

Minimerad jordbearbetning - en möjlig åtgärd för minskad miljöpåverkan vid användning av växtskyddsmedel på lerjordar



Slutrapport för projekt H0548443

Lars Törner

2011-11-25



Förord

Tekniken med reducerad bearbetning är intressant ur kostnadssynpunkt men kan också tillföra miljövärden då den bedöms kunna *minska risken för transport av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvattnet*. I allt fler sammanhang påtalas risken för transport via makroporer. Lika viktigt är det att begränsa ytavrinningen. Rester av vissa aktiva substanser kan bindas till jordpartiklar vilket utgör en risk för påverkan i vattenmiljön i det fall ytavrinningen, jorderosionen är omfattande. *Tekniken med reducerad bearbetning kan både minska risken för "sprickbildning" och minska risken för ytavrinning, båda ett vanligt inslag inom lerjordsområden som utgör en betydande del av odlingsarealen.*

Generellt gäller att jordbearbetningen är avgörande för etableringen av grödan och betyder mycket för hushållning med vatten och växtnäring. Minimerad jordbearbetning har under en lång tid eftersträvt när det gäller att minska kostnaderna för den för all odling viktiga jordbearbetningen.

Minimerad bearbetning leder också till en ökad mängd växtrester i ytskiktet, något som bedöms inverka positivt när det gäller att påskynda omsättningen av växtskyddsmedelsrester, binda dessa tillfälligt i markskiktet och därmed minska risken för transport via avrinnande vatten.

Redovisade resultat bygger på analys av dräneringsvatten från två delar av ett fält på Hacksta gård söder om Enköping där jordbearbetningen varit traditionell respektive minimerad - reducerad. All övrig skötsel har varit lika på de båda provytorna. Under två år togs vattenprov under de perioder där avrinning förekom. Proverna har analyserats på förekomst av resthalter vilka matchats mot tillförda substanser.

Vallåkra i november 2011

Lars Törner
Verksamhetsledare Odling i Balans

Ormastorp
260 30 Vallåkra
info@odlingibalans.com
www.odlingibalans.com

Innehållsförteckning:

	sidan:
1 Sammanfattning	3
2 Inledning	5
3 Metodik, beskrivning av projektarbetet	6
4 Resultat analyser	7
5 Jämförelse med en körning i Macro modellen	9
6 Diskussion och slutsatser	9

1. Sammanfattning

Redovisningen bygger på analys av vattenprov från *samma fält* som ingick i en tidigare genomförd undersökning, ("Resthalter av bekämpningsmedel i dräneringsvatten" - resultat från en fältstudie på tre av Odling i Balans' pilotgårdar). I denna första fältstudie undersöktes risken för läckage av rester av aktiv substans från använda växtskyddsmedel på tre olika jordtyper. Hacksta gård var en av de gårdar som ingick i undersökningen.

På gården bedrivs en omfattande växtodling, huvudsakligen inriktad på spannmål, oljeväxter och frövall. Jordarten domineras av lerjordar. På det fält som studerats under flera år är jordarten en mullfattig mellanlera, i alven styv lera.

I den förra studien framkom följande:

- Resultatet av genomförda analyser indikerar att en betydande transport kan förekomma vid erosion av jordpartiklar till vilka det är bundet rester av aktiv substans. Intensiteten, redovisad som antal ha doser, var låg på fältet med lerjord men förekomsten av resthalter var hög *både som antal prov med påvisad förekomst och beträffande koncentration*.
- Undersökningen visade att det kan vara en lika stor eller större risk för oönskad förekomst i dräneringsvatten från en lerjord som från en sandig enkelkornsjord. En förklaring kan vara sprickbildning under torkperioder. Dessa sprickor kan utgöra en betydande transportväg när ytvatten efter kraftiga regn skall rinna av.

Generellt gäller att en bra utförd jordbearbetning är avgörande för grödetableringen och betyder mycket för hushållning med vatten och växtnäring. En mycket stor del av maskininsatsen är kopplad till jordbearbetningen. Med minimerad jordbearbetning är det möjligt att minska kostnaderna för jordbearbetningen, både genom en mindre maskinpark men främst genom färre insatta maskintimmar per brukad ha.

Resultat från genomförd studie med minimerad jordbearbetning för att visa på möjligheten att minska transporten av aktiv substans i använda växtskyddsmedel:

Det finns anledning att *vidga betydelsen av minimerad (reducerad) jordbearbetning* till att också värdera hur detta odlingskoncept kan bidra till minskad miljöbelastning, i detta fall, till att minska risken för skadlig påverkan i vattenmiljön. Det är viktigt med åtgärder som leder till mindre bearbetning och därmed en ökad tillförsel av skörderester i den zon där tillförd aktiv substans kan bindas och omsättas för att undgå transport till vattenmiljön. Det är angeläget att begränsa påverkan med utgångspunkt från beslutade miljömål och fastlagda riktvärden för förekomst av resthalter i vattenmiljön.

- Redovisade resultat skall uppfattas som orienterande då alla analyser är utförda som enkelanalyser. Under en del av perioden är proverna uttagna vid ett tillfälle och speglar då den momentana situationen. Målsättningen med undersökningen är att visa på förhållandet vid minimerad / reducerad jordbearbetning. Det är flera faktorer som kan kopplas till konceptet reducerad jordbearbetning:
 - tillförsel av skörderester, organiskt material, i ytskiktet som binder aktiv substans och som kan bidra till ökad biologisk aktivitet och därmed ökad omsättning av tillförd aktiv substans
 - tillförsel av skörderester och en stabil ytstruktur kan leda till en jämnare, mer långsam vattentransport, något som kan minska risken för transport via dräneringsvattnet
 - samtidigt kan reducerad jordbearbetning resultera i en bra markstruktur med ökad förekomst av makroporer som ger möjlighet för hastig avrinning – och transport av aktiv substans - vid hög nederbörd och vid vårflood på otjälad mark
- Undersökningen visar att den helt dominerande förekomsten av restsammansattnar utgörs av bentazon där det erfarenhetsmässigt finns en påverkan av tidigare tillförsel. Ärtor odlades

två år innan de första vattenproven togs. Denna aktiva substans kunde påvisas under hela provtagningsperioden. Det är anmärkningsvärt att många av proven från området med minimerad bearbetning hade en halt på $> 0,1 \mu\text{g} / \text{liter}$. En möjlig, men ej verifierad, slutsats är att en minimerad bearbetning leder till en gynnsam markstruktur med ett stort antal macroporer och med möjlighet för snabb vattentransport genom markprofilen.

- I analyserade vattenprov har det inte i något fall påvisats någon förekomst av aktiv substans i använda svamp- och insektsmedel.
- MCPA och glyfosat har påvisats i ett mindre antal prov. Det är intressant att endast något enstaka prov (gäller glyfosat) har en koncentration $> 0,1 \mu\text{g} / \text{liter}$ i det fall provet kommer från den del som har genomgått minimerad bearbetning.
- Atrazin har över huvud taget inte använts på fältet men har påvisats i några prov. Detta är svårt att förklara liksom förekomsten av karbofuran. Den senare aktiva substansen kan utgöras av lättlösliga betningsmedel, eller nedbrytningsprodukter av dessa, som kan ge upphov till resthalter som i lera fall ligger över gränsvärdet $0,1 \mu\text{g} / \text{liter}$.
- Det framkommer ingen entydig bild av att minimerad jordbearbetning leder till lägre risk för läckage av aktiv substans. Frågeställningen är viktig att bearbeta ytterligare då det är angeläget att få kunskap om bruksmetoder och odlingssystem som leder till minskad risk för diffust läckage.

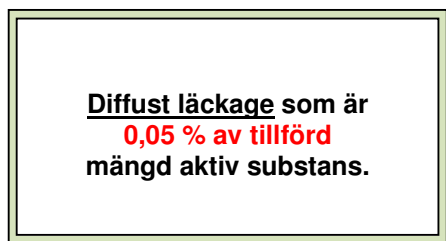
2. Inledning

Odling i Balans har under lång tid arbetat med att söka kunskap och föreslå åtgärder som leder till att användningen av olika växtskyddsmedel ger minst möjliga påverkan i vattenmiljön. Det är svårt, näst intill omöjligt att arbeta med ett odlingssystem utan påvisbar förekomst av tillförda aktiva substanser. Dagen analysnoggrannhet ger möjlighet att visa på en förekomst på mycket låg nivå. Målsättningen skall vara att sträva mot "nollnivå". En första utgångspunkt är att arbeta med produkter och odlingsteknik som gör att koncentrationen i avrinnande vatten ligger klart under fastlagda riktvärden.

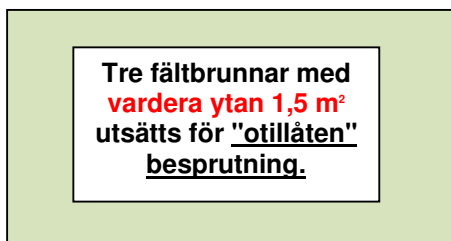
Omfattande åtgärder har vidtagits för att eliminera risken för påverkan via olika punktutsläpp. Lämpliga åtgärder är väl kända. Den stora utmaningen är att nå en bred, målsättning total, tillämpning av gällande regler. Primärt skall alltid risken för punktutsläpp beaktas. Samtidigt ger dessa åtgärder inte ett tillräckligt skydd av vattenmiljön.

Utöver att arbeta med att begränsa punktutsläppen är det viktigt att minska vad som anges som diffust läckage från fälten. En jämförelse visar att transporten genom markprofilen på ett fält kan vara av samma storleksordning som vid "otillåten" körning över ett antal fältbrunnar, (i detta fall tre brunnar och kringliggande genomsläpplig mark).

Fält med storlek 10 ha



Fält med storleken 10 ha



I angivet exempel tillförs 750 g aktiv substans / ha. I båda fallen är förutsättningen att redo-visad "restmängd" aktiv substans "transporteras" i volymen vatten från 200 mm avrinning.

Mängd aktiv substans: **0,38 gram**

Halt i drän.vatten: **0,19 mikrogram/liter**

Mängd aktiv substans: **0,34 gram**

Halt i drän.vatten: **0,17 mikrogram / liter**

Redovisat exempel visar att det är angeläget att begränsa effekten av *både punktutsläpp* och det som avser *diffust läckage*. Det är fullt rimligt att anta att det diffusa läckaget i flera fall kan utgöra en lika betydande källa för påverkan som effekten av olika punktutsläpp.

Detta har varit utgångspunkt för att genomföra fältstudien på Hacksta. Det framförs allt oftare att det diffusa läckaget kan vara en betydande del av påvisad förekomst i yt- och grundvatten. Denna del ger en, relativt, större påverkan när punktutsläppen i allt större grad åtgärdats. I det här slutrapporterade projektet har följande frågeställningar bearbetas:

- att belysa betydelsen av reducerad bearbetning för att minska risken för transport av växtskyddsmedelsrester via makroporer och andra porer på en lerjord
- att belysa effekten av ökad mängd skörderester i ytskiktet som kan bidra till ökad biologisk omsättning av aktiva substanser som tillförts i samband med utförd kemisk bekämpning
- att belysa möjligheten att undvika transport av resthalter från ogräs-, svamp- respektive insektsmedel

Hittills har lantbruksnäringens fokus för miljörelaterade aktiviteter gentemot lantbrukare främst legat på säker hantering, vilket är en nog så viktig bit. Med ökat ifrågasättande från samhällets sida växer kraven på inte bara säker hantering utan även ett miljömässigt klokt val av växtskyddsmedel och odlingsteknik, däribland möjlighet för minimerad jordbearbetning.

3. Metodik

På ett ca. 2 ha stort område har plogen inte använts sedan 2004. Under 2005 anslöts befintliga dräneringsledningar till en provtagningsbunker där det placerades två ISCO vattenprovtagare för automatisk provtagning. Vattenprov togs från ledningar som avvattnade delen med minimerad jordbearbetning respektive delen med konventionell bearbetning. I följande tabeller redovisas aktuella markförhållanden samt genomförd jordbearbetning.

Basdata samt genomförda fältarbeten på skiftet "Storback":

jordart	i matjorden: mullfattig mellanlera
	i alven: styv lera
markartering pH	6,5
P al	5,8
K al	15
mullhalt	5,6

På fältet där vattenprov samlats in har följande grödor odlats inför och under försöksperioden:

År	gröda	Skörd (hela fältet)
2001	havre	3588
2002	h.vete	6850
2003	h.vete	5610
2004	ärter	5640
2005	h.vete	7800
2006	korn	5210
2007	korn	5000
2008	h.vete	9300
2009	h.vete	7100

UTFÖRD JORDBEARBETNING:

konventionell teknik

2001 plöjt / harvat / sådd
2002 plöjt / harvat / sådd
2003 plöjt / harvat / sådd

2004 plöjt / harvat / sådd
2005 plöjt / harvat / sådd
2006 plöjt / harvat / sådd

2007 plöjt / harvat / sådd
2008 plöjt / harvat / sådd

2009 plöjt / harvat / sådd

reducerad jordbearbetning

plöjt / harvat / sådd
plöjt / harvat / sådd
plöjt / harvat / sådd

carrier vid två tillfällen
kultivator vid ett tillfälle
carrier och kultivator

carrier och kultivator
carrier och kultivator

plöjt / harvat / sådd

Växtskyddsåtgärderna har varit de samma som på fältet i övrigt. Följande tabell visar på utförda bekämpningsåtgärder.

	Gröda	Ogräsbek.	Svampbeh.	Insektsbeh.
2004	ärter	0,3 MCPA 0,5 Basagran SG (mcpa / bentazon)		
2005	h.vete	1,2 Starane 1,25 Express (fluroxypyr / tribenuronmetyl)	0,25 Comet 0,5 Tilt (pyraklostrobin / propikonazol)	0,3 Fastac (alfacypermetrin)
2006	korn	2,0 Ariane S (klopyralid / fluroxypyr / mcpa)		0,15 Pirimor 0,3 Fastac (pirimikarb / alfacypermetrin)
2007	korn	2,0 Ariane S (klopyralid / fluroxypyr / mcpa) 0,25 MCPA (mcpa)		
2008	h.vete	0,8 Starane XL (fluroxypyr, florasulam) 1 tabl. Express, (tribenuronmetyl)	0,3 Topsin (tiofanatmetyl) 0,2 Comet (pyraklostrobin) 0,4 Proline	0,4 Fastac (alfacypermetrin)
2009	h.vete	100 g Primus (florasulam) 1 tabl. Express (tribenuronmetyl)	0,22 Tilt 0,22 Comet 0,22 Proline (protiokonazol)	0,25 Fastac (alfacypermetrin)

VATTENPROVTAGNING SAMT ANALYSER:

Vattenproven har tagits genom kontinuerlig provtagning under perioder med avrinning. Tillgänglig utrustning gav möjlighet att ta ut prov som är flödesproportionella. Under en period med problem med utrustningen togs momentana prov i utflödet från de båda försöksytorna. Uttagna prov har varit frysta inför kemisk analys vid AnalyCen AB, numera Eurofins i Lidköping.

4. Resultat

I bilaga 1 redovisas analysresultat för ett stort antal prov från hösten 2006 fram till våren 2009 när undersökningen avslutades. Det föreligger inga entydiga skillnader vilket gör det svårt att bedöma ev. fördelar med reducerad jordbearbetning i förhållande till konventionell bearbetning när det gäller att begränsa transporten av aktiv substans via dräneringsvattnet.

Redovisade koncentrationer påverkas av transporterade mängder aktiv substans från markens ytskikt samt flödet av vatten. Det framgår av sammanställningen i bilaga 1 att det under vissa perioder förekommer en betydande skillnad mellan prov från "närliggande" tidpunkter. Detta kan bero på ett ändrat flöde av dräneringsvatten och eller tillskott av ytligt grundvatten.

Vid genomgång av resultaten under våren 2007 uppmärksammades en betydande variation och det framkom att det förelåg en risk för "inläckage" av ytligt grundvatten till det dräneringssystem som representerar den reducerade jordbearbetningen. För att eliminera denna risk för störning har nya anslutningsledningar grävts ner inför avrinning under hösten 2007 / våren 2008.

Ett flertal av tillförda aktiva substanser i använda produkter har inte påvisats i några av analyserade vattenprov. Det gäller exempelvis för alla svamp- och insektsbekämpningar. Motsatt återfinns bentazon i ett mycket stort antal vattenprov. Denna aktiva substans har

endast tillförts vid ett tillfälle. Många undersökningar belägger att denna substans kan ge påverkan under mycket lång tid efter utförd bekämpning. En övergång till reducerad jordbearbetning kan ge positiva effekter i matjorden men påverkar retroaktivt inte risken för transport från djupare delar av markprofilen.

I följande tabell redovisas i hur många prov som olika aktiva substanser kunnat påvisas. För resp. substans redovisas också vid hur många tillfällen som konc. överstiger 0,1 µg / liter.

Använda produkter	Aktiv substans	Analys antal prov	Antal prov med förekomst > detektionsgräns		Antal prov med förekomst konc. > 0,1 µg / l	
			Konv. bearb.	Reduc. bearb.	Konv. bearb.	Reduc. bearb.
OGRÄSMEDEL						
Basagran SG	MCPA	43	3	0	2	0
	bentazon	43	20	23	1	18
Starane	fluroxypyr	43	0	0		
Express	tribenuronmetyl	43	0	0		
Ariane S	klopyralid	43	0	0		
	fluroxypyr	se ovan!				
	MCPA	se ovan!				
Starane XL	fluroxypyr	se ovan!				
	florasulam	43	0	0		
Primus	florasulam	se ovan!				
SVAMPMEDEL						
Comet	pyraklostrobin	43	0	0		
Tilt	propikonazol	43	0	0		
Topsin	tiofanatmetyl	43	0	0		
Proline	protiokonazol	43	0	0		
INSEKTSMEDEL						
Fastac	alfacypermetrin	43	0	0		
Pirimor	pirimicarb	43	0	0		
ÖVRIGA PÅVISADE AKTIVA SUBST.	atrazin	43	3	0	0	0
	2,4-D	43	0	0	1	0
	2,4-D Diklorprop	43	1	0	1	0
	mekoprop	43	3	0	0	0
	glyfosat	43	13	4	9	1
	(karbofuran)	43	32	25		

Bland övriga funna aktiva substanser är det enbart MCPA som påvisats i anslutning till försöksperioden. För denna substans hade inget prov koncentration > 0,1 µg / liter. Mer anmärkningsvärt är det återfinns rester från aktiva substanser som inte använts på många år. atrazin, 2,4-D, 2-4D Diklorprop och mekoprop. Förekomsten visar på betydelsen av att arbeta med bekämpningsstrategier som minskar risken för att rester efter utförd bekämpning läcker ner i markprofilen för att senare förekomma i vattenföringen.

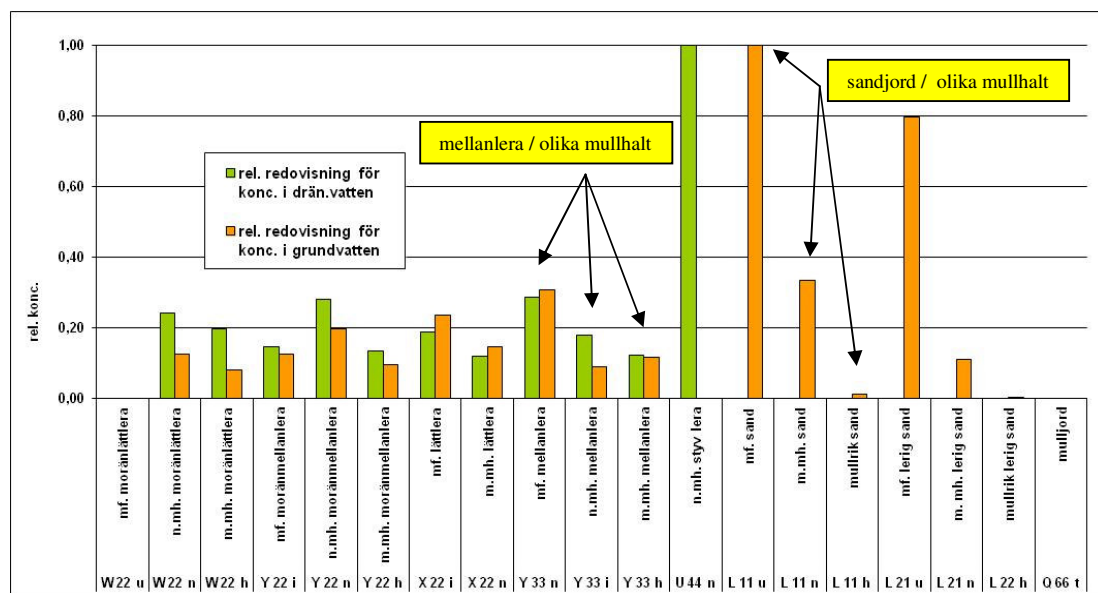
Glyfosat har använts en gång (2008). Förekomsten vid flera tillfällen kan bero rester från tidigare behandlingar. Det är intressant att denna substans förekommer vid färre tidpunkter vid minimerad bearbetning när det gäller koncentrationer > 0,1 µg / liter.

Förekomsten av karbofuran är svår att förklara. Substansen kan komma från lätttrörliga betningsmedel, eller nedbrytningsprodukter av dessa, som kan ge upphov till resthalter som i lera fall ligger över gränsvärdet 0,1 µg / liter.

5. Inverkan av organiskt material - ett exempel från Macro körningar

Det finns många studier som visar att en ökad förekomst av stabil mull och skörderester kan bidra till att minska belastningen från restmängder av tillförd aktiv substans. Under senare år har det presenterats olika modeller som skall visa på risken för läckage efter olika växtskydds-insatser. I modellerna Macro GV och Macro DB som är under utveckling görs försök att beakta ett stort antal faktorer och väga samman dessa till en sammantagen riskbild. En av många parametrar är markens mullhalt. Ett högt innehåll av organiskt material (som stabilt kol) bidrar till att binda aktiv substans i ytskiktet och därmed minska risken för transport via avrinningen. Samtidigt ökar möjligheten för biologisk omsättning av resthalter från tillförda produkter.

Odling i Balans har haft ett uppdrag att testa dessa modeller. Följande diagram visar på utfallet när samma behandling, 2,0 liter MCPA simuleras på olika jordar. Mitt i diagrammet finns tre fall med mellanlera - mullfattig, något mullhaltig och måttligt mullhaltig. Staplarnas höjd visar på relativ konc. i avrinnande vatten när fallet med högst utfall får rel. tal 1,0. Modellen visar på en klart minskad koncentration av MCPA när mullhalten ökar. Än mer tydligt blir detta när jämförelsen görs för en mullfattig sandjord och samma mineraljord som är måttligt mullhaltig respektive mullrik.



Detta exempel från körningar i Macro modellen visar att en ökad tillgång på organiskt material i ytskiktet kan bidra till att minska risken läckage av aktiv substans. En funktion i modellen är att beakta tekniken för jordbearbetning. Denna del är ännu inte operativ i modellen.

6. Diskussion och slutsatser

Frågan om bekämpningsmedel och dess effekter i omgivande miljö har varit i fokus i många år. Uppmärksamheten har inte avtagit, utan samhället ställer allt högre krav på att lantbruket ska minska riskerna och därmed minska förekomsten av resthalter i omgivande miljö. Detta gäller särskilt för vattenmiljön. Det är intressant och viktigt att visa på möjligheten att tillämpa odlingsteknik som beaktar kraven på lönsamhet men som samtidigt innebär lägst möjliga risk för skador i omgivande miljö. I detta sammanhang är det angeläget att kunna visa om minimerad jordbearbetning samtidigt som det sänker maskinkostnaden kan vara en utvecklingsväg där växtskyddsinsatserna kan kontrolleras för att ge minst möjliga påverkan i vattenmiljön. Detta kan vara än viktigare i en situation där möjligheten att välja preparat kan bli mer begränsad. Förhållandena är komplexa med påverkan från och på ett flertal biologiska system.

Undersökningen visar på betydelsen av att ytterligare undersöka och utvärdera i vilken grad minimerad jordbearbetning är en framkomlig väg för att minska risken för läckage av aktiv substans i använda växtskyddsmedel. Undersökningen är gjord på en lerjord där förhållandena, risken för läckage kan vara

mycket olika under olika delar av året. En torrperiod kan ge upphov till betydande sprickbilning som kan underlätta för en snabb transport i samband med häftiga regn. Samtidigt kan en minimerad jordbearbetning ge en ytstruktur som i hög grad bidrar till en jämnare avrinning. En tredje dimension är att minimerad bearbetning gynnar bilning av macroporer som kan leda till en snabb avrinning vid mycket regn. Det är nödvändigt att kunna väga samman dessa faktorer och bedöma den sammantagna effekten av reducerad jordbearbetning när det gäller att minska risken för läckage av aktiv substans vid olika växtskyddsåtgärder.