

Usprøyta åkerkanter

– effekter på biologisk mangfold
og anbefalte tiltak

Gary L. A. Fry
Eli Rinde



NINA•NIKUs publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig. Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 100-150)

NINA•Project-Report

Serien presenter resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelige på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problem eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgruppe.

NINA Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernavdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner. Opplag: Varierer

NIKU Publikasjoner

Fra 2001 går NIKU bort fra de tidligere seriene, Fagrapport, Oppdragsmelding og Temahefte, og utgir én serie, NIKU Publikasjoner. Innholdsmessig omfatter serien det vide spekter av kulturminnefaglige tema og rapporter som tidligere fordelte seg på tre serier. Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner). Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Fry, G. L. A. & Rinde, E. 2002. Usprøyta åkerkanter – effekter på biologisk mangfold og anbefalte tiltak. - NINA Oppdragsmelding 739: 1-21.

Oslo, mai 2002

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1311-7

Rettighetshaver ©:
NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning
og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Bilde på tittelblad: Foto: Gary L. A. Fry

Redaksjon:
Erik Framstad
NINA, Oslo

Grafisk produksjon:
Elisabeth Mølbach
Tegnekontoret NINA•NIKU
Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Inpublish Kopisentralen AS
Opplag: 100
Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:
NINA•NIKU
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Tel.: 73 80 14 00
Fax: 73 80 14 01
Internett: www.ninaniku.no

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 15449000

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver: Landbrukstilsynet

Referat

Fry, G. L. A. & Rinde, E. 2002. Usprøyta åkerkanter – effekter på biologisk mangfold og anbefalte tiltak. - NINA Oppdragsmelding 739: 1-21.

Usprøyta dyrka åkerkanter, 3-10 m brede, har blitt brukt som et tiltak i Europa for å øke det biologiske mangfoldet i jordbrukslandskapet. Vi har foretatt en litteraturstudie for å evaluere effekten av tiltaket på det biologiske mangfoldet, hvilke kostnader som er forbundet med tiltaket, og om tiltaket vil være hensiktsmessig å iverksette i Norge. De vitenskapelige studiene dokumenterer flere positive bidrag til det biologiske mangfoldet og små kostnader. De best dokumenterte effektene er for planter, invertebrater og fugl. Den medførte økningen i antall arter, antall individer innen populasjoner og mer diverse samfunn representerer et signifikant bidrag til det biologiske mangfoldet i jordbrukslandskapet. I tillegg er tiltaket gunstig for mange nytte dyr (f.eks. predatorer på skadedyr, og pollinatorer) som dermed i større grad kan spre seg gjennom avlingene og holde skadedyr i sjakk, eller sørge for pollinering til nytte for både kulturplanter og viltvoksende planter. Tiltaket kan føre til noe reduserte avlinger og ugrasproblemer. Kostnadene er som regel ubetydelig, særlig hvis det tas hensyn til de reduserte utgiftene forbundet med den reduserte bruken av plantevernmidler. Ugrasproblemene er mindre enn forventet, og det er ikke funnet noen tilfeller der ugrasnivået i hovedåkeren har blitt problematisk pga sprøytefrie åkerkanter. Andre miljøgevinster forbundet med usprøyta åkerkanter er redusert bruk av plantevernmidler, redusert skade på kantsonene, redusert avrenning og forekomst av plantevernmidler i nærliggende bekker og elver, økt mattilbud for fugler, og et forbedret visuelt landskap. De fleste gevinstene er et resultat av en økning i antall plantearter og i plantedekke i de usprøyta åkerkantene. Tiltaket vil utvilsomt ha en gunstig effekt på det biologiske mangfoldet også under norske forhold.

Emneord: åkerkant - jordbrukslandskap - biodiversitet - plantevernmidler - nytte dyr - åkerugras

Gary L.A. Fry, Eli Rinde, NINA, Postboks 736, 0105 Oslo.

Abstract

Fry, G. L. A. & Rinde, E. 2002. Unsprayed crop edges their contribution to farmland biodiversity: A literature review. - NINA Oppdragsmelding 739: 1-21.

A literature review on the topic of unsprayed crop edges was undertaken to evaluate their contribution to farmland biodiversity, costs and applicability to Norway. We found evidence of several important benefits to biodiversity and some farming costs. The best-documented evidence for positive effects on biodiversity is for plants, invertebrates and birds. Our evaluation of the documented increases in species richness and population size, is that unsprayed edges can make significant contributions to farmland biodiversity. In addition, many beneficial organisms (e.g. invertebrate predators of pests such as cereal aphids, pollinators) have higher population levels in unsprayed crop edges from where they spread widely through the crop. On the cost side, are a lower crop yield and some weed problems. The yield loss is not considered significant in most cases where the savings in pesticide use are taken into account. Documented weed problems are less than expected from a reduction or avoidance of herbicide use, and there is no evidence that field levels of weed species increase as a result of pesticide-free crop edges. Selective spraying to control specific weed problems, fungal infections and autumn populations of aphids in edges is permitted in some field margin management schemes (conservation headlands). Additional services supplied by unsprayed crop edges are reduced use of pesticides, reduced damage to the field boundary and lower contamination of surface waters through spray drift, increased food for birds, and improved visual landscape. Most advantages are related to increased plant cover and diversity in unsprayed edges. We conclude that unsprayed crop edges can increase biodiversity and protect field boundaries and surface waters from spray drift. We therefore recommend trials in Norway.

Key words: crop edge - field margin - farmland - pesticide - biodiversity - beneficial organisms

Gary L.A. Fry, Eli Rinde, NINA, PO Box 736, N-0105 Oslo.

Forord

Landbrukstilsynet ønsket en gjennomgang av dokumenterte effekter av usprøyta åkerkanter på biologisk mangfold før det blir besluttet om tiltaket skal inngå i miljøplanene som vil bli krevd fra hver enkelt gård fra og med 2003. NINAs avdeling for landskapsøkologi ble engasjert for å gjøre en litteraturstudie på temaet, og for å komme med anbefalinger om hvilke tiltak som vil være hensiktsmessige under norske forhold.

Utredningen oppsummerer kunnskap om norske åkeres randsoner og deres betydning for biologisk mangfold og for jordbruket, og dokumenterte effekter av usprøyta, dyrka åkerkanter på det biologiske mangfoldet. De anbefalte tiltakene er også vurdert ut fra kostnadene forbundet med usprøyta, dyrka åkerkanter

Oslo, april 2002

Gary Fry
Prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Hensikten med miljøskjøtta åkerkanter	5
1.3 Biologisk mangfold	6
1.4 Det biologiske mangfoldet i jordbrukslandskapet i Norge	6
1.5 Andre biodiversitetsfremmende tiltak i og ved åker ...	7
2 Kunnskap om norske åkeres randsoner og deres funksjon	8
3 Dokumenterte effekter og kostnader av miljøskjøtta åkerkanter	9
3.1 Effekter på biologisk mangfold	9
3.1.1 Planter	9
3.1.2 Dyr	10
3.2 Kostnader	12
3.3 Kunnskapsmangler – forskningsbehov	13
4 Miljøskjøttet åkerkant under norske forhold	14
4.1 Eksisterende miljøtiltak i landbruket	14
4.2 Anbefalte tiltak for skjøtsel av dyrka åkerkanter	14
5 Bakgrunns litteratur	17

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Rapporten er skrevet på oppdrag fra Landbrukstilsynet som ønsket en gjennomgang av dokumenterte effekter av usprøyta, dyrka åkerkanter på biologisk mangfold før det blir besluttet om tiltaket skal inngå i miljøplanene som vil bli krevd fra hver enkelt gård fra og med 2003. Utredningen har som mål å gi svar på:

- hva finnes av kunnskap om norske åkeres randsoner og deres betydning for biologisk mangfold og for jordbruket?
- hvilke dokumenterte effekter har usprøyta, dyrka åkerkanter på biologisk mangfold?
- hva er kostnadene forbundet med usprøyta, dyrka åkerkanter?
- hva mangler av kunnskap vedrørende usprøyta, dyrka åkerkanter under norske forhold?
- hvilke tiltak anbefales for skjøtsel av dyrka åkerkanter i Norge?

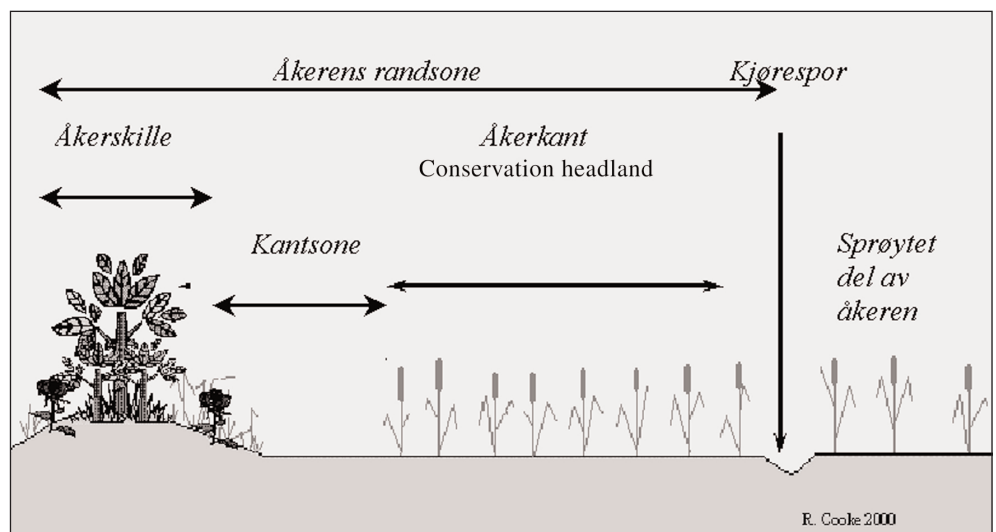
Litteraturstudien er basert på tre kilder: 1) NINAs litteraturliste opprettet gjennom arbeidet på en rekke forskningsprosjekter i og ved åkerkanter, 2) NINAs etablerte nettverk av forskere innen temaet (bl.a. gjennom EU-finansierte åkerkantprosjekter), og 3) litteratursøk i databaser rettet mot jordbruket og biologiske fag.

Det ble funnet over 2000 artikler innen temaet. Selv om få av disse dreide seg om norske åkerkanter, var mange relevante for norske forhold, eller beskrev økologiske eller forvaltningsmessige prosesser av generell betydning. Det finnes flere omfattende litteraturstudier innen økologien tilknyttet åkrer generelt og innen åkerkanter spesielt (f.eks. Boatman 1994; Marshall & Moonen 2002; Barr et al. 2001; Firbank et al. 1991). Det finnes også en del spesialutgaver av vitenskapelige tidsskrifter som fokuserer på åkerkanter:

- Aspects of Applied Biology (Volume 54, 1999 – «Field margin and buffer zones; Ecology, management and policy»),
- Journal of Applied Ecology (Volume 37, 2000)
- Agriculture, Ecosystems and Environment (Volume 84, 1997; Volume 89, 2002)
- Journal of Environmental Management (Volume 60, 2000).

Figur 1 Oversikt over landskapselementene i åkerens randsoner slik de omtales i rapporten.

Overview of the terminology used in describing the landscape elements of the field margin.



Boks 1 Definisjoner

Åkerkant – den ytterste kanten av den pløyde, dyrka åkeren

Hovedavling – den delen av åkeren som er innenfor åkerkantene

Miljøskjøttet åkerkant – åkerkant som ikke sprøytes eller som kun sprøytes med et begrenset utvalg av plantevernmidler og til begrensede tider

Åkerskiller – hekker, trekker, steingjerder, grøfter, jordvoller, gjerder osv som gir en fysisk avgrensning av jordstykket (åker, eng, eller beitehage)

Kantsone – sonen mellom åkeren (eller jordstykket) og den fysiske avgrensningen. Kantsonene i Norge er ofte tilknyttet grøfter, bekker og elver.

Åkerholme – udyrket forhøyning med gras, busker eller trær som ligger inne i åkeren. Åkerholmer inneholder svært arts- og individrike samfunn.

Åkerens randsoner – omfatter både åkerkanten, kantsonen og åkerskillene til åkeren (eller jordet)

Intensiv jordbruksdrift – driftsform med høy innsats per arealenheter, vanligvis med stor avkastning

Ekstensiv jordbruksdrift – driftsform med lav innsats per arealenheter, vanligvis med liten avkastning

I sammenstillingen av dokumenterte resultater tilknyttet utelatelse av sprøyting i de dyrka åkerkantene, blir det henvisning til de viktigste kildene i teksten. I tillegg til disse henvisningene inkluderer litteraturoversikten også andre artikler som har dannet et viktig bakgrunnsmateriale for rapporten. Definisjoner av ulike uttrykk som er brukt i rapporten er gitt i boks 1.

1.2 Hensikten med miljøskjøtta åkerkanter

Ideen om miljøskjøtta åkerkanter oppstod i Tyskland på 1970-tallet, der målet var å ta vare på sjeldne ugrasarter. I England var de også tidlig ute med miljøvennlig skjøtsel av åkerkantene, men her var målet å styrke småvilt og plantelivet, primært utfra jakt hensyn. Gjennom mange år har bønder i England frivillig latt være å sprøyte eller hatt

reduert sprøyting på dyrka åkerkanter. Kornåkerkanter med begrenset sprøyting er kalt «conservation headlands» i England (boks 2). Miljøvennlig skjøtsel av åkerkanter er brukt i forbindelse med blant annet dyrking av flere kornarter, mais, poteter, gras og sukkerroer i europeiske land som Sverige, Danmark, England, Frankrike, Sveits, Ungarn og Tyskland, og er også benyttet i USA og Canada.

Foruten å være gunstig for dyre- og plantelivet har miljøskjøttet åkerkant også andre nyttige effekter, som redusert bruk av plantevernmidler, og mindre drift og avrenning av plantevernmidler til nærliggende landområder og vassdrag. Flora og fauna i åkerkanten og i kantonen, både over og under bakken, blir utsatt for en lavere dose av plantevernmidler enn ved den tradisjonelle driftsmåten. Dette har en positiv effekt på forekomst og mengde av nytte-dyr i jordbrukslandskapet. Tiltaket vil dermed kunne ha en gunstig virkning på jordbruket og det biologiske mangfoldet.

1.3 Biologisk mangfold

Biologiske mangfold er en forutsetning for jordbruket og matvaresikkerhet. Likevel har så mye som 4/5 deler av verdens jordbruksareal blitt degradert gjennom jordbrukets påvirkning i form av erosjon, næringsutarming, forsuring, og tap av organisk materiale. Dette og den utstrakte bruken av monokulturer og et fåtall høyt produserende kultivarer i jordbruket reduserer det biologiske mangfoldet i jordbruksområdene

Det biologiske mangfoldet kan vurderes på tre ulike nivåer; økosystemnivå, artsnivå og genetisk nivå. Jordbruket påvirker det biologiske mangfoldet på alle disse nivåene. Det øverste nivået omfatter variasjon i naturtyper, økosystemer, habitater, og de økologiske prosessene i disse. Plassering av åkrer, valg av avlingstyper, skjøtsel i kantonene, valg av åkerskiller, osv er med å forme landskapet, og virker dermed på økosystemnivå. Jordbruket har gjennom sin lange historie endret leveområdene for planter og dyr, og har dermed påvirket artssammensetningen til de frittlevende plantene og dyrene, både i og omkring jordbrukslandskapet. Ved å endre leveområdene og påvirke artssammensetningen, påvirker jordbruket også samspillet mellom arter og hvilke seleksjonskrefter som influerer på de ulike individene. Jordbruket har dermed også en effekt på det genetiske biodiversitetsnivået. Effekten på det genetiske nivået blir særlig tydelig gjennom bruken av genetisk modifiserte organismer, og gjennom det menneskeskapte seleksjonspresset som foregår ved pløying og ved sprøyting med plantevernmidler (ugras-, skadedyr-, og soppmidler).

1.4 Det biologiske mangfoldet i jordbrukslandskapet i Norge

Det biologiske mangfoldet i jordbrukslandskapet er hovedsakelig knyttet til åkerskillene, kantonene og åkerkantene. 90% av biodiversiteten i jordbrukslandskapet er knyttet til disse landskapselementene. Utviklingstrenden i jordbruket med sammenslåing av gårder, økt teigstørrelse, intensivering i driften, og økt bruk av kunstgjødsel og plantevernmidler fører til en reduksjon i det biologiske mangfoldet.

Boks 2 «Conservation headlands»

– selektivt sprøyta korn-åkerkanter

«Conservation headlands» er et resultat fra mange års studier ved Game Conservancy Trust i England. Utgangspunkt for studiene var å finne ut hvorfor bestanden av rapphøns (*Perdix perdix*) gikk ned, og om det var mulig å finne tiltak som kunne øke bestanden av denne og andre småviltarter. Forskningsarbeidet som ble utført har vist hvordan systematisk forskning og samarbeid for å løse et problem kan resultere i ny kunnskap som kan være til nytte for forvaltningen. Ved å forske på økologien til rapphøns, fant de ut at moderne jordbruk, og særlig bruk av plantevernmidler har en effekt som forplanter seg gjennom flere trofiske ledd i jordbrukets økosystem. Bredspektra plantevernmidler fjerner de fleste blomstrende plantene fra åkerkanten. Dette førte til mangel på mat og skjul for en rekke insekter. I tillegg førte bruk av insektmidler til en enda sterkere negativ innflytelse på insektfaunaen. Disse to forholdene skapte drastisk nedgang i viktige byttedyr for kyllingene til rapphøns og andre fugleviltarter. Ved eksperimentelle forsøk viste Game Conservancy at småviltbestandene kunne økes ved å redusere bruken av visse plantevernmidler og insektmidler, slik at de to-frøblada ugrasartene og insektene som var avhengige av disse kunne øke i antall, slik at kyllingene kunne få insektene som de var avhengige av. Selv om forskningen opprinnelig fokuserte på bestandsoppbygging av rapphøns og andre fugleviltarter, er tiltaket nå brukt som et generelt biodiversitetsfremmende tiltak i kornåkre. Mer enn 1530 km av «conservation headlands» har blitt iverksatt frivillig av 100 bønder etter initiativ fra Game Conservancy. I tillegg er det estimert at mer enn 2000 km av randsoner langs åkrer er skjøttet uten bruk av ugrasmidler for å fremme biodiversitet og småviltbestander (Longley & Sotherton 1997). Tiltaket er tatt inn i Storbritannias handlingsplan for økt biologisk mangfold, og inngår i de offentlige støtteordningene («Arable Stewardship Scheme») for å gjøre jordbruket mer miljøvennlig.

Den opprinnelige metoden gikk ut på å unngå sprøytemidler totalt i de ytterste seks meterne i åkeren. Men en del bønder var bekymret for risikoen for spredningen av ugras inn i åkeren, særlig fra kveke (*Elymus repens*) og klengemaure (*Galium aparine*). Som en respons på dette har Game Conservancy utviklet retningslinjer for lovlig sprøytetidspunkt og med hvilke plantevernpreparater (virkestoff) som er tillatt for å kontrollere ugras og sopp-infeksjoner, samtidig som det tas hensyn til de to-frøblada ugrasartene og deres assosierte insektfauna. Det er de selektivt sprøyta korn-åkerkantene som kalles «conservation headlands».

Anbefalt sprøyteplan for «conservation headlands» er gitt på «The Game Conservancy Trust's» internettside <http://www.game-conservancy.org.uk/menu/research.html>.

Nedlegging av norske gårdsbruk har vært omfattende de siste 30 årene. Rundt halvparten av de 155 000 gårdene som var i drift i 1969 var fraflyttet eller slått sammen i 1999. De små gårdene ble forlatt først (< 5 ha), de minket i antall fra 32 000 i 1989 til 16 000

i 1999. Dette har ført til en økning i den gjennomsnittlige gårdsstørrelsen fra 10 til 14,5 ha i den nevnte 10-års perioden, og også en reduksjon i mange av de gamle typene av åkerskiller (Statistisk sentralbyrå 2001 «Naturressurser og miljø»).

Åpne halv-naturlige enger utgjorde mer enn 10% av det totale jordbruksarealet i 1959. I løpet av 30 år har denne andelen minnet til mindre enn 5%, og i enkelte regioner mindre enn 0,5%. De gjenværende engene er fragmenterte rester av tidligere omfattende engsystemer og er sårbare for videre tap og endringer i skjøtsel. Enger har høy bevaringsprioritet i Norge på grunn av deres spesielle flora og assosierte insektfauna (Framstad & Lid 1998).

Rundt 3% av norske plantearter og rundt 10% av fugleartene er betraktet som truet på grunn av endringene i jordbrukslandskapet i Norge. Rundt en fjerdedel av de høyere planteartene på den norske rødlista er funnet i kulturlandskaper som enger, beiter og lynghei. Mer enn 300 arter som er tilknyttet jordbrukslandskapet er betraktet som truede eller sårbare, mens situasjonen for over 600 arter er uavklart (DN 1999).

Eksempler på arter som er truet pga intensivering og effektivisering av jordbruket er viktige pollinatorer som humler og åkerugrarter. Det er dokumentert fra flere land i Europa at humlene er i tilbakegang, og at dette sannsynligvis skyldes jordbrukets endring av humlenes leveområder. Det er usikkert om humlenes problemer først og fremst er knyttet til mangel på egnede bolplasser eller mangel på næringsressurser. Hvordan situasjonen for humlene er i Norge er ikke kjent.

Mange av de gamle åkerugrasene som klinte, bakkveite, lindodre og svimling er forsvunnet på grunn av endringer i jordbruket (utvalg og rensing av frø, intensivering i gårdsdriften, bruk av plantevernmidler, gjødsling eller drenering). Noen av disse plantene finnes nå kun i små og sporadiske forekomster i nærheten av møller, siloer eller losseplasser og vil i begrenset grad kunne nyte godt av miljøtiltak i ordinær gårdsdrift.

Men det finnes en del dyre- og plantearter som kan nyte godt av en miljøvennlig skjøtsel av åkerkanter. Blant annet sjeldne kulturbetingete arter, åkerugras, rødlistede plantearter, nyttedyr som spiser skadedyr, eller som er viktige pollinatorer, og fugler som foretrekker å finne maten sin i eller langs åkerkanter (se boks 3 for hvilke plantearter som sannsynligvis vil kunne dra fordel av tiltaket).

1.5 Andre biodiversitetsfremmende tiltak i og ved åker

Andre biodiversitetsfremmende tiltak omfatter skjøtsel av kantsonen utenfor den dyrka åkeren, opprettelse og vedlikehold av artsrike åkerskiller, og ved generelt å øke andelen av restbiotoper tilknyttet åkrene i kulturlandskapet. Det er funnet at en stabil kantsone (dvs en kantsone med veletablert flerårig vegetasjon) har stor innflytelse på det biologiske mangfoldet på artsnivå. Slike stabile kantsoner kan dannes ved å etablere en stripe med gras eller blomster langs åkeren, eller ved å beholde ubehandla åkerholmer inne i åkerne, lage hekker eller andre typer åkerskiller mellom åkrer, eller mellom åker og annen type arealbruk (som f.eks. veiger, byg-

ninger osv). Kantsoner med mye vegetasjon er i tillegg funnet å redusere avrenningen fra jordbruksområdene og har dermed betydelig innflytelse på jordbruket som diffus forurensingskilde til bekker og vassdrag.

For å unngå overproduksjon av korn har enkelte land tatt deler av åkerne ut av produksjonen i enkelte år (og noen over flere år). Slike «set-aside» arealer har med riktig skjøtsel vist seg å fremme biodiversiteten i jordbrukslandskapet.

Et annet biodiversitetsfremmende tiltak er å lage kunstige gras-kledde forhøyninger inne i store åkrer, for å bedre forholdene for nyttedyrene. Slike tiltak kalles nyttedyr-banker («beetle banks») og bedrer forholdene for overvintring hos nyttedyrene, i tillegg til at det blir kortere avstand inn til de midtre delene av åkrene som dermed også kan nyte godt av nyttedyrenes jakt på skadedyr.

Det er store forskjeller i kostnader forbundet med de ulike typene av biodiversitetsfremmende tiltak, og i bøndernes vilje til å anvende dem. Effekten av tiltakene vil også være avhengig av hvordan nærliggende åker- og naturarealer blir skjøttet.

2 Kunnskap om norske åkeres randsoner og deres funksjon

Norske kantsoner og åkerskiller er svært diverse. Den tradisjonelle bruken av hekker i andre land som England og Frankrike, til å holde avling og husdyr adskilt, er i Norge erstattet med gjerder, steingjerder, jordbanker, og grasstriper osv. En nyvekket interesse i å bevare gamle tradisjoner har ført til en gjenoppliving i bruk av regions-spesifikke typer av åkerskiller. Tross dette er det likevel en generell tendens at disse økologisk viktige lineære strukturene i jordbrukslandskapet minker i antall og kvalitet i både ekstensivt og i intensivt drevne jordbruksområder (Framstad & Lid 1998).

Et karakteristisk trekk ved norske jorder er at de fleste har minst en grense mot skog. Slike skogkanter i åkerens randsoner er et typisk trekk for skandinaviske områder (Fry & Sarlöv-Herlin 1997). Med økende høyde over havet, og jo mer vestover en kommer, jo mer sannsynlig er det at randsonen vil inneholde en dreneringsgrøft. Lengden på åkerskillene i Norge er vanligvis mellom 50 og 200 m i de mest intensivt drevne jordbruksområdene, og mellom 20 og 100 m i de marginale jordbruksområdene. Det finnes noen få åkerskiller som er lengre enn 500 m.

Både åkerskiller, kantsoner og åkerkanter er viktige for den biologiske diversiteten i jordbrukslandskapet (se figur 1). Dyr- og plantelivet i hvert av elementene i åkerens randsoner påvirker hverandre. Kvaliteten på åkerskillene og kantsonene er bestemmende for hvilke planter og dyr som forekommer i de dyrka åkerkantene. Tilsvarende vil biodiversiteten i kantsonen og i åkerskillene være avhengig av hvordan nærliggende åkerkanter blir skjøttet. I jordbrukslandskapet er biodiversiteten høyest på åkerholmer, i kantsoner og åkerskiller som er bevoskt med gras, busker eller trær, i kantsoner som inneholder bekker eller dreneringskanaler, og i selve åkerkantene. Dette gjelder både for planter og dyr. Det er færrest arter og lavest individtall midt i åkrene. Siden artene som etablerer seg i åkrene rekrutteres fra kantsonene og åkerskillene, vil effekten av skjøtselen i den dyrka åkerkanten være avhengig av skjøtselen av kantsonen og åkerskillene.

Kantsoner og tradisjonelle åkerskiller har flere viktige økologiske funksjoner (Fry 1994, 2001), blant annet som:

- habitat for arter som er truet pga endringer i jordbruket
- spredningskorridor for dyr
- barriere eller filter for bevegelse av dyr
- habitat for nyttedyr (f.eks. pollinatorer og predatorer på skadedyr)
- hinder for jorderosjon
- buffer for avrenning og drift av plantevernmidler

Norske kantsoner tilbyr habitat for mange arter som ikke trives på dyrka mark. Dette gjelder for både intensiv og ekstensiv jordbruksdrift (Norderhaug 1996; Cousins & Eriksson 2001). Plantelivet og dyrelivet knyttet til kantsoner, åkerskiller og åkerholmer i intensivt drevet jordbrukslandskap er godt dokumentert i Norge (Fry 1991; Fry & Main 1993; Borch & Ystad 1991; Fry & Robson 1994; Dramstad & Fry 1995; Dennis & Fry 1992; Framstad & Lid 1998; Fry & Dramstad 1999; Dennis et al. 2000). Kantsonene har også stor betydning i de mer ekstensivt drevne jordbruksområdene, der såing

Boks 3 Liste over sjeldne norske kulturbetingete plantearter, ugras og andre plantearter som kan bli positivt påvirket av tiltaket. De fleste er hentet fra Framstad 1990. Artene merket med stjerne er framhevet av Ander Often (NINA) som sannsynlige plantearter på den nasjonale rødlisten som kan nyte godt av sprøytefrie åkerkanter.

Akutt truet

Centaurea phrygia (parykk-knopput)*
Epilobium obscurum (mørkmjølke)*
Epilobium parviflorum (dunmjølke)*
Glyceria notata (spikesøtgras)*
Pimpinella major (stor gjeldkarve)

Sårbare

Ballota nigra (hunderot)
Chaerophyllum bulbosum (knollkjeks)
Conium maculatum (giftkjeks)
Dactylis aschersoniana (skoghundegras)
Epilobium hirsutum (stormjølke)
Gagea minima (kantlauk)
Glyceria declinata (buesøtgras)*
Inula britannica (lodnealant)
Leonurus cardiaca (løvehale)
Lythrum portula (vasskryp)*
Mentha gentilis (engmynte)
Ononis repens (krypbeinurt)
Peucedanum ostruthium (mesterrot)
Poa chaixii (parkrapp)
Tulipa sylvestris (vilttulipan)
Vicia angustifolia (sommervikke)
Vicia tenuifolia (luktvikke)
Vicia villosa (lodnevikke)

Sjeldne

Ajuga reptans (krypjonsokkoll)
Allium scorodoprasum (bendellauk)
Anisantha tectorum (takfaks)*
Galium pumilum ssp. normanii (vegmaure)*
Geranium molle (lodnestorkenebb)
Leontodon hispidus (lødnefjellblom)
Lotus uliginosus (förtitiltunge)
Medicago falcata (gull-lusern)
Meum athamanticum (bjønnrot)
Radiola linoides (dverglin)*
Ranunculus bulbosus (knollsøleie)
Scorzonera humilis (griseblad)
Trisetum flavescens (gullhavre)

Hensynskrevende

Arctium nemorosum (skyggeborre)
Arnica montana (solblom)
Campanula patula (engklokke)
Centaurea pseudophrygia (skjeggknopput)
Cerastium arvense (storarve)
Chenopodium bonus-henricus (stolt Henrik)
Cichorium intybus (sikori)
Crebis biennis (veghaukeskjegg)
Cytisus scoparius (gyvel)
Daucus carota (gulrot)
Euphorbia esula (vegvortemjølke)
Galeopsis ladanum (dundå)
Geranium columbinum (steinstorkenebb)
Luzula luzuloides (kvitfrytle)
Malva sylvestris (apotekerkattost)
Medicago sativa (blålusern)
Myrrhis odorata (spansk kjøvel)
Phyteuma spicatum (vadderot)
Trifolium aureum (gullkløver)
Trifolium campestre (krabbekløver)
Trifolium dubium (musekløver)

av frø og bruk av kunstgjødsel har truet mange engplantearter (Norderhaug 1996). I en studie av gårder på marginale jordbruksområder i Vest-Norge, ble det funnet 143 karplante-arter i åkrenes randsoner (Hamre & Austad 1999). Tilsvarende studier i mer intensivt drevne jordbruksområder resulterte i omtrent det samme antallet (138 arter, Alvim 1995). I begge tilfellene representerte artene rundt 30% av den regionale floraen. I en mer omfattende studie av fire fylker og 43 åkrer, fant deKramer (2000) en klar breddegradsgradient (59,5 - 62°N) i artsrikdommen av blomstrende planter (totalt 156 arter). Det ble funnet 23 arter per 10x2m randsone i Akershus, mot 14 i Hedmark.

Betydningen av åkrenes randsoner som spredningskorridorer og bindeledd mellom restbiotopene og de naturlige biotopene i jordbrukslandskapet er en viktig økologisk funksjon. Norske studier har vist at gunstige sommerfuglhabitatene som er knyttet til andre gunstige habitatene gjennom åkerskiller, har dobbelt så stor sannsynlighet for å inneholde populasjoner av sjeldne sommerfuglarter (*Lycena vigeureae*) enn de som mangler slike forbindelseslinjer (Fry & Dramstad 1997). Åkerskiller kan dermed bidra til en økning av slike arter på landskapsnivå (Dover & Fry 2001). Plasseringen av åkerskiller i landskapet har også betydning for diversiteten til skogtilknyttede arter. Både avstanden til nærmeste skogkant og total andel av skog i området var viktige faktorer (Fry, Webster & Chapman, upublisert).

Åkerskiller kan også fungere som barrierer for bevegelsen av enkelte arter. Til og med lave åkerskiller har en signifikant barriereeffekt på små sommerfuglarter. Høye hekker (> 3 m) blir sjelden krysset av enkelte sommerfuglarter. Men små åpninger i hekkene kan være tilstrekkelige for å tillate at sommerfuglene kan krysse over fra en åker/eng til en annen (Fry & Robson 1994). En lignende barriereeffekt er funnet for løpebiller (Frampton et al. 1995). Den lengre oppholdstiden i åkerskillene kan være med å motvirke nedgangen i bestander av nytte-insekter som skjer ved utstrakt bruk av plantevernmidler i avlingene (Frampton et al. 1995).

I tillegg til de økologiske funksjonene har kantsoner og åkerskiller en estetisk verdi i forhold til rekreasjon og turisme, samt en kulturell verdi siden de utgjør en viktig del av opplevelsen av landskapet for mennesker. Det er funnet at «oppløselighet» er en av de viktigste faktorene som påvirker menneskers visuelle preferanser. I åpne jordbrukslandskap er kantsoner og åkerskiller viktige faktorer for å bestemme oppløseligheten til landskapet. I tillegg er det funnet at økt kunnskap om «godene» tilknyttet de ulikelandskapselementene har en positiv innflytelse av verdsettingen av disse (Sundli-Tveit 2000; Dramstad et al. 2001). Den kulturelle betydningen av tradisjonene innen jordbruket har fått økende oppmerksomhet. Mønstrene av kantsonene kan brukes til å tolke lokal historie, som grenser mellom eiendommer og tidligere transportveier. Siden disse strukturene utgjør en viktig del av landskapet (Fry et al. 1999) har de også en betydning med hensyn til menneskers regionale identitet.

3 Dokumenterte effekter og kostnader av miljøskjøtta åkerkanter

3.1 Effekter på biologisk mangfold

Bruk av plantevernmidler har både direkte og indirekte effekter på det biologiske mangfoldet. Ved å unnlate å sprøyte med ugrasmidler vil antall og mengde av plantearter kunne øke i og langs åkeren. Dette vil videre kunne fremme mengde og artsantall av plante-spisende insekter og fugl, som igjen vil kunne fremme forekomsten av rovformer innen ulike dyregrupper.

Studier av mengde og artsantall av planter, insekter, pattedyr og fugler i miljøskjøtta åkerkanter (både usprøyta og delvis sprøyta åkerkanter) i forhold til de midtre og fullsprøyta delene av åkerne har vist at tiltaket:

- øker biodiversiteten i jordbrukets kulturlandskap
- fremmer forekomsten av blomstrende planter, invertebrater (inkludert edderkopper, biller, teiger, humler, blomsterfluer og sommerfugler) og fugler
- fremmer forekomsten av nytteinsekter som spiser skadedyr (mariehøner, edderkopper, løpebiller og kortvinger), og pollinatorer
- fremmer forekomsten av små pattedyr og amfibier
- fører til økt vannkvalitet ved å fungere som buffer i forhold til drift og avrenning av plantevernmidler til nærliggende landområder, og til bekker og vassdrag

Økningen i mengden av nytte-insekter og jordfauna vil gi bøndene en dyrkingsgevinst som ikke er så lett å måle i kroner og ører. I tillegg vil tiltaket føre til redusert bruk av plantevernmidler, som er et generelt mål for norsk jordbruk.

Nedenfor følger mer detaljerte resultater fra litteraturgjennomgangen tilknyttet effekten på ulike organismegrupper.

3.1.1 Planter

Bruk av miljøskjøtta åkerkanter startet i 1970-årene i Tyskland (Schumacher 1984), og de tyske bøndene har siden begynnelsen på 1980-tallet fått økonomisk støtte for å utføre tiltaket. Lignende tiltak har blitt utført i Sverige, Danmark, Sveits, Ungarn, England og Nederland (de Snoo 1999a,b). Utelatelse av bredspektra ugrasmidler i de dyrka åkerkantene har ført til økt forekomst og dekningsgrad av mange plantearter som er i nedgang i Europa, og til økt forekomst av nasjonalt sjeldne åkerugasarter innen hvert av landene (Boatman 1994; Marshall & Moonen 2002). De fleste av ugrasartene er ikke en trussel for avlingen, og det har ikke forekommet problemer i forbindelse med spredning av ugras fra de sprøytefrie åkerkantene inn til hovedavlingen i åkeren.

Mange av de gamle åkerugasartene er nå på rød-listen over sjeldne og truede planter i Europa. Disse artene krever åpne, lyse forhold, som en finner i åkrer, og klarer ikke å overleve i habitatene med høy vegetasjon (busker og trær). I undersøkelser som er gjort for å evaluere betydningen av miljøvennlige tiltak i jordbruksland-

skapet i England (de såkalte «arable stewardship pilot schemes») ble effekten av ulike typer av skjøtsel av kantsoner og åkerkanter på det biologiske mangfoldet studert (se Critchley et al. 2001 for detaljer). I løpet av de to første årene etter tiltaket ble det funnet sjeldne åkerugrarter på 23% av de undersøkte gårdene, mot ingen før tiltaket ble satt igang. I en annen studie ble det funnet 17 av 25 åkerugrarter av bevaringsverdi i «conservation headlands» i England.

I Nederland har de usprøyta åkerkantene (3m brede) vært smalere enn i England. Tiltaket har likevel også her ført til signifikant høyere plantedekke og antall arter av tofrø-blada ugrasarter, inkludert flere arter som er i nedgang (de Snoo 1999a,b). I vinter-hvete økte ugras-dekket fra 2% til 32% og antall plantearter i de sprøytefrie åkerkantene økte i gjennomsnitt fra 6-17 arter. Ved å vekte for bevaringsverdien til åkergraset, ble det funnet at biodiversitetsverdien av de usprøyta åkerkantene økte med en faktor på 7,2 (de Snoo 1997). I Sverige har ugras-dekket økt til det dobbelte i usprøyta åkerkanter sammenlignet med kontrollområdene (Chiverton 1994). Kiss et al. (1997) fant at åkerkanter inneholdt rundt to-tredjedeler av planteartene i jordbrukslandskapet. Den andre tredjedelen ble utgjort av spesialister på åpne områder og av arter som kan overleve både i åker og i kantsoner.

3.1.2 Dyr

Litteraturen omhandler stort sett dyr som er potensielt nyttige eller til skade for jordbruket. I tillegg til disse dyrene som stort sett utgjøres av ledd-dyr og fugler, finnes en rekke andre dyregrupper i åkerkantene. Effekten av miljøvennlig skjøtsel av åkerkantene for disse dyregruppene og artene er i mindre grad undersøkt og klarlagt.

Den mest studerte dyregruppen i åkerkanter er ledd-dyr, siden disse inneholder mange arter som er til nytte for jordbruket. Innen gruppen finnes både predatorer og parasitter på skadedyr som f.eks. lus og snegler. Disse er derfor interessante som biologiske kontrollorganismer, og økt forekomst vil medføre redusert behov for bruk av kjemiske plantevernmidler (Ekbom et al. 1992). Vandring av rov-invertebrater fra åkerens randsoner og inn i avlingen om våren er godt dokumentert i Norge (Dennis & Fry, 1992; Dennis et al. 2000). Videre er rollen til usprøyta åkerkanter som levested og kilde til nytte-dyr godt dokumentert (se figur 2).

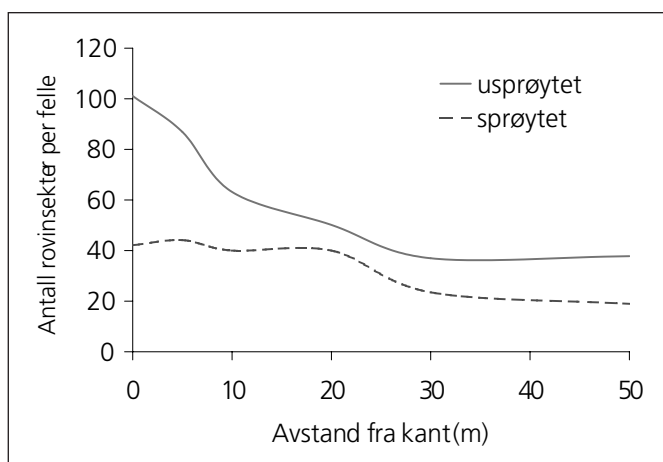
Studiene av ledd-dyr (Arthropoda) i åkerkanter omfatter blant annet insekter, spretthaler og edderkoppdyr, som alle representerer ulike grupper innen ledd-dyrene. Innen insekter er biller, tovinger, nebbmunner, sommerfugler, og årevinger studert.

Biller (Coleoptera)

Blant billene er både løpebiller (Carabidae) og kortvinger (Staphylinidae) viktige predatorer på skadedyr innen jordbruket (Sopp et al. 1992). Deres innflytelse på skadedyrenes populasjonsdynamikk er avhengig av tidspunkt, egen populasjons vekstrate og fordeling innen avlingen. Usprøyta åkerkanter ser ut til å ha stor effekt på løpebillenes tetthet. Hassall et al. (1992) fant mer enn fire ganger så mange løpebiller i «conservation headlands» i forhold til sprøyta åkerkanter. Effekten av redusert bruk av plantevernmidler for kortvinger er i mindre grad undersøkt. Kortvingene har vist en svak tilbakegang etter omlegging til økologisk jordbruk, sannsynligvis

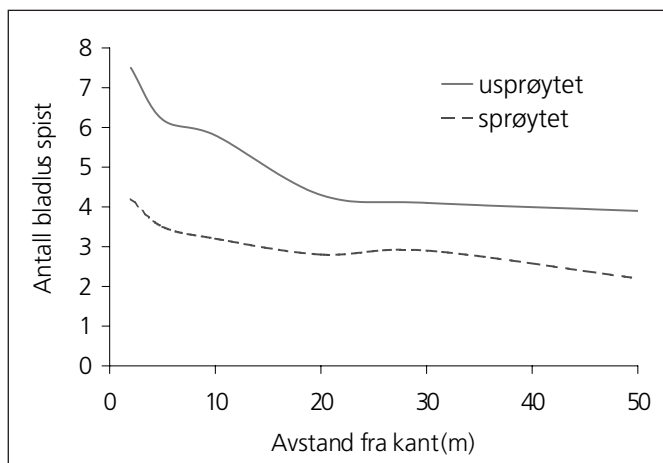
pga økt konkurranse med løpebillene som har hatt en sterk framgang ved økologisk jordbruk (Hokkanen & Holopainen 1986). Generelt for biller og andre viktige predatorer på bladlus er at de overvintrer i kantsonene til åkeren, og beveger seg inn i åkrene om våren (Dennis 1994; Dennis et al. 2000). Vegetasjonsstrukturen (både dekningsgrad og artssammensetning) påvirker hvilke arter som forekommer, og deres evne til å spre seg

De fleste studiene har fokusert på billenes rolle som predatorer på skadedyr. Billenes betydning for det biologiske mangfoldet er nylig blitt en aktuell problemstilling, og det arbeides med å utvikle metoder for å bestemme deres rolle for det totale artsmangfoldet og for å finne ut hvilke økologiske funksjoner de ulike gruppene innen biller har (de Snoo 1999a,b).



Figur 2 Forekomsten av rovinsekter som løpebiller og blomsterfluer i åkeren går ned når avstanden fra åkerkanten øker (øverst). Tilsvarende minsker antallet bladlus som blir spist av rovinsekter, med avstanden fra åkerkanten (nederst). Åkrer som er sprøytet har færre rovinsekter, som tar færre bladlus enn usprøyta åkrer (etter Framstad & Lid 1998).

The density of predatory insects such as carabid beetles and hover flies in crop fields declines with distance from the field boundary (top). A similar decline is found in the number of cereal aphids eaten by beneficial insects (bottom). Cereal field margins which are sprayed have lower populations of beneficial insects which results in lower predation rates on cereal aphids. (Framstad & Lid, 1998).



Blomsterfluer (Tovinger: Syrphidae)

Blomsterfluer lever av pollen og nektar som voksne, mens larvene er viktige predatorer på bladlus på korn. Usprøyta åkerkanter tilbyr blomsterarter som de voksne individene foretrekker som matkilde (Cowgill et al. 1993). Feltinnsamlinger har vist en økning i antall blomsterfluer i kornåkre nær usprøyta, blomsterrike kantsoner i Norge (Howard pers. med).

Nebbmunnere (Hemiptera; dvs Teger (Heteroptera) og plantesugere (Homoptera))

Nebbmunnene spiller en viktig rolle for mange av artene som lever tilknyttet åkerkanter og kantsoner. De er viktige som byttedyr for løpebiller, edderkopper og fugl. På grunn av økningen i plantemengde og plantediversitet i de usprøyta åkerkantene øker også tegene i både mengde og diversitet (Sotherton 1991). Av de 82 tegeartene som står på den norske rødlisten, er 31 knyttet til tørre enger i jordbrukets kulturlandskap. Ut fra tegenes store betydning for andre arter, og ut fra jordbrukslandskapets store betydning for denne insekt-gruppen, må tegene karakteriseres som en gruppe som i stor grad vil bli positivt påvirket av sprøytefrie åkerkanter.

Sommerfugler (Lepidoptera)

Sommerfugler er en av de mest studerte insektgruppene i jordbrukslandskapet. Mange av sommerfuglene er knyttet til åpne og solvarme lokaliteter. Åpen eng, deriblant kulturmark utgjør levestedene til 1/3-del av de rødlistede artene (DN 1999). Sommerfugler er mye brukt i overvåking av biologisk mangfold, siden de er følsomme for endringer i landskapet, og har godt dokumentert biologi og utbredelse. Flere studier har observert et høyere antall av sommerfugler assosiert med sprøytefrie åkerkanter i forhold til de sprøyta åkerkantene. I Nederland fant de Snoo (1999a,b) rundt fem ganger antall individer og mer enn to ganger antall sommerfuglarter i de usprøyta åkerkantene. Både mengde og atferden til sommerfuglene er forskjellig i de miljøskjøtta åkerkantene i forhold til i de sprøyta åkerkantene. Det større arts mangfoldet og forekomsten av blomster som f.eks. åkersennep (*Sinapis arvensis*), åkerstemorsblomst (*Viola arvensis*) og åkertistel (*Cirsium arvense*), gir et rikere mattilbud til de voksne sommerfuglene og for sommerfugllarvene (Dover 1991). Dette reflekteres i atferdsmønsteret. Sommerfuglene i de usprøyta åkerkantene kan bruke mer tid på å spise enn sommerfuglene i de sprøyta åkerkantene som må bruke mer tid på leting etter mat. I en studie i England ble det observert signifikant flere sommerfuglobservasjoner i usprøyta åkerkanter mot flere typer kantsoner (Rands & Sotherton 1996; tabell 1)

Humler (innen Hymenoptera / årevinger: *Bombus* spp.)

Humler er viktige pollinatorer for både kulturplanter og ville blomster. Siden de i motsetning til biene, ikke har evne til å lagre mat for lengre perioder, krever humlene en kontinuerlig forsyning av nektar og pollen i sommersesongen. De beste levestedene for humlene er derfor landskap som er rike på plantearter med et høyt innhold av nektar og pollen. Den økte forekomsten av blomster i de usprøyta åkerkantene er derfor gunstig for humlene. De viktigste matressursene for humler er blitt kartlagt i jordbrukslandskapet i Norge. Selv om de fleste av de foretrukne blomstene var flerårige (Dramstad & Fry 1995), kan også ett-årige blomsterplanter være attraktive hvis de forekommer i tilstrekkelig antall. Eksempel på det siste er høye tettheter av ugrasbalderbrå (*Matricaria perforata*).

Tabell 1 Antall sommerfuglobservasjoner per km åkerkant for fire ulike typer kantsoner, med og uten sprøyting av åkerkanten. Data er hentet fra Rands & Sotherton (1986). (***) = $p < 0,001$.
Number of butterfly observations per km of field margin for 4 different field boundary types with and without sprayed crop edges. Data based on Rands & Sotherton (1986). (***) = $p < 0,001$.

Kantsone	Antall sommerfuglobservasjoner		
	Sprøytet	Usprøytet	χ^2
Jernbane	91	579	354,5***
Skogkant	78	160	28,3***
Høy hekk	89	275	95,0***
Lav hekk	78	150	22,7***

Spretthaler (Collembola)

Spretthalene er viktige byttedyr for fugler, løpebiller og edderkoppdyr. For «teppe-spinnerne» (en gruppe innen edderkoppene) kan spretthalene utgjøre så mye som 60% av dietten (Frampton 1988). Mange sopp-midler dreper også insekter. Laboratoriestudier og eksperimentelle studier viser at dette også gjelder spretthaler (Frampton 1994). Særlig pyrazophos er funnet å være svært giftig for spretthaler. Bruk av insektmidler fører til en signifikant reduksjon i tettheten av denne funksjonelt viktige gruppen (Frampton & Cilgi 1992).

Edderkoppdyr (Arachnida)

En annen gruppe innen ledd-dyrene som er mye studert på grunn av deres betydning som predatorer på skadedyr, er edderkoppdyrene, særlig de som tilhører familien «teppe-spinnerne» (Linyphiidae) blant edderkoppene. Edderkoppdyrene blir positivt påvirket av både sprøytefrie åkerkanter og «conservation headlands». I en studie fant Hassall et al. (1992) at det var dobbelt så mange edderkoppdyr i de sprøytefrie åkerkantene som i åkerkantene som ble sprøytet. Den viktigste grunnen til denne økningen var den økte kompleksiteten i vegetasjonsstrukturen i de sprøytefrie åkerkantene, og den økte tilgangen på byttedyr.

Små pattedyr

Mange små pattedyr lever tilknyttet kantsonene i jordbrukslandskapet, blant annet pinnsvin, og smågnagere som skogmus, klatremus, bjørkemus, markmus og spissmus. Av disse er pinnsvin og bjørkemus i nedgang i Norge og står på rødlisten som arter som bør overvåkes. Det ble ikke funnet noen studier på effekten av sprøytefrie åkerkanter for disse artene. Men undersøkelser av betydningen av korridorer for smågnagere i Norge (Andreassen et al. 1996) viser at smågnagere er avhengige av skjul for å kunne bevege seg i åpne landskaper. Økningen i plantedekke i de sprøytefrie åkerkantene vil derfor sannsynligvis være til nytte for smågnagerne (Tew et al. 1992). De fleste smågnagere yngler i hekker på graskledde bakker, men drister seg inn i åkrene hvis det er nok plantedekke der (Barr et al. 1995).

Flaggermus er også en gruppe innen pattedyrene som spiser insekter. De kan være med å redusere skadedyrpopulasjoner ved å spise mygg, biller, møll, gresshopper osv. Flaggermus er de eneste viktige predatorer på nattaktive flyvende insekter. Siden de usprøyta

åkerkantene fører til en rikere og mer variert insektfauna, vil flaggermus også kunne nyte godt av miljøvennlig skjøtsel av åkerkantene. Mange av flaggermusartene er tilknyttet jordbrukets kulturlandskap (8 arter) og står på den nasjonale rødlisten over arter som er i nedgang. Det er ikke gjort noen studier av hvilke effekter skjøtelsen av åkerkanter har for flaggermus.

Amfibier

Innflytelsen av drenering av våtmarker og fjerning av dammer osv for forekomsten av amfibier er godt studert i Norge, men det er ikke gjort noen systematiske studier av effektene av sprøytefrie åkerkanter på denne gruppen. Det finnes kun seks arter amfibier i Norge: vanlig frosk, spissnutet frosk, damfrosk, padde og liten og stor salamander. Den norske rødlisten omfatter fire av disse, dvs alle unntatt vanlig frosk og padde. Amfibiene lever tilknyttet dammer, vann og myrer som ofte dreneres eller fylles igjen i forbindelse med jordbruk eller f.eks. veg-utbygging. Gjennom NINAs undersøkelser av insekter i jordbrukslandskapet i løpet av 15 år på Østlandet, har også amfibier dukket opp i fellene. Forekomsten i fellene ser ut til å være avhengig av tidspunkt på året, avstand til kantsonen, type kantsone, og avstanden til nærmeste vannforekomst. De forekommer oftest i fellene nærmest eller i kantsonene. Amfibiene er en truet gruppe som ser ut til å være knyttet til kantsonene, og de er sårbare for mange typer plantevernmidler. Siden de lever av invertebrater som vil bli begunstiget av tiltaket, vil sprøytefrie åkerkanter kunne ha en positiv effekt på amfibiens forekomst, særlig der åkerkantene grenser mot grøfter, dreneringskanaler og gårdsdammer.

Fugler

Siden mange av forsøkene med sprøytefrie åkerkanter ble designet for å fremme populasjoner av fuglevilt (Chiverton 1991; Sotherton 1991) finnes det mye data relatert til dette temaet. Undersøkelsene har vist at både sprøytefrie åkerkanter og «conservation headlands» har hatt stor positiv innflytelse på rapphøne. Gjenetableringen av rapphønene har skjedd på grunn av utelatelse av bredspektra plantevernmidler som fjernet planteartene som mange av rapphønenes byttedyr (særlig nebbmunnene) var avhengige av. I tillegg fjernet insektmidlene det som måtte finnes av føde for rapphønskyllingene, når disse midlene ble brukt om våren (se boks 2). Utelatelse av plantevernmidler førte til signifikant økning i plantedeckket og i byttedyr for både rapphønskyllingene og for de voksne fuglene. Kullstørrelsene var signifikant høyere i «conservation headlands» enn i de sprøyta åkerkantene (Sotherton 1991), og tettheten av rapphønene økte fra 3,7 par per km² i 1979 til 11,7 par i 1986 (Potts & Aebischer 1990). Fasan-kyllinger er også avhengige av insekter, og kullstørrelsen økte signifikant i åkrer med miljøvennlig skjøtsel av kantene (Sotherton 1991).

Effekten av sprøytefrie åkerkanter på andre fuglearter er ikke så godt kartlagt. Mange av undersøkelsene gir ikke noe entydig svar. Tross dette hevder Hinsley & Bellamay (2000) i en oversiktsartikkel over betydningen av hekker for fugl, at antall fuglearter vil øke med økende habitatdiversitet. Derfor skulle en tro at den økte diversiteten i antall plantearter, plantedekke og forekomst av byttedyr i de sprøytefrie åkerkantene vil ha en positiv effekt på flere andre fuglearter.

Omtrent 50% av fugleartene på nasjonal rødliste opptrer i jordbrukspåvirkede områder som skog og jordbrukets kulturmark (DN 1999). Fire av de rødlista artene, hortulan (*Emberiza hortulana*), sør-

lig gulerle (*Motacilla flava flava*), engelsk gulerle (*Motacilla flava flavissima*) og sørlig myrsnipe (*Calidris alpina schinzii*) er knyttet til ekstensivt drevet jordbruk, og vil kunne nyte godt av tiltaket om sprøytefrie åkerkanter. I nederlandske undersøkelser ble det funnet at sørlig gulerle besøkte de usprøyta åkerkantene 4,5 ganger så ofte som de sprøyta åkerkantene (de Snoo 1999a,b). Også i England kan en økning i mengden av gulerler og sanglerke (*Alauda arvensis*) knyttes til miljøvennlig skjøtsel i jordbrukslandskapet, inkludert tiltak i de dyrka åkerkantene (se Game Conservancy Trust's internetadresse om fuglearter i jordbrukslandskapet). Sanglerke er en prioritert art på europeisk nivå siden den har vært i sterk tilbakegang siden 1960-årene på grunn av endringene som har skjedd i jordbruket. Arten er også i nedgang i Norge, men forekommer i levedyktige populasjoner i de fleste kornproduserende distrikter. Data fra et overvåkingsprogram («Tilstandsovervåking og resultatkontroll i jordbrukets kulturlandskap, det såkalte 3Q-programmet») viser et klart forhold mellom forekomsten av sanglerke og størrelsen av de dyrka jordene (Dramstad et al. 2001). Det er ikke påvist noen klar sammenheng mellom tettheten av sanglerke og usprøyta åkerkanter (de Snoo 1999a,b). Dette kan skyldes at sanglerke hekker lenger inne i åkeren (ofte på kjøresporene som lages av traktorene når åkrene sprøytes) og at de er mindre følsomme for skjøtelsen av selve åkerkanten. Men siden det er funnet langtidseffekter av plantevernmidler på fugler som lever i jordbrukslandskapet (Greig-Smith et al. 1992), vil den reduserte bruken av plantevernmidler med miljøvennlig skjøtsel av åkerkantene være gunstig for fuglene.

Også fuglearter som ikke er truet eller i nedgang vil kunne nyte godt av tiltaket. Gulspurv (*Emberiza citrinella*) som er en vanlig fugleart i åpne landskap i Sør-Norge, ble positivt påvirket av de miljøvennlige tiltakene i de engelske undersøkelsene. Gulspurv koloniserer små habitater som åkerholmer og hekker, i nærheten av kornåkrer (Borch & Ystad 1991). De krever en rik tilgang på invertebrater i åkrene for å kunne føre ungene sine. Den insektspisende torsangeren (*Sylvia communis*) lever i gras og buskvegetasjon nær åkerkanter og vil sannsynligvis også dra fordel av den økte forekomsten av insekter i disse områdene. Tornirisk (*Carduelis cannabina*) fører ungene sine med frø, og den økte forekomsten av frøproduserende planter i de sprøytefrie åkerkantene vil være gunstig. Undersøkelser har vist en høy dødelighet hos ungene til tornirisk dersom foreldrene må bruke mye tid fra reiret for å skaffe ungene mat (Eybert et al. 1995). Svaler, som er insektspisende fuglearter, er funnet oftere over hekker med høye tettheter av insekter, og vil sannsynligvis også kunne nyte godt av den rikere og mer mangfoldige insektfaunaen som er tilknyttet de sprøytefrie åkerkantene.

3.2 Kostnader

Utelatelse av sprøyting med ugrasmidler kan føre til økt forekomst av ugras i den miljøskjøtta åkerkanten. Dette kan føre til økte innhøstingskostnader (treskeproblemer), tapt avlingsmengde eller kvalitet, forurensing av kornet i form av uønskede frø, og økte tørke og rensekostnader.

Tross dette viser studier at:

- avlingstapene er små, særlig når det gjelder produksjon av korn og poteter

- hovedkostnadene skyldes en liten økning i arbeidskostnadene
- innslag av ugras til hovedavlingen er minimal

De lave kostnadene skyldes hovedsakelig at åkerkantene generelt gir mindre avkastning enn hovedavlingen (3-10% mindre enn midt i åkeren). Forskjellen mellom «conservation headlands» og fullt sprøytede åkerkanter representerer et tap på 6-10% i en 6 m bred miljøskjøttet åkerkant (Boatman & Sotherton 1988). Andre forfattere har estimert avlingstapene i de usprøyta åkerkantene til å være 0-10%, dvs svært små tap sett for hele åkeren under ett (de Snoo, 1994). I England blir kostnadene tilknyttet usprøyta åkerkanter estimert til 150 kr per hektar, og kostnadene knyttet til «conservation headlands» lik 1200 kr per hektar, eller 70 kr per 100 m, gitt en bredd på 6 m (Chaney et al. 1999). De høyere utgiftene tilknyttet «conservation headlands» skyldes prisen på de selektive plantevernmidlene.

Disse beregningene inkluderer kun kostnadene for den enkelte bonden. Gevinsten for bonden og naturmiljøet knyttet til de positive effektene av tiltaket er ikke tatt med. Heller ikke er det tatt med kostnadene for samfunnet tilknyttet f.eks. rensing av drikkevann for plantevernmidler. Økningen i mengden av nytte dyr vil føre til redusert behov for bruk av plantevernmidler og økt pollinering. Tiltaket vil dermed både direkte og indirekte føre til reduserte utgifter og forbruk av plantevernmidler, i tillegg til dyrkingsgevinsten som er forbundet med den økte forekomsten av pollinatorer. I Nederland hevder de Snoo & Chaney (1999) at fordelene med tiltaket, særlig med hensyn til biologisk kontroll av skadedyr, er så stor at tiltaket bør bli en del av den normale gårdsdriften. Men erfaringene fra Tyskland viser at tiltaket kun ble utført hvis bønderne fikk økonomisk støtte for å gjennomføre det. Antall usprøyta åkerkanter minket drastisk når støttemidlene ble fjernet (Boatman et al. 1999a). I England er det beregnet at det årlig brukes ca 120 millioner kr for å rense drikkevann for plantevernmidler. Ut fra dette vil det være kostnadsbesparende å ha en sprøyteplan som gir minst mulig drift og avrenning til nærliggende vassdrag. Dette vil i tillegg redusere den miljømessige og helsemessige risikoen for skadelige effekter.

Det viktigste hinderet for å få bønder til frivillig å anvende tiltaket med sprøytefrie åkerkanter, var frykten for at ugraset i åkerkantene ville spre seg til hovedavlingen (Sotherton 1991). Til tross for at hovedhensikten med tiltaket er å øke forekomsten av blomstrende ugrasplanter i åkerkantene, viser det seg at dette representerer et lite problem for resten av avlingen. Det er vanlig at floraen i åkerkantene ikke påvirker floraen i hovedåkeren (Marshall & Arnold 1995; Marshall & Moonen 2001). Med en stabil, flerårig vegetasjon i åkerens randsone er det små ugrasproblemer i åkeren. Forstyrrelser (sprøyting med ugrasmidler, jordarbeiding osv) i åkerens randsone kan imidlertid føre til økt forekomst av ett-årige ugrasplanter som kan være problematiske for resten av åkeren (Smith et al. 1999). Bønder blir derfor advart mot å få drift av plantevernmidler til kantsoner og åkerskiller fordi fjerningen av den flerårige vegetasjonen kan fremme utviklingen av ett-årige ugrassamfunn som kan invadere avlingen. Smith et al. sier: «While farmers remain concerned about weed ingress from field edges managed for biodiversity we conclude that those concerns have little foundation. Indeed the actual agronomic risks are, if anything, less than from field edges degraded by herbicide use.»

3.3 Kunnskapsmangler – forskningsbehov

Studiene som danner grunnlaget for anbefalingene i denne rapporten er for det meste utført i andre land og under andre klimaforhold enn vi har i Norge. Forskjellene i klima medfører ulike vekstforhold både for de kultiverte plantene og for de andre planteartene i jordbrukslandskapet. Det vil også være forskjeller i hvilke arter av planter og dyr som finnes i og nær åkeren, og dermed hvordan disse vil respondere på tiltaket. Dessuten er mange av de studerte åkrene svært store i forhold til den gjennomsnittlige størrelsen i Norge, og åkrene har vært drevet intensivt over flere år. I hvor stor grad resultatene er direkte overførbare til norske forhold er uklart.

Gjennomførte studier omfatter hovedsakelig åkrer med korn, grøntfôrvekster og poteter. Hvilke biodiversitetsfremmende tiltak som lønner seg i forhold til dyrking av bær, frukt, grønnsaker, oljevekster og rotvekster, er lite studert. Dette gjelder også hva som vil være optimal bredde på den skjøtta kanten i forhold til avlingstype.

Gjennomgang av den vitenskapelige litteraturen viser at det særlig mangler kunnskap om effektene av tiltakene for åkerugras, amfibier og små pattedyr i Norge.

Åkrenes randsoner er mangfoldige, og funksjonen som habitat, spredningsvei, rekreasjonskilde, og interaksjon med jordbruksystemet, vil være avhengig av en kombinasjon av lokal kvalitet, størrelse i forhold til dyrket areal, og romlig plassering (kontinuitet, helningsgrad, og beliggenhet). Det gjenstår fortsatt mye forskning på de ulike funksjonene til de ulike elementene i åkrenes randsone, og hvordan disse påvirkes av ulike typer skjøtsel.

4 Miljøskjøttet åkerkant under norske forhold

Norge har to viktige klimagrader, en nord-sør gradient og en øst-vest gradient. Nord-sør gradienten representerer klimavariasjonen langs breddegradsgradienten fra 57°58' til 71°7', mens øst-vest gradienten representerer klimavariasjonen som skyldes den økende avstanden fra havet. I vest er klimaet oseanisk, med mye nedbør gjennom året (opp til 4000 mm per år), kalde somrer og milde, våte vintre. Innlandet og østlige deler har et mer kontinentalt, tørt klima (3-500 regn mm per år) med varme somrer og kalde vintre. Store topografiske variasjoner, ofte innen korte avstander, mellom dalbunner og høye fjell, skaper andre gradienter. Dette gir at mønstrene i jordbrukssystemene og det biologiske mangfoldet er avhengig av breddegrad, terreng, høyde over havet, og avstand fra kysten.

Miljøskjøttet åkerkant vil sannsynligvis være mest hensiktsmessig i områder med store åkrer, og der det vanligvis brukes mye plantevernmidler. Norge har begrensede arealressurser egnet til jordbruk. Omlag 6% av landarealet i Norge er dyrkbare (Statistisk sentralbyrå 2001), i motsetning til 40-50% i mer produktive områder i Europa. De største jordstykkene i Norge finnes på Østlandet (i snitt rundt 40 dekar), mens Sørlandet i gjennomsnitt har de minste jordstykkene (rundt 10 dekar). Dette skyldes geomorfologiske forskjeller. I kupertede områder som Agder, store deler av Vestlandet og Nord-Norge, er størrelsen på jordstykkene naturlig begrenset av terrenget. Gras, til beite eller som fôr, er den viktigste avlingstypen, og opptar 55% av det dyrka området. Korn utgjør 35% og er den nest viktigste kulturtypen. Resten er andre fôravlinger, poteter og grønnsaker. Melkeproduksjonen er viktig, men antall dyr pr gård er lavt.

Det kalde klimaet gjør jordbruket i Norge mindre utsatt for sykdommer og skadedyr enn i andre land, og skaper dermed mindre behov for bruk av plantevernmidler. I følge EEA (European Environment Agency) brukes det ca 1 kg per hektar dyrket areal i Norge, mot ca 14 kg per hektar i land som Kypros, Italia og Nederland. Men sammenlignet med Sverige (0,7) og Finland (0,5) som har lignende klimatiske forhold som Norge, har Norge et høyt forbruk av plantevernmidler (Ludvigsen & Lode 2001). Av omsetningen av plantevernmidler i 1999 utgjorde ugrasmidler rundt 65%. Program for jordsmonnsovervåking (JOVÅ) rapporterer at det er funnet til sammen 12 ulike plantevernmidler i 85% av undersøkte prøver av overflatenært grunnvann, og at det er funnet rester av plantevernmidler i 50% av undersøkte drikkevannsbrønner (Ludvigsen & Lode 2001).

Behovet for bruk av plantevernmidler varierer fra år til år og fra avlingstype til avlingstype. Gode varslingstjenester om forekomst og etablering av ulike skadedyr/sykdommer er nødvendig for å få til en reduksjon i bruken av plantevernmidler, som er et uttalt mål for norsk jordbruk. I et samarbeid mellom Landbrukets Forsøksringer og Planteforsk er det utviklet et slikt varslingssystem for norske bønder. VIPS - Varsling innen planteskadegjørere, omfatter varsling av risiko for skade på grunn av mjøldogg og hveteaksprikk i korn, tørråte i potet, epleskurv, og gulrotflue, kålflue, kålfly og grå øyeflekk. Varslene er laget på grunnlag av data fra Planteforsks automatiske klimastasjoner, værprognoser fra Meteorologisk institutt og lokale observasjoner utført av forsøksringene. Fra og med 2002 er det også mulig å få personlig varsel og tilgang til en personlig tiltaks-

dagbok/sprøyte dagbok. For Østlandet og i Midt-Norge lages det også prognoser for forekomst av havrebladlus. Det kalde klimaet og de gode varslingstjenester i Norge gjør at forholdene skulle ligge godt til rette for redusert sprøytebruk generelt, og for sprøytefrie åkerkanter spesielt.

I tillegg til regionale forskjeller i åkerstørrelse og klima, er også valget av kulturtyper forskjellig mellom ulike regioner. Kornproduksjonen er konsentrert til de beste jordbruksområdene i sør og øst, mens melkeproduksjonen foregår i nord og i vest. Dette betyr at det må tas regionale hensyn i valg av biodiversitetsfremmende tiltak i jordbruket i Norge.

4.1 Eksisterende miljøtiltak i landbruket

Det er et mål for norsk jordbruk at 10% av jordbruksarealet er lagt om til økologisk produksjon innen 2009 (Stortingsmelding nr 19, 1999-2000). For å oppnå dette målet gis det blant annet årlig tilskudd for areal som er lagt om til økologisk drift. Det gis også tilskudd til spesielle tiltak i kulturlandskapet (STILK-midler) med hensikt å ta vare på miljøverdiene i landskapet. Tiltak for å bevare og fremme biologisk mangfold er et av hovedmålene med disse midlene. Det gis også tilskudd for å minske jordarbeiding i flomutsatte områder med formål om å redusere erosjon. Redusert erosjon er også hensikten med de såkalte MOMLE-midlene (Miljørettet omlegging i kornområdene), som skal benyttes til å støtte omlegging fra kornproduksjon (eller annen åpen-åker produksjon) på svært erosjonsutsatte arealer over til en mer miljøvennlig produksjon, med gras eller annet varig plantedekke. I tillegg gis det tilskudd til tekniske miljøtiltak (IMT-midler - Investeringsstøtte til miljøtiltak).

Norsk landbruksforvaltning har avgjort at det skal lages miljøplaner på hvert enkelt gårdsbruk, frivillig i 2002 og obligatorisk fra 2003. De ulike offentlige støtteordningene vil dermed bli knyttet opp mot disse. Miljøplanene vil utgjøre landbrukets kvalitetsstyringssystem krav i forhold til kulturlandskap og miljøtiltak (KSLs - Kvalitetssystem i landbruket). Tilsvarende miljøplaner er under utvikling i England og i flere andre EU land.

4.2 Anbefalte tiltak for skjøtsel av dyrka åkerkanter

Gjennomgangen av studiene på effekten av miljøskjøtta åkerkanter har vist at tiltaket har hatt positiv effekt på det biologiske mangfoldet i alle studiene. Dette gjelder også de få norske studiene som er gjort på effekten av redusert bruk av plantevernmidler i åkerkanter. Basert på erfaringene og resultatene fra miljøskjøtta åkerkanter i andre land anbefaler vi at tiltaket blir gjennomført i Norge, gitt følgende retningslinjer:

Anbefalt type skjøtsel, bredde og antall kanter

- hovedregel: utelat all sprøyting med plantevernmidler i den ytterste kanten av den dyrka åkeren
- anbefalt bredde er 6 m, men hvis dette utgjør en for stor del av åkeren kan bredden reduseres til 3-4 m og likevel ha en

gunstig effekt på det biologiske mangfoldet

- det er bedre med én bred miljøskjøttet åkerkant mot en velegnet kantsone, og ingen tiltak langs de andre kantene av åkeren, heller enn å ha en smal skjøttet åkerkant (2-3 m) rundt hele åkeren (se tabell 2)
- hvis et av målene er å bevare sjeldne åkerugrarter, må gjødsling unngås (denne type skjøtsel kalles «rare arable wildflower strips» i England)

Hvis det forekommer spesielle ugrasproblemer i åkerkanten har det vist seg at begrenset sprøyting (både når det gjelder type virkestoff og sprøytetidspunkt) kan være et brukbart kompromiss mellom avkastning og miljøhensyn (se boks 2). Men ut fra det generelt lave behovet for bruk av plantevernmidler i Norge, og problemene forbundet med å kontrollere bruk av selektive plantevernmidler i begrensede perioder, anbefaler vi at det satses på det sprøytefrie alternativet i Norge.

I en undersøkelse av innflytelsen på bredden av ulike buffer-soner på blomsterdiversitet, fant Ma et al. (2002) at kortere, men brede (> 6 m) striper hadde større artsdiversitet enn lange og tynne (< 3 m) striper som dekket samme areal. Betydningen av dette i et kostnads- og nytte perspektiv er at vi kan øke antall arter per arealenhet ved å øke bredden heller enn å øke lengden. (Det vil si det bør heller gis støtte til en 6 m bred og 100 m lang usprøytet åkerkant, enn en 3 m bred og 200 m lang usprøytet åkerkant.)

Studiene som er omtalt i denne rapporten er utført på et begrenset utvalg av kulturtyper. Hvor effektivt tiltaket vil være for andre kulturtyper er det vanskelig å trekke konklusjoner om. I første omgang vil det derfor være mest hensiktsmessig å utføre tiltaket for de avlingstypene det er dokumentert positive effekter for. Samtidig vil

det være større behov for biodiversitetsfremmende tiltak i regioner med store åkrer, og mye bruk av plantevernmidler, heller enn i regioner med små åkrer og stor utbredelse av naturlige habitater.

Basert på dette, og ut fra hvilke kantsoner som antas å maksimale gevinsten av tiltaket vil tiltaket være mest hensiktsmessig å utføre for:

- korn-, gras-, og potetåkrer
- områder med store åkrer
- åkerkanter som grenser til dreneringskanaler, bekker eller elver
- åkerkanter som grenser mot stabile kantsoner med høy biologisk diversitet, som åkerholmer, blomsterenger, gras-striper, og kantsoner med velutviklet vegetasjon (busker og trær)

Det er økningen i to-frøblada ugrasarter, både i dekningsgrad og i antall arter, som er direkte eller indirekte ansvarlig for de positive effektene av miljøskjøtta åkerkanter på det biologiske mangfoldet. Det er derfor viktig at det unngås å sprøyte med bredspektra plantevernmidler som rammer disse ugrasartene hvis det skulle dukke opp spesielle ugrasproblemer.

For at tiltaket skal ha en positiv effekt vil det være lite hensiktsmessig å utføre tiltaket:

- hvis åkerkanten grenser til kantsoner med store ugrasproblemer (f.eks. områder med store problemer med kveke eller åkertistel)
- i åpne kulturer tilsvarende som sukker-roer (grønnsaker og rotvekster). Her vil ugras ha ideelle forhold og lett kunne konkurrere med kulturplantene.

Tabell 2 Oversikt over hvor stor andel av åkeren som blir berørt ved miljøvennlig skjøtsel av åkerkanter. Beregningen er gjort for ulike åkerstørrelser (5, 10, 20, 50, og 100 dekar) gitt at åkeren er kvadratisk. Det berørte arealet er beregnet for skjøtsel av 1, 2 og 4 kanter. Hvis tiltaket skal utføres på 2 kanter er det antatt at disse er motstående, dvs de deler ikke noe hjørne. Tilfeller der den miljøskjøtta åkerkanten overstiger 10% av åkerens areal er framhevet med **fet** skrift. En 6 m bred kant vil utgjøre mindre enn 10% av åkerarealet for alle åkerstørrelser større enn 3,7 hektar.

Overview of the proportion of a field that is affected by managed crop edges for different field sizes (assuming square field shape) where 1, 2 or 4 edges are unsprayed. Four widths of unsprayed edge are shown (2, 3, 6 and 10 m). Where the area of unsprayed edge is more than 10% of the crop the results are shown in bold type.

	Antall kanter			Antall kanter		
	1	2	4	1	2	4
2 m bred kant				6 m bred kant		
5 dekar	0,03	0,06	0,11	0,08	0,17	0,31
10 dekar	0,02	0,04	0,08	0,06	0,12	0,23
20 dekar	0,01	0,03	0,06	0,04	0,08	0,16
50 dekar	0,01	0,02	0,04	0,03	0,05	0,10
100 dekar	0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,07
3 m bred kant				10 m bred kant		
5 dekar	0,04	0,08	0,16	0,14	0,28	0,49
10 dekar	0,03	0,06	0,12	0,10	0,20	0,36
20 dekar	0,02	0,04	0,08	0,07	0,14	0,26
50 dekar	0,01	0,03	0,05	0,04	0,09	0,17
100 dekar	0,01	0,02	0,04	0,03	0,06	0,12

Ytterligere anbefalinger for store åkrer og hvis kantsonene er av dårlig kvalitet:

- for store åkrer (> 20 ha) anbefales det å opprette nytte dyr-banker inne i åkeren

For å få størst mulig utbytte av forekomsten av nytte dyr i store åkrer (> 20 ha), vil det i tillegg til skjøtsel av den dyrka åkerkanten være gunstig å opprette såkalte «nytte dyr-banker». Disse er 1,5 til 2 m brede graskledte forhøyninger i selve åkeren (anbefalt høyde er 0,5 m). Slike banker er enkle og rimelige å opprette, og skaper et stabilt leveområde og et velegnet overvintringshabitat for nytte dyr som kan holde skadedyr i åkeren i sjakk. Tiltaket vil i tillegg føre til redusert behov for bruk av insektmidler, og vil være i tråd med intensjonene om å få til en redusert bruk av plantevernmidler i det norske jordbruket. Opprettelse av nytte dyr-banker i åkeren har også en svært positiv effekt på biodiversiteten generelt i jordbrukslandskapet. Den økte forekomsten av insekter tiltrekker mange arter av fugler, og er også gunstig for f.eks. små insektspisende pattedyr. Dagens kantsoner er ofte av dårligere kvalitet enn de var i tidligere tider. Nytte dyr-banker gir et alternativt habitat til de tradisjonelle åkerskillene, og er enklere å etablere og fjerne. Anbefalt antall av slike nytte dyr-banker vil være avhengig av kvaliteten på kantsonene rundt åkeren. Hvis kvaliteten er god (stabil flerårig vegetasjon, helst på forhøyninger), vil det være tilstrekkelig med en nytte dyr-bank i en 20 ha åker, men hvis kvaliteten er dårlig anbefales det å opprette to nytte dyr-banker for å oppnå ønsket effekt. For åkrer mellom 30 til 50 hektar vil det være ideelt med 3 til 4 nytte dyr-banker, men også én gir positiv effekt. Bankene plasseres slik at de ikke går ut over den vanlige driften av åkeren. (For mer informasjon om dette tiltaket; hvordan opprette, beplante og vedlikeholde, samt hvilke kostnader og forventet reduksjon i utgifter på grunn av nedgangen i mengden av skadedyr og mindre bruk av plantevernmidler, se teksten om «beetle banks» på Game Conservancy Trust's nettsider: adressen er gitt i boks 2)

Helhetlig forvaltning av jordbrukslandskapet

- skjøtelsen av åkerkantene må inngå i miljøplanene for hver enkelt gård
- viktige kantsoner, åkerskiller og restbiotoper må identifiseres for større områder, slik at tiltakene i åkerkantene inngår i en helhetlig forvaltning av jordbrukslandskapet

Det er store regionale forskjeller i Norge når det gjelder vekstforhold og risiko for angrep av ulike typer sykdommer, skadedyr og ugras. Det må derfor tas lokale hensyn i valg av biodiversitetsfremmende tiltak i jordbrukslandskapet. Innen et område kan det være spesielle typer av landskapselementer i åkrenes randsoner som det utfra kulturelle (f.eks. regional identitet) eller ut fra naturvernmessige hensyn (forekomst av sjeldne arter) er viktig å beskytte. Miljøvennlig skjøtsel av de dyrka åkerkantene nær slike elementer bør ha høy prioritet. Identifisering av slike prioriterte elementer i jordbrukslandskapet bør skje på et overordnet nivå (kommune / fylke), og være basert på faglig kunnskap om områdets kultur og natur. Skjøtsel av dyrka åkerkanter og andre biodiversitetsfremmende tiltak bør inngå i miljøplanene til den enkelte gård, men for å få til en helhetlig forvaltning kan det være hensiktsmessig at det lages en plan for større områder, tilsvarende som Morsa prosjektet (Østlan-

det), der kommuner som er tilknyttet samme vassdrag samarbeider om å bedre vannkvaliteten i vassdraget. Dette er i tråd med kravene som stilles i EUs vanddirektiv om et helhetlig perspektiv for forvaltningen av hvert vassdragsdistrikt, og som skal implementeres i Norge i løpet av de neste årene. Stabile kantsoner (hindrer jorderosjon og reduserer utlekking av næringssalter), høy biodiversitet (reduserer utlekking av næringssalter) og redusert bruk av plantevernmidler, har en positiv effekt på vannkvaliteten. Gjennom sin gunstige effekt på det biologiske mangfoldet og på redusert bruk av plantevernmidler vil miljøskjøtta åkerkanter også ha en positiv effekt på vannkvaliteten i vassdragsdistriktet.

Hovedkonklusjon

Tross den manglende kunnskapen om effekten av usprøyta åkerkanter under norske forhold, viser de norske og internasjonale studiene at tiltaket vil ha en positiv effekt på det biologiske mangfoldet i det norske jordbrukslandskapet. Funn av plantevernmidler med nivåer over det som antas å gi skadelige miljøeffekter i bekker og vassdrag, gir grunn til å innføre tiltaket om usprøyta åkerkanter langs alle åkerkanter som grenser til vannløp. Ut fra de tyske erfaringene med miljøvennlig skjøtsel av åkerkantene bør bøndene i Norge få økonomisk støtte for å iverksette tiltaket.

5 Bakgrunns litteratur

- Albrecht, H. & Mattheis, A. 1998. The effects of organic and integrated farming on rare arable weeds on the Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) research station in southern Bavaria. – *Biological Conservation* 86: 347-356.
- Alvim, H. 1995. The diversity of vascular plants in linear elements of an agricultural landscape. MSc. - Department of Biology, University of Oslo, Oslo. 50 s.
- Andersen, A. 1992. Predation by selected carabid and staphylinid species on the aphid *Rhopalosiphum padi* in laboratory and semifield experiments. - *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 6: 265-273.
- Andersen, A., Hansen, Å. G., Rydland, N. & Øyre, G. 1983. Carabidae and Staphylinidae (Col.) as predators of eggs of the turnip root fly *Delia floralis* Fallén (Diptera, Anthomyiidae) in cage experiments. - *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 95: 499-506.
- Andreasen, C., Stryhn, H. & Streibig, J. C. 1996. Decline of the flora in Danish arable fields. - *Journal of Applied Ecology* 33: 619-626.
- Andreassen, H. P., Halle, S. & Ims, R. A. 1996. Optimal width of movement corridors for root voles: not too narrow and not too wide. - *Journal of Applied Ecology* 33: 63-70.
- Andreassen, H. P., Ims, R. A. & Steinset, O. K. 1996. Discontinuous habitat corridors: effects on male root vole movements. - *Journal of Applied Ecology* 33: 555-560.
- Barr, C. J., Britt, C. P. & Sparks, T. H. 1995. Hedgerow Management and Wildlife: A review of research on the effects of hedgerow management and adjacent land on biodiversity. - Institute of Terrestrial Ecology/ADAS contract report to MAFF. ITE, Grange-over-Sands.
- Beare, M., Reddy, M., Tian, G. & Srivastava, S. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of decomposer biota. - *Applied soil ecology* 6: 87-108.
- Berg, A. & Tjernberg, M. 1996. Common and rare Swedish vertebrates - Distribution and habitat preferences. - *Biodiversity and Conservation* 5: 101-128.
- Berge, G. & Hestmark, G. 1997. Composition of seed banks of roadsides, stream verges and agricultural fields in southern Norway. - *Annales Botanici Fennici* 34: 77-99.
- Boatman, N., red. 1994. Field margins. Integrating agriculture and conservation. - BCPC Monograph No. 58, Warwick.
- Boatman, N., Bence, S. & Jarvis, P. 1999a. Management and costs of conservation headlands on heavy soil. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. Field margins and buffer zones: ecology, management and policy *Aspects of Applied Biology* 54. s. 147-154.
- Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. 1999b. Field margins and buffer zones: ecology, management and policy. *Aspects of applied biology* 54. - Association of applied biologists, Leicester.
- Boatman, N. D. & Sotherton, N. W. 1988. The agronomic consequences and costs of managing field margins for game and wildlife conservation. - *Aspects of Applied Biology* 17: 47-56.
- Borch, H. & Ystad, G. 1991. Birds in a fragmented agricultural landscape; a landscape ecology approach on small fragments. Unpublished MSc Thesis, Agricultural University of Norway.
- Boutin, C., Freemark, K. & Kirk, D. 1999. Farmland birds in southern Ontario: field use, activity patterns and vulnerability to pesticide use. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 72: 239-254.
- Chaney, K., Wilcox, A. & Perry, N. H. 1999. The economics of establishing field margins and buffer zones of different widths in cereal fields. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. Field margins and buffer zones: ecology, management and policy *Aspects of Applied Biology* 54. s 79-84.
- Chiverton, P. A. 1994. Large-scale trial with conservation headlands in Sweden. - I Boatman, N., red. Field Margins: integrating agriculture and Conservation Monograph No. 58. British Crop Protection Council, Warwick, England.
- Chiverton, P. A. & Sotherton, N. W. 1991. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. - *Journal of Applied Ecology* 28: 1027-1039.
- Çilgi, T. 1993. Measurement of pesticide drift into field boundaries. A.N.P.P. - B.C.P.C. - Second International Symposium on Pesticides Application Techniques. Strasbourg. s. 417-424.
- Çilgi, T. 1994. Effects of pesticides on non-target invertebrates in arable crops and field boundaries. PhD. - Biology department, University of Southampton.
- Çilgi, T. & Jepson, P. C. 1995. The risks posed by Deltamethrin drift to hedgerow butterflies. - *Environmental Pollution* 87: 1-9.
- Çilgi, T., Jepson, P. C. & Unal, G. 1988. The short term exposure of non-target invertebrates to pesticides in the cereal crop canopy. Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases - 1988. Brighton. 759-763.
- Çilgi, T., Wratten, S. D., Frampton, G. K. & Holland, J. M. 1993. The long-term effects of pesticides on beneficial invertebrates - lessons from the Boxworth Project. - *Pesticide Outlook* 4: 30-35.
- Clere, E. & Bretagnolle, V. 2001. Food availability for birds in farmland habitats: biomass and diversity of arthropods by pitfall trapping technique. - *Revue d'écologie-la terre et la vie* 56: 275-297.
- Coombes, D. S. & Sotherton, N. W. 1986. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. - *Annals of Applied Biology* 108: 461-474.
- Cousins, A. O. & Eriksson, O. 2001. Plant species occurrences in a rural hemiboreal landscape: effects of remnant habitats, site history, topography and soil. - *Ecography* 24: (in press).
- Cowgill, S. E., Wratten, S. D. & Sotherton, N. W. 1993. Selective use of floral resources by the hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera, Syrphidae) on farmland. - *Annals of Applied Biology* 122: 223-231.
- Critchley, N. 2001. Higher plants. - I ADAS, red. Ecological evaluation of the Arable Stewardship Pilot Scheme, 1998-2000. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, London
- Cuthbertson, P. S. & Jepson, P. C. 1988. Reducing pesticide drift into the hedgerow by the inclusion of an unsprayed field

- margin. Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases - 1988. Brighton. s. 747-751.
- Davies, D. 1999. A brief review of the potential benefits of buffer zones as field margins in UK agriculture. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. Field margins and buffer zones: ecology, management and policy Aspects of applied biology 54. s. 61-71.
- Davis, B. N. K., Lakhani, K. H. & Yates, T. J. 1991. The hazards of insecticides to butterflies of field margins. - Agriculture, Ecosystems and Environment 36: 151-161.
- de la Pena, N. M., Butet, A., Delettre, Y., Morant, P. & Burel, F. 2002. Landscape context and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) communities of hedgerows in western France. - Agriculture Ecosystems & Environment 1938: 1-14.
- de Snoo, G. 1995. Unsprayed field margins: implications for environment, biodiversity and agriculture practice. Thesis, Rijksuniversiteit Leiden / Centre of Environmental Science of Leiden University, Wageningen. 205.
- de Snoo, G. 1997. Arable flora in sprayed and unsprayed crop edges. - Agriculture Ecosystems & Environment 66: 223-230.
- de Snoo, G. 1999. Unsprayed field margins - what are we trying to achieve? - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. Field margins and buffer zones: ecology, management and policy Aspects of Applied Biology 54. s. 1-12.
- de Snoo, G. 1999. Unsprayed field margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. - Landscape and urban planning 46: 151-160.
- de Snoo, G. & de Wit, P. J. 1998. Buffer zones for reducing pesticide drift to ditches and risks to aquatic organisms. - Ecotoxicology and Environmental safety 41: 112-118.
- de Snoo, G. & van der Poll, R. J. 1999. Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation. - Agriculture Ecosystems & Environment 73: 1-6.
- Deane, R. J. L. 1989. Expanded Field Margins. Their costs to the farmer and benefits to wildlife. - Nature Conservancy Council, Peterborough.
- deKramer, C. 2000. Species richness of field edges in Norway. MSc. - Environmental Sciences, Wageningen University. 25.
- Dennis, P. 1991. The temporal and spatial distribution of arthropod predators of the aphids *Rhopalosiphum padi* W. and *Sitobion avenae* (F.) in cereals next to field-margin habitats. - Norwegian Journal of Agricultural Sciences 5: 79-88.
- Dennis, P. & Fry, G. 1992. Field margins - can they enhance natural enemy population-densities and general arthropod diversity on farmland. - Agriculture Ecosystems & Environment 40: 95-115.
- Dennis, P., Fry, G. & Thomas, M. 1993. The effects of reduced doses of pesticide on aphids and their natural enemies. - Norwegian Journal of Agricultural Sciences 7: 311-325.
- Dennis, P., Fry, G. L. A. & Andersen, A. 2000. The impact of field boundary habitats on the diversity and abundance of natural enemies in cereals. - I Ekbohm, B., Irwin, M. & Robert, Y., red. Interchanges of insects between agricultural and surrounding landscapes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. S. 195-214.
- Dennis, P., Thomas, M. B. & Sotherton, N. W. 1994. Structural features of field boundaries which influence the overwintering densities of beneficial arthropod predators. - Journal of Applied Ecology 31: 361-370.
- Direktoratet for naturforvaltning. 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. DN-rapport 3: 1-161.
- Dover, J. & Sparks, T. 2000. A review of the ecology of butterflies in British hedgerows. - Journal of Environmental Management 60: 51-63.
- Dover, J., Sparks, T., Clarke, S., Gobbett, K. & Glossop, S. 2000. Linear features and butterflies: the importance of green lanes. - Agriculture Ecosystems & Environment 80: 227-242.
- Dover, J. W. 1991. Conservation of insects on arable farmland. - I Collins, N. M. & Thomas, J. A., red. The Conservation of Insects and their Habitats. Academic Press, London. s. 294-318.
- Dover, J. W. 1994. Arable field margins: factors affecting butterfly distribution and abundance. - I Boatman, N., red. Field Margins: Integrating Agriculture and Conservation Monograph no. 58. Warwick, England. s. 59-66.
- Dover, J. W. 1997. Conservation headlands: effects on butterfly distribution and behaviour. - Agriculture Ecosystems & Environment 63: 31-49.
- Dover, J. W. & Fry, G. 2001. Experimental simulation of some visual and physical components of a hedge and the effects on butterfly behaviour in an agricultural landscape. - Entomologia experimentalis et applicata 100: 221-233.
- Dover, J. W., Sotherton, N. & Gobbett, K. 1990. Reduced pesticide inputs on cereal field margins: the effects on butterfly abundance. - Ecological Entomology 15: 17-24.
- Dramstad, W. E., Fry, G., Fjellstad, W. J., Skar, B., Helliksen, W., Sollund, M.-L. B., Tveit, M. S., Geelmuyden, A. K. & Framstad, E. 2001. Integrating landscape-based values - Norwegian monitoring of agricultural landscapes. - Landscape and Urban Planning 57: 257-268.
- Dramstad, W. E. & Fry, G. L. A. 1995. Foraging activity of bumblebees (*Bombus*) in relation to flower resources on arable land. - Agriculture, Ecosystems and Environment 53: 123-135.
- Ekbohm, B. S., Wiktellius, S. & Chiverton, P. A. 1992. Can polyphagous predators control the bird cherry-oat (*Rhopalosiphum padi*) in spring cereals? - Entomologia experimentalis et applicata 65: 215-223.
- Eklo, O. M. & Lode, O. 1997. Plantevernmidler - status og utfordringer. - Vann 32: 33-36.
- Eybert, M. C., Constant, P. & Legeuvre, J. C. 1995. Effects of changes in agricultural landscape on a breeding population of linnets (*Acanthis cannabina* L.) living in adjacent heathland. - Biological Conservation 74: 195.
- Firbank, L. G., Carter, N., Darbyshire, J. F. & Potts, G. R., red. 1991. The ecology of cereal fields. 32nd Symposium of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- Frampton, G., Cilgi, T., Fry, G. L. A. & Wratten, S. D. 1995. Effects of grassy banks on the dispersal of some carabid species

- (Coleoptera: carabidae) on farmland. - *Biological Conservation* 71: 347-355.
- Frampton, G. K. 1988. The effects of some commonly-used foliar fungicides on *Collembola* in winter barley: laboratory and field studies. - *Annals of Applied Biology* 113: 1-14.
- Frampton, G. K. 1994. Sampling to detect effects of pesticides on epigeal *Collembola* (springtails). - *Aspects of Applied Biology* 37: 121-130.
- Frampton, G. K. & Çilgi, T. 1992. Long-term effects of pesticides on arthropods in U.K. arable crops: preliminary results from the «SCARAB» Project. - *Aspects of Applied Biology* 31: 69-76.
- Framstad, E. & Lid, I. B., red. 1998. Jordbrukets kulturlandskap. Forvaltning av miljøverdier: 285. - Universitetsforlaget, Oslo.
- Framstad, E., red. 1990. Kantskogen i jordbrukslandskapet : betydning for landskap, vegetasjon, dyreliv og friluftsliv: 77. - Norsk institutt for naturforskning.
- Freemark, K. & Kirk, D. 2001. Birds on organic and conventional farms in Ontario: partitioning effects of habitat and practices on species composition and abundance. - *Biological Conservation* 101: 337-350.
- Fry, G. 1991. Conservation in agricultural ecosystems. - I Spellerberg, I. F., Goldsmith, F. B. & Morris, M. G., red. *The Scientific Management of Temperate Communities for Nature Conservation*. British Ecological Symposium Volume 31. Blackwell, London. s. 415-443.
- Fry, G. L. A. 1994. The role of field margins in the landscape. - I Boatman, N., red. *Field Margins: Integrating Agriculture and Conservation Monograph No. 58*. British Crop Protection Council, Warwick, England. s. 31-40.
- Fry, G. 1995. Landscape ecology of insect movement in arable ecosystems. - I Glen, D. M., Greaves, M. P. & Anderson, H. M., red. *Ecology and Integrated Farming Systems*. John Wiley and Sons Ltd., Bristol. s. 177-202.
- Fry, G. 1998. Changes in landscape structure and its impact on biodiversity and landscape values: a Norwegian perspective. - I Dover, J. & Bunce, B., red. *Proceedings of the European International Association of Landscape Ecology Conference 'Key Concepts in Landscape Ecology'*, Preston, UK.
- Fry, G. 2001. Multifunctional landscape analysis - towards transdisciplinary research. - *Landscape and Urban Planning* 57: 159-168.
- Fry, G. & Dramstad, W. 1997. Biologisk mangfold på jordbruksmark - landskapsøkologiske perspektiver. - I Erikstad, L. & Jonsson, B., red. *NINAs strategiske instituttprogrammer 1991-95: Landskapsøkologi*. NINA Temahefte 7, Trondheim. s. 50-58.
- Fry, G. L. & Main, A. 1993. Restoring seemingly natural communities on agricultural land. - I Saunders, D., Hobbs, R. & Ehrlich, P., red. *Reconstruction of fragmented ecosystems; local and global perspectives*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton. S. 225-241.
- Fry, G., Puschmann, O. & Dramstad, E. 1999. Geographical Information for Research and Policy: A Norwegian Landscape Perspective. - I Usher, M., red. *Landscape Character: Perspectives on Management and Change*. SNH/HMSO, Edinburgh.
- Fry, G. & Sarlöv-Herlin, I. 1997. The ecological and amenity functions of woodland edges in the agricultural landscape; a basis for design and management. - *Landscape and Urban Planning* 37: 45-55.
- Fry, G. L. A. & Robson, W. J. 1994. The effects of field margins on butterfly movement. - I Boatman, N., red. *Field Margins: Integrating Agriculture and Conservation Monograph no. 58*. BCPC Publications, Warwick, England. s. 111-116.
- Gaigalis, K. 2002. Water pollution sources and environmental monitoring. Lithuanian Institute of Water Management. 2s.
- Goulson, D., Hughes, W., Derwent, L. & Stout, J. 2002. Colony growth of the bumblebee, *Bombus terrestris*, in improved and conventional agricultural and suburban habitats. - *Oecologia* 130: 267-273.
- Grieg-Smith, P. W., Frampton, G. K. & Hardy, A. R., red. 1992. *The Boxworth Project: Pesticides, cereal farming and the environment*. - HMSO, London.
- Hagen, D. 1994. Etablering av vegetasjon ved øydelagde og restaurerte vassdrag - kunnskapsstatus og tilrådinger. Senter for miljø og utvikling (SMU), Universitetet i Trondheim. 39 s.
- Hald, A. B., Overgaard, B. N., Samsøe-Petersen, L., Hansen, K., Elmegaard, N. & Kjølholt, J. 1988. Sprøjtedefri randzoner i kornmarker. Miljøprosjekt nr. 103. Miljøstyrelsen. 209 s.
- Hamre, L. N. & Austad, I. 1999. Field margin vegetation on farms in Sogn, western Norway. - *Aspects of Applied Biology* 54.
- Hassall, M., Hawthorne, A., Maudsley, M., White, P. & Cardwell, C. 1992. Effects of headland management on invertebrate communities in cereal fields. - *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40: 155-178.
- Haysom, K. A., McCracken, D. I. & Foster, G. N. 1999. Grass conservation headlands - adapting an arable technique for the grassland farmer. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. *Field margins and buffer zones: ecology, management and policy Aspects of applied biology* 54. s. 171-178.
- Helenius, J. 1990. Effect of epigeal predators on infestation by the aphid *Rhopalosiphum padi* and on grain yield of oats in monocrops and mixed intercrops. - *Entomol. exp. appl.* 54: 225-236.
- Helenius, J. 1994. Adoption of conservation headlands to Finnish farming. - I Boatman, N., red. *Field Margins: Integrating Agriculture and Conservation Monograph no. 58*. BCPC Publications, Warwick, England. s. 191-196.
- Henderson, I., Cooper, J., Fuller, R. & Vickery, J. 2000. The relative abundance of birds on set-aside and neighbouring fields in summer. - *Journal of Applied Ecology* 37: 335-347.
- Hinsley, S. A. & Bellamy, P. E. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. - *Journal of Environmental Management* 60: 33-49.
- Hokkanen, H. & Holopainen, J. K. 1986. Carabid species and activity densities in biologically and conventionally managed cabbage fields. - *Journal of Applied Ecology* 102: 353-363.
- Holland, J. & Fahrig, L. 2000. Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale anal-

- ysis. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 78: 115-122.
- Høiland, K. 1985. Kulturlandskapet i faresonen : strawberry fields forever. - *Våre nyttevekster* 80: 8-11.
- Høiland, K. 1986. Nyttvekster - kvitt eller dobbelt. - *Våre nyttevekster* 81: 38-40.
- Høiland, K. 1993. Truet kulturbetinget planter i Norge. 1 Åkerugras. Utredning. NINA, Trondheim.
- Høiland, K. 1994. Åkerugrasene som ble borte - en nekrolog. - *Naturen* 118: 105-112.
- Høiland, K. 1995. Tunplanter, et botanisk element i tilbakegang : fra klosterhage til veikant og hustak. - *Naturen* 119: 227-235.
- Jepson, P. C., red. 1989. *Pesticides and Non-target Invertebrates*: 240. - Intercept, Wimborne.
- Kiss, J., Penksza, K., Toth, F. & Kadar, F. 1997. Evaluation of fields and field margins in nature production capacity with special regard to plant protection. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 63: 227-232.
- Kleijn, D., Berendse, F., Smit, R. & Gilissen, N. 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. - *Nature* 413: 723-725.
- Kleijn, D., Joenje, W. & Kropff, M. J. 1997. Patterns in species composition of arable field boundary vegetation. - *Acta Bot Neerl* 46: 175-192.
- Kleijn, D. & van der Voort, L. A. C. 1997. Conservation headlands for rare arable weeds: the effects of fertilizer application and light penetration on plant growth. - *Biological Conservation* 81: 57-67.
- Lagerlof, J., Stark, J. & Svensson, B. 1992. Margins of agricultural fields as habitats for pollinating insects. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*.
- Lee, J. C., Menalled, D. & Landis, D. A. 2001. Refuge habitats modify impacts of insecticide disturbance on carabid beetle communities. - *Journal of Applied Ecology* 38: 472-483.
- Longley, M. & Sotherton, N. W. 1997. Factors determining the effects of pesticide upon butterflies inhabiting arable farmland. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 61: 1-12.
- Ludvigsen, G. H. & Lode, O. 2001. Jordsmonnovervåking i Norge. Pesticider i 1999. Statens forurensingstilsyn, Oslo. 46 s.
- Lövei, G. L., Hickman, J. M., McDougall, D. & Wratten, S. D. 1993. Field penetration of beneficial insects from habitat islands: Hoverfly dispersal from flowering crop strips. 46th. N.Z. Plant Protection Conference. New Zealand. s. 325-328.
- Marrs, R. H., Frost, A. J., Plant, R. A. & Lunnis, P. 1993. Determination of buffer zones to protect seedlings of non-target plants from the effects of glyphosate spray drift. - *Agriculture, Ecosystems and Environment* 45: 283-293.
- Marshall, E. J. P. 1989. Distribution patterns of plants associated with arable field edges. - *Journal of Applied Ecology* 26: 247-257.
- Marshall, E. J. P. 2001. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. - *Agriculture, Ecosystems and Environment* in press.
- Marshall, E. J. P. & Arnold, G. M. 1995. Factors influencing field weed and field margin flora on a farm in Essex. - *Landscape and Urban Planning* 31: 205-216.
- Marshall, E. J. P. & Moonen, A. C. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 89: 5-21.
- Meek, B., Loxton, D., Sparks, T., Pywell, R., Pickett, H. & Nowakowski, M. 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. - *Biological Conservation* 106: 259-271.
- Mitchell, K. 1999. European policies for field margins and buffer zones. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. *Field margins and buffer zones: ecology, management and policy Aspects of applied biology* 54. s. 13-18.
- Moreby, S. J. & Southway, S. 1999. The importance of the crop edge compared to the mid-field, in providing invertebrate food for farmland birds. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. *Field margins and buffer zones: ecology, management and policy Aspects of applied biology* 54. s. 217-222.
- Norderhaug, A. 1996. Hay meadows : biodiversity and conservation. PhD thesis. - University of Göteborg, Faculty of Natural Sciences, Department of Systematic Botany.
- Ormerod, S. & Watkinson, A. 2000. Birds and agriculture - Editor's introduction. - *Journal of Applied Ecology* 37: 699-705.
- Part, T. & Soderstrom, B. 1999. Conservation value of semi-natural pastures in Sweden: Contrasting botanical and avian measures. - *Conservation Biology* 13: 755-765.
- Pfiffner, L. & Luka, H. 2000. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 78: 215-222.
- Potts, G. R. & Aebischer, N. J. 1990. Control of population size in birds: te grey partridge as a case study. - I Grubb, P. J. & Whittaker, J. B., red. *Toward a More Exact Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. s. 141-161.
- Pretty, J. N., Brett, C., Gee, D., Hine, R. E., Mason, C. F., Morison, J. I. L., Raven, H., Rayment, M. D. & van der Bijl, G. 2000. An assessment of the total external costs of UK agriculture. - *Agricultural Systems* 65: 113-136.
- Rands, M. R. W. & Sotherton, N. W. 1986. Pesticide Use on Cereal Crops and Changes in the Abundance of Butterflies on Arable Farmland in England. - *Biological Conservation* 36: 71-82.
- Rew, L. J., Froud-Williams, R. J. & Boatman, N. 1996. Dispersal of *Bromus sterilis* and *Anthriscus sylvestris* seed within arable field margins. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 59: 107-114.
- Saville, N. M., Dramstad, W. E., Fry, G. L. A. & Corbet, S. A. 1997. Bumblebee movement in a fragmented agricultural landscape. - *Agriculture, Ecosystems & Environment* 61.
- Schneider, C. & Fry, G. L. A. 2001. The influence of landscape grain size on butterfly diversity in grasslands. - *Journal of Insect Conservation* 5: 163-171.
- Schumacher, W. 1987. Measures taken to preserve arable weeds and their associated communities in central Europe. - I Way, J. M. & Greig-Smith, P. W., red. *Field Margins*. London. S. 11-22.
- Skånes, H. M. 1997. Towards an integrated ecological-geographical landscape perspective : a review of principal concepts and methods. - *Norsk geografisk tidsskrift* 51: 145-171.

- Smith, H., Firbank, L. G. & Macdonald, D. W. 1999. Uncropped edges of arable fields managed for biodiversity do not increase weed occurrence in adjacent crops. - *Biological Conservation* 89: 107-111.
- Soderstrom, B., Svensson, B., Vessby, K. & Glimskar, A. 2001. Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. - *Biodiversity and Conservation* 10: 1839-1863.
- Sotherton, N. W. 1991. Conservation headlands: A practical combination of intensive cereal farming and conservation. - I Firbank, L. G., Carter, N., Darbyshire, J. F. & Potts, G. R., red. *The Ecology of Cereal Fields*. 32nd Symposium of the British Ecological Society. Backwell Scientific Publishers, Oxford. s. 373-397.
- Stoate, C., Boatman, N., Borralho, R., Carvalho, C., de Snoo, G. & Eden, P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. - *Journal of environmental management* 63: 337-365.
- Sundli-Tveit, M. & Fry, G. 2000. Landscape preferences - who sees what in the agricultural landscape. Poster presentation. - I Brandt, J., Tress, B. & Tress, G., red. *Multifunctional landscapes: Interdisciplinary approaches to landscape research and management*. Conference material for the conference on «Multifunctional landscapes». Roskilde, October 18-21, 2000.
- Tew, T. E., Macdonald, D. W. & Rands, R. M. W. 1992. Herbicide application affects microhabitat use by arable wood mice. - *Journal of Applied Ecology* 29: 532-539.
- Thomas, C. F. G. & Marshall, E. J. P. 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 72: 131-144.
- Thomas, M. B., Mitchell, H. J. & Wratten, S. D. 1992. Abiotic and biotic factors influencing the winter distribution of predatory insects. - *Oecologia* 89: 78-84.
- Thomas, S. R., Noordhuis, R., Holland, J. M. & Goulson, D. 2002. Botanical diversity of beetle banks. Effects of age and comparison with conventional arable field margins in southern UK. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 1910: 1-11.
- Tooby, T. E. 1999. A review of the use of buffer zones in pesticide regulation. - I Boatman, N., Davies, D., Chaney, K., Feber, R., de Snoo, G. & Sparks, T., red. *Field margins and buffer zones: ecology, management and policy* Aspects of applied biology 54. s. 37-44.
- Tremblay, A., Mineau, P. & Stewart, R. 2001. Effects of bird predation on some pest insect populations in corn. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 83: 143-152.
- Vickery, J., Carter, N. & Fuller, R. J. 2001. The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. - *Agriculture Ecosystems & Environment* 1891: 1-12.
- Vickery, J., Tallwin, J., Feber, R., Asteraki, E., Atkinson, P., Fuller, R. & Brown, V. 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. - *Journal of Applied Ecology* 38: 647-664.
- Webster, S. & Felton, M. 1993. Targeting for nature conservation in agricultural policy. - *Land Use Policy*: 67-82.
- Wilson, P. J. 1998. The conservation of rare and vanishing arable weeds. - *Game Conservancy Annual Review* 19: 80-83.
- Wratten, S. D. & Powell, W. 1991. Cereal aphids and their natural enemies. - I Firbank, L. G., Carter, N., Darbyshire, J. F. & Potts, G. R., red. *The Ecology of Temperate Cereal Fields*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. s. 233-257.
- Wratten, S. D., Wormell, S., Mauromoto, J. & Fry, G. L. 1995. Hedgerow permeability to carabid beetles. - *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52: 141-148.