flera upprepningar har bättre ogräseffekt.

Försöksdesignen var inte optimal med tanke på upprepningarna. Mest trovärdigt resultat skulle ha fåtts om etableringen skett i form av ett blockförsök, med upprepningar av små

provrutor än i form av smårutor som låg efter varandra över hela skiftets bredd. Då skulle provrutorna möjligtvis ha legat på ett, med avseende på markbördigheten, mera enhetligt område. Å andra sidan har den valda designen testat effekten av radhackning under mera varierande förhållanden.

Vid etablering av försöksrutor är det viktigt att de maskiner som används testas före. Det rådde tvivel om att såmaskinen, Väderstad Rapid, höll sig till den i början uppmätta utsädesmängden, eftersom den visade tendenser till att öka då vridprov utfördes på nytt i ett senare skede. Man borde alltså först ha sått någon hektar med Väderstad Rapid innan fältförsöket etablerades, så som det gjordes med System Cameleon i detta försök. Man borde också ha graderat antalet plantor per försöksled, innan radhackningen utfördes. Kunskap om hur man ska handskas med både såmaskin och radhacka borde alltid prioriteras för att inte effekter av eventuella mänskliga misstag påverkar försöksresultaten.

En investering av radhacka på ekologiska gårdar kan motiveras med att radhackning ger bättre effekt på åkertistel än vad en ogräsharv gör enligt svenska försök. Men enligt andra försök har både radhackan och ogräsharven samma effekt på åkertistel. Det skulle vara intressant att testa effekterna av dessa alternativ. Rent allmänt gäller att positiva effekterna av mekanisk ogräsbekämpning på stråsådens avkastning med större säkerhet nås på sådan åkermark där det råder problem med ogräs.



## Tack!

Jag vill tacka **Paul Riesinger**, för hjälp med arbetet att skörda försöksrutorna i gassande sol under sommarens varmaste dag. Jag är dessutom mycket tacksam för hjälpen med att sortera, torka och väga delproverna. Utöver den praktiska hjälpen jag fått vid samlandet provtagningen samt behandlingen av dem, vill jag också tacka för handledning och språkgranskning.

Jag vill också tacka **Mathias Weckström**, för svar på de uppgifter och frågor som behövt besvaras under arbetsprocessen. Jag är också tacksam för planeringen, uppläggning och skötsel av försöksrutorna som Weckström ansvarat för.

Tack till **Andreas Lindén** för hjälp med statistikproblem och framställning av grafer och tabeller.

Slutligen vill jag tacka **Anna Silén**, för korrekturläsning, kommentarer, åsikter och synpunkter.

## 8 Källförteckning

Alsted, B. u.å. *Ogräs är ett växande problem.* (Online)

<https://www.lantmannenmaskin.se/Documents/produktbroschyrer/einbock/MEKANISK%20OGR%C3%84SBEK%C3%84MPNING.pdf> (hämtad: 17.3.2019)

Ascard, J. 2015. *Ekologisk grönsaksodling på friland, Ogräsreglering.* Jordbruksverket (JV). s. 8. (Online)

[https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7bbb6f8314e22444e2e8723e/1435236869005/p10\\_9\\_2.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.7bbb6f8314e22444e2e8723e/1435236869005/p10_9_2.pdf) (hämtad: 12.3.2019)

Fogelfors, H. 2015. *Vår mat.* Upplaga 1:1. Polen: Dimograf. s. 274-283.

Hannukkala, A., Knuutila, J., Koskimies, H., Markkula, I. och Vanhala, P. 2000. *Växtskydd för eko-åkern.* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 78-92.

Jalli, H., Lötjönen, T., Vanhala, P., u.å. *De allmännaste roto-gräsen samt bekämpning av dem.* Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi (Luke, naturresursinstitutet). s. 2-5.

Jordbruksverket (JV). 2019. *Mekanisk ogräsbekämpning i ekologisk odling.* (Online)

<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ekologiskproduktion/vaxtodling/ogras/mekaniskbekampning.4.389b567011d9aa1eeab8000972.html> (hämtad: 16.3.2019)

Källander, I. och Ögren, E. 2005. *Ekologiskt lantbruk (Odling och djurhållning).* Danmark: Nørhaven Book. s. 149-156.

Meteorologiska institutet, *statistik för temperatur och nederbörd.* (Online)

<https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/statistik-fran-och-med-1961> (Hämtad: 19.2.2019)

Nordenhall, s. 2006. *Åkertistel – biologi och icke-kemisk bekämpning.* Examensarbete. Sveriges lantbruksuniversitet. (Online)

[https://stud.epsilon.slu.se/11287/1/nordenhall\\_s\\_171010.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/11287/1/nordenhall_s_171010.pdf) (hämtad: 23.3.2019)

Pedersen, T.R. 2010. *Starta eko. Växtodling.* Jordbruksverket (JV). s. 3. (Online)

<http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN10-07/JIN10-07.PDF> (hämtad: 13.3.2019)

Riesinger, P. 2004. Radhackning. *Lantmän och Andelsfolk*, 5. s. 10-12.

Riesinger, P. 2004. Ogräsharvning. *Lantmän och Andelsfolk*, 5. s. 6-7.

Riesinger, P. 2006. *Grunder för ekologisk växtodling (Del III Jordbearbetning och ogräsreglering)*. Vasa: FRAM. s. 78-110.

Riesinger, P. 2015. *Integrerad reglering av fleråriga ogräs – med fokus på kvickrot*. *Lantmän och Andelsfolk*, 8. s. 26-27. (Online) [http://www.luomuliitto.fi/hallinta/wp-content/uploads/2015/03/Riesinger-web-Integrerad-bek%C3%A4mpning-av-kvickrot-LL\\_sv-1.pdf](http://www.luomuliitto.fi/hallinta/wp-content/uploads/2015/03/Riesinger-web-Integrerad-bek%C3%A4mpning-av-kvickrot-LL_sv-1.pdf) (hämtad: 13.3.2019)

Ståhl, P. och Dock-Gustavsson, A-M. 2006. *Bekämpning av åkertistel i ekologisk odling*. Hushållningssällskapet. (Online) [http://www.vaxteko.nu/html/sll/hs\\_e\\_lan/utan\\_serietitel\\_hs\\_e\\_lan/UST06-21/UST06-21.PDF](http://www.vaxteko.nu/html/sll/hs_e_lan/utan_serietitel_hs_e_lan/UST06-21/UST06-21.PDF) (hämtad: 14.3.2019)

Ståhl, P., Stoltz, E., Wallenhammar, A-C. 2016. *Klimatrobusta odlingssystem med radhackning mot rot- och fröogräs i stråsäd (SLF). Bekämpning av rot- och fröogräs och utveckling av odlingstekniken på breda radavstånd i höstvetete (SL)*. Hushållningssällskapet Rådgivning Agri AB. (Online) <http://www.lantbruksforskning.se/projektbanken/klimatrobusta-odlingssystem-med-radhackning-mot-ro/> (hämtad: 12.3.2019)

Ståhl, P., Stoltz, E. och Wallenhammar, A-C. 2017. *Ökad skörd och odlingssäkerhet med optimerad fördelning av utsädet i raden vid sådd på 25 cm radavstånd*. Slutrapport för Svenskalantbrukssällskapens förbund, Hushållningssällskapet.

Weidow, B. 1993. *Ogräs*. Stockholm: LTs förlag. s. 126-148.

Bilaga 1. Väderleken för försöksperioden 2018 i Ekenäs.

Datum	Maj		Juni		Juli	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm
1.	8	8	26		21	
2.	10	16	27		20	
3.	12	2	27		17	24
4.	10		18		20	
5.	14		13		20	1
6.	16		14		21	2
7.	18		14		23	
8.	19		18		24	
9.	17		19		20	
10.	17		16		21	
11.	23		17		22	
12.	27		19		24	
13.	26		20		28	
14.	28		21		28	
15.	29		22		29	
16.	28		24		30	
17.	29		22		31	
18.	22		23		30	
19.	21		20	7	30	
20.	23		17	2	22	
21.	24		16	12	26	
22.	22		11	3	26	
23.	23		16		28	
24.	24		18		30	
25.	24		18		29	
26.	21		21		27	
27.	23		22		26	
28.	24		24		27	
29.	25		19	6	27	5
30.	26		21		29	
31.	26				30	



Bilaga 3. Skillnaderna räknade mellan varje delprov separat för havre och ogräs.

Delprov	havre	havre (ts)	ogräs	ogräs (ts)
1	-45,44	-42,26	4,57	4,26
2	-22,57	-20,99	5,94	5,54
3	-3,94	-3,66	-4,39	-4,1
4	-41,6	-38,69	1,4	1,31
5	-50,42	-46,9	-11,14	-10,4
6	21,32	19,83	-8,75	-8,16
7	-12,88	-11,98	16,94	15,81
8	-1,71	-1,59	-30,35	-28,32
9	-26,14	-24,31	-7,57	-7,06
10	-21,02	-19,55	-8,01	-7,48
11	-98,16	-91,28	18,72	17,46
12	-82,73	-76,93	-0,16	-0,16
13	19,22	17,87	-18,66	-17,41
14	88,98	82,75	7,3	6,81
15	-16,03	-32,91	-0,04	-0,037
16	-64,84	-60,3	-0,49	-0,46
17	-32,82	-30,52	0	0
18	4,67	4,35	-2,62	-2,45
19	-49,6	-46,13	-7,34	-6,85
20	-4,62	-4,3	-9,7	-9,05
21	55,33	51,46	-22,44	-20,93
22	3,59	3,34	-4,02	-3,75
23	-54,09	-50,3	-0,87	-0,81
24	3,92	3,65	0,72	0,67
25	-12,35	-11,48	-21,58	-20,11
26	-89,04	-82,81	-0,24	-0,222
27	-11,13	-10,35	0,85	0,79
28	15,97	14,85	-0,02	-0,019
29	-56,07	-52,14	-22,3	-20,81
30	-32,33	-30,06	-12,2	-11,39
31	25,65	23,85	-13,8	-12,88
32	-5,05	-4,69	0,1	0,095
33	-25	-23,25	-2,57	-2,4
34	-3,9	-3,63	-0,65	-0,61
35	-7,74	-27,2	-4,43	-4,13
36	-5,47	-5,09	1,9	1,77
37	-39,87	-37,082	-7,49	-6,99
38	-23,42	-21,78	-11,44	-10,67
39	-55,09	-51,24	-4,01	-3,743
40	-10,37	-9,65	-16,8	-15,68
<b>Medeltal</b>	-19,1698	<b>-18,7776</b>	-4,891	<b>-4,56415</b>
<b>SD</b>	36,5422	<b>34,04312</b>	9,996618	<b>9,325922</b>