



Värdet av örtrika kantzoner i jordbruket

En kvalitativ och monetär värdering av den pollinering och biologisk kontroll som örtrika och gräsbeklädda kantzoner bidrar med i jordbruket

MALIN LÖFGREN 2020
MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET
INTERN HANDLEDARE | YANN CLOUGH
EXTERN HANDLEDARE | FILIP HVITLOCK



Figuromslag: Glarcombe. u.å. Clover field margin wildlife free photo. [fotografi].
www.needpix.com/photo/download/458597/clover-field-margin-wildlife-insects-bee-grass-margin-green-field [2020-01-07].



LUNDS
UNIVERSITET

WWW.CEC.LU.SE
WWW.LU.SE

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för miljö- och
klimatforskning
Ekologihuset
223 62 Lund

Abstract

Within the agricultural landscape, food production has been rendered more efficient through mechanization and the use of pesticides and fertilisers. These developments has had a negative impact on the biodiversity and the ecosystem services that a high biodiversity contributes to. The establishment of field margins can improve the biodiversity and ecosystem services such as pollination and biological pest control.

The aim of this study was to examine if flower rich field margins contribute to a higher amount of pollination and biological pest control than grassy field margins. The aim was also to evaluate the effects of the field margins economically, making a monetary assessment of the value of pollination and biological pest control presented in Swedish krona.

A literature review was performed together with an evaluation of the monetary value of pollination and biological pest control based on two case studies. The economic value of pollination and biological pest control was then calculated based on their impact on crop yield.

The results showed that flower rich field margins contributed to a higher amount of pollination and biological pest control, within the agricultural field, than grassy field margins. The average income of pollination services were calculated to 48 kr per meter and year established flower rich field margin and 10 kr per meter and year established grassy field margin. The average income for biological pest control were 1.24 kr per meter and year established flower margin and 0 kr per meter and year grassy field margin.

It was concluded that flower rich field margins contribute with a higher amount of pollination and biological pest control than grassy field margins within the adjacent field. Further studies at a larger scale would be needed to determine their impact within the larger agricultural landscape.

Keywords: Ecosystem services, pollination, biological pest control, economic value, agriculture, flower margin, grass margin.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Värdet av örtrika kantzoner i jordbruket

Den vanligaste typen av kantzon som finns i jordbruket idag är kantzoner täckta av gräs. Dessa monokulturer utgör en del av ett större problem i jordbrukslandskapet. Ändrad markanvändning och användningen av bekämpningsmedel och konstgödsel leder idag till en minskad biodiversitet och att dyrbara ekosystemtjänster går förlorade. Etableringen av kantzoner berikade med blommande örter visade sig genom denna studie öka mängden pollination och biologisk kontroll av skadegörare i skörden. Den ökade effekten från den örtrika kantzonen översattes även till intäkter i svenska kronor per meter etablerad kantzon för att på ett tydligt sätt beskriva dess nytta.

Pollinering är en av de viktigaste ekosystemtjänsterna som finns i jordbrukslandskapet och vi är beroende av den för skörden av många av våra grödor och frukter. Biologisk kontroll av skadegörare kan i sin tur öka mängden skörd samtidigt som behovet av bekämpningsmedel minskar. Dessa två ekosystemtjänster är idag hotade i jordbrukslandskapet till följd av ändrad markanvändning och användningen av bekämpningsmedel och konstgödsel.

En av åtgärderna för detta är att etablera gynnsamma miljöer för pollinatörer och naturliga fiender till skadegörare. Att åtgärda problemet är idag så pass viktigt att myndigheter betalar ut ekonomiskt stöd till jordbrukare som gör något åt det. Kantzoner utgör en av dessa miljöer som kan etableras för att gynna specifika intressen men de flesta kantzoner idag är endast täckta med gräs. Fokus i denna studie ligger på att ta reda på skillnaderna mellan gräsbeklädda kantzoner och kantzoner som är berikade med blommande örter för att se vilken som bidrar med störst mängd pollinering och biologisk kontroll i jordbruksfältet. Att beskriva ekosystemtjänsternas värde monetärt är viktigt för att på ett tydligt och enkelt sätt förmedla deras värde. Detta görs genom den monetära värderingen av ekosystemtjänsterna pollinering och biologisk kontroll som örtrika och gräsbeklädda kantzoner bidrar med till jordbrukslandskapet.

Resultatet visade att örtrika kantzoner bidrog till en större mängd pollinering och biologisk kontroll i det intilliggande jordbruksfältet. Örtrika kantzoner bidrog även med en högre medelintäkt än gräsbeklädda kantzoner för både pollinering och biologisk kontroll.

Resultatet visar att fler bör etablera örtrika kantzoner för att gynna pollinatörer och för att minska mängden skadegörare i jordbruket. Den monetära värderingen gör det möjligt att beskriva värdet av pollinering och biologisk kontroll som örtrika kantzoner bidrar med i svenska kronor. Det bör underlätta för beslutsfattare om någon typ av miljöersättning bör betalas ut till bönder för etableringen av örtrika kantzoner.

Innehållsförteckning

Abstract 3

Populärvetenskaplig sammanfattning 5

Värdet av örtrika kantzoner i jordbruket 5

Innehållsförteckning 7

Inledning 9

Syfte 12

Frågeställningar 12

Avgränsningar 12

Etisk reflektion 13

Metod 15

Datainsamling 15

Databearbetning 17

Resultat 21

Monetär värdering 21

Effektdiagram 21

Beräkning av medeleffekt 26

Medeleffekt omsatt till intäkt i svenska kronor 28

Pollinering 32

Monetär värdering 33

Biologisk kontroll 34

Monetär värdering 35

Diskussion 37

Pollinering 37

Biologisk kontroll 39

Slutsats 41

Tack 43

Referenser 45

Inledning

Jordbruket har genomgått stora förändringar till följd av industrialiseringen, då produktionen effektiviserades genom mekanisering och användandet av konstgödsel och bekämpningsmedel. Utvecklingen har dock skett på bekostnad av den biologiska mångfalden och de ekosystemtjänster som ett diversifierat landskap bidrar med, både på stor och liten skala (Dänhardt et al., 2013, Mkenda et al., 2019, Piffner and Wyss, 2004).

Pollineringen av grödor och biologisk kontroll av skadegörare i fältet är två ekosystemtjänster som har påverkats negativt av jordbrukets utveckling (Dänhardt et al., 2013). Pollinering är den biologiska process, genom vilken växter förökar sig. Växter kan självpollinera, vindpollineras eller få hjälp med sin pollinering av pollinatörer (Borgström et al., 2018). Globalt är ca 75 % av alla grödor beroende av pollinatörer i någon mån för sin fortplantning och ca 90 % av de vilda växterna (Borgström et al., 2018). Värdet av skörden från grödor beroende av pollinering estimeras globalt till mellan 235-577 miljarder amerikanska dollar per år (IPBES, 2016). En stabil tillgång på, och en hög mångfald av pollinatörer är därför viktigt för att säkra livsmedelsproduktionen. Populationer av pollinatörer minskar globalt till följd av en ändrad markanvändning, ett mer intensivt jordbruk och användningen av bekämpningsmedel och konstgödsel (IPBES, 2016). Pollinatörer i Sverige utgörs främst av insekter i artgrupperna bin blomflugor och fjärilar. De har alla påverkats av jordbrukets utveckling och många arter i dessa grupper är idag rödlistade, delvis till följd av att deras levnadsmiljöer försvinner och fragmenteras (Borgström et al., 2018).

Biologisk kontroll är bekämpningen av skadegörande djur och växter genom att aktivt gynna deras naturliga fiender (Holland et al., 2016, Dänhardt et al., 2013). I jordbrukslandskapet sker detta ofta genom etablering av gynnsamma miljöer som förser naturliga fiender med skydd och föda (Holland et al., 2016, Dänhardt et al., 2013). De naturliga fienderna till skadegörare utgörs ofta av olika typer av rovlevande insekter, parasitoider (organismer som parasiterar på andra organismer) och patogener (Dänhardt et al., 2013). Biologisk kontroll har visats kunna bidra med ekonomiska fördelar till jordbrukare, då både skadan på skörden och behovet av kostsamma bekämpningsmedel minskar (Dänhardt et al., 2013). Antalet och mångfalden av naturliga fiender hotas idag av förlusten av naturliga levnadsmiljöer och användningen av bekämpningsmedel och konstgödsel (Piffner and Wyss, 2004).

För att hejda den negativa utvecklingen använder sig EU idag av The Common Agricultural Policy (CAP). CAPs huvudsakliga mål är att verka för bönders intressen, en säkrad produktion av livsmedel och hållbarhetsfrågor i jordbrukslandskapet (European Commission, 2019b). Som en del av arbetet med hållbarhetsfrågor betalar CAP ut ekonomiskt stöd för etableringen av miljöer som gynnar mångfalden eller har andra fördelar för miljön. Stödet betalas ut till jordbrukare genom program drivna av landets egna myndigheter (European Commission, 2019a). De som ansvarar för utbetalning av ekonomiskt stöd i Sverige är Jordbruksverket (Karlsson and Wallander, 2018).

Kantzoner är ett mycket vanligt inslag i jordbrukslandskapet och etableringen av dem är en av de åtgärder som går att söka miljöersättning för av Jordbruksverket (Haldén, 2019). Kantzoner definieras i denna studie som linjära remsor av icke brukad mark placerade längs med åkerns kant (figur 1). Kantzoner etableras bland annat för att underlätta framkomligheten för jordbrukaren, utöka pollineringen av grödor, den biologiska kontrollen, fågelbeståndet, biodiversiteten samt för att minska läckage av näringsämnen och bekämpningsmedel till vattendrag (Marshall and Moonen, 2002). Den vanligaste typen av kantzon är den gräsbeklädda kantzonen som idag ofta utgör det enda semi-naturliga habitatet för insekter och andra djur i jordbrukslandskapet (figur 1)(Holland et al., 2016). Gräsbeklädda kantzoner anläggs genom att gräs och ogräs tillåts etablera sig naturligt, eller genom aktiv sådd av olika grässorter (Holland et al., 2016).

Etableringen av örtrika kantzoner är en relativt ny lösning som många använder sig av för att öka mångfalden i jordbrukslandskapet (Haaland et al., 2011). Örtrik kantzon är en blommande kantzon där blommor och örter har såtts eller tillåtits etablera sig naturligt på en kantzon alldeles intill jordbruket (figur 1). Vilka växtarter som etableras beror på vilket syfte man vill att kantzonen ska uppfylla. För att gynna pollinatörer i Sverige som honungsbin och humlor rekommenderas till exempel fröblandningar som innehåller baljväxter som klöver, käringtand, lusern och sötväppling (Haldén, 2019). Flera forskare i området är eniga om att örtrika kantzoner gynnar vissa arter och att de kan öka den biologiska mångfalden av både växter och djur i jordbrukslandskapet (Haldén, 2019, Haaland et al., 2011). Det råder dock delade meningar kring hur stor effekt örtrika kantzoner har på ekosystemtjänster och hur stor den effekten är i jämförelse med de traditionellt etablerade gräsbeklädda kantzonerna (Mkenda et al., 2019, Holland et al., 2016). Det finns även en brist på studier som undersöker hur stor effekten är på skörden, om den avtar med avståndet från kantzonen och det monetära värdet av ekosystemtjänster som örtrika och gräsbeklädda kantzoner kan bidra med.

Att kartlägga vilka ekosystemtjänster som örtrika kantzoner och gräsbeklädda kantzoner bidrar med till jordbruket, och utvärdera vilken typ av kantzon som har störst effekt på skörden, är viktigt för att kunna förse jordbrukare med vetenskapligt grundade motiveringar till vilken kantzon de bör etablera i sina

jordbruk. Att utvärdera effekter av ekosystemtjänster monetärt underlättar kommunikationen av deras värde. Det kan även utgöra beslutsstöd för de miljöersättningar som betalas ut av CAP i samarbete med Jordbruksverket.

I denna studie sammanfattas dagens forskningsläge och skillnaden i effekt mellan örtrika och gräsbeklädda kantzoner förtydligas. Studien utvärderar kantzonerna utifrån ekosystemtjänsterna pollinering och biologiska kontroll. Det genomförs även en monetär värdering av dessa tjänster baserad på två stycken fallstudier utförda på mindre skala.



Figur 1.

Exempel på hur etableringen av bägge kantzoner, örtrik kantzon (vänster) och en gräsbeklädd kantzon (höger) kan se ut intill ett jordbruksfält (Edkins, 2011).

Syfte

Syftet med studien är att utvärdera om örtrika kantzoner bidrar med en större mängd pollinering och biologisk kontroll i jordbrukets grödor än gräsbeklädda kantzoner. Syftet är även att presentera ekosystemtjänsternas värde monetärt utifrån de effekter som de har på jordbrukets skörd.

Frågeställningar

1. Bidrar örtrika kantzoner med en större mängd pollinering i jordbruket än gräsbeklädda kantzoner?
2. Bidrar örtrika kantzoner med en större mängd biologisk kontroll av grödor i jordbruket i jämförelse med gräsbeklädda kantzoner?
3. Vad är det monetära värdet av ekosystemtjänsterna pollinering och biologisk kontroll som örtrika och gräsbeklädda kantzoner bidrar med?

Avgränsningar

Arbetet utgör ett komplement till projektet Bizon, utfört av Ekologigruppen AB på uppdrag av Jordbruksverket i Sverige. I projekt Bizon etablerades örtrika kantzoner vid jordbruk i södra Sverige för att studera underhållet av dessa och vilka ekosystemtjänster som de kan bidra med till jordbrukslandskapet (Ekologigruppen, u.å.). Målet med projektet var att förse Jordbruksverket med underlag för att eventuellt betala ut ett ekonomiskt stöd för etableringen av örtrika kantzoner (Ekologigruppen, u.å.).

Studier utförda inom Europa användes endast i arbetet eftersom det antogs att förutsättningarna för att etablera kantzoner inom Europa var mer lika de i Sverige och därmed de i projekt Bizon. Antagandet baserades på det faktum att alla europeiska länder följer samma regelverk för skötseln av jordbruket vilket ökar likheterna mellan studierna (European Commission, 2019b).

En generalisering av örtrika kantzoner gjordes till att innefatta alla typer av kantzoner som innehåller blommande växter. Gräsbeklädda kantzoner generaliserades även till kantzoner täckta av gräs. Definitionen av örtrika och gräsbeklädda kantzoner varierade från studie till studie och genom att använda breda definitioner ökade mängden tillgänglig information.

Faktorer som kantzonens ålder, om den är permanent etablerad och hur skötseln ser ut försumrades i studien då dessa faktorer varierar mellan varje enskilt jordbruk och hade försvårat en sammanfattning av forskningsläget avsevärt.

Effekten av kantzonen uppskattades utifrån längden av kantzon etablerad intill åkerns kant. Kantzonens bredd antogs inte ha en betydande påverkan på skörden. Antagandet gjordes för att ytterligare avgränsa och underlätta för beräkningar i den monetära värderingen och grundar sig på resultat framtagna av Tschumi et al. (2016) där det konstaterades att bredden av kantzonen inte hade en betydelse för effekten på skörden.

Utvärdering av ekosystemtjänsterna som örtrika och gräsbeklädda kantzoner bidrar med begränsades till de två ekosystemtjänsterna pollinering och biologisk kontroll. Detta då pollinering och biologisk kontroll bedömdes ha en tydligare inverkan på skörden i jämförelse med andra ekosystemtjänster som till exempel förhindrat näringsläckage till intilliggande vattendrag.

Utvärderingen av ekosystemtjänsterna kvalitativt och monetärt utfördes på lokal nivå i det intilliggande jordbruket bredvid kantzonen, med fokus på effekten på skörden. Att avgränsa studien till en lokal nivå var nödvändigt för utförandet av den monetära värderingen som baserades på fallstudier utförda i liten skala.

Etisk reflektion

Som miljövetare strävar jag efter en ökad biodiversitet i jordbrukslandskapet och ett större miljöengagemang från både privatpersoner och myndigheter. Att jag studerar miljövetenskap kan därför anses göra mig partisk i mitt arbete och mitt förväntade resultat är att örtrika kantzoner bidrar med en större pollinering och biologisk kontroll i jordbruket än gräsbeklädda kantzoner.

För att försäkra att metoden utfördes på ett så objektivt sätt som möjligt vidtogs ett antal åtgärder. Neutrala sökord som t.ex. ”kostnad” och ”ekonomiskt värde” användes istället för ”vinst” i standardiserade databaser för att försäkra att resultatet av litteratursökningen inte var vinklat åt ett visst håll. Två veckors tid lades undan för litteratursökningen och kompletterande litteratursökningar gjordes kontinuerligt under studiens gång för att försäkra att ett så stort antal studier som möjligt gick igenom och att dagens forskning sammanfattades korrekt. Prioritering gavs till större litteraturstudier för att underlätta sammanfattningen av forskningsläget idag och ytterligare utöka antalet studier som resultatet grundar sig på.

Ett antal antaganden och generaliseringar gjordes under arbetets gång. Till exempel användes studier från hela Europa och inte enbart från södra Skåne.

Örtrika kantzoner likställdes med blomrika kantzoner för att säkerställa att det finns tillräckligt med information och studier för att genomföra litteraturstudien. Att alla antaganden, avgränsningar och osäkerheter redovisades tydligt var viktigt för att läsaren skulle kunna bedöma tillförlitligheten. Det är speciellt viktigt kring den monetära värderingen eftersom jag tror att många kan skumma igenom rapporten, hitta siffrorna och sedan använda dem som absoluta sanningar även om verkligheten är mer komplicerad.

Metod

Denna studie är en litteraturstudie utförd på uppdrag av Ekologigruppen AB med syfte att värdera de ekosystemtjänster som örtrika kantzoner kan bidra med i jordbrukslandskapet. Målet med uppsatsen är att presentera en sammanställning av tillgänglig litteratur i ämnet, samt en monetär värdering av ekosystemtjänsterna pollinering och biologisk kontroll. Arbetet är ett komplement till det praktiska arbetet utfört av Ekologigruppen AB i projekt Bizon på uppdrag av jordbruksverket. Mer om projekt Bizon går att läsa på Ekologigruppens hemsida: www.ekologigruppen.se/projekt/bizon-pollinatorernas-skyddszoner.

Datainsamling

Litteratursökningen inför arbetet utfördes under ca två veckors tid mellan den 4e november till den 24e november. Relevanta studier för arbetet lades dock även till kontinuerligt under projektperioden mellan den 4e november 2019 till den 7e januari 2020 för att utöka kunskapsbasen i studien. Sökning av relevant litteratur gjordes i databaserna LUBsearch, Web of science och Google Scholar.

Information inhämtades även från myndigheter och styrande organs hemsidor som Jordbruksverket och Europeiska kommissionen. Strax över 500 studier relevanta för ämnet togs emot från professor Yann Clough vid Centrum för miljö och klimatforskning vid Lunds Universitet. Vid genomgång av dessa studier jämfördes de parallellt med sökresultaten från databaserna för att säkerställa att exkludering av materialet endast genomfördes en gång.

Vid sökningar efter litteratur i databaser användes både svenska sökord och deras direkta översättningar på engelska (tabell 1).

Tabell 1.

Sökord på svenska och deras motsvarigheter på engelska. Ett sökord på svenska kan motsvara flera på engelska och vice versa.

Svenska	Engelska
Örtrik, blomrik	Flower, wildflower, forbs
Gräsbeklädd, grästäck	Grassy
Kantzön, skyddszön, åkerren	Field margins, strips
Jordbruk, skörd	Agriculture, farmland, farmed landscape, agro-ecosystems, crop, crop yield
Ekosystemtjänst	Ecosystem service
Biodiversitet, mångfald	Biodiversity, diversity, abundance
Biologisk kontroll, skadedjursbekämpning, naturliga fiender	Biological control, pest control, pest management, natural enemies
Pollinering, pollinatörer	Pollination, pollinators
Ekonomiskt värde, monetärt värde, kostnad	Economic value, cost

Kombinationer av sökord användes för att utöka antalet relevanta studier. De mest framgångsrika sökkombinationerna var:

Wildflower strip or field margin

Grassy strip or field margin

Biological control in the agricultural landscape

Pollination in crops

Economic value of crop yield

Databearbetning

Materialet, som till en början bestod av över 500 studier, bearbetades med hjälp av ett antal exklusionskriterier.

1. Till en början exkluderades studier utförda i länder utanför Europa. Förhållandena bedömdes vara för olika de i Sverige och skulle därför inte kunna appliceras på projekt Bizon.

2. Studier exkluderades baserat på titeln och nyckelordens relevans för ämnet. Studier uteslöts om fokus låg på fel typ av kantzon, på andra ekosystemtjänster än pollinering och biologisk kontroll eller om de var utförda i en annan miljö än jordbrukslandskapet.

3. Genomgång av de resterande studiernas abstract gjorde det möjligt att exkludera studier som endast riktade in sig på specifika arter av vissa insekter i en typ av kantzon. Istället föredrogs övergripande studier med jämförelser mellan örtrik och gräsbeklädd kantzon utifrån ekosystemtjänsterna pollinering och/eller biologisk kontroll.

4. Till grund för den monetära värderingen krävdes fallstudier där effekten av pollinering och/eller biologisk kontroll på skörden jämfördes mellan örtrik och gräsbeklädd kantzon. Det var även av intresse att se hur effekten berodde på avståndet från kantzonen, för att bedöma hur långt in i åkern som kantzonen har en effekt.

Av de ca 500 studierna mottagna av professor Yann Clough var det 74 stycken som han ansåg hade störst relevans för projektet. Genomgången av de 74 studierna redovisas i tabell 2.

Tabell 2.

Tillvägagångssättet med vilket 3 av fyra fallstudier togs fram inför den monetära värderingen av ekosystemtjänsterna pollinering och biologisk kontroll som örtrika och gräsbeklädda kantzoner bidrar med i jordbruket.

Antal studier (st)	Uteslutningsmetod	Sökord	Antal uteslutna studier (st)
74	Utförd utanför Europa	Alla länder utanför Europa	9
65	Genomläsning av titel och studiens angivna sökord med fokus på relevanta sökord	Sökord redovisade i tabell 1	11
54	Genomläsning av abstract med fokus på relevanta sökord	Effekt/ Effect Skörd Crop Skördestorlek/ Crop yield	39
15	Snabb genomläsning av studien med fokus på resultat och diskussion utifrån de relevanta sökorden	Effekt/ Effect Avstånd/ Distance Lokalt/ Local	9
6	Grundlig genomläsning av studien med fokus på att studera uppmätta effekter av pollinering eller biologisk kontroll beroende på avståndet från respektive kantzon in i åkern	Pollinatörer/ Polentors Naturliga fiender/ Natural enemies Densitet/ Density Distans/ Distance Effekt på skörden/ Effect on crop yield	3

Resultatet av genomgången av de 74 studierna kompletterades ytterligare med mindre strukturerade litteratursökningar i databaser och de resterande 426 studierna med samma tillvägagångssätt som punkt 1-3 samt de sökord som använts i tabell 2. Utförandet av den mindre strukturerade litteratursökningen resulterade i att ytterligare en fallstudie kunde användas i den monetära värderingen.

Litteratursökningarna resulterade i att sammanlagt fyra fallstudier valdes ut två för pollinering och två för biologisk kontroll.

Pollinering:

At what spatial scale do high-quality habitats enhance the diversity of forbs and pollinators in intensively farmed landscapes? Skriven av Kohler, Verhulst, Van Klink och Kleijn. Publicerad i Journal of applied ecology år 2008.

Wildflower strips enhance pollination in adjacent strawberry crops at the small scale skriven av Ganser, Mayr, Albrecht och Knop. Publicerad i Ecology and Evolution år 2018.

Biologisk kontroll:

Spill-over of pest control and pollination services into arable crops skriven av Woodcock, Bullock, McCracken, Chapman, Ball, Edwards, Nowakowski och Pywell. Publicerad i Agriculture, Ecosystems and Environment år 2016.

Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield skriven av Tschumi, Albrecht, Bärtschi, Collatz, Entling och Jacot. Publicerad i Agriculture, Ecosystems and Environment år 2016.

Resultat

Monetär värdering

Den monetära värderingen av ekosystemtjänsterna pollinering och biologisk kontroll delades upp och utfördes i tre steg: "Effektdiagram", "Beräkning av medeleffekt" och "Medeleffekt omsatt till intäkt i svenska kronor". Nedan redovisas metoden separat för pollinering och biologisk kontroll för varje steg.

Effektdiagram

Enheterna för effekten av pollinering och biologisk kontroll var olika mellan de olika fallstudierna. För att underlätta jämförelse mellan dem och för att studera hur effekten av pollinering och biologisk kontroll avtar med avståndet, upprättades effektdiagram med effekten i procent av den maximala effekten som funktion av avståndet i meter. Avståndet som menas är det från kantzonen in mot åkers mitt.

Pollinering

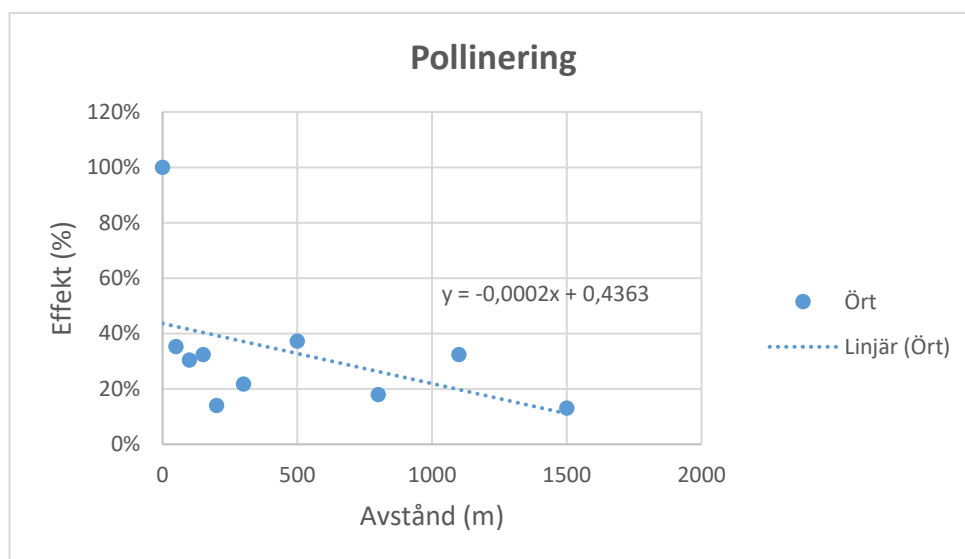
Kohler et al. (2008) mätte densiteten av bin och blomflugor vid avstånden 0, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 800, 1100 och 1500 m för fem stycken blomrika områden med en area på 10 x 10 m. Kohler et al. (2008) fann en ökad mängd av både bin och blomflugor på 0 m avstånd från de örtrika områdena men endast för blomflugor kunde en förhöjd densitet observeras vid 50 m. Skillnaden var då marginellt signifikant jämfört med kontrollen som utgjordes av lika stora områden som inte var berikade med örter (Kohler et al., 2008).

I denna studie beräknades pollineringseffekten i procent genom att densiteten för blomflugor och bin lades ihop för varje uppmätt avstånd. Det förutsattes att en ökad densitet av pollinatörer bidrog till en högre pollineringseffekt. Maxeffekten (100 %) baserades på densiteten av pollinatörer vid 0 m avstånd från de örtrika områdena. De örtrika områdena antogs kunna representera linjärt utformade örtrika kantzoner.

Effekten i procent beräknades genom att densiteten pollinatörer, för varje avstånd, dividerades med densiteten för den bestämda maxeffekten. För

kontrollen, som antogs representera en gräsbeklädd kantzon, angav studien endast ett medelvärde för densiteten av pollinatörer. Medelvärdet anpassades efter maxeffekten och subtraherades från varje beräknad effekt för den örtrika kantzonen.

Värdena för effekten som funktion av avståndet ställdes upp i ett effektdiagram (figur 2). För att underlätta jämförelse mellan diagrammen och för att försäkra att den monetära värderingen kunde utföras inom tidsramen för projektet krävdes en förenkling av sambandet. Sambandet mellan punkterna antogs därför vara linjärt och en trendlinje med ett linjärt samband togs fram mellan punkterna med hjälp av Excel (figur 2).

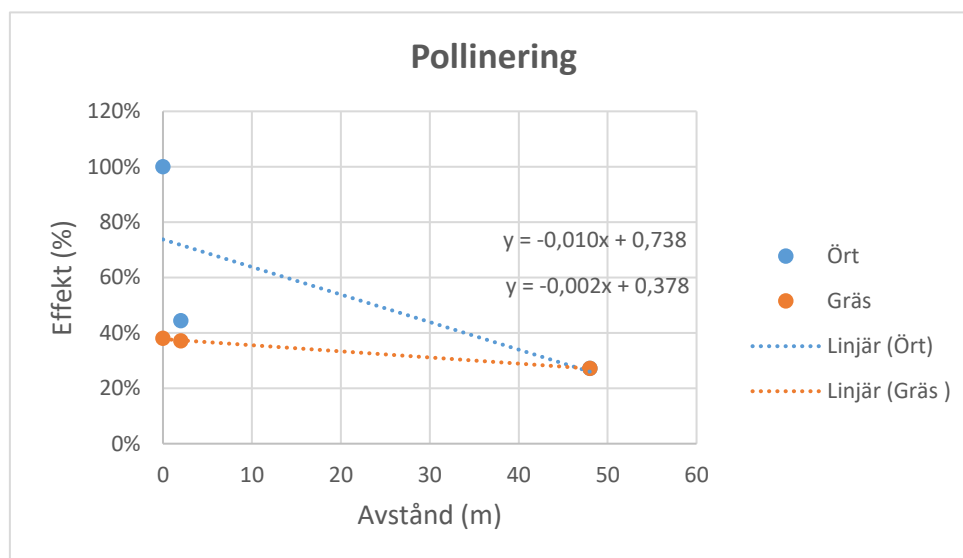


Figur 2.

Effekten av pollinering i jordbrukslandskapet i procent (%) som funktion av avståndet i meter (m) baserat på resultat framtagna av Kohler et al. (2008). Maxeffekten (100 %) motsvarar 10,13 pollinatörer per 5 m² på ett avstånd av 0 m från en blomrik yta med dimensionerna 10 m x 10 m.

Ganser et al. (2018) mätte mängden honungsbin, vilda bin, humlor och blomflugor i jordgubbsfält vars ena sida kantades av en örtrik kantzon (6 x 80 m) och den andra av en gräsbeklädd kantzon (5 x 80 m). Mätningar togs 0 m, 2 m och 48 m (mitten av fältet) från den örtrika kantzonen och 2 m och 48 m från den gräsbeklädda kantzonen. Ganser et al. (2018) fann att den totala mängden pollinatörer var högre i den örtrika kantzonen än i jordgubbsfältet. Men fann att det inte fanns en signifikant skillnad mellan mängden pollinatörer över de olika avstånden (Ganser et al., 2018). Endast mängden vilda bin var tydligt större i den del av jordgubbsfältet som låg närmast den örtrika kantzonen i jämförelse med mitten av fältet (Ganser et al., 2018). Antalet vilda bin var även något större i fältet intill den gräsbeklädda kantzonen i jämförelse med fältets mitt (Ganser et al., 2018).

Vid beräkningar av effekten i procent adderades den totala mängden pollinatörer för varje avstånd. Maxeffekten antogs vara som störst 0 m från den örtrika kantzonen. För att kunna utföra den monetära värderingen antogs effekten avta med avståndet och avta linjärt. Ett effektdiagram upprättades över hur pollinerings effekten avtog från den örtrika kantzonen i jämförelse med den gräsbeklädda kantzonen i Excel (figur 3).



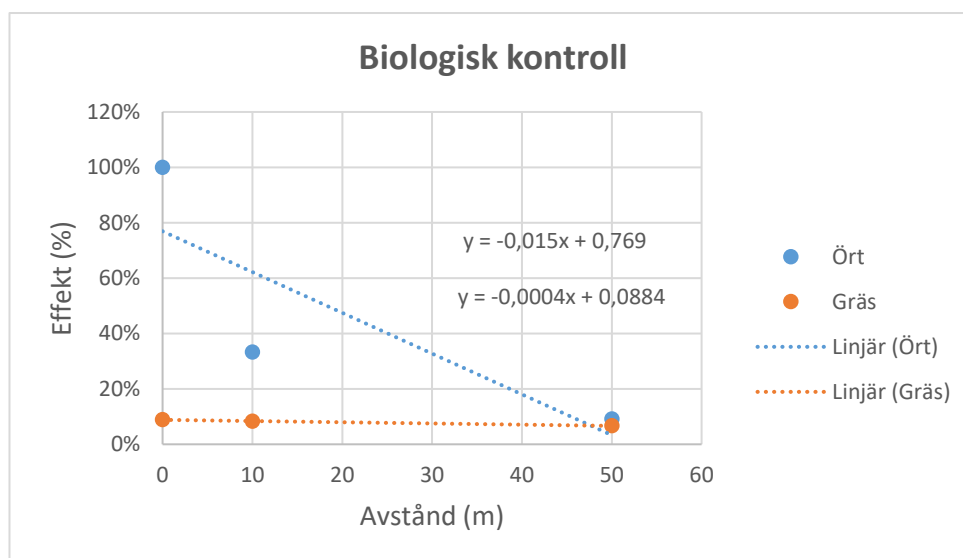
Figur 3.

Effekten av pollinering i jordbrukslandskapet i procent (%) som funktion av avståndet i meter (m) baserat på resultat framtagna av Ganser et al. (2018). Maxeffekten (100 %) motsvarar 15,1 pollinatörer under det mätta tidsintervallet 20 min på 0 m avstånd från den örtrika kantzonen.

Biologisk kontroll

Woodcock et al. (2016) mätte antalet dagar som utplanterade kolonier av skadegöraren bladlöss överlevde på avstånden 10 m och 50 m från örtrika och gräsbeklädda kantzoner i fält av höstvet. Woodcock et al. (2016) fann att antalet dagar som bladlössen överlevde ökade med avståndet från den örtrika kantzonen. Antalet dagar det tog för bladlössen att dö var signifikant lägre vid etableringar av örtrika kantzoner än gräsbeklädda kantzoner på ett avstånd upp till 50 m in i fältet.

Det förutsattes i denna studie att det minsta antalet dagar som bladlössen överlevde på var vid 0 m avstånd från den örtrika kantzonen och detta antal bör motsvara maxeffekten av biologisk kontroll. Antalet dagar det tog för bladlössen att dö antogs öka linjärt. På 0 m avstånd från både örtrik och gräsbeklädd kantzon beräknades antalet dagar med det linjära sambandet upprättat för mätpunkterna tagna mellan 10 m till 50 m i Excel. Den avtagande effekten av biologisk kontroll över avstånd beräknades genom att dividera maxeffekten med antalet dagar för varje mätpunkt. Värdena för effekt i procent och avståndet i meter ställdes upp i ett effektdiagram och ett linjärt samband togs fram i Excel (figur 4). Sambandet mellan punkterna antogs vara linjärt då ett linjärt samband gjorde det möjligt att beskriva effektförändringen på ett förenklat och tydligt sätt.



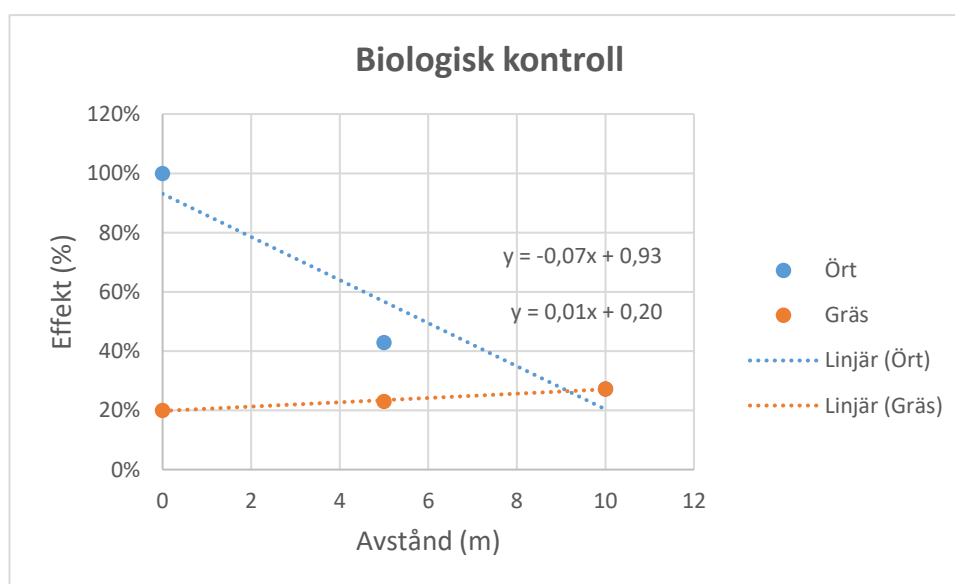
Figur 4.

Effekten av biologisk kontroll i procent (%) som funktion av avståndet i meter (m) baserat på resultat framtagna av Woodcock et al. (2016). Maxeffekten (100 %) motsvarar tiden 1 dag som det tog för en bladlösskoloni att dö ut på avståndet 0 m från en örtrik kantzon.

I studien utförd av Tschumi et al. (2016) mättes densiteten av skadegöraren sädesbladbagge och den skada de orsakade på höstvet. Mätningar gjordes på avstånden 5 m och 10 m från en örtrik kantzon och kontrollen utgjordes av ett fält höstvet, majs, solrosor eller gräs. Skadan på höstvet var lägre vid etableringen av den örtrika kantzonen i jämförelse med kontrollen vid 5 m men inte vid 10 m avstånd. Det antogs i denna studie att kontrollen kunde representera en gräsbeklädd kantzon.

För att beräkna effekten av biologisk kontroll som funktion av avståndet antogs att minst skada på skörden uppstod vid 0 m avstånd från den örtrika kantzonen. Skadan på skörden på 0 m avstånd från både örtrik kantzon och gräsbeklädd kantzon beräknades genom att ett linjärt samband togs fram utifrån mätpunkterna. Den linjära funktionen användes sedan för att uppskatta skadan på grödorna vid 0 m avstånd.

Den avtagande effekten av biologisk kontroll över avståndet beräknades genom att dividera maxeffekten med antalet dagar för varje mätpunkt. Värdena för effekt i procent och avståndet i meter, ställdes upp i ett effektdiagram med hjälp av Excel (figur 5). Ett linjärt samband drogs mellan punkterna. Ett linjärt samband valdes för att på ett förenklat och sammanhängande sätt beskriva effektförändringen över avståndet inför den monetära värderingen.



Figur 5.

Effekten av biologisk kontroll i procent (%) som funktion av avståndet i meter (m) baserat på resultat framtagna av Tschumi (2016). Maxeffekten (100 %) motsvarar 3 % skada på grödorna på avståndet 0 m från en örtrik kantzon.

Beräkning av medeleffekt

Baserat på effektdiagrammen fattades beslut om att utföra den monetära värderingen på endast på två av fallstudierna. Fallstudien utförd av Ganser et al. (2018) för pollinering och fallstudien utförd av Tschumi et al. (2016) för biologisk kontroll. För dessa fallstudier beräknades en medeleffekt i procent över det totala avståndet i meter för respektive kantzon.

Pollinering

Effektdiagrammet baserat på fallstudien utförd av Kohler et al. (2008) uteslöts från den monetära värderingen då det saknades tillräckligt med data för den gräsbeklädda kantzonen. Endast ett medelvärde för den gräsbeklädda kantzonen angavs vilket gjorde jämförelser svåra mellan kantzonerna. Studien utförd av Ganser et al. (2018) ansågs därför vara mer lämplig för den monetära värderingen.

Effekten av kantzonerna i fallstudien utförd av Ganser et al. (2018) antogs avta med ett linjärt samband in i fältet. Viktigt att ta hänsyn till dock är att en viss mängd av pollinatörer alltid kommer att vara närvarande i fält av blommande grödor. Detta då flera arter kan röra sig över stora avstånd för att finna föda (Borgström et al., 2018). Effekten från dessa antogs representeras av en bakgrundseffekt vars värde var konstant oavsett avstånd. Effektdiagrammet baserat på fallstudien av Ganser et al. (2018) visade att effekten för bägge typer av kantzoner var 27 % i den sista mätpunkten tagen på ett avstånd på 48 m och belägen i mitten av fältet. Då det inte fanns någon skillnad i effekt mellan de två kantzonerna vid avståndet 48 m antogs den resterande effekten, 27 %, motsvara bakgrundseffekten av pollinering.

Bakgrundseffekten på 27 % subtraherades från effekterna för både örtrik och gräsbeklädd kantzon vid alla uppmätta avstånd. Effekten som funktion av avståndet för örtrik och gräsbeklädd kantzon ställdes upp i effektdiagram (figur 5). Effektdiagrammet baserat på data framtaget av Ganser et al. (2018) gav ett linjärt samband för den örtrika kantzonen och ett för den gräsbeklädda. Med hjälp av det linjära sambandet för örtrik kantzon och gräsbeklädd kantzon beräknades medeleffekten för intervallet mellan 0 m till 48 m. Värdet på x var avståndet från kantzonen i meter, y var effekten i procent.

Örtrik kantzon:

$$y = -0,010x + 0,468$$

$$y = -0,010 \cdot 0 + 0,468 = 0,468 \approx 47 \%$$

$$\frac{(47 \% + 0 \%)}{2} = 23,5 \approx 24 \%$$

Medeleffekten för den örtrika kantzonen var 24 % över avståndet 0-48 m.

Gräsbeklädd kantzonen:

$$y = -0,002x + 0,108$$

$$y = -0,002 \cdot 0 + 0,108 = 0,108 \approx 11 \%$$

$$\frac{(11 \% + 0 \%)}{2} = 5,5 \approx 6 \%$$

Medeleffekten för den gräsbeklädda kantzonen var 6 % över avståndet 0-48 m.

Biologisk kontroll

Fallstudien utförd av Woodcock et al. (2016) uteslöts från den monetära värderingen. Detta då det var tveksamt hur väl biologisk kontroll kan representeras av antalet dagar det tar för bladlöss att dö i fält av höstvet. En monetär värdering gjordes endast för fallstudien utförd av Tschumi et al. (2016).

I studien utförd av Tschumi et al. (2016) var kontrollen ett fält av höstvet, majs, solrosor eller gräs. I denna studie antogs kontrollen representera effekten från en gräsbeklädd kantzonen. Det linjära sambandet för den gräsbeklädda kantzonen visade dock att effekten endast ökade med några få procent över ett ökat avstånd. Effekten började lågt och därefter ökade något eller förblev oförändrad. Höstvet utgör ett mindre lämpligt habitat än kantzoner för naturliga fiender men det innebär inte att det inte finns några närvarande i fältet. Precis som för pollinering bör det finnas en bakgrundseffekt av biologisk kontroll. Effekten från den gräsbeklädda kantzonen och den örtrika kantzonen var lika stora (27 %) vid ett avstånd på 10 m. Bakgrundseffekten beslutades vara den kvarvarande effekten 27 % som uppmättes vid avståndet 10 m.

Bakgrundseffekten på 27 % subtraherades från effekten för den örtrika kantzonen. Effekten för den gräsbeklädda kantzonen antogs vara 0 då den inte översteg bakgrundseffekten i någon av de uppmätta punkterna. Effekten av biologisk kontroll som funktion av avståndet för den örtrika kantzonen ställdes upp i effektdiagram (figur 6). Medeleffekten för intervallet mellan $x = 0$ m till $x = 9$ m beräknades med hjälp av det linjära sambandet för örtrik kantzonen givet av effektdiagrammet. Värdet på x är avståndet från kantzonen i meter, y är effekten i procent.

Örtrik kantzon:

$$y = -0,073x + 0,661$$

$$y = -0,073 \cdot 0 + 0,661 = 0,66 \approx 66\%$$

$$\frac{(66 + 0)\%}{2} = 33\% \approx 33\%$$

Medeleffekten för den örtrika kantzonen var 33 % över avståndet 9 m.

Medeleffekt omsatt till intäkt i svenska kronor

Det monetära värdet av pollinering och biologisk kontroll som örtrika och gräsbeklädda kantzoner bidrar med till jordbruket beräknades utifrån effekten, avståndet och priset på skörden.

Pollinering

Ganser et al. (2018) mätte mängden pollinatörer i jordgubbsfält men konstaterade ingen effekt på skörden. Det var mycket svårt att hitta studier där en effekt uppmätts till följd av etableringen av örtrika eller gräsbeklädda kantzoner, vilket gjorde att den fick uppskattas till ca 20 %. Uppskattningen baserades på en artikel om honungsbinas betydelse för pollineringen av grödor i Sverige skriven av Thorsten Rahbek Pedersen (2012) för jordbruksverket. Rahbek Pedersen (2012) utgår från att honungsbin bidrar till 10-30 % av jordgubbsskörden. Örtrika kantzoner bidrar med en ökad mängd pollinatörer i jordgubbsfältet vilka antogs ha samma effekt som honungsbin. Artikeln gav även skörden per hektar fält: 5,9 ton/ha och priset för jordgubbar: 34,3 kr/kg (tabell 3 & 4)(Rahbek Pedersen, 2012). Arean av fältet som påverkades av kantzonen beräknades genom att multiplicera längden på kantzonen (1 m) med avståndet där kantzonen har en effekt (48 m). Det monetära värdet för pollinering för örtrik och gräsbeklädd kantzon beräknades.

Örtrik kantzon:

Tabell 3.

Med pollinerings effekt menas pollinerings medeleffekt på ett avstånd av 48 m.

Pollinerings effekt (%)	Effekt skörd (%)	Skörd jordgubbar (ton/ha)	Pris jordgubbar (kr/kg)	Area jordgubbsåker (ha)
24	20	5,9	34,3	0,0048

Omvandling av pollinerings effekten till effekten på skörden

$$24 \% \cdot 0,2 = 4,8 \approx 5 \%$$

Beräkning av den totala mängden skörd

$$0,0048 \text{ ha} \cdot 5,9 \text{ ton/ha} = 0,028 \text{ ton} = 28 \text{ kg}$$

Beräkning 5 % av skörden

$$0,05 \cdot 28 \text{ kg} = 1,4 \text{ kg}$$

Beräkning av intäkter

$$34,3 \text{ kr/kg} \cdot 1,4 \text{ kg} = 48 \text{ kr}$$

Örtrik kantzon ger en medelintäkt på 48 kr per meter etablerad kantzon och år.

Gräsbeklädd kantzon:

Tabell 4.

Med pollinerings effekt menas pollinerings medeleffekt på ett avstånd av 48 m.

Pollinerings effekt (%)	Effekt skörd (%)	Skörd jordgubbar (ton/ha)	Pris jordgubbar (kr/kg)	Area jordgubbsåker (ha)
6	20	5,9	34,3	0,0048

Omvandling av pollinerings effekten till effekten på skörden

$$6 \% \cdot 0,2 = 1,2 \% \approx 1 \%$$

Beräkning av den totala mängden skörd

$$0,0048 \text{ ha} \cdot 5,9 \text{ ton/ha} = 0,028 \text{ ton} = 28 \text{ kg}$$

Beräkning 1 % av skörden

$$0,01 \cdot 28 \text{ kg} = 0,28 \approx 0,3 \text{ kg}$$

Beräkning av intäkter

$$34,3 \text{ kr/kg} \cdot 0,3 \text{ kg} = 10 \text{ kr}$$

Gräsbeklädd kantzon ger en medelintäkt på 10 kr per meter etablerad kantzon och år.

Biologisk kontroll

Tschumi et al. (2016) mätte graden av skada som sädesbladbaggar orsakade på höstvetete vid olika avstånd från en örtrik kantzon. Tschumi et al. (2016) uppskattade även att etableringen av örtrika kantzoner kan ge upphov till en ökning av skörden på ca 10 % men fann inget signifikant samband mellan avståndet från kantzonen och denna effekt. I uträkningen av det monetära värdet för biologisk kontroll förutsattes att effekten av biologisk kontroll (33 %) från 1 m etablerad örtrik kantzon motsvarade en 10 % ökning av skörden. Effekten på skörden antogs även avta med avståndet.

Hektarskörden på 7720 kg/ha höstvetete togs från den preliminära uppskattningen på riksnivå för år 2019 gjord av jordbruksverket (tabell 5)(Jordbruksverket, 2019). Priset för höstvetete är olika beroende på köpare men ett pris på 1,8 kr/kg kunde tas från de rapporterade slutpriserna för år 2018 publicerade av Erik Brink på tidningen jordbruksaktuellt's hemsida år 2019 (tabell 5)(Brink, 2019). Arealen av fältet som påverkades av kantzonen beräknades genom att multiplicera längden på kantzonen (1 m) med avståndet där kantzonen har en effekt (9 m).

Örtrik kantzon:

Tabell 5.

Medeleffekten av biologisk kontroll från den örtrika kantzonen (33 %) motsvarade 10 % påverkan på skörden av höstvet.

Effekt skörd (%)	Skörd höstvet (kg/ha)	Pris höstvet (kr/kg)	Area höstvet åker (ha)
10	7720	1,8	0,0009

Beräkning av den totala mängden skörd

$$0,0009 \text{ ha} \cdot 7720 \text{ kg/ha} = 6,9 \text{ kg}$$

Beräkning 10 % av skörden

$$0,10 \cdot 6,9 \text{ kg} = 0,69 \text{ kg}$$

Beräkning av intäkter

$$1,8 \text{ kr/kg} \cdot 0,69 \text{ kg} = 1,24 \text{ kr}$$

Den örtrika kantzonen ger en medelintäkt på 1,24 kr per meter etablerad kantzon och år.

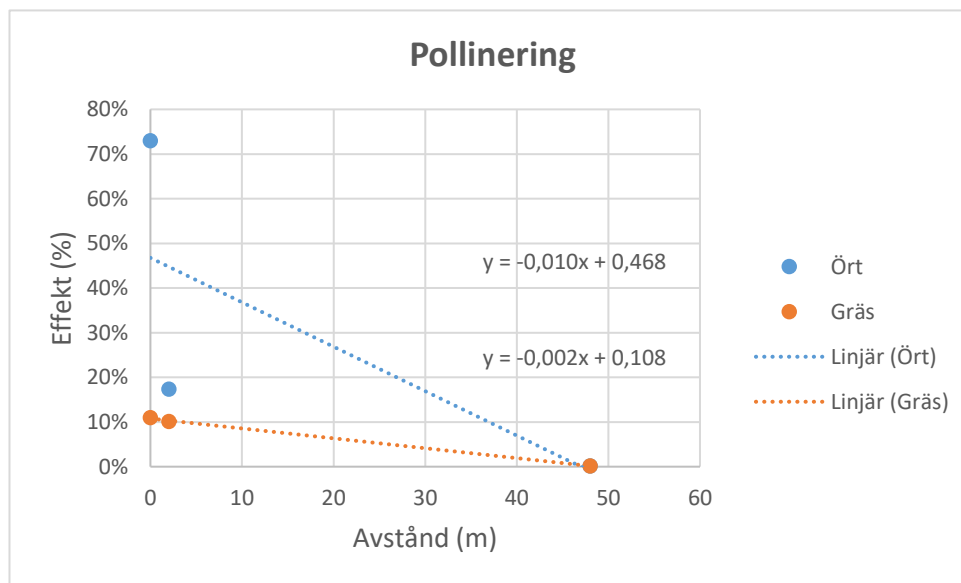
Pollinering

Etablering av örtrika kantzoner i jordbrukslandskapet gynnar pollinatörer. Beroende på vilka örter som kantzonen innehåller kan även mångfalden av pollinatörer och andra insekter öka (Korpela et al., 2013, Haldén, 2019). Majoriteten av studier i ämnet menar att antalet pollinatörer är större i örtrika kantzoner än i de traditionella gräsbeklädda kantzonerna (Haaland et al., 2011, Korpela et al., 2013, Haldén, 2019). Detta då örtrika kantzoner har ett större utbud av blommande växter och erbjuder bättre föda och skydd för pollinatörer än gräsbeklädda kantzoner (Mkenda et al., 2019, Ashby, 2018). I en studie utförd av Feltham et al. (2015) observerades en 25 % ökning av pollinatörer i jordgubbsfält där örtrika kantzoner sätts in 20 m frånfälten (Feltham et al., 2015). Majoriteten av de observerade pollinatörerna i studien var humlor men örtrika kantzoner har bevisats attrahera en mängd olika pollinatörer och andra insekter som blomflugor, solitära bin, honungsbin och skalbaggar (Ashby, 2018). Vilka typer av insekter som attraheras till kantzonen beror på vilken typ av blommande örter som etableras i den. Kantzoner etablerade med växtarter som är rika på pollen och nektar attraherar en större mängd bin och humlor (Haaland et al., 2011, Haldén, 2019).

En ökad mängd pollinatörer i kantzonerna till jordbruket ökar pollineringen av grödor på fälten och har en positiv inverkan på skörden förutsatt att grödorna till någon mån är beroende av insektpollinering (Woodcock et al., 2016, Haldén, 2019, Ashby, 2018). Det är dock inte säkert att kantzoner och liknande projekt ger effekt om det saknas en artpool i form av ett större naturligt område med biodiversitet där kantzonerna kan agera spridningskällor av biodiversiteten istället för att ge upphov till en egen (Kohler et al., 2008).

Monetär värdering

Baserat på fallstudien utförd av Ganser et al. (2018) konstaterades att den örtrika kantzone bidrog med en högre pollinerings effekt än den gräsbeklädda kantzone fram till ett avstånd på 48 m in i åkern (figur 6). Effekten av den örtrika kantzone avtog även snabbare än för den gräsbeklädda kantzone (figur 6).



Figur 6.

Effekten av pollinering i jordbrukslandskapet i procent (%) som funktion av avståndet i meter (m) baserat på resultat framtagna av Ganser et al. (2018). Maxeffekten (100 %) motsvarar 15,1 pollinatörer under det mätta tidsintervallet 20 min på 0 m avstånd från den örtrika kantzone.

Intäkterna för pollineringen av jordgubbsfältet i fallstudien beräknades till 48 kr per meter och år etablerad örtrik kantzon och 10 kr per meter och år etableras gräsbeklädd kantzon.

Biologisk kontroll

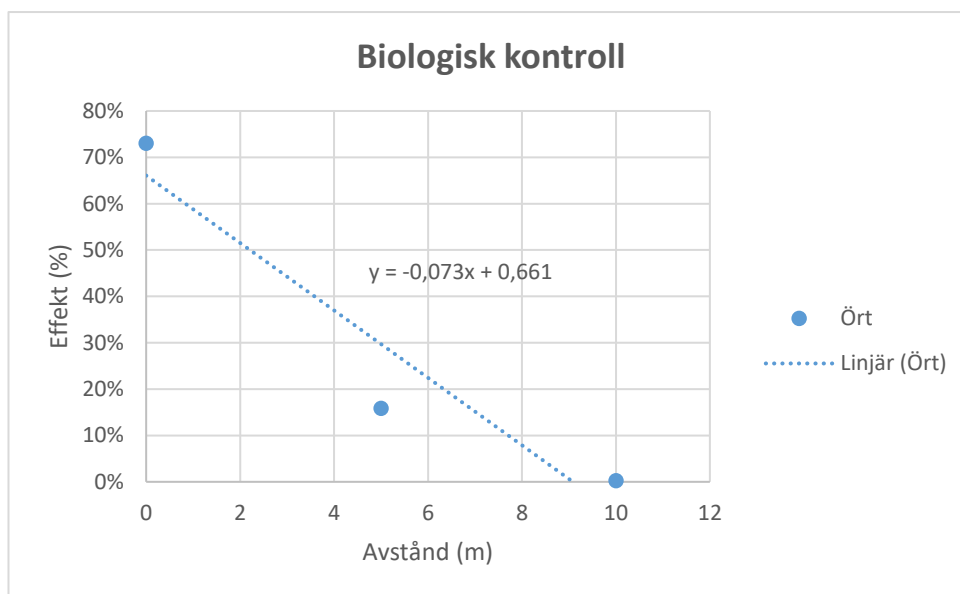
Majoriteten bearbetade studier i detta arbete pekar på att örtrika kantzoner bidrar med en större biologisk kontroll av skadegörare i skörden än gräsbeklädda kantzoner (Holland et al., 2016, Mkenda et al., 2019, Tschumi et al., 2016, Woodcock et al., 2016). Detta då örtrika kantzoner förser nyttodjur, som spindlar, jordlöpare, nyckelpigor och blomflugor, med skydd från rovdjur. De ökar även mängden tillgänglig föda i form av pollen, nektar och andra insekter (Mkenda et al., 2019, Piffner and Wyss, 2004).

Örtrika kantzoner utgör ofta artbanker som underlättar spridningen och etableringen av nyttodjur i jordbruket efter skörd och sådd av nya grödor (Mkenda et al., 2019). De är även en bra övervintringsplats för många arter av leddjur vilket ökar deras chanser till överlevnad och spridning ut till grödorna på våren (Piffner and Wyss, 2004). Gräsbeklädda kantzoner bidrar även de med biologisk kontroll men till lägre grad än örtrika kantzoner (Holland et al., 2012, Holland et al., 2016).

Vilka arter som gynnas av etableringen av kantzoner beror på vilken vegetation som sås in eller tillåts etableras. De flesta studier som menar att örtrika kantzoner gynnar biologisk kontroll nämner också vikten av att etablera rätt typer av örter så att inte skadegörare gynnas istället för nyttogörare. Antalet och diversiteten av naturliga fiender till skadegörare är ofta större i åkern intill kantzonen än i åkerns mitt (Holland et al., 2016).

Monetär värdering

Utifrån fallstudien utförd av Tschumi et al. (2016) fastställdes att effekten av biologiska kontrollen från den örtrika kantzonen var högre än för den gräsbeklädda kantzonen fram till ett avstånd på 9 m (figur 7). Effekten från den gräsbeklädda kantzonen var 0 % då den aldrig överskred bakgrundseffekten av biologisk kontroll innuti fältet av höstvet.



Figur 7.

Effekten av biologisk kontroll i procent (%) som funktion av avståndet i meter (m) baserat på resultat framtagna av Tschumi et al. (2016). Maxeffekten (100 %) motsvarar 3 % skada på grödorna på avståndet 0 m från en örtrik kanton.

Uträkningar baserade på fallstudien utförd av Tschumi et al. (2016) gav en medelintäkt på 1,24 kr per meter och år etablerad örtrik kanton vid åkerns kant. Den gräsbeklädda kantzonen har ingen medelintäkt eftersom att dess effekt av biologisk kontroll och påverkan på skörden uppskattades till 0 %.

Diskussion

Pollinering

Effekten av pollinering från den örtrika kantzonen var högre än för den gräsbeklädda fram till ett avstånd på 48 m in i fältet. Resultatet stämde överens med forskningens och myndigheters konsensus att kantzoner berikade med blommor och örter bidrar till en högre andel pollinatörer och pollinering i jordbruket än gräsbeklädda kantzoner (Haldén, 2019, Korpela et al., 2013, Haaland et al., 2011).

Effektdiagrammet baserat på fallstudien utförd av Ganser et al. (2018) visade att effekten av pollinering avtog från 47 % till 0 % över ett avstånd på 0 m till 48 m in i jordgubbsfältet. Effekten för den gräsbeklädda kantzonen avtog från 11 % till 0 % över avståndet 0 m till 48 m. Sambandet, med vilket effektförändringen beskrevs, var linjärt. Ett linjärt samband var lämpligt att använda eftersom ett förenklat resultat krävdes för att utföra den monetära värderingen inom tidsramen för projektet. I förhållande till mätpunkterna gav det linjära sambandet en underskattning av effekten nära kantzonen och en överskattning längre bort men genom att beräkna medeleffekten över hela distansen bedömdes de ta ut varandra.

Det finns forskning som visar att det generella sambandet, med vilket pollinering avtar från naturliga habitat, är exponentiellt (Ricketts et al., 2008). Ett omvänt exponentiellt samband hade även möjligtvis kunnat appliceras mellan mätpunkterna tagna från fallstudien utförd av Ganser et al. (2018). Men med de relativt få mätpunkter som fanns i studien bedömdes inte ett exponentiellt samband ge ett mer precist resultat. Det skulle nämligen även försvåra jämförelse med den gräsbeklädda kantzonen som inte antydde på något exponentiellt samband. Det linjära sambandet var det enskilda samband som lättast kunde appliceras på samtliga studier. Om mer tid hade funnits till projektet hade en intressant aspekt varit att prova flera olika typer av samband med fler fallstudier och mätpunkter. Antalet studier som undersökte på hur effekten från örtrik och gräsbeklädd kantzon avtar med avståndet var dock relativt få. I denna studie användes endast en fallstudie för den monetära värderingen. Fler praktiska studier utförda på både stor och liten skala hade behövts för att förbättra resultat och studera hur effekten avtar ytterligare samt förbättra den vetenskapliga grunden för den monetära värderingen.

Bakgrundseffekten på 27 % och bedömdes vara en lämplig uppskattning, eftersom effekten av de två kantzonerna var samma i den här punkten. Effekterna för kantzonerna antogs vara 0 % efter 48 m. Hur effektförändringen såg ut efter 48 m gick inte att säga då det saknades mätvärden för längre avstånd och en extrapolering av det linjära sambandet bedömdes ge för stora osäkerheter.

Effektdiagrammet baserat på fallstudien utförd av Kohler et al. (2008) visade att den största förändringen av pollinerings effekten i jordbrukslandskapet skedde mellan 0-50 m från kantzonen. Det är intressant eftersom att det tyder på att effektförändringen i jordbrukslandskapet från örtrika kantzoner liknar den som sker i jordgubbsfält. Den örtrika kantzonen verkar alltså också bidra med en ökad pollinering av vilda växter i jordbrukslandskapet, vilket bör ha en betydelse för hur etableringen av örtrika kantzoner kan påverka pollineringen på landskapsnivå.

Om tillfälle ges hade det varit intressant att studera ytterligare hur etableringen av örtrika kantzoner kan påverka pollineringen på en större skala. Örtrika kantzoner har en pollinerings effekt 48 m in i åkern och 9 m in av biologisk kontroll. Hur kan de etableras för att gynna pollineringen i fält vars längd är långt över 48 m? Ganser et al. (2018) drog själv slutsatsen att örtrika kantzoner bör placeras i mitten av åkern för att få störst effekt. En del studier hävdar även att effektiviteten av örtrika kantzoner är beroende av att det finns större naturliga habitat i närheten, från vilka pollinatörer sprider sig till kantzonen (Kohler et al., 2008). För projekt utförda på en större skala, som projekt Bizon, kan detta vara en viktig faktor som behöver tas hänsyn till.

Den monetära värderingen av pollinering baserad på fallstudien utförd av Ganser et al. (2018) gav en 38 kr högre medelintäkt för etableringen av en meter örtrik kantzon än för etableringen av en meter gräsbeklädd kantzon intill ett jordgubbsfält. Beräkningen av medelintäkten för bägge kantzoner gör att skillnaden mellan dem blir tydligare och lättare att uttrycka. Förhoppningsvis kan resultatet från denna studie användas för att stärka arbetet med örtrika kantzoner, så att fler etableras i jordbrukslandskapet, och underlätta kommunikationen mellan jordbrukare och myndigheter om varför örtrika kantzoner är värda att etablera. Viktigt att poängtera är dock att intäkter inte är samma sak som vinst. Det är inte säkert att intäkten från den örtrika kantzonens pollinerings effekt väger upp kostnaderna för att etablera en örtrik kantzon.

Biologisk kontroll

Den örtrika kantzonen bidrog med en högre effekt av biologisk kontroll i fältet av höstveten än den gräsbeklädda kantzonen. Effektdiagrammet baserat på fallstudien utförd av Tschumi et al. (2016) visade att effekten för den örtrika kantzonen avtog från 66 % till 0 % över avståndet 0 m till 9 m. Den gräsbeklädda kantzonen uppskattades inte ge en effekt utöver den beräknade bakgrundseffekten på 27 %.

Att den gräsbeklädda kantzonen inte hade någon effekt kan bero på att den i studien bestod av antingen ett fält av höstveten, majs, solrosor eller gräs. Mätpunkterna från studien behövde alltså inte enbart vara tagna vid gräs. Flera studier menar att gräsbeklädda kantzoner utgör lämpligare habitat för naturliga fiender än grödorna i åkern (Holland et al., 2012, Holland et al., 2016). Antagandet att kontrollen i studien utförd av Tschumi et al. (2016) kunde representera en gräsbeklädd kantzonen kanske därför var för optimistiskt. Vad som talade för att antagandet var rimligt dock är att effektdiagrammet baserat på fallstudien av Woodcock et al. (2016) trots sina brister gav ett liknande resultat. Effekten för den gräsbeklädda kantzonen var även där i stort sett konstant på ett avstånd mellan 0-50 m. Effekten för den gräsbeklädda kantzonen i effektdiagrammet baserat på Woodcock et al. (2016) var även ganska låg, mellan 7-9 % på ett avstånd av 50 m vilket tyder på att den gräsbeklädda kantzonen hade en mycket liten eller ingen effekt alls om en bakgrundseffekt skulle beräknas och subtraheras för studien.

Effekten av biologisk kontroll antogs avta linjärt. Det linjära sambandet beskrev effektförändringen på ett förenklat sätt och gjorde det möjligt att utföra den monetära värderingen inom tidsramen för projektet. I likhet med effekten för pollinering hade det varit intressant att studera andra typer av samband för hur effekten av biologisk kontroll avtar med avståndet från kantzonen.

Etableringen av örtrika kantzoner bidrar till en större biologisk kontroll av skadegörare. Biologisk kontroll styrs dock av väldigt komplexa relationer mellan rovdjur och byte och många studier menar att det är viktigt att ta hänsyn till detta så att man av misstag inte råkar gynna skadegöraren (Holland et al., 2016, Mkenda et al., 2019). Fler heltäckande studier behövs där effekten av biologisk kontroll studeras i flera olika typer av grödor då olika typer av örter etableras i kantzonen.

En annan intressant aspekt som utslöts ur studien för att avgränsa den är hur åldern av kantzonen påverkar effekten av biologisk kontroll. Rimligtvis förändras kompositionen av växter i den örtrika kantzonen om den tillåts stå orörd under en längre tid. Detta bör i sin tur ha en effekt på pollineringen och den biologiska kontrollen som kantzonen bidrar med och påverka den beräknade intäkten för kantzonen.

Effekten av biologisk kontroll baserat på fallstudien utförd av Tschumi et al. (2016) från den örtrika kantzonen nådde 9 m in i fältet och bidrog med en medelintäkt på 1,24 kr per meter etablerad kantzon. Medelintäkten för kantzonen var inte så stor, men en del av det beror på att intäkten beräknades utifrån priset av grödan, vilket för höstvetete inte var så stort. Behovet av bekämpningsmedel minskar när biologisk kontroll utövas i fältet. Det hade varit intressant att i framtida monetära värderingar inkludera kostanden för bekämpningsmedel och de besparingar som biologisk kontroll ger upphov till. Den monetära värderingen utfördes endast på en fallstudie för biologisk kontroll i höstvetete. Studier som undersöker effekten av biologisk kontroll i flera olika grödor och på större skala hade kunnat utöka resultatet och bidra till grunden för flera monetära värderingar med samma eller liknande tillvägagångsätt som arbetats fram i denna studie.

Genom att monetärt sätta ett värde på ekosystemtjänsten underlättas kommunikationen av dess värde till både myndigheter och jordbrukare. Förhoppningsvis så leder denna och liknande studier till att fler väljer att utöva biologisk kontroll i sina åkrar och använder mindre av skadliga bekämpningsmedel vilka påverkar både pollinatörer och naturliga fiender negativt.

Slutsats

- Vid en sammanställning av forskningsläget idag och baserat på resultatet framtaget från de två fallstudierna dras slutsatsen att etableringen av örtrika kantzoner bidrar till en större mängd pollinering och biologisk kontroll av grödor i jordbruket än gräsbeklädda kantzoner.
- Den beräknade intäkten för pollinering var större för den örtrika kantzonen än den gräsbeklädda kantzonen.
- Den beräknade intäkten för biologisk kontroll var större för den örtrika kantzonen än den gräsbeklädda kantzonen.
- Det ekonomiska värdet av pollinering och biologisk kontroll är större vid etableringen av örtrika kantzoner än gräsbeklädda kantzoner. Andra aspekter, som den totala kostnaden för etableringen av kantzonen, är dock viktigt att undersöka för att kunna dra slutsatser om hur stödet för jordbrukare kan se ut i framtiden vid etableringen av örtrika kantzoner.
- Intressanta aspekter att studera mer noggrant framöver är hur kantzonens ålder och växtsammansättning påverkar pollineringen och biologisk kontroll av skadegörare i jordbruket. Sambandet med vilket effekten avtar från kantzonen behövs studeras ytterligare och på en större skala för att fastställa hur etableringen av örtrika kantoner kan påverka jordbrukslandskapet i stort och hur de bör etableras för att ge maximal nytta.

Tack

Stort tack till min handledare, professor Yann Clough vid Centrum för miljö- och klimatforskning för att du har tagit dig tiden och stöttat mig i mitt arbete.

Stort tack till Filip Hvitlock från Ekologigruppen AB för möjligheten att få utföra ett så intressant och roligt projekt samt stödet i mitt arbete.

Referenser

- ASHBY, M. 2018. Enhancing the benefits to biodiversity and ecosystem services within arable field margins. *Doctor thesis*. Lancaster, England: Lancaster Environment Centre, Lancaster University.
- BORGSTRÖM, P., AHRNÉ, K. & JOHANSSON, N. 2018. Pollinatörer och pollinering i Sverige - värden, förutsättningar och påverkansfaktorer. *Rapport: 6841*. Stockholm, Sverige: Naturvårdsverket.
- BRINK, E. 2019. *Slutpriserna för skörd 2018* [Online]. Jordbruksaktuellt. Available: <https://www.ja.se/artikel/59048/slutpriserna-fr-skrd-2018.html> [Accessed 2019-12-04].
- DÄNHARDT, J., HEDLUND, K., BIRKHOFFER, K., JØRGENSEN, H. B., BRADY, M., BRÖNMARK, C., LINDSTRÖM, S., NILSSON, L., OLSSON, O., RUNDLÖF, M., STJERNMAN, M. & SMITH, H. G. 2013. Ekosystemtjänster i det skånska jordbrukslandskapet. *CEC syntes: 1*. Lund, Sverige: Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet.
- EDKINS, K. 2011. *Insect-friendly field margin at modern granage farm* [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insect-friendly_field_margin_at_Morden_Grange_Farm_-_geograph.org.uk_-_510188.jpg [Accessed 2020-01-07].
- EKOLOGIGRUPPEN. u.å. *BiZon-Pollinatörernas skyddszoner* [Online]. Ekologigruppen. Available: <https://www.ekologigruppen.se/projekt/bizon-pollinatörernas-skyddszoner/> [Accessed 2020-01-28].
- EUROPEAN COMMISSION. 2019a. *Agri-environment measures* [Online]. European Commission. Available: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/sustainability-and-natural-resources/agriculture-and-environment/cap-and-environment/agri-environment-measures_en [Accessed 2019-12-04].
- EUROPEAN COMMISSION. 2019b. *Key policy objectives of the future CAP-The nine key objectives* [Online]. European Commission Available: <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common->

agricultural-policy/future-cap/key-policy-objectives-future-cap_en [Accessed 2019-01-06].

- FELTHAM, H., PARK, K., MINDERMAN, J. & GOULSON, D. 2015. Experimental evidence that wildflower strips increase pollinator visits to crops. *Ecology and Evolution*, 5, 3523-3530.
- GANSER, D., MAYR, B., ALBRECHT, M. & KNOP, E. 2018. Wildflower strips enhance pollination in adjacent strawberry crops at the small scale. *Ecology & Evolution*, 8, 11775-11784.
- HAALAND, C., NAISBIT, R. E. & BERSIER, L.-F. 2011. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation And Diversity*, 4, 60-80.
- HALDÉN, P. 2019. Gynna mångfalden på kantzoner. *JO16:19*. Jönköping, Sverige: Jordbruksverket.
- HOLLAND, J. M., BIANCHI, F. J. J. A., ENTLING, M. H., MOONEN, A.-C., SMITH, B. M. & JEANNERET, P. 2016. Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies. *Pest Management Science*, 72, 1638-1651.
- HOLLAND, J. M., OATEN, H., MOREBY, S., BIRKETT, T., SIMPER, J., SOUTHWAY, S. & SMITH, B. M. 2012. Agri-environment scheme enhancing ecosystem services: A demonstration of improved biological control in cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 155, 147-152.
- IPBES 2016. The assessment report on pollinators, pollination and food production. *Report*. Bonn, Germany: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- JORDBRUKSVERKET. 2019. *Skörd av spannmål, trindsäd och oljeväxter 2019* [Online]. Jordbruksverket Available: [http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fa kta/Vegetabilieproduktion/JO19/JO19SM1902/JO19SM1902_kommentarer.htm](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fa%20kta/Vegetabilieproduktion/JO19/JO19SM1902/JO19SM1902_kommentarer.htm) [Accessed 2019-12-11].
- KARLSSON, L. & WALLANDER, J. 2018. Ett rikt odlingslandskap Fördjupad utvärdering 2019. *Rapport: 31*. Jönköping, Sverige: Jordbruksverket
- KOHLER, F., VERHULST, J., VAN KLINK, R. & KLEIJN, D. 2008. At what spatial scale do high-quality habitats enhance the diversity of forbs and pollinators in intensively farmed landscapes? *Journal of Applied Ecology*, 45, 753-762.

- KORPELA, E. L., HYVONEN, T., LINDGREN, S. & KUUSSAARI, M. 2013. Can pollination services, species diversity and conservation be simultaneously promoted by sown wildflower strips on farmland? *Agriculture Ecosystems & Environment*, 179, 18-24.
- MARSHALL, E. J. R. & MOONEN, A. C. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 89, 5-21.
- MKENDA, P. A., NDAKIDEMI, P. A., MBEGA, E., STEVENSON, P. C., ARNOLD, S. E. J., GURR, G. M. & BELMAIN, S. R. 2019. Multiple ecosystem services from field margin vegetation for ecological sustainability in agriculture: scientific evidence and knowledge gaps. *PeerJ*, 7, 1-33.
- PIFFNER, L. & WYSS, E. 2004. Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods*, 1, 165-186.
- RAHBEK PEDERSEN, T. 2012. Värdet av honungsbins pollinering av grödor i Sverige. *En utvärdering av Nationella Honungsprogrammet-Bieffekter av näringsstöd*, 1, 1-20.
- RICKETTS, T. H., REGETZ, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S. A., KREMEN, C., BOGDANSKI, A., GEMMILL-HERREN, B., GREENLEAF, S. S., KLEIN, A. M., MAYFIELD, M. M., MORANDIN, L. A., OCHIENG, A. & VIANA, B. F. 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecology Letters*, 11, 499-515.
- TSCHUMI, M., ALBRECHT, M., BARTSCHI, C., COLLATZ, J., ENTLING, M. H. & JACOT, K. 2016. Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 220, 97-103.
- WOODCOCK, B. A., BULLOCK, J. M., MCCRACKEN, M., CHAPMAN, R. E., BALL, S. L., EDWARDS, M. E., NOWAKOWSKI, M. & PYWELL, R. F. 2016. Spillover of pest control and pollination services into arable crops. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 231, 15-23.