

"RISKINDEX" FÖR KEMISKA BEKÄMPNINGSMEDEL

Värdering av risken för diffust läckage via dräneringsvattnet samt åtgärder för minskad påverkan från punktutsläpp



Risk för
läckage ?



Undersökningen är genomförd under perioden hösten 2004, fram till juni 2006 med anslag från Jordbruksverket, proj.nr. 25-6130 / 04 och med anslag från SLF, proj.nr. 0455019

Juli 2006



Förord

Odling i Balans har tidigare testat en modell som skall visa på miljö- respektive hälsorisk vid användning av kemiska bekämpningsmedel. Vunna erfarenheter samt förslag på förbättringar har redovisats i rapporten, "Riskindex för kemiska bekämpningsmedel - resultat från en utvärdering på gårds- och grödnivå, september 2004. I rapporten poängterades speciellt de brister som förelåg beträffande värdering av risken för diffust läckage genom markprofilen. Odling i Balans fick i slutet av 2004 i uppdrag att arbeta vidare med frågeställningen samt lämna underlag för rådgivning inom ämnesområdet.

Inledningsvis genomfördes projektet med anslag från Jordbruksverket. Under 2005 och 2006 har projektet genomförts med anslag från Stiftelsen lantbruksforskning. I ett tidigt skede tillsattes en referensgrupp med mycket bred och djup kompetens inom bekämpningsmedelsområdet. Detta har bidragit till att rapporten kan visa på nödvändigheten av att begränsa påverkan från såväl punktutsläpp som diffust läckage. Med diffust läckage avses i denna rapport påverkan via dräneringsvattnet. En central del utgör bedömningen av risken för läckage via sprickbildning och andra kanaler på lerjordar. Den transport som kan ske via ytavrinning beaktas inte.

Projektet har genomförts under en period när användningen av bekämpningsmedel kommer allt mer i fokus. Vid analys av yt- och grundvatten påvisas i flera fall förekomst av rester från aktiva substanser i använda bekämpningsmedel. Helt nyligen presenteras ytterligare en rapport, från SLU (Ekohydrologi 87), Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för vattenvårdslära, som visar på omfattande förekomst av bekämpningsmedelsrester i vattenprov från vattendrag i utpräglad växtodlingsbygd. Användningen av bekämpningsmedel, och andra insatsvaror i växtodlingen, måste i högre grad värderas ur ett miljöperspektiv. I detta sammanhang vill jag som projektledare uppmärksamma Dig som läsare av rapporten att branschen mycket tydligt pekat på att erhållna resultat skall värderas tillsammans med dokumentation från registreringsprocessen och den allt mer omfattande kontrollverksamheten beträffande förekomst av resthalter i vattendragen. Allt för att ge rätt fokus på frågeställningen om *vilka aktiva substanser och därmed produkter som bedöms medföra ökad risk för diffust läckage*. Parallellt med detta är det nödvändigt att begränsa effekten av punktutsläpp och redovisa i vilken omfattning ett behandlingsalternativ som visar på mindre läckagerisk samtidigt leder till ökad risk för störning på ekosystemet.

Rapporten utgör resultatet av ett omfattande projektarbete under lång tid. Ambitionen var att lämna en rapport med väl underbyggda slutsatser och förslag på åtgärder. I slutrapporten presenteras förbättringar för att förhindra punktutsläpp samt ett stort antal behandlingsalternativ i olika grödor som visar på möjligheten att välja behandlingsalternativ med mindre läckagerisk och liten störning på ekosystemet.

Odling i Balans har under en följd av år gjort en mycket noggrann dokumentation på de 17 gårdar, pilotgårdar, som utgör en viktig bas för verksamheten. En detaljerad information finns under internetadress www.odlingibalans.com. Den dokumentation och erfarenhet som föreligger på de olika pilotgårdarna har varit en värdefull utgångspunkt vid arbetet med rapporten. Undertecknad tar gärna emot synpunkter och kommentarer på redovisade resultat.

Vallåkra juli 2006

Odling i Balans

Lars Törner, verksamhetsledare

Odling i Balans
Ormastorp
260 30 Vallåkra

042 - 32 10 05
0703 - 30 42 00
info@odlingibalans.com

Innehållsförteckning

sida

1. Innehållsförteckning	3
2. Sammanfattning	4
3. Inledning, planering av projektet, referensgrupp	7
4. Förslag till struktur för indikatorer som beskriver miljöegenskaper hos använda kemiska bekämpningsmedel Författare: AgrD Christer Nilsson, SLU, Alnarp	10
5. Metodik, beskrivning och validering av MACRO modellen (avsnittet är granskat av professor Nick Jarvis, SLU, Uppsala)	14
6. Resultat från utförda tester / fallstudier	17
6.1 jämförelse för olika jordar / ogräs i höstvet	
6.2 jämförelse för olika jordar / ogräs i vårsäd	
6.3 jämförelse för olika jordar / ogräs i höstoljeväxter	
6.4 jämförelse för olika jordar / ogräs i våroljeväxter	
6.5 jämförelse för olika jordar / ogräs och svamp i potatis	
6.6 jämförelse för olika jordar / ogräs i sockerbetor	
6.7 jämförelse för olika jordar / ogräs i konserverter	
6.8 jämförelse för olika jordar / insektsbehandling i spannmål	
6.9 jämförelse för olika jordar / svampbehandling i spannmål	
6.10 jämförelse vid samma behandling i olika geografiska områden	
6.11 jämförelse vid samma behandling vid olika tidpunkter	
6.12 jämförelse vid samma behandling vid olika mullhalt	
7. Åtgärder för att förhindra punktutsläpp, presentation av checklista	33
8. Diskussion och slutsatser	34
9. Bilagor	
1 Allmänna gårdskrav, exempel från redovisning på Odling i Balans´ hemsida, se under rubriken pilotgårdar	
2 Beskrivning av MACRO GV, rapport från SLU	
3 Sammanställning, behandling i olika grödor	
4 Exempel från ett beräknat typfall	
5 Underlag för värdering av ekotox för olika aktiva substanser	

2. Sammanfattning

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 minska förekomsten av bekämpningsmedelsrester i omgivande miljö. Detta tydliggörs i miljöbalken, i ett nationellt handlingsprogram för bekämpningsmedel, i miljökvalitetsmålen och i ramdirektivet för vatten. Ytterst aktuell och konkret blir frågan i samband med upprättande av vattenskyddsområden. Statusen på dräneringsvattnet kommer i många situationer att vara mycket avgörande för möjligheten att uppnå fastlagda miljökvalitetsmål. Med denna utgångspunkt är det intressant och viktigt att värdera möjligheten att arbeta med en riskmodell. Rapporten bygger på sammanställning av ett stort antal "körningar" i simuleringsverktyget MACRO GV. Modellen arbetar med ett stort antal parametrar och har av referensgruppen bedömts som ett intressant instrument när det gäller att redovisa risken för läckage via dräneringsvattnet. Det är nödvändigt att modellen ger en förväntad bild. Detta är en förutsättning för att nå förtroende för en tillämpning som skall beakta miljömässiga förhållanden, hälsoaspekter och ekonomiska värden i växtodlingen. Arbetet i referensgruppen har inriktats på att balansera de starka affärsintressen som är knutna till användningen av kemiska bekämpningsmedel mot det mycket tydliga ansvar som näringen har när det gäller att skydda vattenmiljön.

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 bekämpningsstrategier. Det är den samlade påverkan från punktutsläpp och diffust läckage som skall begränsas. Rapporten visar på exempel när det gäller att åtgärda punktutsläpp. Fokus ligger på att redovisa risken för diffust läckage via dräneringsvattnet. Primärt skall alltid risken för punktutsläpp beaktas. Samtidigt är dessa åtgärder inte tillräckliga för totalt skydd av vattenmiljön. Rapporten visar på vilka risker som föreligger vid insats med olika aktiva substanser på olika jordar. Generellt visar resultaten på en i många fall ökad risk om behandlingen görs på lerjordar. Detta är en delvis ny erfarenhet.

2.1 Syfte och huvudmål

Syftet med projektet var att komplettera den tidigare utvärderade riskmodellen med underlag för att göra en tydlig värdering av risk för läckage på olika jordar. I uppdraget för projektet ingick också att visa på vilka åtgärder som krävs för att värdera risken för skador på ekosystemet samt eliminera hälsorisen i samband med hantering av kemiska bekämpningsmedel. Hälsorisen vid hantering kan, enligt bedömning av referensgruppen beaktas genom att strikt följa angivna hanteringsrutiner. När det gäller ekotoxiska effekter framförs ett förslag som bygger på redovisning av ET ("Environmental Toxicity Score") och persistens. Rapporten har en tyngdpunkt i redovisning av läckagerisk, den del som var otillräckligt genomarbetad i den tidigare presenterade riskmodellen.

I ett tidigt skede bedömde referensgruppen att MACRO GV var en intressant modell för att redovisa risken för transport av resthalter via dräneringsvattnet. Modellberäkningarna är många och komplexa vilket gör att det tar lång tid att utvärdera varje enskilt fall. Beräkningstiden för en enskild aktiv substans är ca. 25 minuter vilket gör befintlig modell mindre användarvänlig. Detta får inte tas som utgångspunkt för kritik av modellen. Det väsentliga är att värdera faktiska förhållanden. I nästa fas är det möjligt att anpassa modellen till praktisk rådgivning.

2.2 Resultat

Resultaten från genomförda undersökningar i MACRO modellen visar på betydande variation mellan olika aktiva substanser. I många fall är detta i linje med tidigare redovisade skillnader. Det är samma aktiva substanser som visat på hög risk som anges som särskilt föroreningskänsliga, d.v.s. redovisats som lättrorliga i Naturvårdsverkets Allmänna Råd, (NFS 2000:7). Erhållna resultat visar på intressanta

skillnader när det gäller att välja ett behandlingsalternativ som minskar miljörisken vid användning av kemiska bekämpningsmedel.

Målsättningen är att MACRO GV modellen skall göra det möjligt att med hänsyn till egenskaper hos använda produkter, markförhållanden samt aktuell väderlek värdera risken för transport av resthalter i angiven grödsituation. Samtliga resultat är redovisade inom skalan **hög risk** $\longleftrightarrow$ **mindre risk**. Inom dessa båda ytterligheter anges förekomsten inom någon av fyra klasser. Denna princip tillämpas för redovisning i olika grödor. Olika behandlingsalternativ redovisas som en inbördes "ranking". *Modellen skall uppfattas som ett redskap för att välja ett behandlingsalternativ med låg läckagerisk.*

Påverkan för ett antal olika behandlingsalternativ i olika grödor redovisas som relativa skillnader i ett antal stapeldiagram. Utöver läckagerisk kommenteras risken för störning på känsliga ekosystem. I kapitel fyra presenteras möjligheten att skapa ett riskindex som ger en bild av de viktigaste miljöeffekterna vid användning av kemiska bekämpningsmedel.

Redovisade slutsatser kan utgöra underlag för det fortsatta arbetet med att utveckla ett verktyg som är anpassat för praktisk rådgivning och är inte listade i någon prioritetsordning.

- * redovisade resultat för läckagerisk bygger på ett stort antal, mer än 500 simuleringar i modellen MACRO GV
 - alla körningar är gjorda på "modersubstansen", påverkan från metaboliter beaktas inte
 - parametrar som beaktats är egenskaper hos aktuell aktiv *substans*, *odlingsområde*, *lerhalt*, *mullhalt*, *dos* och *tidpunkt för utförd behandling*
 - all redovisning avser värdering av *risk för diffust läckage* via dräneringsvattnet från det behandlade fältet
- * genomförd undersökning skall visa på om modellen kan användas som ett "verktyg" för att visa på behandlingsalternativ med mindre risk för påverkan i vattenmiljön
 - modellen värderar inte risken för punktutsläpp liksom hälsorisk för lantbrukaren
- * värdering av ekotox ingår inte i redovisade resultat när det gäller diffust läckage
 - för ett antal aktiva substanser redovisas ET, "Environmental Toxity Score" samt persistens, två viktiga egenskaper för att visa på risk för skador på ekosystemet
 - i den av Agr D Christer Nilsson presenterade modulen A (Ekotoxicitet – risken för oönskade effekter på åkerns ekosystem eller inverkan på gårdens biologiska mångfald) visas på en princip för att värdera hur egenskaper hos en aktiv substans kan leda till störningar på ekosystemet
- * ett antal behandlingsalternativ har inte redovisats då aktuell substans saknas i nuvarande version av MACRO GV
- * redovisningen avser beräknad påverkan i dräneringsvattnet på 1 m's djup
 - redovisade resultat skall värderas med hänsyn till att biokemiska förlopp i undre jordlager kan minska förekomsten av påvisade halter
- * i många, (nästan alla) fall visar modellen på ökad risk för transport vid ökad lerhalt
 - för aktiva substanser som är lättlösliga (ex. bentazon) är skillnaden mindre för samma behandling på jordar med olika lerhalt
- * det är angeläget att utvärdera om modellen "överbvärderar" påverkan av hög lerhalt
- * modellen visar på tydligt minskad risk vid behandling på jordar med högre mullhalt

- * samma behandling i olika odlingsområden ger förhållandevis små skillnader
 - detta kan bero på att modellen beaktar klimatförhållanden under en lång period
- * i redovisade scenarier har det inte varit möjligt att i MACRO GV värdera betydelsen av ett högt pH som bedöms medföra en ökad risk för läckage av aktiv substans av typ sulfonylurea
 - MACRO GV modellen måste kompletteras med denna funktion för att göra det möjligt att redovisa insatser på jordar med höga pH
- * det föreligger mycket bra överensstämmelse mellan ”körningar” i MACRO GV och en undersökning som beskriver förekomst av bekämpningsmedelsrester efter utförd svampbehandling i potatis

Erhållna resultat pekar inte på att det generellt föreligger någon ökad risk beroende på ett stort antal behandlingar. Inneboende egenskaper samt markförhållanden bedöms vara mer avgörande när det gäller att bedöma risken för påverkan av diffust läckage. För punktutsläpp finns det ett samband mellan riskförhållande och antal behandlingar.

Redovisade resultat visar på en relativ ranking för läckagerisk för olika behandlingsalternativ och bygger på beräkning av mängden transporterad aktiv substans i dräneringsvattnet på i m's djup. I det fall en behandling medför tillförsel av flera aktiva substanser bedöms risken med utgångspunkt från ”worst case” bland tillförda substanser.

All redovisning bygger på basdata för tillförda aktiva substanser och som finns inlagd i använd version av MACRO GV. Redovisade egenskaper skall vara allmänt accepterade. Odling i Balans vill understryka att det är viktigt med en kontinuerlig uppdatering av den del i databasen som avser egenskaper hos aktiva substanser i använda kemiska bekämpningsmedel.

3. Inledning

Jordbrukets miljöpåverkan genom bekämpningsmedel är starkt förbundet med hur bekämpningsmedlen hanteras och vilka mängder och hur ofta som de används. Om minsta möjliga mängder används för att producera önskade skörderesultat till god kvalitet (effektivitet) och detta sker med en hantering och appliceringsteknik som med dagens kunskaper minimerar riskerna (risker genom punktutsläpp) så återstår de risker som är förbundna med själva bekämpningsmedlets egenskaper i den miljö som det används.

Föreliggande projekt har haft som sitt främsta mål att karaktärisera dessa senare risker och försöka avgränsa de områden som har relevans för den enskilde lantbrukaren. Vi vill dock poängtera att de vinster som kan uppnås genom en effektiv användning (behovsvärdering, lägsta möjliga doser, punkt- eller delbehandlingar av fält o.s.v.) och som enkelt kan mätas i bl.a. beräkningen av ha doser, samt ett medvetet arbete för att begränsa punktutsläpp och felaktig applicering och hantering, många gånger ger större miljövinster än arbetet med enskilda bekämpningsmedels egenskaper och därför måste prioriteras. Enskilda lantbrukares behov att öka sina kunskaper kan understödjas genom en lämplig analys av hantering, effektivitet och karaktärisering av bekämpningsmedlen.

Valet av kemiskt bekämpningsmedel i en viss situation måste givetvis utgå ifrån bekämpningens effektivitet. Kunskaperna om de miljömässiga risker som är förknippade med detta val är ofta inte stora hos lantbrukarna. De källor till kunskap som finns är som regel endast de riskfraser som finns angivna på förpackningen. De fakta som presenteras vid registreringen, dvs. den del som är offentlig handling, borde kunna tolkas och göras tillgängliga för lantbrukarna i form av ett riskvärderingsinstrument som kan appliceras på gården och som kan användas för att jämföra olika tänkta (eller genomförda) alternativa scenarier. Otillfredsställande egenskaper hos de möjliga alternativen borde öka lantbrukarnas intresse för alternativa bekämpningsmetoder, inskränkningar i den behandlade ytan, reducering av doser eller ökad effektivitet genom en noggrannare behovsanalys.

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 minska förekomsten av bekämpningsmedel i omgivande miljö. Detta tydliggörs i miljöbalken, i ett nationellt handlingsprogram för bekämpningsmedel, i miljökvalitetsmålen och i ramdirektivet för vatten. Ytterst aktuell och konkret blir frågan i samband med upprättande av vattenskyddsområden. I detta sammanhang är det mycket viktigt att vidta åtgärder som minskar risken för transport av bekämpningsmedelsrester till vattenmiljön. Statusen på dräneringsvattnet kommer i många situationer att vara mycket avgörande för möjligheten att uppnå fastlagda miljökvalitetsmål. Med denna utgångspunkt är det intressant och viktigt att värdera möjligheten att arbeta med en riskmodell.

Projektet är en fortsättning på det tidigare arbetet med att försöka utveckla ett "Riskindex" som vinner förtroende hos olika aktörer inom växtskyddsområdet. Under 2004 påtalades att det förelåg betydande brister i den modell som vid den tidpunkten tagits fram för att visa på risken för transport av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvatten som passerar markprofilen. Odling i Balans ansökte om projektmedel för att bearbeta den del som berör risk för transport via dräneringsvattnet. Efter besked om att projektmedel beviljats startade projektet. I ett tidigt skede tillsattes en referensgrupp med företrädare för olika intressen och aktörer inom växtskyddssektorn.

Referensgruppen har sammanträtt vid fem tillfällen. En preliminär version av projektrapporten har lämnats till referensgruppen. Framförda kommentarer har arbetats in i denna slutrapport. I referensgruppen diskuterades på vilket sätt det var möjligt att redovisa risken för diffust läckage. En tidigare presenterad metod för att redovisa diffust läckage led till brist på detaljupplösning och var allt för generell för att representera ett enskilt fält. MACRO GV modellen sågs därför som en av de få möjligheter som stod till buds för att beskriva transporten av kemiska bekämpningsmedel genom markprofilen.

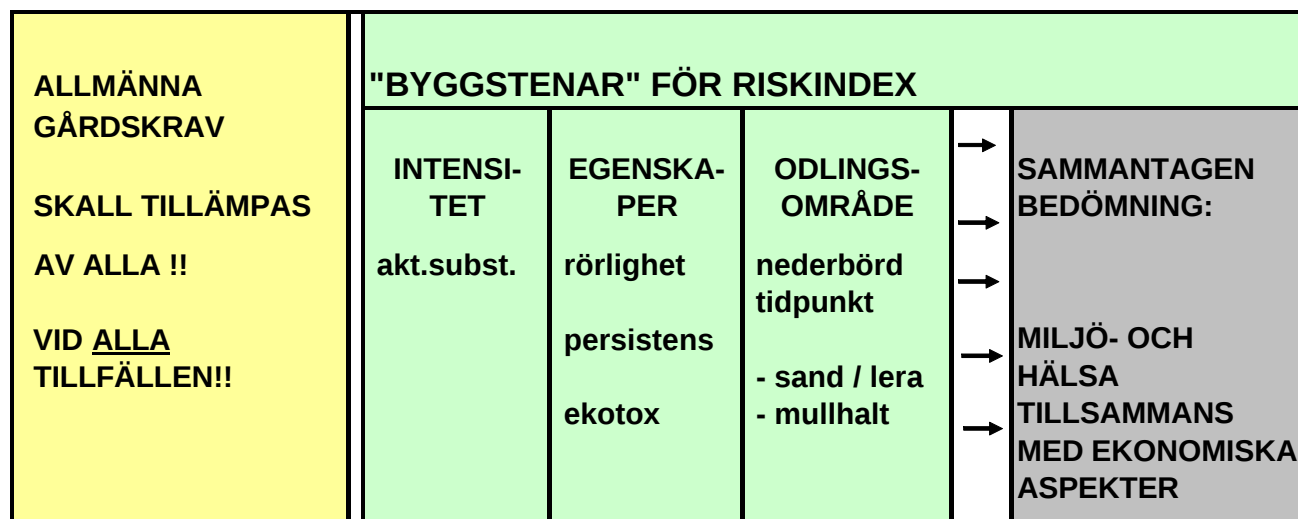
Kontakt togs med prof. Nicholas Jarvis, avdelningen för biogeofysik, SLU, Uppsala för att få utnyttja modellen som en del i det fortsatta projektarbetet. Några fall testades och resultatet av detta

presenterades för referensgruppen under våren 2005. Gruppen enades vid denna tidpunkt om att använda MACRO GV modellen som bas för ett studera utfallet för ett större antal typfall.

Karin Almgren	Länsst. V. Götaland	Magnus Jeppson	Findus (nu Syngenta)
Hans Augustinsson	Hushållningssällskapet	Sara Johnsson	Hushållningssällskapet
Peter Bergkvist	KEMI	Kerstin Larsson	Länsstyrelsen, Skånelän
Bernt Bertilsson	Nordisk Alkali	Cecilia Ljunggren	Svenskt Växtskydd
Malin Carlsson	LRF	Else-Marie Meijersjö	Jordbruksverket
Alf Djurberg,	Jordbruksverket	Christer Nilsson	SLU
Jan Eksvärd	LRF	Jan Nerelius	GRO
Erik Erlandsson	Lantmännen	Robert Olsson	SBU
Örjan Folkesson	Jordbruksverket	Helen Rosengren	LRF
Henrik Hallqvist	Jordbruksverket		
Nick Jarvis	SLU	Lars Törner	Odling i Balans

Rapporten bygger på sammanställning av ett stort antal "körningar" i simuleringsverktyget MACRO GV. Modellen arbetar med ett stort antal parametrar och har av referensgruppen bedömts som ett intressant instrument när det gäller att redovisa risk för läckage via dräneringsvattnet. Samtidigt är det nödvändigt att modellen kan hanteras i praktisk rådgivning och att den styr i förväntad riktning. Förhållandena är komplexa med påverkan från och på ett flertal biologiska system. Det är nödvändigt att modellen ger en förväntad bild. Detta är en förutsättning för att nå förtroende i rådgivningen om olika behandlingsalternativ. Arbetet i referensgruppen har gett möjlighet att balansera de starka affärsintressen som är knutna till användningen av kemiska bekämpningsmedel mot det betydande ansvar som näringen har när det gäller att begränsa miljöpåverkan till en acceptabel nivå. Det är viktigt att påtala att det inte är möjligt att redovisa en absolut nollnivå. Befintlig och i framtiden än mer förfinad analysteknik ger möjlighet att redovisa mycket låga koncentrationer.

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 bekämpningsstrategier.



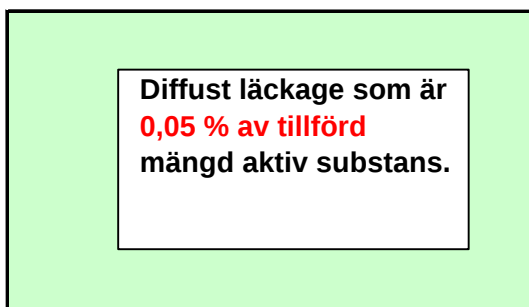
Figur 1. Principbild för att visa på betydelsen av åtgärder när det gäller påverkan från såväl punktutsläpp som diffusa utsläpp

Inom rådgivnings- och utbildningskampanjen Greppa Näringen har man utvecklat moduler för rådgivning inom växtskyddsområdet. Det finns starka önskemål om att använda ett miljöriskindex i rådgivningen. Det är då viktigt och nödvändigt att beräknade skillnader uppfattas som rimliga och inte resulterar i ett resonemang om trovärdighet. Lika viktigt är det att modellen kan användas av en bred grupp rådgivare och också av enskilda lantbrukare. Det är intressant att undersöka möjligheten för att göra detta via Internet, men det är lika angeläget att en fungerande modell kan integreras i nuvarande rådgivnings- och redovisningsprogram, ex. i Stank - Mind och DataVäxt.

Primärt skall alltid risken för punktutsläpp beaktas. Samtidigt är dessa åtgärder inte tillräckliga för totalt skydd av miljön. Rapporten visar på vilka risker som föreligger vid insats med olika aktiv substans på olika jordar. Stor vikt har lagts vid att visa på risken för läckage på olika lerjordar. Generellt visar resultaten på en i många fall ökad risk om behandlingen görs på lerjordar. Detta är en delvis ny erfarenhet.

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). I angivet ex. tillförs 750 g aktiv substans / ha. I båda fallen är förutsättningen att redovisad "restmängd" aktiv substans "transporteras" i den volym vatten som motsvarande 200 mm avrinning.

Fält med storlek 10 ha



$$0,05 \% \times 750 \text{ gram} / 10.000 \times 0,2 \times 1000$$

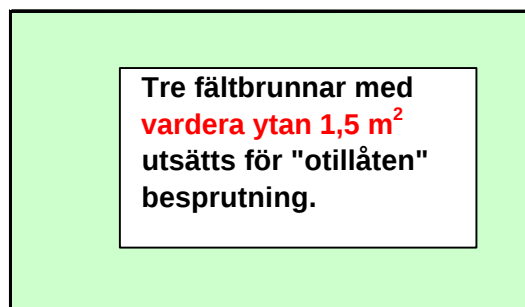
Mängd aktiv substans: **0,38 gram**

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

För en hektar gäller:

$$0,38 \text{ g} / \text{avrinning } 200 \text{ mm} (= 2.000 \text{ m}^3) = \mathbf{0,19 \mu\text{g} / \text{liter}}$$

Fält med storleken 10 ha



$$3 \times 1,5 = 4,5 \text{ m}^2 \text{ d.v.s. } 4,5 / 10.000 \times 750$$

Mängd aktiv substans: **0,34 gram**

Halt i drän.vatten: **0,06 mikrogram /**

- om avrinningen är från 1/3 d.v.s. 3,33 ha

$$0,34 \text{ g} / \text{avrinning } 200 \text{ mm på } 1/3 \text{ av ytan}$$

$$200 \text{ mm från } 3,3 \text{ ha} = 6.660 \text{ m}^3$$

$$0,34 \text{ g} / 6.660 \text{ m}^3 = \mathbf{0,06 \mu\text{g} / \text{liter}}$$

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.

4. Förslag till struktur för en eller flera indikatorer på miljöegenskaper hos de kemiska bekämpningsmedel som används inom jordbruket

Författare av detta kapitel är AgrD Christer Nilsson, SLU, Alnarp

Begreppet risk såsom det används om kemiska bekämpningsmedel kan definieras som sannolikheten för att skada skall uppträda och konsekvenserna av en sådan skada. Risken är alltså relaterad till exponering, d.v.s mängden bekämpningsmedel. Utan exponering kallas en egenskap hos ett bekämpningsmedel ”Fara”.

Graden av skada är beroende av bekämpningsmedlets egenskaper, graden av exponering och platsgivna förhållanden. För flertalet kemiska bekämpningsmedel som kan komma ifråga för registrering gäller att skada först inträder vid en viss lägsta kritisk gränsdos (t ex EU:s gränsdos för bekämpningsmedel i dricksvatten och angivna riktvärden för ytvatten), vilket alltså medför att exponering under denna nivå betraktas som harmlös. Det utesluter inte att dessa låga exponeringsnivåer kan vara oönskade ur andra perspektiv, t ex. konsumenternas uppfattning om produktionsmetoderna.

Målsättning med riskindikatorer för bekämpningsalternativ

Riskindikatorn/indikatorerna skall öka lantbrukarnas kunskaper och efterfrågan på kunskaper som rör miljörelaterade egenskaper hos kemiska bekämpningsmedel och de aktiva substanser som dessa innehåller. Lantbrukaren skall kunna analysera och jämföra olika bekämpningsscenarier och ges en möjlighet att med någon grad av säkerhet skatta de miljömässiga riskerna.

Bekämpningsmedlen är substanser som har hög biologisk effekt redan i låga mängder. Stark selektivitet är ofta inte möjlig att åstadkomma och inte av ekonomiska skäl heller alltid eftersträvänsvärd. All förekomst av bekämpningsmedel (eller metaboliter med biologiska effekter) utanför appliceringsområdet är därför oönskad. När bekämpningsmedlet förflyttas utanför matjordslagret, eller när det avdunstar från en intorkad sprutväska på växter och markyta, har det lämnat appliceringsområdet.

Det är önskvärt att kunna uppskatta risken för mer allvarliga effekter på åkerns ekosystem, främst i den mån detta kan innebära kort- eller långsiktigt nedsatt produktionsförmåga eller ökade kostnader för bekämpningsmedel genom t ex minskad naturlig bio-kontroll. Påverkan på gårdens biologiska mångfald är också av intresse.

Alla fakta som används om bekämpningsmedel skall vara knutna till registreringen och/eller lokala monitoreringsprogram för uppträdande i miljön. Riskanalysen skall bygga på så stark vetenskaplig grund som kan erhållas för tillfället.

Generell struktur för en eller fler riskindikatorer

Genom en uppdelning av miljöeffekterna i moduler kan dels en successiv bearbetning och tillförsel av nya fakta ske och dels fås en större transparens. Transparensen är en absolut nödvändighet för lantbrukarens engagemang.

Detaljupplösningen i en modul bör hållas rel. låg. Det är egentligen ingen mening för lantbrukare att veta om ett visst preparat som återfinns i ett vattendrag har stora eller små effekter på vattenlevande organismer. Politiker, d.v.s. samhälle och konsument, har tydligt markerat att man inte vill att bekämpningsmedel kan påvisas utanför appliceringsområdet. Riskvärderingen skall alltså centreras runt riskerna för bekämpningsmedlet att *hamna* i vatten. Det är önskvärt att kunna presentera riskvärderingen till ex. som ”20% risk att ämnet xx återfinns i grund- ytvatten över visst gränsvärde inom ett år” så erhålls en bättre bild av det relativa och osäkra i bedömningen.

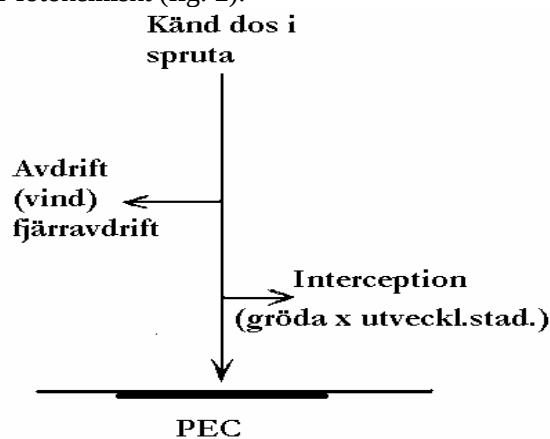
Moduler:

- A. Risker för oavsedda effekter på åkerns och gårdens ekosystem (ekotoxicitet)**
- B. Risker för avdunstning till atmosfären från bekämpningsmedel på växter och markyta**
- C. Risker för läckage till yt- eller grundvatten via matjordslagret.**

För att kunna ge riskvärderingen en realism för den enskilde lantbrukaren måste ett antal fältspecifika parametrar användas, dels sådana som karaktäriserar marken på det aktuella fältet, dels sådana som karaktäriserar hur mycket av den applicerade dosen som hamnar på fältets ev. växter resp. på markytan.

Applicering och kvarstannande mängder (PEC - värden)

Det är inte allt tillfört bekämpningsmedel som verkligen når t ex markytan där det kan transporteras vidare till dränerings- eller grundvatten. Vid användning av en vanlig rampspruta kan en del preparat föras bort via vindavdrift. En del av preparatet fastnar på växterna, där det kan brytas ner mikrobiellt, genom hydrolys eller fotokemiskt (fig. 2).



Figur 2. Modell för beräkning av koncentrationer i miljön

Vid fältsprutning kommer avdriften i huvudsak att beröra de yttersta meterna av fältet, sedan fastnar det drivande bekämpningsmedlet på grödan. Skyddsavstånd till omgivningen beskrivs genom checklisten för hantering. Vindavdriften kan då i det närmaste negligeras (0,1-0,4 % av tillförd dos).

Den del av dosen som fastnar på växterna är däremot betydande och beroende av gröda och grödans utvecklingsstadium.

Den del av bekämpningsmedlet i sprutan som hamnar på markytan, kan på detta sätt uppskattas, PEC (Predicted Environmental Concentration). Vi definierar här den berörda miljön till en markdjup på 2,5 cm och en täthet på 1,5 g jord/cm³. Modellen för beräkning av PEC-värdet måste anpassas till olika appliceringstekniker.

MODUL A Ekotoxicitet – risken för oönskade effekter på åkerns ekosystem eller inverkan biologiska mångfald på gårdens

Idealiskt vore att kunna jämföra LC₅₀ (och/eller NOEC) värdet med PEC för organismer med viktiga funktioner i åkermarken. Det kunde gälla en jordlöpare, en linyphiid spindel, ett markkvalster, en collembol, en dagmask, en parasitstekel, en marksvamp, en blågrön alg m fl. Sådana data är tyvärr inte tillgängliga för mer än ett mycket litet antal bekämpningsmedel. De data som användas i registreringen och som skulle kunna användas för detta ändamål är giftigheten för bi, dagmask, hinnkräfta och grönalg. Funktionstester på mikroorganismer (kvävefixering, markandning m.m). Dessa data är sannolikt ganska

dåliga symboler för vad som kan påverka markens organismer, men bör kunna fånga in de allra starkaste effekterna.

Organismer som överlever en första exponering (LC_{50}) kommer sannolikt inte att påverkas ytterligare av kvarvarande rester av bekämpningsmedel. Persistensen är därför i sig inte intressant. Om däremot bekämpningsmedlet inte hinner brytas ner innan nästa dos tillförs, är persistensen av intresse. PEC värdet i MACRO bör kunna fås att spegla denna situation. Tills vidare har vi bara DT_{50} värdena för olika bekämpningsmedel att tillgå.

Substanser med mer eller mindre bioackumulerande egenskaper och samtidigt en betydande persistens kan innebära att större mängder bekämpningsmedel hålls kvar i ekosystemet och att därmed risken för oönskade effekter ökar.

KEMI har utvecklat ett miljöriskindex som har komponenter som kan användas för att indikera ekotoxiciteten. Indexet innebär multiplikation av många olika egenskaper och därför inte särskilt transparent och bygger på en alltför enkel värdering av läckagerisken till vatten för att vara användbar i sin helhet. Delar av modellen kan däremot användas för att tillsammans med MODUL B och MODUL C ge en rimlig bild av miljötoxikologiska egenskaper hos bekämpningsmedel. Dessa komponenter ingår i den databas som KEMI byggt upp för att övervaka resultatet på landsnivå av registreringsarbetet. Från denna databas kan följande komponenter användas:

ET (Environmental Toxicity Score) som bygger på de riskfraser som används för de aktiva substanserna som ingår i ett bekämpningsmedel

P (Potential Persistence Score) baserat på halveringstiden för preparatet

ET antar värdena 1-7 och P 0-5. Värdena skall adderas, vilket betyder att resultatet kommer att ligga mellan 1 och 12. Ett större antal aktiva substanser redovisas i bilaga 5.

Tabell 1. Ekotoxikologiska egenskaper för några bekämpningsmedel

Substans	ET Antar värdet 1-7	P Antar värdet 0-5	Summa ET + P	Värden inom 1:a kvartilen (x = lågt värde, liten risk)
Aklonifen (i Fenix)	3,0	4,1	7,1	
Alfacypermetrin (i Fastac)	5,0	4,3	9,3	
Bentazon (i Basagran)	1,0	2,3	3,3	x
Deltametrin (i Decis)	5,0	2,0	7,0	
Etofumesat (i Partner)	2,0	3,6	5,6	
Fluroxypyr (i Starane)	2,0	2,5	4,5	
Glyfosat (i Roundup)	1,0	2,4	3,4	x
MCPA (dimetylamin)	0,9	1,5	2,4	x
Pirimikarb (i Pirimor)	3,0	4,4	7,4	
Tribenuronmetyl (i Express)	3,0	0,6	3,6	x

Utveckling av MODUL A.

Inom EU pågår för närvarande ett omfattande projekt kallat HAIR med deltagande av såväl vetenskapliga institutioner som bekämpningsmedelindustrin. Målet är att skapa instrument för utvärdering av riskminimeringsarbetet på landsnivå. Arbetet är därför inte helt lämpligt som rådgivningsverktyg. Det

finns dock en modul för beräkning av kroniska ekotoxikologiska effekter som bygger på andra principer än de som kan avledas ur registreringsdata. Det som hittills presenterats lovar en större realism och mer fältnära värdering än vad som kan åstadkommas genom användning av de indikatorarter som ingår i registreringshandlingarna.

Sannolikt kommer här slutrapporten innebära att PEC-värdet efter en beräkning av nedbrytning under viss tid jämförs med NOEC-värdet (No effect concentration) för några indikatorarter. Det är först och främst intressant att konstatera att man i HAIR-projektet inte utnyttjat mer än relevanta indikatorarter. Hinnkräfta och grönalger som ju ingår i praktiskt taget alla registreringsfiler, har inte tagits med. Man kan gissa att detta beror dels på att dessa arter inte förekommer i fälten, dels därför att de är vattenlevande organismer, som är omgivna av det medium som bär giftet och vilket dessa arter står i balans med via huden. De är därmed betydligt känsligare än motsvarande landlevande arter

Ekotoxikologiskt index i HAIR (Deliverable reference 39 and 40 under WP 6: Acute risk for terrestrial organisms).

Ekotoxikologiska index behandlas under rubrikerna: Växter, Ryggradslösa djur och Ryggradsdjur. Under ryggradslösa djur behandlas:

Daggmask

PEC värden beräknas och jämförs med LC50 data från standard daggmask tox-tester

Den mängd växtskyddsmedel som når markytan antages blandas med jord till 5 cm djup, i en jord med standardtätheten 1500 kg/m³ ($PEC = kg\ a\ i\ per\ ha / (0,05 \cdot 1500)$)

I de testsystem som används är mullhalten förhållandevis hög, vilket gör att tox-värdena är för höga för aktiva substanser med $kow > 2$. LC50 – värden (14 dagars tester) divideras med 2 om $kow > 2$

Variationen i giftighet mellan arter kan vara stor och det är inte självklart att data från de daggmaskarter som testas på lab. är representativa för de arter som lever i våra åkrar. En säkerhetsfaktor på 10 används därför.

Giftighet för daggmask = $LC50\ (ev.\ korrigerad\ för\ kow) / 10 \cdot PEC$

Bi

Förgiftning sker genom direkt exponering för sprutmedel. Residualeffekter är av liten betydelse. Detta innebär att endast lagbrott kan orsaka biförgiftningar. Det är därför tvivelaktigt om detta är en bra indikator.

Övriga leddjur

Fokuserar på den akuta risken för djur som lever på bladverket eller på markytan.

PEC korrigeras för antalet doser av ett visst ämne som appliceras i relation till ämnets halveringstid (tabell används). Om t ex 8 sprutningar sker av ett ämne som har 16 gånger större halveringstid än medel-intervall mellan sprutningarna så skall dosen för en sprutning multipliceras med 6,9

Toxicitetsvärden (LD50) för *Typhlodromus pyri* (rovkvalster) och *Aphidius rhopalosiphii* (parasitstekel på bladlöss). Brytpunkter för oönskade effekter beräknas som för daggmask.

Långtidstoxicitet av växtskyddsmedel är under utarbetande. Här blir persistens och bioackumulation viktiga komponenter.

När HAIR-rapporten är färdig bör det övervägas om inte denna bör läggas till grund för en ekotox-bedömning istället för nuvarande föreslagna värdering.

MODUL B Risker för avdunstning till atmosfären från bekämpningsmedel på växter och markyta

Denna egenskaper (efter det att sprutvätskan har torkat in) brukar mätas med en ekvation där Kaw, Henrys konstant ingår. Kaw anger den energi som behövs för att en molekyl av det aktuella ämnet skall kunna förgasas från en fuktig yta. Avdunstningen mäts inte speciellt bra genom ångtrycket. Beräkningen av Kaw kräver en hel del data (vattenlöslighet, molekylvikt och ångtryck). Kaw kan användas för att karaktärisera avdunstningen från en fuktig bladyta eller från en fuktig markyta (kräver då också bekämpningsmedlets bindning till markpartiklar).

Nuvarande bekämpningsmedel registrerade i Sverige är inte avdunstningsbenägna att döma av de överslagsberäkningar som hittills gjorts.

Förslagsvis sätts denna modul =1 och arbetet med att precisera avdunstningsförmågan hos olika pesticider sätts igång senare om inte värdet på kaw redan kan beräknas ur KEMI:s databas.

MODUL C Risker för läckage till yt- eller grundvatten via matjordslaget

Den generella läckagerisken för de flesta bekämpningsmedel beskrivs bra med GUS eller efterföljaren till GUS som kallas Sci-Grow. Dessa båda formler som utgår från balansen mellan ett bekämpningsmedels bindning i marken och dess nedbrytningshastighet kan betraktas som "worst-case" alternativet. I vissa fall har en enkel empirisk ekvation baserad på lysimeterstudier använts. Åtminstone Sci-Grow/GUS används rutinmässigt vid registrering i många länder.

Dessa beräkningssätt kommer emellertid inte särskilt nära vad som händer på den enskilda gården. För att detta skall ske måste markegenskaper och väderlek beaktas. MAKRO modellen är ett verktyg utvecklat för detta ändamål och har därför valts för riskvärderingen inom Modul C. Modellen beskrivs utförligt i det följande och kan sägas vara det mest avancerade instrument vi för närvarande förfogar över när det gäller uppskattningen av rester av bekämpningsmedel i vatten som funktion av plats- och grödspecifika egenskaper.

Utveckling av ett rådgivningsverktyg

Utveckling av ett rådgivningsverktyg är ingen enkel process utan kräver kunskaper som inte alltid är specifika för målet att minska riskerna med bekämpningsmedelanvändningen. Psykologi, samhällsvetenskaper och ekonomisk teori är viktiga komponenter. Vi har i detta arbete avstått från att försöka göra ett slutligt instrument för rådgivning och istället koncentrerat oss på att visa vilka biologiska komponenter som kan användas. Om de olika modulerna skall uttryckas i riskprocent, index enskilt eller sammanvägda bedöms lämpligast när ett större underlag föreligger främst för modul A och C.

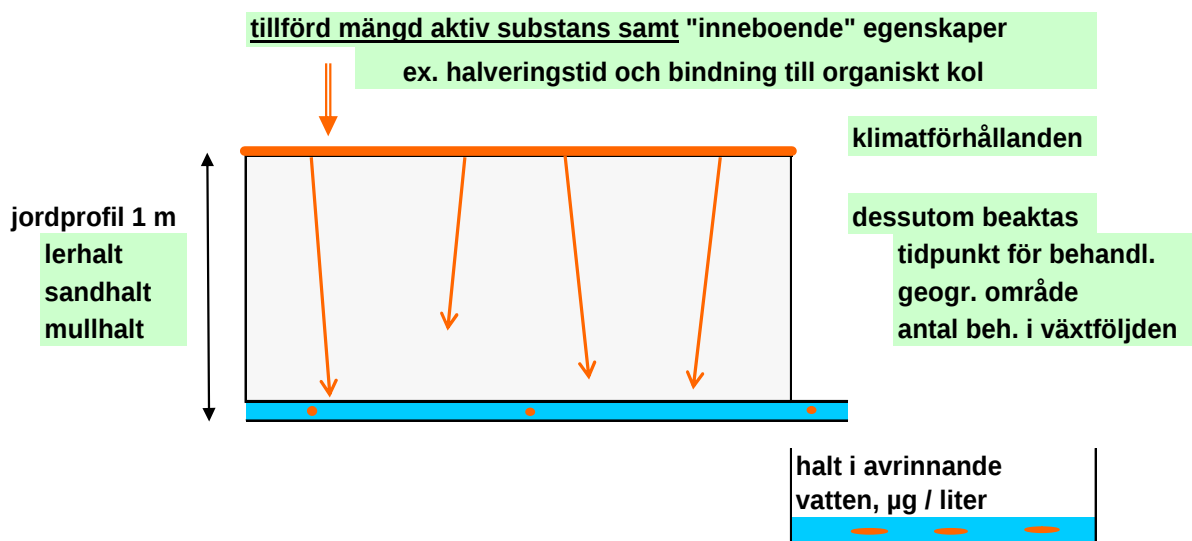
5. Metodik (texten som beskriver MACRO modellen är genomgången av prof. Nick Jarvis)

När projektet startat kontaktades AgrD Kerstin Berglund inst. för markvetenskap, avdelningen för hydroteknik, SLU för hjälp med att välja ut vilka jordartskombinationer som skall ligga till grund för jämförelse av olika behandlingsalternativ. De olika insatserna har prövats på de båda huvudgrupperna sorterade och osorterade jordar och därefter i kombination med ökad ler- och mullhalt.

MACRO GV modellen visar på risken för läckage av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvatten på 1 m's djup vid simulerad behandling. Modellen beräknar den ackumulerade mängden utlakad aktiv substans vid angivna förhållanden. Under samma period beräknas aktuell ackumulerad avrinning. För samtliga fall har medelkoncentrationen beräknats genom att dividera mängden utlakad aktiv substans med volymen avrinnande vatten. Ett exempel redovisas i bilaga 4. Av grafen framgår att enskilda år ger ökad påverkan. Detta beror på modellens uppbyggnad som beaktar klimatförhållanden historiskt under 26 år. Under denna period förekommer år med klart högre nederbörd i förhållande till normalåret.

Modellens uppbyggnad

MACRO GV modellen är en av flera modeller som används internationellt för att uppskatta risken för läckage via dräneringsvattnet. I Sverige använder KEMI, Kemikalieinspektionen modellen som ett av flera hjälpmedel för att bedöma olika produkters egenskaper i samband med registreringsprocessen. Vid Sveriges Lantbruksuniversitet har prof. Nicholas Jarvis tillsammans med andra forskare utvecklat en version som bedömts vara ett hjälpmedel vid värdering av risk för påverkan vid användning av bekämpningsmedel inom ett vattenskyddsområde. Det är denna version, MACRO GV som Odling i Balans använt för att visa på risken för transport via dräneringsvattnet vid olika behandlingsalternativ. Följande figur visar principiellt vilka faktorer som beaktas. I bilaga 2 finns en detaljerad redovisning av modellens uppbyggnad.



Figur 3. Aktiv substans kan transporteras mer eller mindre snabbt genom markprofilen, vid sprickbildning kan transporten vara omfattande

Modellen lägger stor vikt vid att beskriva transporten via makroporer som ex. torksprickor och maskkanaler. Makroporer kan svara för en snabb och betydande transport på lerjordar. Detta är en tills nu tämligen ny erfarenhet. Tidigare har den allmänna uppfattningen varit att läckaget är störst på lätta, mullfattiga jordar. I modellen redovisas andelen sand och lera i de tre skikten

0-30, 30-60 och 60-100 cm. I samma moment anges aktuell mullhalt i matjordlagret. Mullhalten anges i någon av sju klasser varav en är organogen jord, (se bilaga 2, sid. 6). För att göra en korrekt redovisning är det därmed viktigt med rätt markdata. Modellen beaktar inte påverkan från enskilda begränsade delar av ett fält. Ett område med tung lerjord eller extremt lätt jord kan därför bidra till ökad påverkan i förhållande till fältet som helhet utan att modellen visar detta.

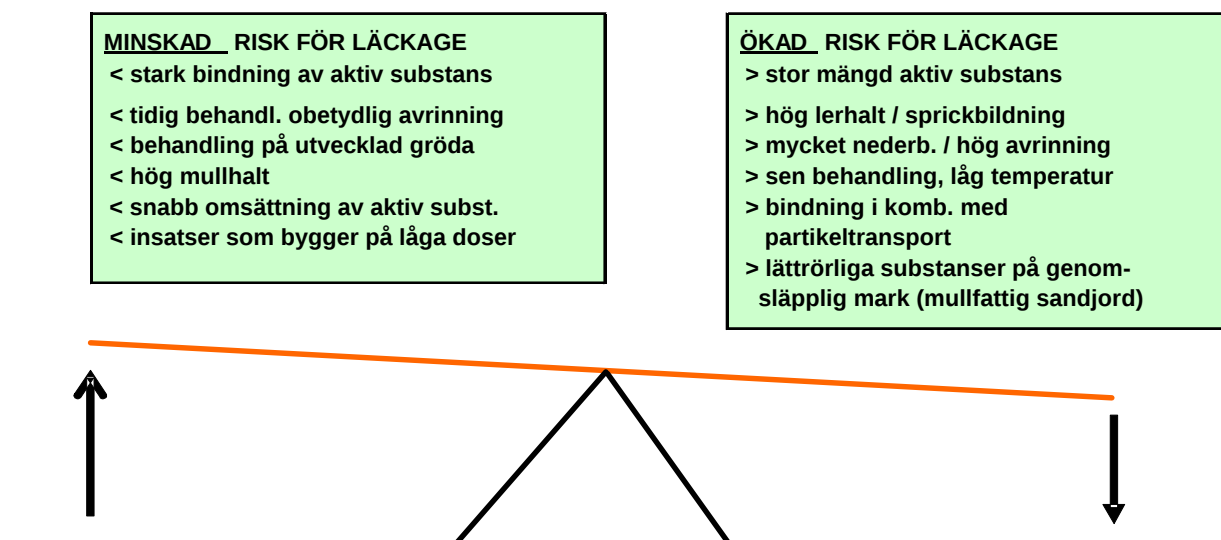
Modellen beaktar klimatskillnader inom 22 olika odlingsområden. För respektive område har en 26 år lång klimatserie, främst nederbörd och temperatur, sammanställts. Ett exempel utgör den högre avrinningen i det nederbördsrika Halland i förhållande till ett motsvarande jordartsområde i Östergötland. Samtidigt har angivna faktorer stor betydelse för nedbrytningen, omsättningen av tillförd aktiv substans. Hög temperatur i kombination med normal markfukt bidrar till ökad omsättning av aktiv substans vilket då leder till minskad risk för senare transport via avrinnande vatten.

Modellen tar hänsyn till grödans utvecklingsstadium vid tidpunkt för bekämpning. En ytterlighet utgör behandling före eller direkt efter uppkomst. Biomassan är obetydlig och i princip all aktiv substans tillförs markytan. Motsatt situation föreligger vid en axgångsbehandling i spannmål eller vid en bladmögelsbekämpning i en helt etablerad potatisgröda. I dessa båda fall kommer merparten av tillförd

aktiv substans att stanna kvar på grödan för att först senare "sköljas" ner på marken. Modellen ger möjlighet att redovisa olika förhållanden men "missar" enstaka situationer som bedöms kunna ge betydande påverkan. Ett tänkbart fall utgör behandling mot bladmögel i potatis men i en situation där det kommer stora regnmängder direkt efter utförd bekämpning.

Modellen beaktar "inneboende egenskaper" hos de aktiva substanserna i använda produkter. Aktuella egenskaper är halveringstid samt bindningsförmåga till organiskt kol. Förhållandet för olika substanser bygger på den databas som används av KEMI vid registreringsförfarandet. Till största delen baseras grunddata i modellen på internationell dokumentation (EU monografier). Odling i Balans har under hela projektperioden poängterat betydelsen av att MACRO GV modellen bygger på vedertagen data när det gäller att redovisa förhållandet för olika aktiva substanser. Under projektets slutskede påtalade företrädare för växtskyddsbranschen att vissa redovisade värden bedömdes som orimliga. Vid kontroll av databasen (utfördes av prof. N Jarvis) uppmärksammades felaktiga grunddata för den aktiva substansen flurtamon. Dessa korrigerades varefter det gjordes nya körningar för berörda behandlingsalternativ.

MACRO modellen bearbetar ett mycket stort antal faktorer i samband med bearbetning av ett enskilt fall. Den mycket omfattande klimatdatabasen är en förklaring till att det tar 20-25 minuter för att beräkna läckagerisken för respektive behandlingsalternativ. Följande figur visar på de enskilda faktorerna samt hur dessa bidrar till att öka eller minska risken för transport av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvattnet.



Figur 4. Principbild för att visa på betydelsen av att en riskmodell beaktar alla de förhållanden som påverkar risken för transport via dräneringsvattnet

I **bilaga 3 a-i** redovisas utfallet för de testade behandlingsalternativen. I många fall har en enskild aktiv substans på alla eller ett flertal av de utvalda jordartsalternativen. Detta ger möjlighet att detaljerat beskriva situationen vid olika markförhållanden. Med hänsyn till den betydande tidsåtgången för olika körningar har det varit nödvändigt att begränsa antalet jämförelser. Kontakt med olika rådgivare har bidragit till att presentera olika scenarier. Resultatet redovisas för respektive gröda men det görs också intressanta jämförelser under de avsnitt som behandlar effekten av behandlingstidpunkt. Totalt har > 500 beräkningar utförts vilket motsvarar en tidsåtgång på ca. 250 timmar.

Referensgruppen har pekat på värdet av att redovisa resultaten med en gråskala. För att göra detta tydligare har gråskalan förstärkts med en (*) till fyra (****) inom respektive gränssnitt. Alla beräknade

scenarier finns dokumenterade med den log fil som också genereras av MACRO GV beräkningen. Från dessa filer har beräknad medelkoncentration presenterats i någon av de fyra klasserna:

medelkoncentration	
>1,0	****
> 0,1 - 1,0	***
> 0,001 - 0,1	**
< 0,001	*

hög risk

↓ ↑

mindre risk

I det fall ett behandlingsalternativ innebär insatser med flera produkter och samma aktiva substans ingår i båda har beräkningen gjorts för summan aktiv substans. Detta framgår i bilaga 3a, (ogräsbekämpning i höstvet) där alternativ tre och fyra innebär behandling med 250+1250=1500 gram isoproturon.

6. Resultat

Det är ett stort antal behandlingsalternativ som redovisas i rapporten. Stor vikt har lagts vid att visa på skillnader för olika jordartsförhållanden. I ett tidigt skede kontaktades SLU för att verifiera att valda jordartsfall harmoniserar med gängse nomenklatur för jordartsklassificering. I tabell 2 framgår vilken andel ler och sand som redovisats på olika jordtyper. Om behandlingen gjorts på "lerfri" jord är andelen lera 2% och sandinnehållet 80%. I det fall behandlingen görs på en "lättilera" är andelen lera 20% och innehållet av sand 30%. Resterande del av jordvolymen är "silt". I varje beräknat fall har ler- och sandhalten angetts för horisonterna 1,2 och 3. I bilaga 2, sid.6 framgår hur aktuella markförhållanden beaktas. För mellanlera och styv lera har andelen lera ökat med 5 procentenheter för skikten 30-60 och 60-100 cm.

Tabell 2. Princip för att redovisa beräknade värden

OBS!! förh. vid en behandl. varje år			mullfattig / sorterad jord				osorterad		m.mullh. / sorterad			osort.	
produkt	dos	akt. subst.	A lerfri	B lättilera	C mellan- lera	D styv lera	E morän- lättilera	F morän- mellan- lera	G lerfri	H lättilera	J mellan- lera	K morän- mellan- lera	L mull- jord
ler % horisont 1 (0 - 30 cm)			2	20	32	50	20	32	2	20	32	32	
ler % horis. 2/3 (30-60 / 60-90)			2	20	37	55	20	32	2	20	37	32	
sand % i alla			80	30	20	10	50	40	80	30	20	40	
Arelon 1,0 l isoproturon	500		*	***			*			***			

I detta fall görs behandlingen med 1,0 liter Arelon vilket medför en tillförsel av 500 gram av den aktiva substansen isoproturon. Samma behandling är gjord på fyra olika jordarter.

Utförda beräkningar i MACRO GV visar att behandlingen på lättilera resulterat i en högre risk för transport via dräneringsvatten på en meters djup. För scenariot med "lättilera" redovisas en mörkare grå ton (i kombination med ***), att jämföra med den ljusa grå tonen (markerad med *) för fallet med "lerfri" jord. I båda fallen avser redovisningen mullfattiga jordar. Vid aktuell behandling på en moränlättilera redovisas mindre belastning än vid motsvarande insats på en lättilera som är en sorterad jord. I den fortsatta dokumentationen för respektive gröda redovisas beräknat läckage för de olika scenarierna A (som är lerbri jord) till K (som är en moränmellanlera). I fallet med ogräsbekämpning i vårsäd har beräkningar också gjorts för ren mulljord, scenario L.

I tabell 2 anges att redovisningen avser förhållanden där behandlingen är gjord varje år. Denna princip har referensgruppen menat kan gälla med hänsyn till att undersökningen främst skall visa på skillnader mellan olika preparat på olika jordarter. För spannmål är principen korrekt då denna gröda i många fall

odlas varje år. Det är annorlunda med potatis som inte odlas lika frekvent i växtföljden men som i gengäld behandlas med ett stort antal svampbekämpningar under en enskild odlingssäsong. För denna gröda redovisas effekten av en enskild behandling respektive upprepade behandlingar det enskilda året. För varje grödkategori anges om behandlingen avser insats varje år eller om redovisningen endast avser något år i växtföljden.

Resultaten redovisas som en inbördes "ranking" för valda behandlingsalternativ inom respektive gröda. Det är viktigt understryka att det föreligger en skillnad beroende på om en insats är gjord en eller flera gånger i växtföljden, d.v.s. om insatsen är gjord vid ett enstaka tillfälle eller om den görs vid flera tillfällen under en och samma tidsperiod.

HÖSTSÄD

Tabell 3. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet efter **OGRÄSBEKÄMPNING I HÖSTSÄD**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord varje år. Uppkomst den 27 september.

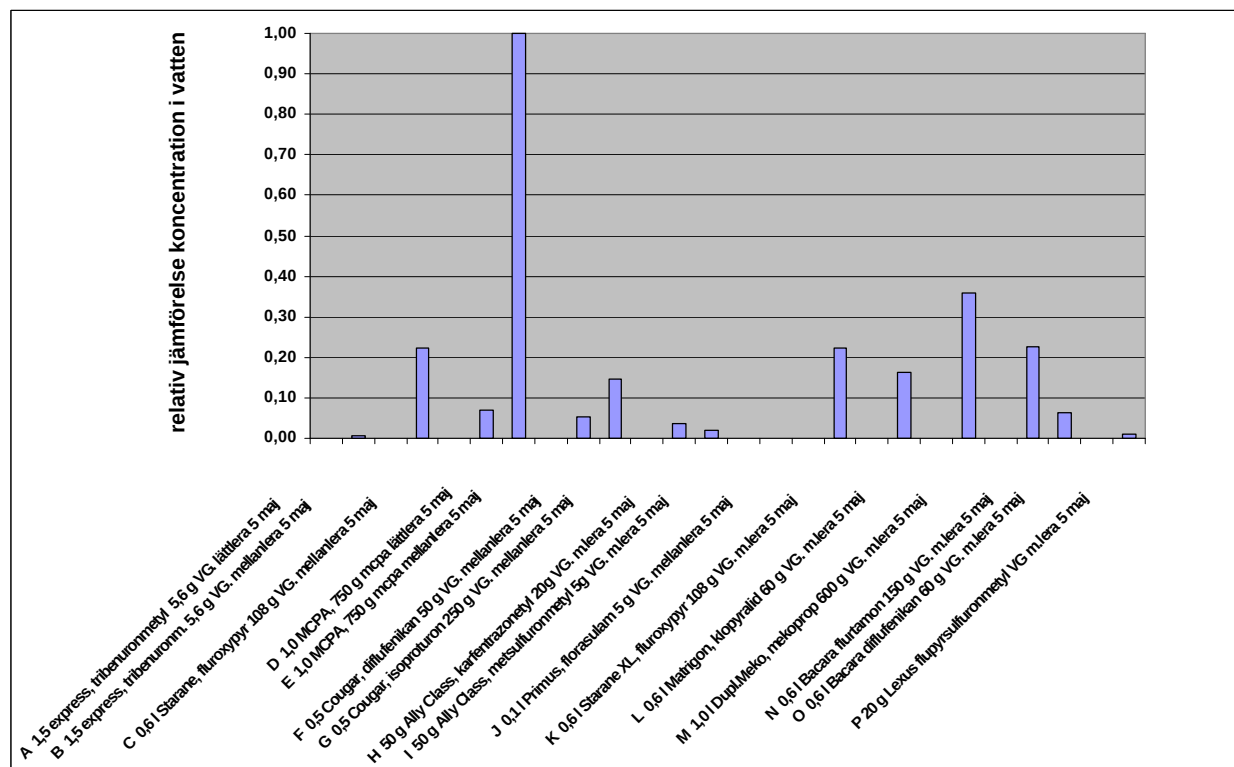
OBS!! förh. vid en behandl. varje år				mullfattig / sorterad jord				osorterad		m.mullh. / sorterad		
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan-lera	(D) styv lera	morän-lätt-lera (E)	morän-mellan-lera (F)	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan-lera
höstbeh.												
1 Cougar +	0,5 lit.	diflufenikan	50	*	**			*			*	
beh. 5 okt.		isoproturon	250	summa	summa			summa			summa	
Arelon	1,0 lit.	isoproturon	500	*	***			*			***	
2 Cougar +	0,5 lit.	diflufenikan	50	*	**			*			*	
beh. 5 nov.		isoproturon	250	summa	summa			summa			summa	
Arelon	1,0 lit.	isoproturon	500	*	***			**			***	
3 Cougar +	0,5 lit.	diflufenikan	50	*	**			*			*	
beh. 5 okt.		isoproturon	250	summa	summa		summa	summa			summa	
Arelon	2,5 lit.	isoproturon	1250	**	****		****	**			***	
4 Cougar +	0,5 lit.	diflufenikan	50	*	**			*			*	
beh. 5 nov.		isoproturon	250	summa	summa			summa			summa	
Arelon	2,5 lit.	isoproturon	1250	**	****			**			****	
5 Cougar +	1,25 lit.	diflufenikan	125	*								
beh. 5 okt.		isoproturon	625	*	***			*			***	
6 Cougar +	1,25 lit.	diflufenikan	125	*								
beh. 5 nov.		isoproturon	625	*	***			**			***	
7 Bacara	1,0 lit.	flurtamon	250	**	***	****	****	**	****		***	
beh 5 okt		diflufenikan	100	*		****						
8 Bacara	1,0 lit.	flurtamon	250	**		****						
beh 5 nov		diflufenikan	100	*								
9 Boxer +	2,0 lit.	prosulfokarb	1600	ej körd!								
beh 5 okt												
Bacara	0,3 lit.	flurtamon	75	ej körd!								
		diflufenikan	30	*	**			*			*	
10 Lexus +	15 gr	flupyr-sulfuronmet	7,5	***	**		***	**			**	
beh 5 okt												
Bacara	0,5 lit.	flurtamon	125									
		diflufenikan	50	*				*			*	

På följande sidor kommenteras resultatet för olika scenarier när det gäller ogräs-, svamp- och insektsbekämpning i olika grödor. En komplett redovisning för alla gjorda behandlingar görs i bilagan för respektive behandlingssituation, **se bilaga 3a - 3i**. Ett antal exempel visar hur MACRO GV modellen värderar ett antal konkreta behandlingsalternativ. Detta framgår bl.a. i figur 6, 9, 10 och 13.

I flera fall har behandlingen på olika lerjordar gjorts i kombination med olika mullhalt. En ökad mullhalt innebär att jorden innehåller mer organiskt kol som bidrar till ökad bindning av flertalet tillförda aktiva substanser. I flera av grödorna redovisas hur olika behandlingstidpunkter förändrar risken för läckage via dräneringsvattnet. Det är viktigt att bedöma risken för läckage med hänsyn till alla de faktorer som påverkar riskbilden. I detta sammanhang är det viktigt att åtgärder redan vidtagits för att undvika påverkan av punktutsläpp.

Redovisad förekomst vid olika behandling i höstsäd är ett resultat av flera faktorer. Generellt görs behandlingen på en gröda med liten biomassa. Behandlingen utförs under hösten när risken för avrinning ökar. I avsnittet som redovisar effekten av behandling vid olika tidpunkter framgår, se figur 5 och 13, att en sen höstbehandling klart ökar risken för läckage och att motsvarande behandling på våren visar på låg risk för läckage. Vid en insats med MCPA på våren redovisas ett ökat läckage vid hög lerhalt.

Beräkningen för isoproturon vid redovisad behandling, se tab. 3, är gjord för summan isoproturon i de båda produkterna Cougar och Arelon. Vid jämförelse mellan lerfri jord och lättlera redovisas generellt en ökad risk för läckage vid ökad lerhalt. Detta förhållande föreligger vid ett stort antal av genomförda beräkningar. Det är intressant att värdera utfallet för ogräsbekämpning i vårsäd där respektive behandling har beräknats för alla jordartskombinationerna. Det finns en tendens till att risken för läckage minskar något för moränjordar vid samma lerhalt. Detta kan bero på den osorterade moränjordens egenskaper som inte medger samma möjlighet att bilda torrsprickor, en egenskap som i modellen medför ökad risk för läckage.



Figur 5. Läckagerisk för olika behandlingsalternativ på våren på olika jordar

Resultaten i figur 5 visar på en betydande skillnad när samma insats görs på en lättlera respektive på en mellanlera. I många fall visar MACRO GV modellen på ökad risk för läckage på jordar med hög lerhalt.

VÅRSÄD

Tabell 4. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet efter **OGRÄSBEKÄMPNING I VÅRSÄD**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord varje år. Uppkomst den 2 maj.

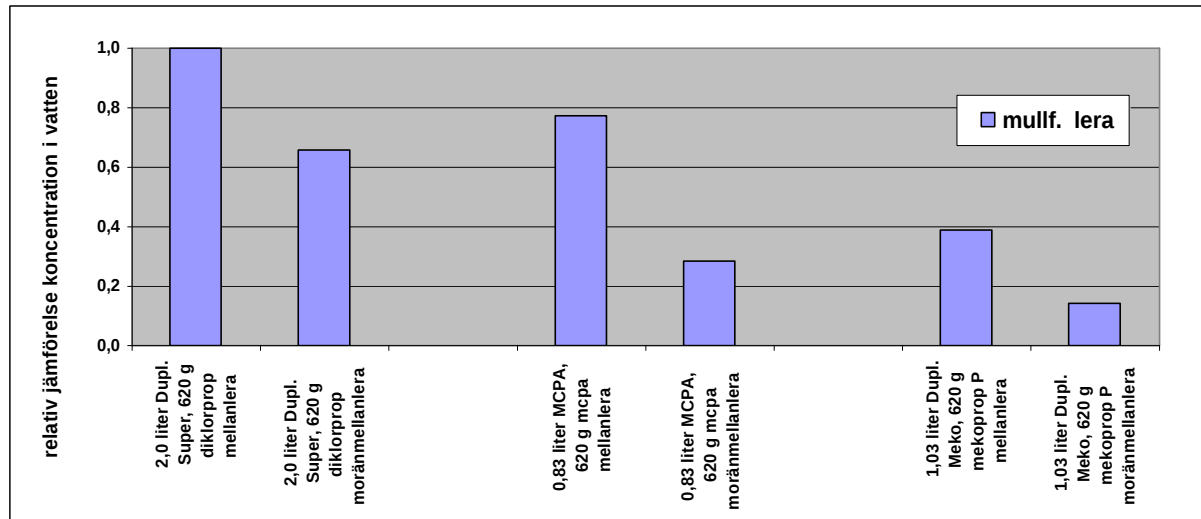
OBS!! förh. vid en behandl. varje år				mullfattig / sorterad jord				osorterad		mullrik / sorterad			osort.	
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan- lera	(D) styv lera	(E) morän- lätt- lera	(F) morän- mellan- lera	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan- lera	(K) morän- mellan- lera	(L) mull- jord
1 Ariane S	2,0 lit.	klopyralid	40	****	***	***	****	***	***	***	**	***	***	*
		fluroxypyr	80	***	***	****	****	***	***	***	**	***	***	*
		mcpa	400	**	***	****	****	*	****	*	**	****	***	*
2 Express	1,5 ta. 1,5x7,5=11,25	tribenuronmetyl	5,6	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
3 Gratil + Mcpa	15 g 1,5 lit.	amidosulfuron	11,25	ej körd!										
		mcpa	1125	****	****	****	****	**	****	*	***	****	***	*
4 Mcpa	2,0 l	mcpa	1500	****	****	****	****	**	****	*	***	****	****	*
5 Duplosan super	2,0 lit.	mekoprop-p	260	**	**	****	****	**	***	*	**	***	***	*
		mcpa	320	*	***	****	****	*	***	*	**	***	***	*
		diklorprop-p	620	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	*
6 Ally Class	40 g	karfentrazonetyl	16	***	**	***	***	***	***	**	**	***	**	*
		metsulfuronmetyl	4,0	***	**	**	***	**	**	**	**	**	**	*
7 Event sup.	1,0 lit.	fenoxaprop-p	70	*	**	**	***	*	**	*	*	**	*	*

Vid ogräsbekämpning i vårsäd görs behandlingen på en gröda med mer utvecklad biomassa. Modellen värderar detta som positivt. Samtidigt görs behandlingen under våren när avrinningen är låg, en faktor som också minskar risken för läckage via dräneringsvattnet. Det är viktigt att understryka att all redovisning avser en situation *där respektive behandling är gjord varje år*. Detta ger en hög tillförsel av aktiv substans vilket bidrar till en ökad belastning, särskilt för substanser med lång halveringstid. Aktiv substans från en tidigare insats kan finnas kvar vilket ökar risken för läckage.

Diklorprop-P som ingår i Duplosan Super är en aktiv substans med betydande påverkan. I samtliga fall visar beräkningen på hög risk för läckage. MCPA är en annan substans där genomförda beräkningar visar på hög risk för läckage i ett stort antal redovisade scenarier. Utförda beräkningar visar på lägre risk för läckage av tribenuronmetyl, den aktiva substansen i Express. En orsak är den låga tillförseln till följd av att Express är ett lågdosmedel. Denna bild behöver inte vara helt korrekt beroende på att MACRO GV inte värderar effekten av jordens pH.

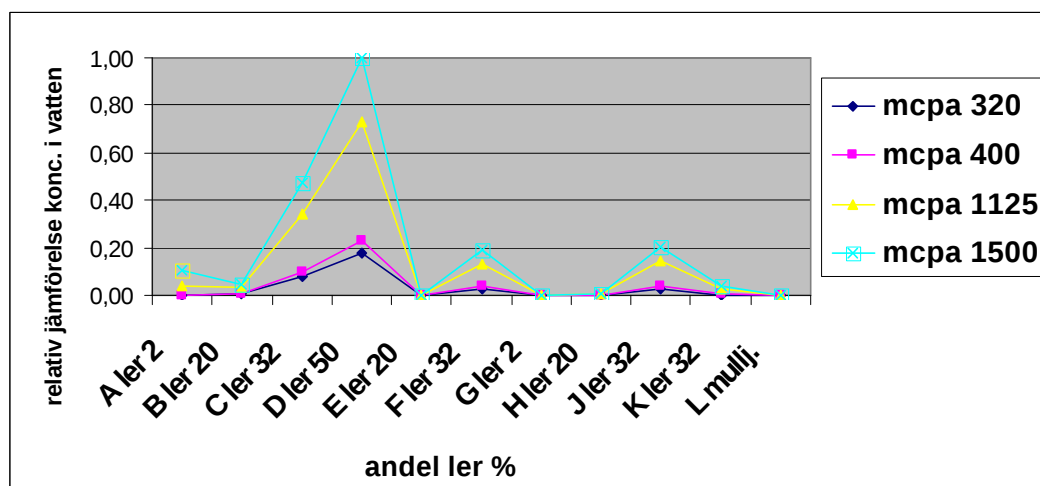
I Duplosan Super ingår de aktiva substanserna mekoprop-P, mcpa och diklorprop-P. I tabell 4 redovisas beräknat utfall för dessa tre substanser vid behandling med 2,0 l Duplosan Super. I detta fall redovisas läckaget för den mängd aktiv substans som tillförs med dosen 2,0 liter Duplosan Super. I en annan jämförelse redovisas läckaget när de tre ämnena tillförs i samma kvantitet, 620 g aktiv substans / ha. I figur 6 framgår att det föreligger en stor skillnad när det gäller läckagerisk. Högst risk för läckage

redovisas för Duplosan Super och lägst risk för mekoprop-P. Risken minskar vid aktuell behandling i vårsäd om insatsen görs på en moränmellanlera i förhållande till om samma insats görs på en mellanlera. Redovisad skillnad beroende på jordartsalternativ är betydande. I samtliga fall är beräkningen gjord för en mullfattig jord.



Figur 6. Läckagerisk för samma mängd aktiv substans för några olika ämnen

Valda behandlingsalternativ, se bilaga 3b, har gjort det möjligt att göra en detaljerad redovisning för MCPA.. Redovisad bekämpning motsvarar tillförsel av 320, 400, 1125 och 1500 g aktiv substans / ha.



Figur 7. Betydelsen av olika lerhalt och mullhalt för läckage av MCPA

A 2 % ler	mullfattig, lerfri jord	G 2 % ler	mullrik lerfri jord
B 20 % ler	mullfattig lättlera	H 20 % ler	mullrik lättlera
C 32 % ler	mullfattig mellanlera	J 32 % ler	mullrik mellanlera
D 50 % ler	mullfattig styv lera	K 32 % ler	mullrik moränmellanlera
E 20 % ler	mullfattig moränlättlera	L	mulljord
F 32 % ler	mullfattig moränmellanlera		

Kemisk bekämpning på en moränjord, en osorterad jord leder i regel till lägre koncentration i dräneringsvattnet. Alternativ C är en mellanlera och motsvarande moränmellanlera, led F visar på lägre läckagerisk. I figur 7 samt i tabell 4 framgår mycket tydligt hur risken för läckage av MCPA ökar vid ökad lerhalt. Alternativ C som är mellanlera och D som är styv lera visar på en klart ökad risk för läckage för respektive nivå tillförd MCPA. Till höger i bilaga 3b finns ett antal redovisningar för behandling på mulljord. För samtliga scenarier, också för den högsta insatsen, redovisas en obetydlig risk för läckage via dräneringsvattnet. Förhållandet vid ökad mullhalt framgår också vid jämförelse av alternativ C och J. Båda scenarierna avser behandling på en mellanlera. I det senare fallet, med ökad mullhalt, minskar risken för läckage.

Det är intressant att peka på den något högre belastningen vid behandling på lerfri jord (A) vid jämförelse med motsvarande insats på lättlera (B). På den lerbria och i detta fall mullfattiga jorden redovisas en ökad risk vilket kan bero på att MCPA är en lätttröglig substans också i situationer där transporten inte kan kopplas till läckage via makroporer.

HÖSTOLJEVÄXTER

Överlag visar för undersökningen aktuella aktiva substanser för ogräsbekämpning i höstraps på en hög risknivå. Detta gäller särskilt vid behandling på lerjordar. En minskad risk märks vid behandling på lerfri jord i kombination med hög mullhalt. Vid motsvarande behandling på mellanlera märks endast en obetydlig nedgång vid kombinationen med ökad mullhalt. Detta kan förklaras med att risken för transport via makroporer i fallet med mellanlera överskuggar effekten av den förhöjda mullhalten.

Tabell 5. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet efter **UGRÄSBEKÄMPNING I HÖSTRAPS**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord vart 4:e år. Uppkomst den 3 september.

OBS!! förh. vid behandl. var 4:e år				mullf. 2 % / sorterad jord				osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.		
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellanlera	(D) styv lera	morän-lättlera (E)	morän-mellanlera (F)	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellanlera
1 Butisan Top 10-15 d efter uppkomst	1,9 lit.	metazaklor	713	***	***	****	****			**		****
		kvinmerak	238	ej körd!								
2 Nimbus CS 5-10 d före uppkomst	2,5 lit.	metazaklor	625	***	***	****	****			**		****
		clomazone	83	**	**	***	****			**		***
3 Kerb Flo 60 d efter uppkomst	1,0 lit.	propyzamid	500	*	**	****	****			*		***
3 Matrigon 20-25 d efter uppkomst	0,9 lit.	klopyralid	90	****	****	****	****			****		***

Det är intressant att peka på skillnaden för en och samma insats i höst- respektive våroljeväxter. I tabell 5 och 6 redovisas förhållandet för metazaklor som ingår som aktiv substans i Butisan Top och Nimbus. I båda fallen redovisas en lägre risknivå för lättlera vid samma insats i våroljeväxter. I fallet med Butisan Top är mängden aktiv substans dessutom något högre för behandlingen på våren. Samma, något lägre risknivå gäller för clomazone när behandlingen görs på lättlera på våren. En förklaring är att vårbehandlingen görs i en situation med i regel låg avrinning.

Motsvarande jämförelse på mellanlera och styv lera ger inte samma skillnader. Detta kan bero på att MACRO GV modellen i hög grad beaktar risken för makroportransport på jordar med hög lerhalt och att detta har större betydelse än tidpunkten för utförd behandling och därtill kopplad avrinning.

VÅROLJEVÄXTER

Tabell 6. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet efter **OGRÄSBEKÄMPNING I VÅROLJEV.**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord vart 4:e år. Uppkomst den 6 maj.

OBS!! förh. vid behandl. vart 4:e år				mullf. 2 % / sorterad jord				osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.		
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan-lera	(D) styv lera	morän-lätt-lera (E)	morän-mellan-lera (F)	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan-lera
1 Butisan Top	2,0 lit. 5-10 dagar efter uppkomst	metazaklor	750	**	***	***	****					
		kvinmerak	250	ej körd!								
2 Nimbus CS	2,5 lit. 5-10 dagar före uppkomst	metazaklor	625	**	**	***	****			*		***
		clomazone	83	**	**	***	***			*		***
3 Bladex + matrigon	0,4 lit. 1,0 lit. 21 dagar efter uppkomst	cyanazin	200	**	**	***	***					
		klopyralid	100	****	***	***	***					

POTATIS

I en gröda har resultat från analyserade vattenprov kunnat jämföras med beräkningar i MAKRO GV modellen. I bilaga 3e redovisas förhållandet för ett fall med ogräs- och svampbekämpning vid odling av potatis. Ett stort antal aktiva substanser ingick i ett analysprogram för en fältstudie av dräneringsvatten från en gård i Halland. En fullständig rapport finns på OiB's hemsida under rubriken projektredovisningar.

Det är intressant att famoxadon och azoxystrobin inte ger någon respektive ytterst svag påverkan medan det påvisas en förekomst av metalaxyl som ingår i produkten Epok. Dessa tre substanser ingick i analysprogrammet och har senare kunnat värderas i MACRO GV modellen. Den aktiva substansen metalaxyl ingår också i produkten Ridomil Gold men denna har inte använts i den aktuella fältundersökningen. Övriga tillförda aktiva substanser för bekämpning av bladmögel har inte påvisats i analyserade vattenprov från lysimeterförsöket. MAKRO GV modellen visar på motsvarande resultat som i den kemiska analysen av uttagna vattenprov. Det har inte varit möjligt att göra denna jämförelse för alla i lysimeterförsöket analyserade substanser då samtliga f.n. inte finns med i den databas som ligger till grund för MAKRO GV modellen. Detta gäller ex. för cymoxanil, en av två aktiva substanser i produkten Tanos.

Uppfattningen att upprepade behandlingar medför en ökad risk för förekomst av resthalter efter utförd behandling framförs ofta och är korrekt när det gäller risken för påverkan av punktutsläpp. Den genomförda undersökningen pekar delvis på andra förhållanden när det gäller risken för diffust läckage via dräneringsvattnet. Redovisning av scenarierna i MACRO GV och resultaten av den genomförda fältundersökningen visar på behovet av en översyn av skrivningen i Naturvårdsverkets allmänna råd som ofta används som referens vid tillståndsprövning av kemisk bekämpning inom ett vattenskyddsområde. Beräkningarna i MACRO GV utfördes inledningsvis för scenarier med behandling på en lerbri och mullfattig jord. Detta alternativ valdes då det är denna jordtyp som dominerar vid potatisodling. Resultatet

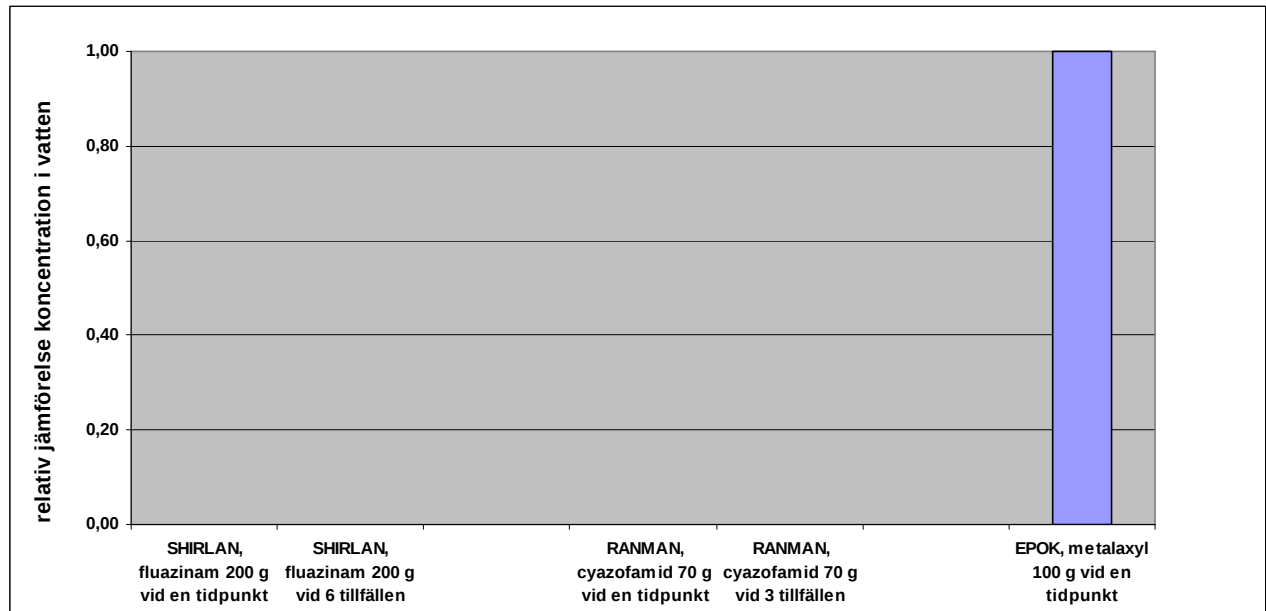
framgår av tabell 7 som visar att det föreligger en ökad risk för läckage från flera aktiva substanser i använda ogräsmiddel men att det endast är metalaxyl som visat på hög risk för läckage när det gäller aktiva substanser i produkter för svampbekämpning.

Tabell 7. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet efter **OGRÄSBEKÄMPNING OCH SVAMPBEKÄMPNING I POTATIS**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord ett år av fyra i växtföljden.

OBS!! förh. vid en beh. vart 4:e år				mullf. 2 % / sorterad jord	
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A)	lerfri
1 Sencor	0,4 lit.	metribuzin	280	***	
2 Spotlight	60 ml.	karfentrazonetyl	14	***	
3 Titus	50 g	rimsulfuron	12,5	***	
4 Focus Ultra	2,5 lit.	cykloksidim	250	**	
5 Fenix	2,7 lit	aklonifen	1620	*	
6 Tanos	0,7 lit.	famoxadon	175	*	
		cymoxanil	175		ej körd!!
7 Epok	0,5 lit.	metalaxyl	100	****	
		fluazinam	200	*	
8 Shirlan	0,4 lit.	fluazinam	200	*	
9 Amistar	0,5 lit.	azoxystrobin	125	**	
10 Ranman	0,2 lit.	cyazofamid	70	*	
11 Tattoo	2,5 lit.	propamokarb	620	*	
		mankozeb (ej kört nedbr.prod.)	755	*	
12 Electis	1,8 kg.	mankozeb	1200	*	
		zoxamid	149	*	

I ett senare skede kompletterades redovisningen för att jämföra resultatet när behandlingen görs vid ett tillfälle respektive vid upprepade behandlingar. I figur 8 framgår att risken inte ökar när behandlingen med Shirlan upprepas vid sex tillfällen eller när Ranman används vid tre tillfällen i förhållande till en enskilda behandling. Däremot visar en behandling med tillförsel av metalaxyl på klart ökad risk för läckage via dräneringsvattnet.

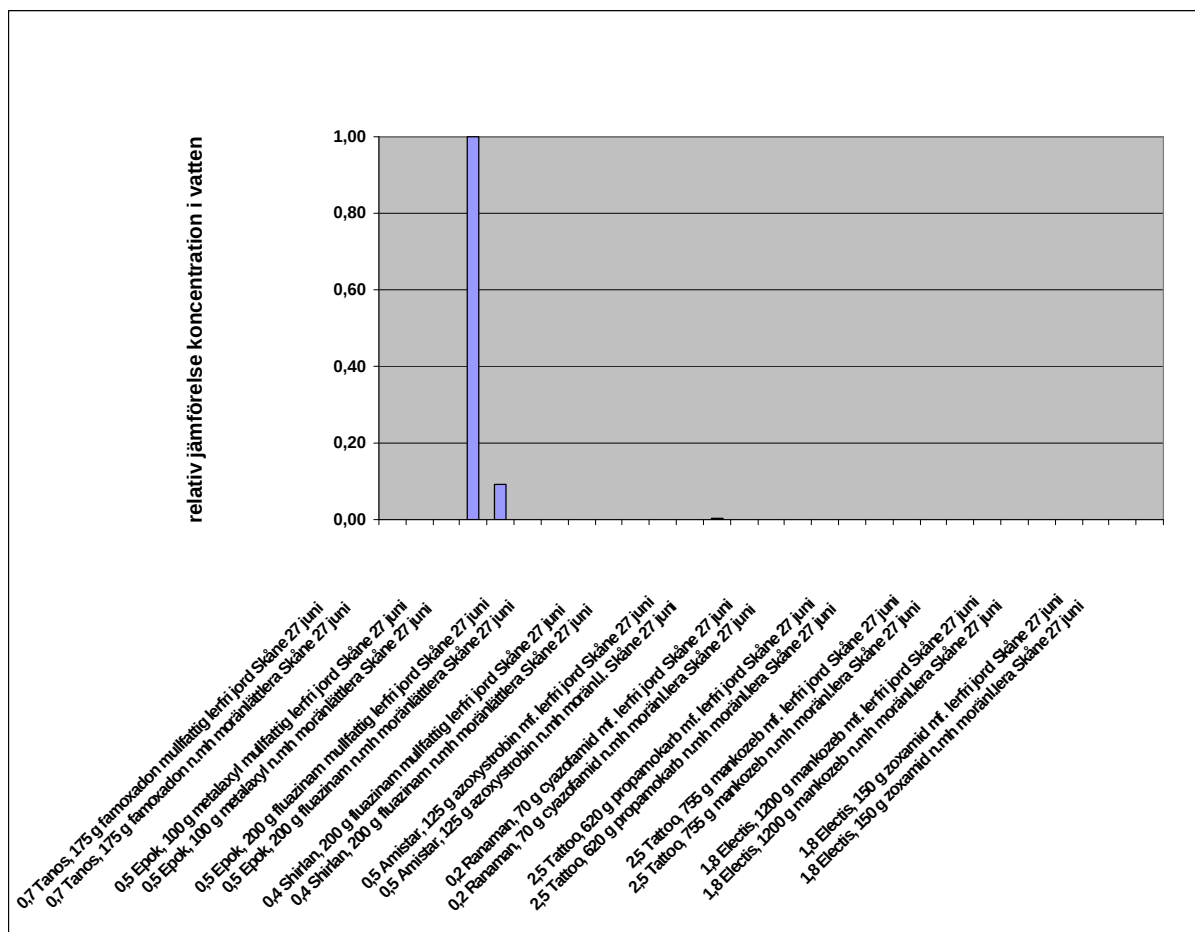


Figur 8. Redovisad läckagerisk för en respektive upprepade behandlingar mot bladmögel

Resultaten när det gäller ogräsbekämpning visar på hög läckagerisk för metribuzin som är den aktiva substansen i Sencor. Ökad risk föreligger också för de aktiva substanserna i produkterna Spotlight och Titus. Låg risk för läckage föreligger för de aktiva substanserna cycloxdim, aktiv substans i Fokus Ultra samt för akonifen som är aktiv substans i Fenix.

I figur 9 redovisas jämförelsen för ett stort antal behandlingar när dessa gjorts på en mullfattig lerfri jord respektive på en något mullhaltig moränlättna. I båda fallen avser redovisningen resultat från en kemisk bekämpning vid en tidpunkt.

Det framgår mycket tydligt att det föreligger en obetydlig risk för läckage för ett flertal aktiva substanser som ingår i produkter som används för svampbekämpning i potatis. Detta gäller för båda de jordartsscenarier som redovisas. En betydande risk för läckage förekommer när det gäller substansen metalaxyl. En klart minskad risk föreligger när produkten används i odling på en något mullhaltig moränlättna i förhållande till när samma behandling görs på en mullfattig lerfri jord..



Figur 9. Läckagerisk för två olika jordar vid olika svampbekämpning i potatis

- en mullfattig lerfri jord
- en något mullhaltig moränlättera

SOCKERBETOR

Beräkningen i sockerbetor är gjord för fyra olika jordtyper, på lerfri jord och på mellanlera samt i båda fallen i kombination med låg och förhöjd mullhalt. Den högre nivån, måttligt mullhaltig, motsvarar 4,5 % mull. Etofumesat, den aktiva substansen i Trammat samt kloridazon, aktiv substans i Pyramin visar på förhöjd risk på båda jordtyperna. Skillnaden är relativt liten för mellanlera vid jämförelse med fallet med förhöjd mullhalt. För lättlera minskar risken i de flesta fall när substansen tillförts på en jord med högre mullhalt.

Fenmedifam, aktiv substans i Betanal, trisulfuronmetyl, aktiv substans i Safari samt cyclocidim, aktiv substans i Fokus Ultra är tre aktiva substanser som visat på låg risk för läckage. Den lägre risken gäller främst för lerfria jordar och i kombination med ökad mullhalt. Vid låg mullhalt finns en tendens att risken ökar vid ökad lerhalt. Detta förhållande är inte lika tydligt vid hög mullhalt.

Tabell 8. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet vid **OGRÄSBEKÄMPNING**
Uppkomst den 9 maj. **I SOCKERBETOR**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord ett år av fyra i växtföljden

OBS!! förh. vid behandl. varje 4:e år				mullf. 2 % / sorterad jord				osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.		
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan- lera	(D) styv lera	(E) morän- lätt-lera	(F) morän- mellan- lera	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan- lera
1 Betanal	1,0 lit.	fenmedifam	160	*		**				*		**
Goltix SC	1,0 lit.	metamitron	700	**		***				*		***
Tramat	0,2 lit.	etofumesat	100	***		***				***		***
2 Betanal	1,0 lit.	fenmedifam	160	*		**				*		**
Goltix SC	0,5 lit.	metamitron	350	**		***				*		***
Safari	20 gram	triflusulfuronmetyl	10	*		**				*		**
Tramat	0,1 lit.	etofumesat	50	***		***				**		***
3 Betanal	1,0 lit.	fenmedifam	160	*		**				*		**
Pyramin	0,75 lit.	kloridazon	488	***		***				**		***
Safari	20 gram	triflusulfuronmetyl	10	*		**				*		*
4 Betanal	1,5 lit.	fenmedifam	240	*								
Goltix SC	1,5 lit.	metamitron	1050	**								
Pyramin	2,5 lit.	kloridazon	1625	****								
5 Focus Ultra	1,0 lit.	cyclocidim	100	*		**				*		**
6 Fiesta	4,7 lit.	kloridazon	1692	ej körd!								
		kvinnmerak	282									

Etofumesat kan enligt redovisningen i tab. 8 medföra ökad risk för förorening av dräneringsvattnet. Läckagerisken redovisas som hög vid en förhållandevis liten tillförsel av aktiv substans (100 gram). Det är viktigt att göra en helhetsbedömning av aktuella behandlingsalternativ. Etofumesat har inga egenskaper som leder till betydande ekotoxisk störning. Trisulfuronmetyl, aktiv substans i Safari visar på låg risk för transport via dräneringsvattnet. Samtidigt visar denna substans på ökad risk för ekotoxisk störning. Denna och motsvarande redovisning för konservärter görs för att visa hur nödvändigt det är med en samlad värdering av risken för läckage och inverkan på biologiska system i vattenmiljön. Detta område måste utvecklas vidare med utgångspunkt från vunna erfarenheter när det gäller läckagerisk samt föreslagna moduler i kapitel fyra tillsammans med övrig erfarenhet inom ämnesområdet.

KONSERVÄRTER

I denna gröda är resultaten mycket entydiga. Generellt visar bentazon, aktiv substans i Basagran på hög risk för läckage. Det gäller för alla jordtyper som testats. Effekten är liten av ökad mullhalt. Det är mycket som tyder på att bentazon visar hög risk beroende på dess höga vattenlöslighet. Detta gäller vid behandling på den överlag genomsläppliga lerfria jorden men också på den inom stora områden vanliga mellanleran. I det senare fallet kommer den ökade läckagerisken också att bero på möjligheten för transport via makroporer.

Redovisningen bygger på de förhållanden som gäller praktisk odling. Vid svåra ogräsförhållanden ökas och omvänt vid enkla förhållanden minskas insatsen i förhållande till "standarddosen". Minskad dos

anges som modifierad standard, ökad dos som förstärkt standard. Det framgår tydligt hur mängden tillförd aktiv substans förändrar bilden.

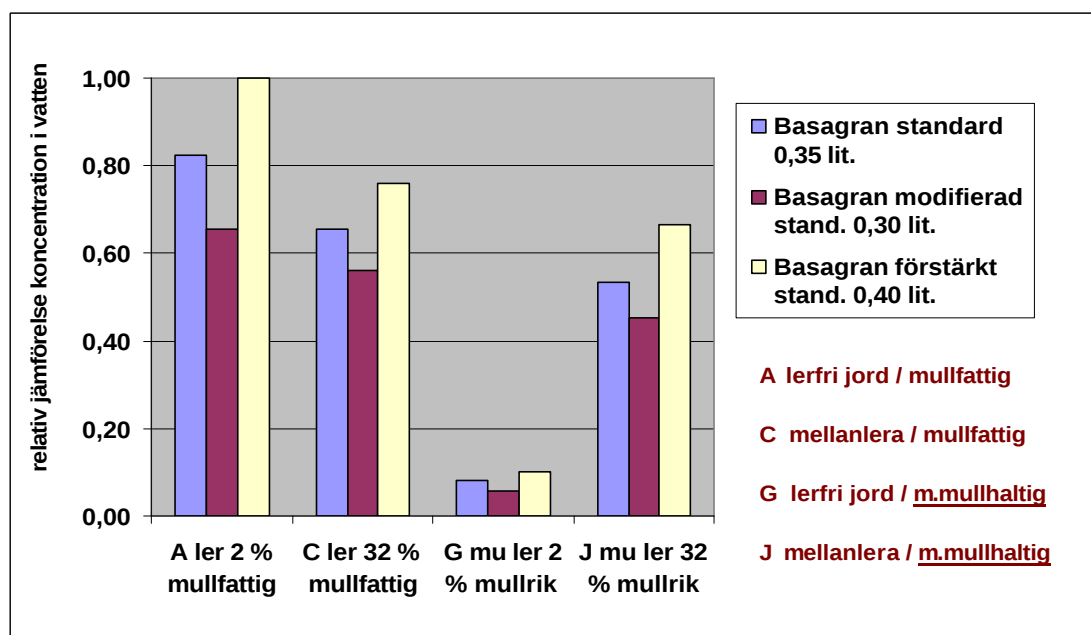
Tabell 9. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet vid **OGRÄSBEKÄMPNING I KONSERVÄRTER**

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord vart 4:e år Uppkomst den 27 april.

OBS!! Förhållanden vid en behandling vart 4:e år			aktiv subst. g / ha	mullf. 2 % / sorterad jord				osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.		
produkt	dos	akt. subst.		(A)	(B)	(C)	(D)	morän-lätt-lera (E)	morän-mellan-lera (F)	(G)	(H)	(J)
				lerfri	lättilera	mellan-lera	styv lera			lerfri	lättilera	mellan-lera
1 Basagran SG												
standard	0,35 lit.	bentazon	305	****		***				***		***
mod. stand.	0,30 lit.	bentazon	261	***		***				**		***
först. stand.	0,40 lit.	bentazon	348	****		****				***		***
2 Fenix												
standard	0,60 lit.	aklonifen	360	*		**				*		*
mod. stand.	0,50 lit.	aklonifen	300	*		**				*		*
först. stand.	0,75 lit.	aklonifen	450	*		**				*		*

Aklonifen den aktiva substansen i Fenix visar generellt på låg risk för läckage. Den styva leran visar på en något förhöjd risk men i kombination med ökad mullhalt redovisas förhållanden inom den lägsta klassen. Det finns anledning peka på hur lerhalt och aktuell mullhalt har mycket större betydelse för läckagerisken än en reducerad dos. Detta framgår tydligt i figur 10 som visar på effekten av ökad lerhalt och mullhalt i förhållande till effekten av minskad eller ökad dos jämfört med standarddos. Skillnaden är mycket större mellan olika lerhalt och mullhalt än vad som beror av ändrad dos, för fallet med bentazon är det +/-

45 gram aktiv substans.



Figur 10. Betydelsen av olika lerhalt och mullhalt för läckage vid ogräsbekämpning i konservärter

För konservärter är det mycket tydligt hur läckagerisken måste värderas tillsammans med andra faktorer. Den substans, aklonifen, som visar på lägst risk för läckage visar samtidigt på betydande risk när det gäller påverkan på organismer som lever i ytvatten. Bentazon ger toxiska effekter i ytvatten först vid ett högt riktvärde för ytvatten men är samtidigt mycket rörlig. Aklonifen som visar på en gynnsam läckageprofil har samtidigt en lång halveringstid. Detta framgår tydligt i tab. 10.

Tabell 10. Underlag för värdering av **EKOTOX VID OGRÄSBEKÄMPNING**
I KONSERVÄRTER

EKOTOX FÖR AKTUELLA PRODUKTER		
aktiv substans	Riktvärde ytvatten (skall vara högt)	Persistens, halv.tid (skall vara få dagar)
aklonifen	0,2	71
bentazon	40	21

INSEKTBEHANDLING I SPANNMÅL

Generellt visar undersökningen att insektsmedlen i liten omfattning transporteras genom markprofilen. En något förhöjd risk föreligger för pirimor, aktiv substans i Pirimikarb. Modellen värderar enbart risken för transport genom markprofilen.

Tabell 11. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet vid insektbehandling i spannmål
Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord varje år

		OBS!! förh. vid en behandlin varje år		aktiv subst. g / ha	mullf. 2 % / sorterad jord			
produkt	dos				(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan- lera	(D) styv lera
1 Beta-Baytr.	0,4 lit.	betacyflutrin	2,50%	10	*	*	*	*
2 Cyperb	0,15	cypermetrin		15	ej körd !			
3 Decis	0,4 lit.	deltametrin		10	*	*	*	*
4 Fastac 50	0,2 lit.	alfacypermetrin		10	*	*	*	*
5 Karate WG	0,4 lit.	lamda-cyhalotrin	2,50%	10	*	*	*	*
6 Mavrik 2F	0,2 lit.	tau-fluvalinat		48	ej körd !			
7 Pirimor	0,25 lit.	pirimikarb		125	**			
8 Sumi-alpha	0,4 lit.	esfenvalerat		20	*	*	*	*
9 Roxion till s.betor	0,8 lit.	dimetoat		320	**			

Alla insektsmedel skall betraktas som ytterst skadliga för vattenmiljön. Gränsvärdena för toxiska effekter på vattenorganismer är betydligt lägre för aktiva substanser i insektsmedel vid jämförelse med aktiva substanser i ogräs- och svampmedel. Detta förhållande pekar på betydelsen av att i alla situationer vidta alla åtgärder som begränsar risken för inverkan av punktutsläpp, ex. körning nära fältbrunnar eller spill på vägen i samband med transport till och från fältet.

SVAMPBEHANDLING I SPANNMÅL

För genomgångna substanser, enligt redovisning i tab. 12, föreligger generellt låg risk vid behandling på lerfria jordar. Det föreligger ingen ökad risk vid låga mullhalter. En viss ökad risk föreligger för azoxystrobin, den aktiva substansen i Amistar. Med undantag för substansen pyraklostrobin ökar risken vid behandling på en mellanlera i förhållande till insats på en lerfri jord. I flera fall minskar risken om lerhalten ökar i kombination med ökad mullhalt.

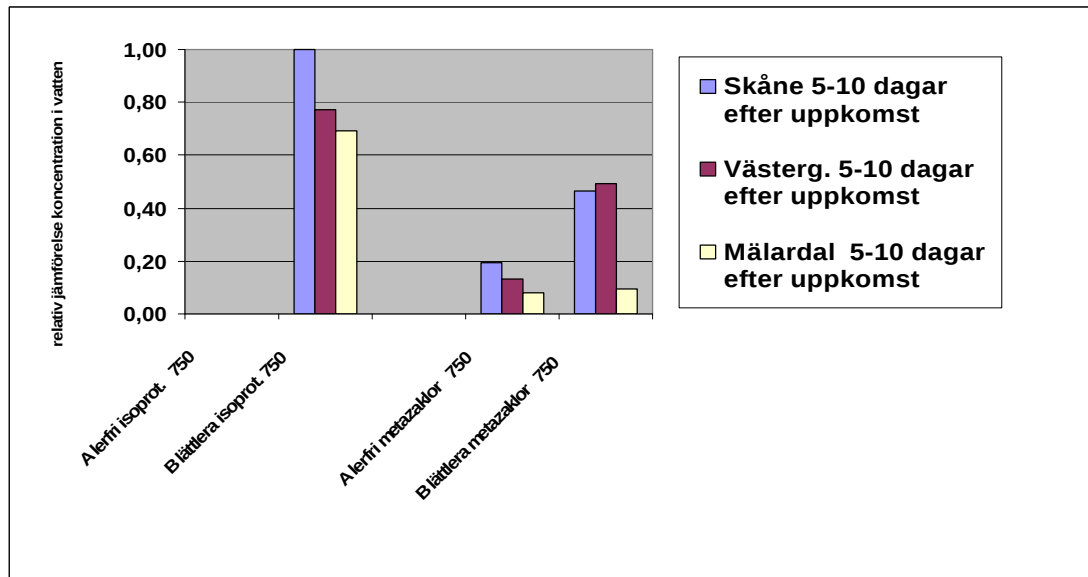
Tabell 12. Bedömd risk för förekomst i dräneringsvattnet vid svampbehandling i spannmål

Redovisningen avser scenarier där behandlingen är gjord varje år

OBS!! förh. vid <u>en</u> behandlin <u>varje år</u>			aktiv subst. g / ha	mullfattig / <u>sorterad jord</u>				mullrik / <u>sorterad</u>		
produkt	dos	akt. subst.		(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan- lera	(D) styv lera	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan- lera
1 Tilt Top	0,5 lit.	propikonazol	63	*		***		*		***
		fenpropimorf	188	*		***		*		**
2 Forbel	0,5 lit.	fenpropimorf	375	*		***				
3 Impuls	0,8 lit.	spiroxamin	400	*		***				
4 Stereo	1,0 lit.	cyprodinil	250	*		**		*		*
		propikonazol	63	*		***		*		***
5 Tilt	0,4 lit.	propikonazol	100	*		****		*		***
6 Topsin	0,3 lit.	tifanatmetyl	210	*		***				
7 Amistar	0,5 lit.	azoxystrobin	125	**		****		*		***
8 Comet	0,3 lit.	pyraklostrobin	75	*		*		*		*
9 Proline	0,6 lit.	protiokonazol	75	ej kört!						
10 Tern	0,3 lit.	fenpropidin	225	*		***		*		**

RISKEN FÖR LÄCKAGE VID SAMMA BEHANDLING I OLIKA REGIONER

I MACRO GV är det möjligt att arbeta med att redovisa utfallet för samma behandling i olika regioner. Nederbörd i odlingsområdet och tidpunkt för behandling i förhållande till grödans utveckling är några parametrar som modellen beaktar. I figur 11 redovisas resultatet för samma kemiska bekämpning i en gröda i Skåne, Västergötland och Mälardalen.

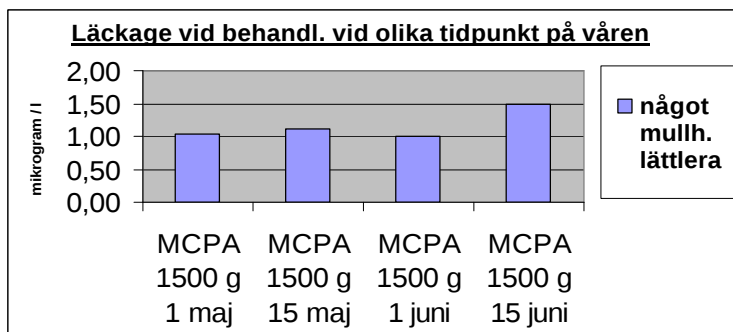


Figur 11. Betydelsen av olika regioner när det gäller att redovisa läckagerisk

Skillnaden är mycket större mellan redovisade aktiva substanser och påverkan av aktuell jordart än vad som beror av förhållandet inom utvalda odlingsområden. Ett undantag utgör det låga värdet vid tillförsel av metazaklor på lättlera i Mälardalen. Orsaken till detta orimliga resultat har hittills inte blivit klargjort.

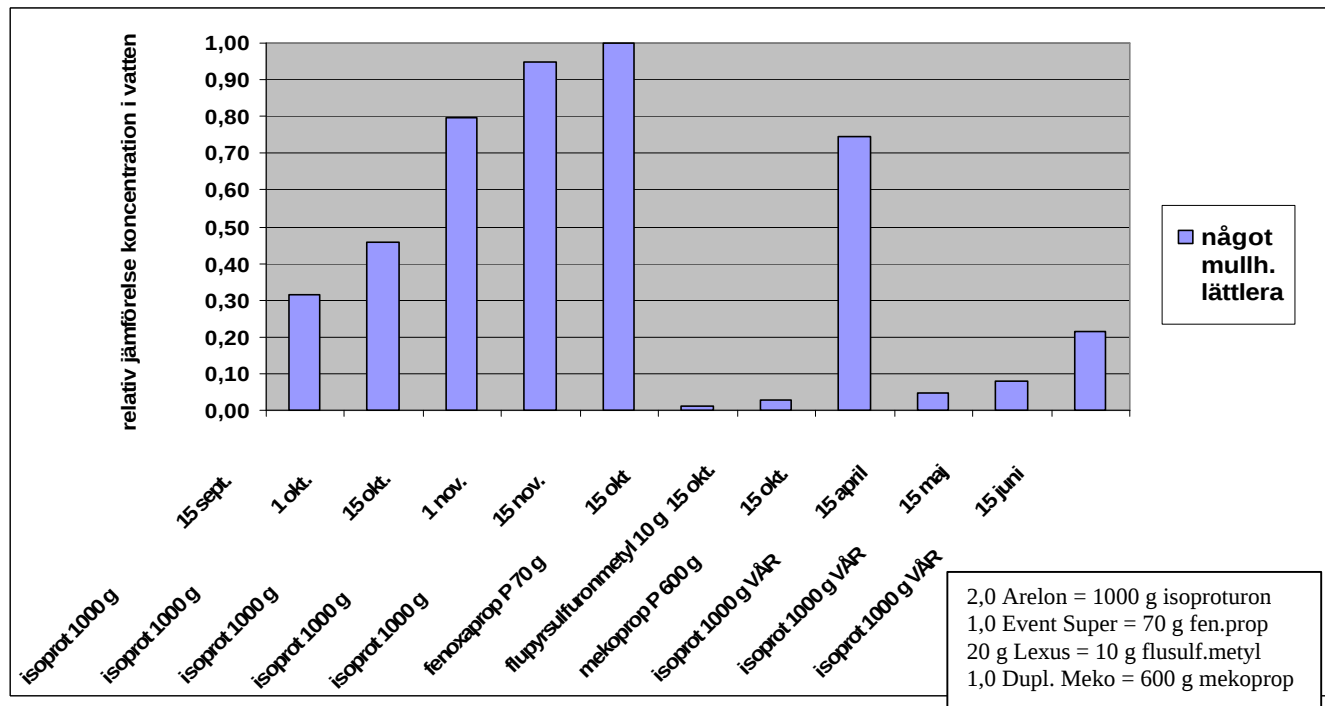
RISKEN FÖR LÄCKAGE VID OLIKA BEHANDLINGSTIDPUNKT

För ett antal substanser har beräkningar gjorts för insats vid olika tidpunkt. I figur 12 och 13 redovisas utfallet vid behandling på hösten respektive på våren. Helt väntat föreligger små skillnader vid behandling på våren. Nederbörden är låg och i kombination med grödans vattenupptag är avrinningen i regel obetydlig vilket resulterar i liten risk för transport. Ökningen vid den sena insatsen, i mitten av juni kan förklaras med att risken för sprickbildning ökar i takt med markens uttorkning. Samtidigt görs den sena behandlingen när grödan är väl utvecklad och små eller inga mängder aktiv substans direkt hamnar på markytan.



Figur 12. Betydelsen av olika behandlingstidpunkt på våren

Vid behandling med isoproturon på hösten ökar risken för transport, särskilt vid sena behandlingar. Detta kan förklaras med att marken efter hand blir allt mer vattenmättad vilket ökar avrinningen och därmed risken för transport via dräneringsvattnet. Det är intressant och viktigt att bedöma i vilken omfattning makroporer bidrar till transport vid sena behandlingar. Nederbörd under tidig höst bidrar samtidigt till att fukta upp marken och "lägga igen" uppkomna torksprickor. I beskrivning av modellen framgår inte om detta förhållande beaktas.



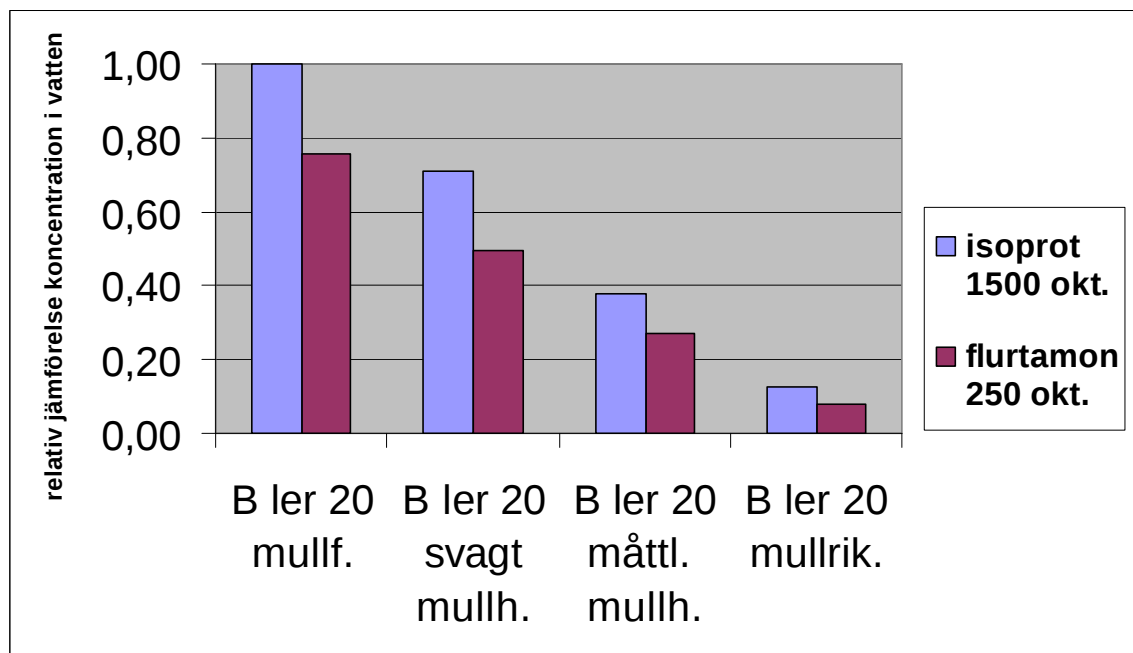
Figur 13. Betydelsen av olika behandlingstidpunkt på hösten, i alla scenarier på en något mullhaltig lättlera

I figur 13 redovisas utfallet för samma kvantitet isoproturon vid höst- och vårbehandling. Risken för läckage minskar avsevärt vid motsvarande behandling på våren. Detta kan förklaras med den betydligt lägre avrinningen under våren. Det är intressant att modellen visar på en viss ökning när behandlingen senareläggs under våren. Detta kan bero på att sprickbildningen är mer förekommande vid den sena bekämpningen, i mitten av juni. En annan förklaring kan vara att en insats i juni månad innebär behandling under en period med hög nederbörd, (se också figur 12).

Redovisningen avser tre aktiva substanser när behandlingen görs vid olika tidpunkt på hösten och våren. Här framgår att en insats med fenoxaprop (ingår i Event Super) och flupyrsulfuronmetyl (ingår i Lexus) leder till en klart lägre läckagerisk vid jämförelse med motsvarande insats med isoproturon den 15 oktober.

RISKEN FÖR LÄCKAGE VID OLIKA MULLHALT

MACRO GV modellen visar generellt på minskad risk för transport när mullhalten ökar. Det framgår tydligt i figur 14 där resultatet för två aktiva substanser redovisas. Ett antal beräkningar för behandling på mulljord ger i många fall, (se bilaga 3b) ingen påverkan i de fall som beräknats. Det är intressant att peka på om detta förhållande samtidigt leder till en minskad bekämpningseffekt för jordherbicer och i vilken omfattning jordbrukaren "tvingas" höja dosen av bekämpningsmedel.



Figur 14. Betydelsen av olika mullhalt för läckage vid ogräsbekämpning

7. Åtgärder för att förhindra punktutsläpp

Ett mycket stort antal faktorer medför ökad eller minskad risk för oönskad förekomst av bekämpningsmedelsrester i vattenmiljön. Generellt påtalas alltid risken för påverkan från punktutsläpp. Det är viktigt att målmedvetet arbeta vidare med att åtgärda brister som kan leda till punktutsläpp. Odling i Balans har tillsammans med många andra aktörer beskrivit vilka åtgärder som bör vidtas för att begränsa effekten av punktutsläpp. På pilotgårdarna tillämpas en checklista som revideras årligen. I bil. 1 framgår inom vilka områden som det är viktigt att vidta åtgärder. I samma bilaga redovisas ett exempel på det detaljerade underlag som föreligger för olika arbetsområden.

På OiB's hemsida, under rubriken projektredovisningar, finns en fullständig redovisning av en checklista som visar på nödvändiga åtgärder i hela kedjan från transport av bekämpningsmedel till gården fram till omhändertagande av rengjort emballage. Ambitionen är att årligen uppgradera denna checklista.

Tillgänglig dokumentation från recipientkontroll och fältundersökningar tyder på att det i flera fall föreligger betydande risker för transport via dräneringsvattnet. Det har tidigare gjorts en omfattande genomgång av dräneringsvatten från vardera ett fält på tre av odling i Balans' pilotgårdar. I flera fall påvisades förekomst av rester från tillförda kemiska bekämpningsmedel. Det är inte rimligt anta att denna förekomst är kopplad till slarv eller påverkan från punktutsläpp. Det föreligger inga oklarheter om vilka åtgärder som skall vidtas när det gäller att förhindra punktutsläpp. Däremot saknas många gånger motivationen för att vidta åtgärder. Marknaden ersätter sällan kostnader för genomförda åtgärder genom att betala ett högre pris. Medvetenheten behöver förbättras när det gäller att ta ansvar för vattenmiljön som i allt fler sammanhang skyddas via olika direktiv och förordningar. På checklistan anges med röd text ett antal åtgärder som bedöms som mindre styrande när det gäller medvetenhet att vidta olika åtgärder. Det är viktigt att också dessa åtgärder genomförs. Målsättningen skall vara att alla användare av bekämpningsmedel i samtliga situationer vidtar åtgärder för att skydda den egna hälsan och den allt mer värderade vattenmiljön. För att vinna förtroende för en modell som visar på skillnader när det gäller diffust läckage är det viktigt att tillräckliga åtgärder vidtas för att eliminera risken för påverkan från punktutsläpp.

8. 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 bekämpningsmedelsrester i omgivande miljö. Det är intressant och viktigt att värdera möjligheten att arbeta med en riskmodell. Samtidigt är det nödvändigt att modellen kan hanteras i praktisk rådgivning och att den styr i förväntad riktning. Förhållandena är komplexa med påverkan från och på ett flertal biologiska system. Det är nödvändigt att modellen redovisar ett resultat som överensstämmer med värderad riskbild. Det finns också en efterfrågan kring att kunna mäta ett lantbruksföretags miljöprestanda när det gäller insatser med olika bekämpningsmedel. Redovisningen skall visa på den långsiktiga trenden för den enskilda gården.

I en tidigare av KEMI presenterad och av Odling i Balans utvärderad version av en riskmodell, (PRI-farm), påtalades vissa brister i modellen. Främst när det gäller att redovisa risken för transport av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvattnet på olika jordar. Risken för läckage på lerjordar bedömdes som underskattad. De erfarenheter som redovisas i denna rapport är ett värdefullt nästa steg när det gäller att få tillgång till en modell som ger en samlad värdering av miljörisken vid handhavande av kemiska bekämpningsmedel. Det här redovisade projektuppdraget ger underlag för att arbeta med följande delar:

- Konkrete åtgärder för att förhindra påverkan av punktutsläpp
- Ansvar för en säker arbetsmiljö beaktas genom att följa angivna arbetsrutiner
- Undersöka möjligheten att välja behandlingsalternativ med små, oavsedda effekter på åkerns och gårdens ekosystem (ekotoxicitet)
- Undersöka möjligheten att välja behandlingsalternativ med låg risk för läckage av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvattnet

Det är viktigt att arbetet går vidare med ambition att kunna presentera en modell som värderar risknivån på ett sätt som gör att rådgivare och lantbrukare känner tillit till redovisade resultat. Under projektets genomförande har det framkommit och bedömts att modellen MACRO GV är den för närvarande mest tillgängliga och genomarbetade modellen för att redovisa risken för transport av bekämpningsmedelsrester via dräneringsvattnet.

Den testade MACRO GV modellen visar på klara skillnader för olika behandlingsalternativ på olika jordar. Modellen beaktar förhållandet i olika odlingsområden och tar hänsyn till effekten av insats vid olika utvecklingsstadier i den behandlade grödan. I många sammanhang visar modellen på en ökad risk vid insatser på lerjordar. Underlaget för att beskriva modellen visar på möjligheten för betydande transport via porer och kanaler i markprofilen. Effekten på lerjordar är mycket påtaglig och det finns anledning att ytterligare undersöka om MACRO GV i några sammanhang övervärderar det som redovisas som diffust läckage på lerjordar. Samtidigt visar modellen på ett antal substanser som är lätttrörliga redan på lerfria jordar. Ex. på detta är substansen bentazon som ingår i produkten Basagran.

MACRO GV modellen har dock några brister som med relativt enkla medel skulle kunna åtgärdas. Modellen tar inte hänsyn till markens pH och det är välkänt att främst några ogräsmedel har syra-bas egenskaper som gör att de blir starkt vattenlösliga vid högre pH. Detta gäller mest uttalat för sulfonyleureor. Vidare tar MACRO GV inte hänsyn till plöjningstidpunkten. Rimligen bör modellen inte tillåta flöden i lersprickor efter plöjning och fram till dess att ett visst nederbördsunderskott uppstått.

Förhållandena vid plogfri odling är också mer komplicerade än vad modellen idag kan hantera och dessutom delvis okända. Visserligen finns här stabila makroporer men samtidigt sker vattentransporten då mycket snabbt vilket kan förväntas ge en lägre upptagning av bekämpningsmedel än om vattnet långsamt perkolerar genom en plöjd mark utan eller med färre makroporer. Vid plogfri odling kan också ökande mullhalt i markytan förväntas hålla kvar mer aktiv substans i tillförda bekämpningsmedel, (se jämförelse för ökad mullhalt, sid.32) men också stänga till en del sprickor och minska transporten av

material genom profilen. Den betydande effekten av transport i sprickor och porer som MACRO GV belyser sätter också fokus på fältets topografi som kan innebära betydande transport av jord och växtrester till vilka det kan bindas bekämpningsmedelsrester. Dessa förhållande beaktas inte i nuvarande version av MACRO GV.

Det är ett stort antal fall som redovisas i rapporten. Trots detta saknas erfarenhet för några aktiva substanser i redovisade behandlingsalternativ. Detta beror på att modellen f.n. inte innehåller alla för växtskyddsåtgärder aktuella aktiva substanser. Detta hindrar inte att rapporten visar på intressanta skillnader beroende på inneboende egenskaper samt markförhållanden, främst lerhalt och mullhalt.

I rapporten finns ett avsnitt där AgrD Christer Nilsson, SLU, Alnarp visar på principen för att värdera vilka åtgärder som leder till minskad miljöbelastning vid användning av kemiska bekämpningsmedel. Redovisningen omfattar förslag till struktur för en eller flera indikatorer på miljöegenskaper hos de kemiska

bekämpningsmedel som används inom jordbruket. En av dessa utgör redovisning av "Environmental Toxicity Score" och persistens som viktiga delar för att välja behandlingsalternativ med låg ekotoxpåverkan.

Det är viktigt att utvärdera modellen med utgångspunkt från gällande normer för vattenkvalitet. En är dricksvattendirektivet som anger gränsen 0,1 mikrogram som högst tillåtna halt. Detta värde avser grundvatten och dricksvatten men det finns förhållanden där dräneringsvatten bedöms kunna ge betydande påverkan. I flera fall kan ytvatten via sprickbildning i ytliga bergformationer tillföras grundvattenreserver. I andra områden kan dräneringsvatten tillföras sjösystem som utgör bas för en dricksvattenförsörjning. Med denna utgångspunkt kommer benägenhet för rörligheten, transport att vara en mycket viktig karaktär.

I tabell 13 framgår hur läckagerisken varierar för några aktiva substanser som är tillförda i samma mängd. Det framgår att markförhållandet har stor betydelse. Skillnaden är i något fall större för behandling på olika jordar vid jämförelse med tillförsel av olika aktiv substans på en och samma jord.

Tabell 13. Bedömd risk för läckage och ekotox för olika aktiva substanser

Redovisning av <u>läckagerisk</u> tillsammans med <u>värdering av ekotox</u>	Läckagerisk (vid 1.0 hög risk)	ET+ P (1 - 12) skall vara lågt
1,5 express, tribenuronmetyl <u>5,6 g</u> VG. lättlera 5 maj	0,0	4
1,5 express, tribenuronm. <u>5,6 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,0	4
0,6 I Starane, fluroxypyr <u>108 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,2	1
1,0 MCPA, <u>750 g</u> mcpa lättlera 5 maj	0,0	2
1,0 MCPA, <u>750 g</u> mcpa mellanlera 5 maj	1,0	2
0,5 Cougar, diflufenikan <u>50 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,1	1
0,5 Cougar, isoproturon <u>250 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,1	2
0,6 I Matrigon, klopuralid <u>60 g</u> VG. m.lera 5 maj	0,2	0,4
1,0 I Dupl.Meko, mekoprop 600 g VG. m.lera 5 maj	0,4	0,2

Rapporten visar på betydelsen av att samtidigt redovisa risken för störning av ekotox. I kapitel fyra presenteras ett förslag för värdering av ekotox för olika behandlingsalternativ. I tabell 13 framgår att en substans med lägre risk för läckage (MCPA i förhållande till diklorprop) kan medföra ökad risk för ekotoxiska effekter. För valda exempel visar mekoprop P på både låg läckagerisk och liten risk för ekotoxisk störning.

Det kan föreligga svårigheter när det gäller att redovisa ett resultat som entydigt visar på fördelar / nackdelar vid jämförelse mellan olika alternativ. Det finns en uppenbar risk att skillnader som inte uppfattas som rimliga tas som utgångspunkt för att kritisera principen med en riskmodell. För att undvika

detta och samtidigt ta till vara vunna erfarenheter föreslår Odling i Balans att det fortsatta arbetet inriktas på att bedöma och utvärdera om läckagerisk och ekotoxiska effekter skall redovisas som två enskilda egenskaper eller om redovisningen skall göras som en sammanvägd värdering. En redovisning av enskilda delar ger ofta en ökad överskådlighet.

Ur rådgivningssynpunkt är det viktigt att resultaten är lätta att begripa vilket gör att endast några faktorer kan vägas samman till ett index. Detta var en av de mer framträdande bristerna i PRI-farm där ett stort antal faktorer vägdes samman till ett värde. Om, återigen, riskvärden för olika faktorer skall presenteras var för sig är det nödvändigt att bara arbeta med mycket få faktorer. Detta för att kunna överblicka och förstå olika behandlingsalternativ.

Det också viktigt att klargöra vad som gäller i det fall behandlingen utförs med produkter som innehåller olika aktiva substanser. I rapporten framförs att riskbedömningen grundas på den aktiva substans som medför högst belastning.

Det finns all anledning att intensifiera arbetet med att redovisa risken för diffust läckage. I allt fler sammanhang visar olika övervakningsprogram på frekvent och ibland hög förekomst av bekämpningsmedelsrester i ytvatten som avvattnar jordbruksmark. Åtgärder för att undvika punktutsläpp betyder mycket men konkreta åtgärder behövs också för att minska det diffusa läckaget. Redovisningen i figur 5 avser effekten vid behandlingar på våren. Redovisade resultat i rapporten visar att det i regel föreligger mindre läckagerisk vid vår- än för höstbehandlingar. I rapporten, se figur 13, framgår att höstbehandlingar ofta kan ge betydande läckage. I detta sammanhang finns det anledning kommentera resultaten från Vemmenhögsprojektet. Där poängteras den mycket påtagliga effekten till följd av genomförda åtgärder för att begränsa effekten av punktutsläpp. Detta är positivt men det bör uppmärksammas att stora delar av kontrollprogrammet exkluderar möjligt läckage under senhöst och vinter. I denna rapport framgår att tidpunkten för sena höstbehandlingar har stor negativ inverkan.

Redovisade resultat i rapporten har bearbetats utan beaktande av skillnader i kostnader och effekter av redovisade alternativ. I många fall har jämförelsen gjorts för scenarier som presenterats av rådgivare i aktuella odlingsområden. I tabell 14 redovisas ett scenario som visar att det är möjligt att minska läckagerisken genom att välja strategi. Läckagerisken är redovisad som relativ risk där behandlingsalternativet med högst risk erhållit värdet 1,0. För flera alternativ föreligger en betydligt lägre läckagerisk. I detta scenario liksom i flera andra fall är skillnaden mycket stor vid insatser på olika jordar. Det framgår mycket tydligt att det är viktigt att redovisa läckagerisken tillsammans med en värdering av risken för ekotoxisk störning.

Det är viktigt med en sammantagen bedömning av olika behandlingsalternativ. Detta ställer krav på ett väl underbyggt underlag samt kunniga rådgivare. I det presenterade ex. i tabell 14 finns alternativ med obetydlig läckagerisk (tribenuronmetyl i Express) men med högre riskprofil när det gäller ekotox. Där finns ett exempel på substans (mekoprop P i Dupl. Meko) med både låg läckagerisk och liten risk för störning av ekotox.

Scenariot i tabell 14 visar att det är möjligt att välja behandlingsalternativ med låg risk för läckage. Isoproturon och diflufenikan i Cougar visar på en låg läckagerisk vid jämförelse med mcpa när dessa substanser tillförs på en mellanlera. Skillnaden föreligger främst när det gäller läckagerisk. Värdet för ekotox är förhållandevis lika för de båda fallen.

Tabell 14. Bedömd risk för läckage och ekotox för olika aktiva substans

Redovisning av <u>läckagerisk</u> tillsammans med <u>värdering av ekotox</u>	Läckagerisk (vid 1.0 hög risk)	ET+ P (1 - 12) skall vara lågt
1,5 express, tribenuronmetyl <u>5,6 g</u> VG. lättlera 5 maj	0,0	4
1,5 express, tribenuronm. <u>5,6 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,0	4
0,6 I Starane, fluroxypyr <u>108 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,2	1
1,0 MCPA, <u>750 g</u> mcpa lättlera 5 maj	0,0	2
1,0 MCPA, <u>750 g</u> mcpa mellanlera 5 maj	1,0	2
0,5 Cougar, diflufenikan <u>50 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,1	1
0,5 Cougar, isoproturon <u>250 g</u> VG. mellanlera 5 maj	0,1	2
0,6 I Matrigon, klopuralid <u>60 g</u> VG. m.lera 5 maj	0,2	0,4
1,0 I Dupl.Meko, mekoprop 600 g VG. m.lera 5 maj	0,4	0,2

Målsättningen är att MACRO GV modellen skall göra det möjligt att med hänsyn till egenskaper hos använda produkter, markförhållanden samt aktuell väderlek värdera risken för transport av resthalter i angiven grödsituation. Samtliga resultat, från > 500 genomförda simuleringar, är redovisade inom skalan **hög risk** $\longleftrightarrow$ **mindre risk**. Redovisade slutsatser kan ligga till grund för det fortsatta arbetet med att utveckla ett verktyg som är anpassat för praktisk rådgivning. Det fortsatta arbetet bör inriktas på att redovisa ett koncept som på ett enkelt men väl underbyggt sätt ger en samlad bedömning av situationen vid olika växtskyddsscenarier

**Checklista för "Säkert växtskydd" / ALLMÄNNA
GÅRDSKRAV -
grundmodul i utvecklat "RISKINDEX"**

Sammanställning med utgångspunkt från redovisning
inom: Miljöhusesynen, Svenskt Växtskydd, Sigill, IP,
Miljöledning Betodling, Lisa, Säkert Växtskydd och
Odling i Balans

Åtgärdat:

klart = V

O = ej aktuellt

Starkt styrande självklart åtgärda

Svårt att låta bli !!

Mindre styrande tveksam till åtg.

Svagt styrande, mer tveksam

till att vidta aktuell åtgärd

men åtgärden är mycket viktig!!

ÅTGÄRDER SKALL VIDTAS INOM SAMTLIGA KATEGORIER:

1. GENOMFÖRT OCH ÅTGÄRDAT BRISTER I LRF's
MILJÖHUSESYN, version 2006
2. UTBILDNING OCH DOKUMENTATION
3. FUNKTION, PRESTANDA LANTBRUKSSPRUTA
4. MOTTAGNING OCH LAGRING AV KEM. BEKÄMPNINGSMEDEL
5. PERSONLIG SKYDDSUSTRUSTNING GENOM HELA HANTERINGSKEDJAN
6. TILLREDNING SPRUTVÄTSKA, PÅFYLNING AV SPRUTA
7. KÖRNING TILL OCH FRÅN SAMT I FÄLTET
8. RENGÖRING AV LANTBRUKSSPRUTAN
9. ÅTERVINNING AV AVFALL

Ex. på åtgärder, en komplett redovisning finns på OiB's hemsida, under projekt.

6.	TILLREDNING SPRUTVÄTSKA, PÅFYLNING AV SPRUTA	Status	kommentarer:
6.1	Har alltid, vid påfyllning, ett skyddsavstånd till brunn, vattendrag eller öppet dike, (normalt 30 m men kan begränsas till minst 15 m om arbetet görs på en biobädd eller platta med uppsamling)	V	
6.2	Fyller sprutan på en biobädd alt. på fältet eller annan biol. aktiv mark	V	
6.3	Fyller sprutan på en tät platta / uppsamling och behandling av spillvatten	O	
6.4	Fyller sprutan i fält	O	
6.5	Använder preparatpåfyllare / tillämpar rutiner för att undvika spill		åtg. Inför säsong 06
6.6	Använder end.för aktuell gröda och situation godkänt preparat	V	
6.7	Sköljer förpackningar med rent vatten direkt efter påfyllning / tömmer sköljvattnet i spruttanken och låter all sköljvätska droppa ur förpackn.	V	
6.8	Inga preparat lämnas kvar vid påfyllningsplatsen efter påfyllning	V	

Ett användarvänligt simuleringsverktyg för plats-specifika bedömningar av bekämpningsmedelsläckage till grundvatten

Fredrik Stenemo, Nicholas Jarvis och Erik Jonsson

Innehåll

1	Introduktion	1
2	Modellbeskrivning	2
3	Installation	2
4	Programbeskrivning	3
4.1	Simuleringsinformation	3
4.2	Val av klimatzon	4
4.3	Val av gröda	5
4.4	Val av jordegenskaper	6
4.5	Val av bekämpningsmedel och behandlingar	6
4.6	Simulering	7
4.7	Resultat	7
5	Parameterisering av MACRO 5.0	8
5.1	Väderdata	8
5.2	Grödparametrar	9
5.3	Fysikaliska och hydrauliska egenskaper	9
5.4	Bottenrandvillkor	10
5.5	Besprutningsdagar och interception	10
5.6	Ämnesegenskaper	11
6	Säkerhetsfaktor	11
	Referenser	13
	Appendix A – Väderfiler	14
	Appendix B – Grödparametrar	15

Introduktion

Vid en sammanställning utförd vid SLU (Törnquist et al., 2002) konstaterades att bekämpningsmedel fanns i 39 % av de över 2000 grundvattenprover som finns med i SLU:s databas över förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten. Man har funnit över 54 olika bekämpningsmedel i grundvatten, varav 49 förekommit i koncentrationer över 0.1 µg/l.

Den 25/12 2003 trädde nya dricksvattenföreskrifter i kraft i Sverige (SLVFS 2001:30). I enlighet med gällande EU-direktiv för dricksvatten (80/778/EEG, ändrat genom 98/83/EG) är dricksvatten otjänligt vid en bekämpningsmedelshalt överstigande 0.1 µg/l (för fyra medel 0.03 µg/l). Vattnet bedöms även som otjänligt då summan av enskilda bekämpningsmedel överstiger 0.5 µg/l. Dessa gränsvärden tillämpas även i det nya ramdirektivet för vatten (2000/60/EG), som trädde i kraft 22/12 2003.

Ramdirektivet kommer att ha långtgående verkningar eftersom man i enlighet med dess fjärde artikel bl.a. skall:

- genomföra åtgärder som är nödvändiga för att förebygga eller begränsa att föroreningar kommer ut i grundvattnet samt att förebygga en försämring av statusen i alla grundvattenförekomster.
- skydda, förbättra och återställa alla grundvattenförekomster.

Vid inrättandet av vattenskyddsområden för dricksvattentäkter sker ofta betydande inskränkningar av markanvändarens möjligheter att använda kemiska bekämpningsmedel. Ofta finns god kunskap om geologiska och hydrogeologiska förhållanden inom området och dessa är rådande i beslutsunderlaget vid tillståndsprövning rörande användning av kemiska bekämpningsmedel. I de allmänna råd som finns för tillståndsprövningen (NFS 2000:7) anges ett beslutsschema. Utifrån en klassning av jordmånen, en lista över befarat lätttrörliga ämnen och en lista över befarat kemikalieintensiva odlingssystem skall beslut om tillstånd fattas. Ett sådant tillvägagångssätt kan vara ett alltför trubbigt verktyg, som inte garanterar tillräckligt skydd för grundvattenförekomsten, samtidigt som det ger stora inskränkningar för markanvändningen inom skyddsområdet.

Inom EU används flera olika simuleringsmodeller, i arbetet med registrering av pesticider (PRZM, PEARL, PELMO och MACRO). Nio stycken förkalibrerade scenarier, som anses representera de olika jordbruksområden inom EU, har definierats (FOCUS, 2000) och dessa används för att avgöra om användningen av ett bekämpningsmedel kan anses vara säkert med avseende på läckage till grundvatten. Inom Sverige använder KemI simuleringsmodellen MACRO (Jarvis, 1994) för tre rimliga värstafalls-scenarier för riskbedömning enligt samma kriterier som inom EU (Jarvis m.fl., 2003). Miljøstyrelsen i Danmark använder två nationella scenarier, tillsammans med simuleringsmodellen MACRO för att utvärdera läckage av bekämpningsmedel från jordbruksmark för registreringsändamål. Fördelarna med att använda fördefinierade scenarier och procedurer för utvärdering av simuleringsresultat är en ökad konsistens i riskbedömningen, en enklare och snabbare process, samt att det underlättar granskning.

När en platsspecifik bedömning av risken med bekämpningsmedelsanvändning skall göras, exempelvis inom ett vattenskyddsområde, är de på nationell nivå definierade scenarierna inte alltid lämpade att använda. De fördefinierade scenarierna är konstruerade så att de skall vara generella och kan därför inte ta hänsyn till de stora skillnader i markegenskaper och väderförhållanden som råder mellan olika fält. Det är inte heller lämpligt att använda de kompletta versionerna av de olika simuleringsmodellerna då dessa kräver expertkunskaper och relativt stora mängder data. Fördelarna med ett gemensamt sätt att hantera resultaten riskerar också att gå förlorade. För en platsspecifik bedömning, gjord på kommunal nivå, krävs därför ett verktyg som inte är begränsat till ett antal fördefinierade scenarier utan där användaren själv kan

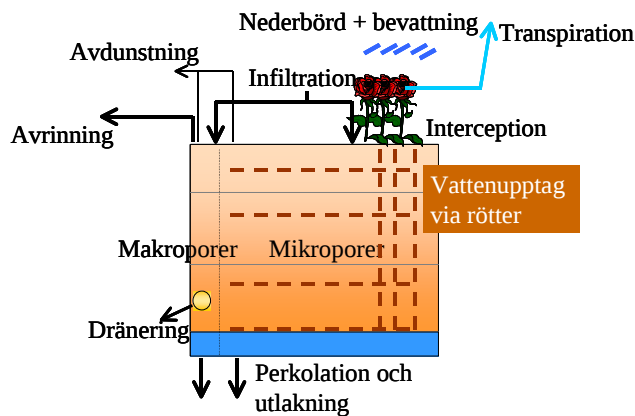
definiera jordegenskaper och klimat, samtidigt som fördelarna med proceduren för riskbedömning på nationell nivå bibehålls.

Vid simulering av naturliga system är resultaten alltid behäftade med osäkerheter. Osäkerheten i resultatet orsakas av flera faktorer, bl.a. modellfel, osäkerhet i mätdata, osäkerhet i modellparametrar och rumslig variation (Dubus m.fl., 2002). Det är därför viktigt att i möjligaste mån kvantifiera osäkerheten och ta hänsyn till den när ett simuleringsresultat skall fungera som beslutsunderlag.

Den här rapporten beskriver ett enkelt simuleringsverktyg baserat på simuleringsmodellen MACRO 5.0 (Larsbo och Jarvis, 2003) som kan användas för att göra en plats-specifik bedömning av transport av bekämpningsmedel till en meters djup i marken. Resultaten från simuleringarna kan användas som en del av ett större beslutsunderlag, och som ett komplement till nuvarande metoder vid frågor rörande potentiellt läckage av bekämpningsmedel. Ett användningsområde skulle kunna vara vid tillståndsprövning av bekämpningsmedelsanvändning inom ett vattenskyddsområde.

1 Modellbeskrivning

MACRO är en en-dimensionell, mekanistisk modell som beskriver vatten-, ämnes- och värmetransport i en vertikal jordprofil. Jordens porsystem delas in i mikro- och makroporer för att beskriva den snabba transport av vatten och ämne som kan äga rum i makroporer, d.v.s. sprickor och maskgångar (Beven och Germann, 1982). En komplett vattenbalans simuleras och växtföljder kan definieras. Modersubstansen, vars nedbrytning beror av marktemperatur och vattenhalt, samt en metabolit kan simuleras. Figur 1 sammanfattar de olika processer som beskrivs av modellen. För en mer detaljerad beskrivning av modellen hänvisas till Larsbo och Jarvis (2003).



Figur 1. Modellstruktur för simuleringsmodellen MACRO.

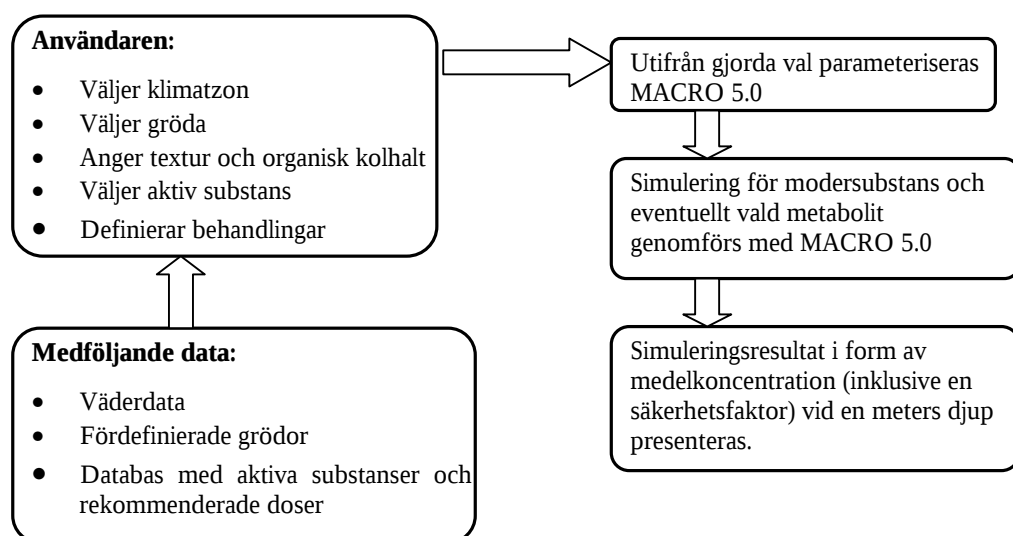
2 Installation

Programmet, och detta dokument, finns tillgängligt på Institutionen för Markvetenskaps hemsida, www-mv.slu.se, under avdelningen för biogeofysik.

Klimatfiler skall placeras i en underkatalog, 'Klimatfiler', till programkatalogen (den katalog som programmet installerades till). Notera att klimatfiler måste beställas från SMHI. Se Appendix A för en lista över tillgängliga väderfiler och information om hur man beställer dessa.

3 Programbeskrivning

En översikt av programmet och hur det används visas i Figur 2. Programmet utgörs av ett användargränssnitt till simuleringsmodellen MACRO 5.0 (Larsbo och Jarvis, 2003) samt medföljande data i form av väderdata, fördefinierade grödor, och en databas med aktiva substanser. Utifrån användarens val av klimatzon, gröda, textur, aktiv substans och behandlingar parameteriseras MACRO 5.0 och läckage av vald substans till en meters djup simuleras. Simuleringslängd (26 år) och metod för sammanställning av simuleringsresultat, förutom inkluderingen av en säkerhetsfaktor, följer samma rutiner som FOCUS (2000). Utdata från en simulering utgörs av årsmedelkoncentrationer vid en meters djup, inklusive en säkerhetsfaktor, samt medelkoncentrationen vid en meters djup för de sista 20 åren av simuleringen.



Figur 2. Översikt av programmet

Syftet med de följande avsnitten är att kortfattat beskriva programmet och fungera som en enkel användarguide. För en mer detaljerad beskrivning av de modellparametrar som används i simuleringarna, baserat på de inställningar som väljs, hänvisas till avsnitt 4. I avsnitt 5 beskrivs framtagandet av säkerhetsfaktorn.

3.1 Simuleringsinformation

Ett namn på simuleringen anges i första steget (Figur 3). Namnet används för att skapa en logg-fil som placeras i programkatalogen. Denna fil innehåller information om alla de inställningar som har använts för simuleringen och de resultat som erhöles när simuleringen kördes.

Simuleringsinformation

Namn på simuleringen:

Resultat och simuleringsinställning återfinns i följande fil:

Avsluta Föregående Nästa

Figur 3. Simuleringsinformation

3.2 Val av klimatzon

I det här steget väljs vilken klimatzon platsen för simuleringen ligger i (Figur 4).

Val av klimatzon

Välj klimatzon:
 Skåne och Hallands slättbygd, Hallandsdelen

Årsmedelnederbörd (mm):

Årsmedeltemperatur (C):

För att kunna köra en simulering för en viss klimatzon krävs väderdata. Följande filer krävs för ovan valda klimatzon:

Avsluta Föregående Nästa

Figur 4. Val av klimatzon

En indelning av Sverige i 21 zoner (Figur 5) har använts och de nödvändiga filerna för att köra en simulering har skapats. Namnen på de klimatfiler som behövs indikeras i nedre delen av det här steget. Klimatfilerna distribueras av SMHI. Väderdata för perioden 1970-1995 används i simuleringarna. Se Appendix A för en lista över namnen på klimatfilerna för respektive klimatzon.



Figur 5. Klimatzoner i Sverige för vilka väderdata är tillgängliga

3.3 Val av gröda

Beroende på föregående val av klimatzon listas här de grödor som kan väljas för simulering (Figur 6). De datum för uppkomst och skörd som används i simuleringen redovisas. Det är inte möjligt att simulera en växtföljd, utan den valda grödan antas odlas varje år.

Figur 6. Val av gröda

3.4 Val av jordegenskaper

I den här delen definieras den jordprofil som skall simuleras. Jordprofilen, som är en meter djup, har delats in i tre horisonter (0-30 cm, 30-60 cm och 60-100 cm) som kan ges olika textur (Figur 7).

Figur 7. Val av jordegenskaper

Egenskaperna för en viss horisont definieras genom att ange ler- ($< 2 \mu\text{m}$) och sandhalt ($> 60 \mu\text{m}$) för respektive horisont. En organogen horisont kan också anges, definierad som en horisont med mer än 20% organisk kolhalt.

Vidare behöver mullhalten för matjorden (horisont 1) anges, såtillvida inte horisont 1 är angiven som mulljord. De olika mullhaltsklasserna och motsvarande organisk kolhalt sammanfattas i Tabell 1. Den organiska kolhalten sätts till 0.4% för 30-60 cm och till 0.1% för 60-100 cm, såtillvida inte horisonten anges som mulljord, då den sätts till 20%.

Tabell 1. Mullhaltsklasser

Namn	Organisk kolhalt (%)
Mullfattig (mf)	0.98
Något mullhaltig (nmh)	1.49
Måttligt mullhaltig (mmh)	2.45
Mullrik (mr)	4.46
Mycket mullrik (mmr)	8.95
Mineralblandad mulljord (nn M)	14.1
Mulljord (M)	19.2

3.5 Val av bekämpningsmedel och behandlingar

I detta steg väljs först den modersubstans som skall simuleras och behandlingarna definieras (Figur 8). Om den valda modersubstansen har minst en definierad relevant metabolit kan även metaboliten simuleras genom att kryssa rutan 'Simulera metabolit'. Om metabolitsimulering väljs, resulterar detta i att minst tre simuleringar behöver köras. Fler simuleringar kan komma att vara nödvändiga att köra om den valda metaboliten är en nedbrytningsprodukt av en annan metabolit.

Figur 8. Val av bekämpningsmedel och definition av behandlingar

För modersubstansen och metaboliten visas halveringstiden, samt K_{oc} eller K_d (beroende på vilka data som är tillgängliga för den aktuella substansen). Baserat på val av modersubstans anges också en rekommenderad dos per behandlingstillfälle som, till skillnad från halveringstid, K_{oc} och K_d , kan ändras. Notera att den rekommenderade dosen bara är ett riktvärde och att faktisk dos bör tas fram för den aktuella grödan och klimatzonen.

Behandlingarna definieras genom att ange metod, antal behandlingar och det intervall då behandlingarna antas äga rum. Vidare anges ett minsta antal dagar mellan varje behandling och en dos (kg/ha). Samma behandling antas för varje enskilt år. Den metod som väljs påverkar hur mycket av ämnet som fastnar på grödan (avsnitt 4.5). Baserat på det intervall för behandlingarna och det minsta antalet dagar mellan varje behandling som anges, i kombination med de väderdata som gäller för den valda klimatzonen, bestäms de faktiska dagarna för behandling som används i simuleringen. Behandlingsdagarna bestäms så att behandlingar inte äger rum under orealistiska förhållanden (exempelvis på dagar med mycket regn). Detaljerna för hur detta går till återfinns i avsnitt 4.5.

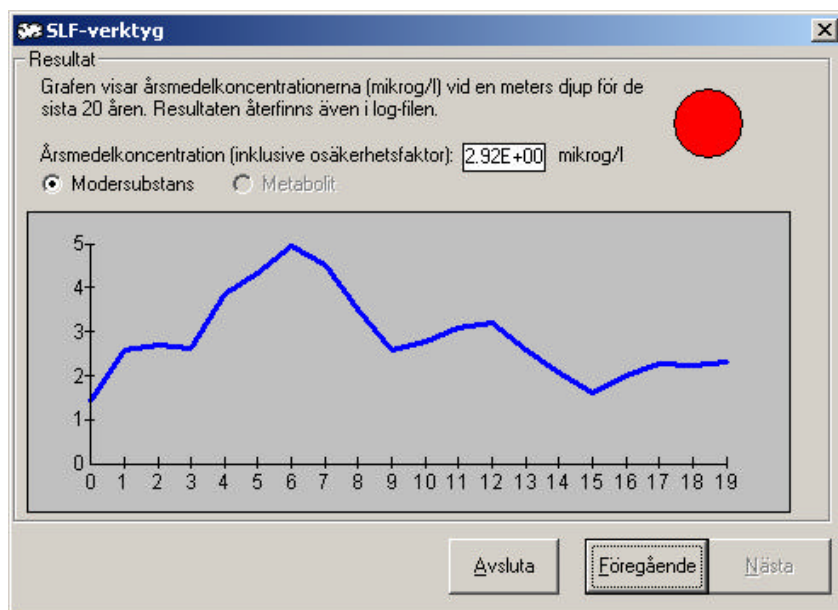
Vidare anges i den här delen andelen av området som besprutas, samt med vilken årlig frekvens besprutningar sker. Exempelvis anges här att "Behandling sker 2 av 3 år". Notera att det simuleras en årlig behandling och att andelen av området som besprutas inte påverkar simuleringsresultatet i sig. Dessa uppgifter används istället för att lineärt skala resultatet (se vidare avsnitt 3.7).

3.6 Simulering

Simuleringstiden är 26 år. De första sex åren används som uppvärmingsperiod och används inte för resultatberäkningarna. När simuleringen är avslutad skrivs resultaten till logg-filen och resultatdelen visas.

3.7 Resultat

Resultaten, som dels återfinns i logg-filen och dels visas i grafisk form i programmet, redovisas som medelkoncentrationerna ($\mu\text{g/l}$) vid en meters djup, dels för varje år och dels totalt för hela simuleringen (Figur 9). De 20 sista åren av den 26 år långa simuleringen redovisas.



Figur 9. Resultat från en simulering

Den årliga medelkoncentrationen, C_{medel} , som rapporteras av verktyget beräknas enligt:

$$C_{medel} = \frac{L_{ack}}{P_{ack}} * w * A_f * f,$$

där L_{ack} är det ackumulerade läckaget vid en meters djup, P_{ack} den ackumulerade perkolationen vid en meters djup, w säkerhetsfaktorn (se avsnitt 5), A_f är fraktionen av området som är jordbruksmark (0-1) och f är den årliga besprutningsfrekvensen (0-1).

Arbete pågår med att förbättra de rutiner som används för att parameterisera MACRO i det här simuleringsverktyget. De förändringar som kan komma att genomföras i senare versioner av verktyget kommer att ge andra simulerade koncentrationer. Detta beror på att den funktion som används för att bestämma en känslig parameter som styr graden av makroporflöden kan komma att modifieras på ett sådant sätt att lägre koncentrationer simuleras.

4 Parameterisering av MACRO 5.0

Det här avsnittet syftar till att ge en mer detaljerad beskrivning av hur modellparametrar och övriga indata till MACRO bestäms utifrån de inställningar som väljs. Modellparametrarna i sig beskrivs inte i detalj. För en utförlig beskrivning av modellparametrarna och MACRO-modellen hänvisas till Larsbo och Jarvis (2003).

4.1 Väderdata

MACRO använder dels nederbördsdata och dels klimatdata som drivdata. Dygnsvärden för nederbörd var direkt tillgängliga i den klimatdatabas som användes. De övriga klimatdata som behövs är: vindhastighet (m/s), minimum och maximum lufttemperatur (°C), globalstrålning (W/m^2) och ångtryck (kPa). Vindhastighet och lufttemperatur var direkt tillgängliga, medan globalstrålningen, R_g , beräknades utifrån observerad molnighet, C , tid på året, Dayno (dagnummer) och latitud, Φ , enligt:

$$R_g = R_a (0.18 + S_{rel} * 0.55), \text{ där}$$

$$S_{rel} = \begin{cases} 1 & C < 0.15 \\ 1.167 - 1.15 * C & C \geq 0.15 \end{cases} \text{ och}$$

$$R_a = S * 0.04166 * D_l * \left[\left(\sin(\Phi) * \sin(s) \right) - \frac{\cos(\Phi) * \cos(s)}{0.5 * D_l * 0.2617} * \sin(0.2618 * (24 - D_l * 0.5)) \right].$$

Vidare är $s = 0.41 * \cos\left(\frac{6.28(Dayno - 172)}{365}\right)$, $S = 1360(1 + 0.035 * \cos\left(\frac{6.28(Dayno - 172)}{365}\right))$ och

$$D_l = 24 - 2 \left\{ 3.181972 * a \cos\left(\tan(s) * \tan(\Phi) + \frac{0.0145}{\cos(s) + \cos(\Phi)} \right) \right\}.$$

Ångtrycket, e_a , beräknades utifrån mätdata för relativ luftfuktighet, RH, och temperatur, T:

$$e_a = RH * e_s, \text{ där}$$

$$e_s = 0.61078e^{\left(\frac{17.269T}{T+237.3}\right)} \text{ betecknar mätnadsångtryck.}$$

4.2 Grödparametrar

Modellparametrar som beskriver de olika grödorna har bestämts med utgångspunkt från Jarvis m.fl (2003), Myrbäck (1998) och FOCUS (2000). Samtliga parametrar för de olika grödorna sammanfattas i Appendix B.

4.3 Fysikaliska och hydrauliska egenskaper

Utifrån texturbeskrivningen och organisk kolhalt bestäms de modellparametrar som beskriver fysikaliska och hydrauliska egenskaper med pedotransferfunktioner. van Genuchten-parametrarna N , α och θ_s bestäms med pedotransferfunktionerna beskrivna av Wösten m.fl (1998). I verktyget går gränsen mellan sand och silt vid 60 μm medan den är 50 μm i de pedotransferfunktioner som har använts. En log-lineär interpolation genomförs för att beräkna de nya silt- och sandhalterna:

$$CP_n = CP_{n-1} + \frac{\ln(PSL_n) - \ln(PSL_{n-1})}{\ln(PSL_{n+1}) - \ln(PSL_{n-1})} (CP_{n+1} - CP_{n-1}),$$

där CP är kumulativ procent, PSL gränserna för den aktuella partikelstorleken, index n betecknar den saknade partikelstorleksgränsen, index $n-1$ betecknar gränsen före och index $n+1$ betecknar gränsen efter den gräns som saknas.

Den totala porositeten, TPORV (%), bestäms genom:

$$TPORV = \left(1 - \frac{d_b}{(1 - f_{oc}) * 2.7 + f_{oc}} \right) * 0.96 * 100$$

där f_{oc} är den organiska kolhalten (-) och δ_b är skrymdensiteten. Skrymdensiteten bestäms med sambandet beskrivet av Bergkvist och Jarvis (2004), och den mättade hydrauliska konduktiviteten, KSATMIN (mm/h) enligt Messing (1993):

$$KSATMIN = 10^4 * (q_s - q_{300})^2$$

där θ_s är den totala porositeten och θ_{300} vattenhalten vid ett undertryck på 300 cm. Den mättade hydrauliska konduktiviteten för mikroporerna, KSM (mm/h), bestäms enligt (Jarvis m.fl, 2002):

$$KSM = 25.2 * d_g$$

där d_g (mm) är en den karaktäristiska kornstorleken, och det effektiva diffusionsavståndet, ASCALE (mm), enligt (Roulier och Jarvis, 2003):

$$ASCALE = 10^{2.41 - 1.86 * d_g - 9.3 * f_{oc}}$$

Detta samband är baserat på experiment gjorda på endast en jord och är därmed osäkert. Vid tidpunkten för skrivandet av den här rapporten pågår arbete med att utvärdera flera experiment och uppdatera ovanstående funktion för det effektiva diffusionsavståndet. Den uppdaterade funktionen kommer att inkluderas i en framtida version av simuleringsverktyget.

Slingrighetsfaktorn i makroporerna (ZN) sattes konstant till 2 och dispersiviteten (DV) till 5 cm, vilket kan betraktas som "rimliga värsta-fallsvärden". Övriga modellparametrar för fysikaliska och hydrauliska egenskaper sattes till 'default'-värden i MACRO 5.0.

För en horisont definierad som mulljord bestäms modellparametrarna med klasspedotransferfunktionerna definierade av Wösten m.fl. (1998). Det effektiva diffusionsavståndet sattes till 1 mm och den mättade hydrauliska konduktiviteten till 8 mm/h för en sådan horisont.

4.4 Bottenrandvillkor

En enhetsgradient används som bottenrandvillkor, vilket innebär att grundvattenytan antas ligga så djupt att den inte påverkar den simulerade profilen.

4.5 Besprutningsdagar och interception

För att välja de dagar då behandling sker används de rutiner som beskrivs av FOCUS (2001). Fördefinierade kriterier används för att hitta lämpliga datum för behandling. Initialt gäller att följande villkor skall uppfyllas:

- (1) minst 10 mm regn skall falla inom en 10-dagarsperiod efter behandling
- (2) maximalt 2 mm regn per dygn får falla under den period på fem dagar som startar två dagar innan behandlingen och sträcker sig till två dagar efter behandlingen

Programmet går igenom den tidsperiod som har angivits för behandlingarna för att hitta den första dagen som uppfyller ovanstående villkor. För de påföljande behandlingarna upprepas samma procedur, samtidigt som det minsta antalet dagar mellan behandlingar respekteras. Beroende på nederbördsmonstret under den tillåtna perioden kan en situation uppstå då ovanstående villkor inte kan uppfyllas. Villkoren förändras då i tur och ordning på följande vis, tills en lösning hittas:

- fem-dagarsperioden i villkor (2) ovan reduceras först till tre dagar (med en dag på vardera sidan om behandlingsdagen), och sedan till enbart behandlingsdagen.
- tio-dagarsperioden i villkor (1) ovan utökas till en 15-dagarsperiod
- den stipulerade regnmängden i villkor (1) ovan reduceras med 1 mm i taget
- den maximalt tillåtna regnmängden på behandlingsdagen i villkor (2) ökas med 1 mm i taget tills en lösning hittas

Den andel av dosen som intercepteras av grödan beräknas som en funktion av bladyteindex på behandlingsdagen och behandlingsmetoden. För metoderna inkorporering och granulat är interceptionen alltid lika med noll. Air-blast ger alltid maximal interception för den valda grödan (Appendix A). För markspray- och aerialbehandlingar ges den fraktion av dosen som intercepteras som en linjär funktion av bladyteindex på behandlingsdagen, med ett maximalt värde på dagen med maximalt bladyteindex. För fleråriga växter antas interceptionen vara maximal året runt. Default-värden i modellen används för att beräkna den mängd av intercepterad substans som avgår till luften eller sköljs ned till marken av regn.

4.6 Ämnesegenskaper

Halveringstider, K_{oc} -värden och Freundlichs exponent för de olika aktiva substanserna och dess metaboliter är tagna från en databas utvecklad av KemI, baserad i sin tur på de senaste sammanställningarna från omregistreringsprocessen inom EU. Rekommenderade doser är tagna från samma databas. Den i programmet redovisade halveringstiden, och motsvarande nedbrytningskoefficient, gäller för matjorden (0-30 cm). För de övriga horisonterna reduceras nedbrytningskoefficienten med följande faktorer (FOCUS, 2000):

30 – 60 cm	0.5
60 – 100 cm	0.3

Fördelningskoefficienten, K_f , beräknas utifrån:

$$K_f = K_{oc} * f_{oc}$$

där K_{oc} är fördelningskoefficienten normaliserat till organisk lerhalt och f_{oc} är den organiska kolhalten.

Övriga modellparametrar som beskriver ämnet är satta till de värden som är 'default' i modellen, förutom andelen av sorptionsställen i makroporerna som sattes till 0.01.

5 Säkerhetsfaktor

De använda pedotransferfunktionerna är associerade med osäkerheter (regressionsfel). För att ta hänsyn till detta definierades en säkerhetsfaktor som simuleringsresultaten, i form av årsmedelkoncentration vid en meters djup, multipliceras med innan resultatet presenteras.

MACRO parameteriserades med samma metoder som används i det här verktyget för tre olika texturklasser (grov, medium och fin), och två olika mullhaltsklasser (något mullhaltig och mullrik). Fyra olika bekämpningsmedel (Tabell 2) simulerades på varje kombination av texturklass och mullhaltsklass, vilket gav totalt 24 kombinationer. Väderdata för Skåne-regionen användes.

Osäkerheten i simuleringsresultaten utvärderades genom att propagera feltermerna i pedotransferfunktionerna med en Monte-Carlo analys. Samma utdata som för simuleringarna i det här verktyget användes. En säkerhetsfaktor, ω , definierad som kvoten av medelkoncentrationen för 80:e-percentilsimuleringen från Monte-Carlo analysen och medelkoncentrationen för en simulering utan fel i pedotransferfunktionerna, beräknades för de olika kombinationerna av texturklass, mullhaltsklass och bekämpningsmedel. Genom multipel lineär regression analyserades sedan sambandet mellan säkerhetsfaktorn och texturklass, mullhaltsklass, simulerad medelkoncentration och ämnesegenskaper.

Tabell 2. Egenskaper för de bekämpningsmedel som simulerades för att ta fram säkerhetsfaktorer

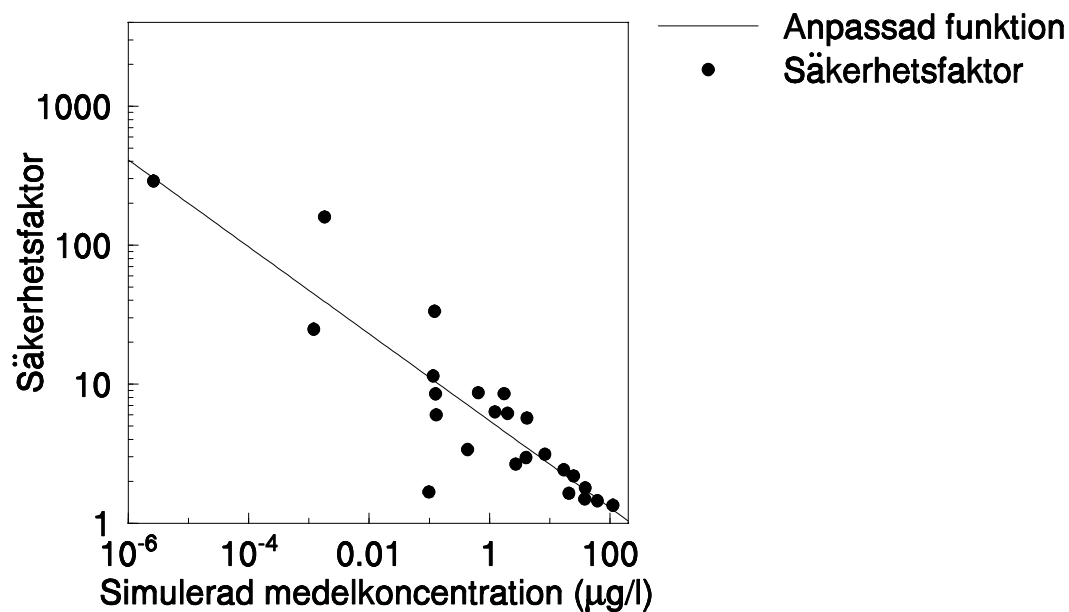
Halveringstid (dagar)	K_{oc} (cm ³ /g)
10	30
50	30
10	300
50	300

Genom multipel lineär regression fanns följande samband mellan säkerhetsfaktorn, ω , och den simulerade medelkoncentrationen, C_0 ($R^2=0.8$):

$$\omega = 10^{0.73561 * C_0^{-0.31305}}$$

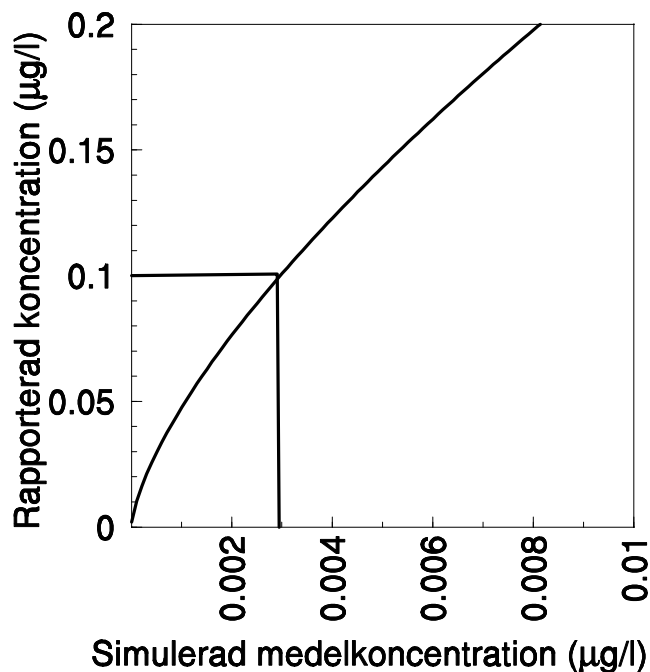
Endast den simulerade medelkoncentrationen bidrog signifikant till regressionssambandet. I Figur

10 visas säkerhetsfaktorn som funktion av simulerade medelkoncentrationer.



Figur 10. Säkerhetsfaktorer och anpassad linje

I Figur 11 visas den av verktyget rapporterade medelkoncentrationen som funktion av den simulerade medelkoncentrationen. Med den definierade säkerhetsfaktorn ger en simulerad medelkoncentration som överstiger 0.0030 µg/l upphov till en rapporterad medelkoncentration som överstiger gränsvärdet 0.1 µg/l, d.v.s. en säkerhetsfaktor lika med 34 har använts, under förutsättning att fraktionen av området som består av åkermark är lika med ett och att behandlingar sker varje år.



Figur 11. Rapporterad medelkoncentration som funktion av simulerad medelkoncentration för hela simuleringen. Den simulerade koncentration som ger upphov till en rapporterad koncentration som överstiger gränsvärdet 0.1 µg/l är markerad.

Referenser

- Bergkvist, P. och Jarvis, N., 2004. Modeling organic carbon dynamics and cadmium fate in long-term sludge-amended soil. *Journal of Environmental quality*, 33:181-191.
- Beven, K. och Germann, P., 1982. Macropores and Water Flow in Soils. *Water Resources Research*, 18(5): 1311-1325.
- Dubus, I.G., Brown, C.D. och Beulke, S., 2002. Sources of uncertainty in pesticide fate modelling. *The Science of the Total Environment*, 317: 53-72.
- Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1999. Åkermarkens matjordstyper. Naturvårdsverket rapport 4955, Stockholm.
- FOCUS, 2000. FOCUS groundwater scenarios in the EU plant production review process, Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup. EC Document Reference Sanco/321/2000.
- FOCUS, 2001. Development and description of surface water scenarios to be used in the regulation decision of 91/414/EEC, Report of the FOCUS Working Group on SurfaceWater Scenarios
- Jarvis, N.J., Zavattoro, L., Rajkai, K., Reynolds, W.D., Olsen, P.-A., McGehan, M., Mecke, M., Mohanty, B., Leeds-Harrison, P.B. och Jacques, D., 2002. Indirect estimation of near-saturated hydraulic conductivity from readily available soil information. *Geoderma*, 108:1-17.
- Jarvis, N., Hanze, K., Larsbo, M., Stenemo, F., Persson, L., Roulier, S., Alavi, G., Gärdenäs, A. & Rönngren, J. 2003. Scenario development and parameterization for pesticide exposure assessments for Swedish groundwater. Institutionen för markvetenskap, avdelningen för biogeofysik, SLU. Emergo, 2003:4 ISBN 91-576-6588-5
- Larsbo, M. och Jarvis, N. 2003. MACRO5.0 A model of water flow and solute transport in macroporous soil. Technical description. Emergo 2003:6. Department of Soil Sciences, Division of Environmental Physics, SLU.
- Larsson, M.H. och Jarvis, N.J., 1999. Evaluation of a dual-porosity model to predict field-scale solute transport in a macroporous soil. *J. Hydrology*, 215(1-4): 153-171.
- Messing, I., 1993. Saturated and near-saturated hydraulic conductivity in clay soils. Reports and dissertations / Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences 12.
- Myrbäck, Å., 1998. Swedish Agricultural and Horticultural Crops. KemI report, PM Nr 1/98, 44 pp.
- Roulier, S., och Jarvis, N., 2003. Modeling macropore flow effects on pesticide leaching: Inverse parameter estimation using microlysimeters. *Journal of Environmental Quality*, 32:2341-2353.
- Törnquist, M., Kreuger, J., och Ulén, B., 2002. Förekomst av bekämpningsmedel i svenska vatten 1985 – 2001. *Ekohydrologi*, 65.
- Wösten, J.H.M., Lilly, A., Nemes, A., Le Bas, C. 1998. Using existing soil data to derive hydraulic parameters for simulation models in environmental studies and in land use planning. Report 156, Winand Staring Centre, SC-DLO, Wageningen, Netherlands, 106 pp.

Appendix A – Väderfiler

Detaljerna för hur beställning av väderfiler går till återfinns på simuleringsverktygets hemsida.

Namnet på väderfilerna för en viss klimatzon ges som: Rain[beteckning].bin och Met[beteckning].bin, där [beteckning] är den beteckning som respektive klimatzon har (Tabell A.1). Exempelvis så heter väderfilerna för Östgötaslätten Rain4.bin och Met4.bin.

Tabell A.1 Beteckningar för klimatzonerna

Beteckning	Klimatzon
1a	Skåne och Hallands slättbygd, Skånedelen
1b	Skåne och Hallands slättbygd, Hallandsdelen
2a	Sydsvenska mellanbygden, Skånedelen
2b	Sydsvenska mellanbygden, Blekinge- och Kalmardelen
3	Öland och Gotland
4	Östgötaslätten
5a	Vänerslätten, södra delen
5b	Vänerslätten, norra delen
6	Mälar- och Hjälmabygden
7a	Sydsvenska höglandet, västra delen
7b	Sydsvenska höglandet, östra delen
8	Östsvenska dalbygden
9	Västsvenska dalbygden
10	Södra Bergslagen
11	Västsvenska dalsjöområdet
12	Norra Bergslagen
13	Östra Dalarna och Gästrikland
14	Kustlandet i nedre Norrland
15	Kustlandet i övre Norrland
16	Nordsvenska mellanbygden
17	Jämtländska siluområdet
18	Fjäll- och moränområdet

Appendix B – Grödparametrar

Tabell B.1 Grödparametrar oberoende av klimatzon

Parameter	Höst-säd	Vår-säd	Höst-raps	Vår-raps	Ärtor	Frukt-träd	Socketor	Jordgubbar	Bär	Potatis	Rot-grönsaker	Blad-grönsaker	Lök
Max bladyteindex (LAIMAX)	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3
Bladyte-index vid skörd LAIHARV	1	1	1	1	2	0.01	4	0.01	0.01	1	2	4	3
% rötter i över 25% av rotdjupet (RPIN)	60	60	60	60	67	60	67	75	67	75	75	75	75
FAWC	0.8	0.65	0.8	0.8	0.65	0.65	0.65	0.5	0.5	0.5	0.5	0.65	0.5
Transpirationsanpassningsfaktor (BETA)	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.1
Gröd-utvecklingsfaktor, tillväxt (CFORM)	2	2	2	1.7	2	1.5	1.7	1.5	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5
Gröd-utvecklingsfaktor (DFORM)	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.7	1	0.3	0.3	0.3	1	1	1
Bladyteindex på viss dag ¹ (LAIMIN)	1	0.01	1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Rotdjup på viss dag ¹ (ROOTINIT)	0.2	0.01	0.2	0.01	0.01	0.69	0.01	0.29	0.69	0.01	0.01	0.01	0.01

¹ ZDATE MIN, se vidare B.2-4

Parameter	Höst-säd	Vår-säd	Höst-raps	Vår-raps	Ärtor	Frukt-träd	Socketor	Jordgubbar	Bär	Potatis	Rot-grönsaker	Blad-grönsaker	Lök
Maximal interception-förmåga (mm) (CANCAP)	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1
Kvot av evaporation av interceperat vatten och transpiration (ZALP)	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Maximal grödhöjd (m) (HMAX)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	0.6	0.4	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5
Maximal interception av behandling (MAXINT)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.85	0.8	0.9	0	0	0.8	0.8	0.9	0.6

Tabell B.2 Grödparametrar för grödor i Norrland

	Vårsäd	Ärtor	Jordgubbar	Potatis	Rotgrönsaker	Bladgrönsaker	Bär
Rotdjup (m) (ROOTMAX)	1	1	0.2	0.6	0.6	0.8	0.7
Dagnummer för uppkomst (IDSTART)	154	151	162	173	156	147	162
Dagnummer för gröd-utveckling (ZDATEMIN)	155	152	163	174	157	148	163
Dagnummer för max bladyteindex (IDMAX)	187	182	197	204	240	204	185
Dagnummer för skörd (IHARV)	254	212	212	260	269	259	206

Tabell B.3 Grödparametrar för grödor i Svealand

Parameter	Höstsäd	Vårsäd	Höstraps	Våraps	Jordgubbar	Potatis	Rotgrönsaker	Bladgrönsaker	Lök	Bär	Ärtor
Rotdjup (m) (ROOTMAX)	1	1	1	1	0.2	0.6	0.6	0.8	0.3	0.7	1
Dagnummer för uppkomst (IDSTART)	259	136	140	140	153	162	153	148	134	136	141
Dagnummer för gröd-utveckling (ZDATEMIN)	112	137	141	141	154	163	154	149	135	137	142
Dagnummer för max bladyteindex (IDMAX)	175	180	197	176	177	223	188	213	174	172	190
Dagnummer för skörd (IHARV)	239	248	252	252	192	266	280	278	214	206	238

Tabell B.4. Grödparametrar för Götaland

Parameter	Höstsäd	Vårsäd	Höstraps	Våraps	Socketor	Jordgubbar	Potatis	Rotgrönsaker	Bladgrönsaker	Lök	Bär	Ärtor	Fruktträd
Rotdjup (m) (ROOTMAX)	1	1	1	1	1	0.2	0.6	0.6	0.8	0.3	0.7	1	0.7
Dagnummer för uppkomst (IDSTART)	269	121	245	125	128	141	146	153	131	117	122	116	111
Dagnummer för grödutveckling (ZDATEMIN)	112	122	61	126	129	142	147	154	132	118	123	117	112
Dagnummer för	175	173	157	169	174	167	243	202	203	188	202	164	187

max bladyte-
index (IDMAX)
Dagnummer för
skörd (IHARV)

239

234

222

244

301

183

267

294

270

257

206

223

304

HÖSTSPANNMÅL / OGRÄSBEK.

uppkomst 27 sept, beh. 5-10 dagar efter uppk. d.v.s.5 okt. ! i!
beh. 35-45 dagar efter uppk. 5 nov.

Bilaga 3a

[illegible]

OBS!! förh. vid en behandl. varje år			mullfattig / sorterad jord				mullrik / sorterad				osort.				
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	
1 Ariane S	2,0 lit.	klopyralid	40	****	***	***	****	***	***	***	**	***	***	*	
		fluroxypyr	80	***	***	****	****	***	***	***	**	***	***	*	
		mcpa	400	**	***	****	****	*	****	*	**	****	****	*	
2 Express	1,5 ta.	tribenuronmetyl	5,6	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	
1,5x7,5=11,25															
3 Gratil +	15 g	amidosulfuron	11,25	ej körd!											*
Mcpa	1,5 lit.	mcpa	1125	****	****	****	****	**	****	*	***	****	***	*	
4 Mcpa	2,0 l	mcpa	1500	****	****	****	****	**	****	*	***	****	****	*	
5 Duplosan	2,0 lit.	mekoprop-p	260	**	**	****	****	**	***	*	**	***	***	*	
super		mcpa	320	*	***	****	****	*	***	*	**	***	***	*	
		diklorprop-p	620	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	*	
6 Ally Class	40 g	karfentrazonetyl	16	***	**	***	***	***	***	**	**	***	**	*	
		metisulfuronmetyl	4,0	***	**	**	***	**	**	**	**	**	**	*	
7 Event sup.	1,0 lit.	fenoxaprop-p	70	*	**	**	***	*	**	*	*	**	*	*	

SKÅNE

HÖSTOLJEVÄXTER / OGRÄSBEK.

uppk.3 sept., beh. 10-15 d e. uppk. d.v.s. 17 sept. !!

OBS!! förh. vid behandl. var 4:e år				aktiv subst. g / ha	mullf. 2 % / sorterad jord				osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.				osort.	
produkt	dos	akt. subst.	lerfri		(A)	(B)	(C)	(D)	morän- lätt- lera	morän- mellan- lera	(G)	(H)	(J)	morän- mellan- lera	(K)	
1 Butisan Top	1,9 lit.	metazaklor	713	***	***	****	****									
	10-15 d efter uppkomst	kvinmerak	238	ej körd!												
2 Nimbus CS	2,5 lit.	metazaklor	625	***	***	****	****			**		****				
	5-10 d före uppkomst	clomazone	83	**	**	***	****			**		***				
3 Kerb Flo	1,0 lit.	propyzamid	500	*	**	****	****			*		***				
	60 d efter uppkomst															
3 Matrigon	0,9 lit.	klopyralid	90	****	****	****	****			****		***				
	20-25 d efter uppkomst															

med. konc.

>1,0

> 0,1 - 1,0

> 0,001 - 0,1

< 0,001

**

*

hög risk

mindre risk

SKÅNE

VÅROLJEVÄXTER / OGRÄSBEK.

uppk.6 maj., beh. 5-10 d e. uppk. d.v.s. 16 / 5

		OBS!! förh. vid behandl. vart 4:e år		aktiv subst. g / ha	mullf. 2 % / sorterad jord				osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.				osort.	
produkt	dos	akt. subst.			A	B	C	D	lätt- lera	morän- lätt- lera	E	F	G	H	J	
					lerfri	lättlera	mellan- lera	styv lera		morän- lätt- lera	morän- mellan- lera	lerfri	lättlera	mellan- lera	morän- mellan- lera	
1 Butisan Top	2,0 lit.	metazaklor	750	**	***	***	****	****								
5-10 dagar efter uppkomst		kvinmerak	250	ej körd!												
2 Nimbus CS	2,5 lit.	metazaklor	625	**	**	***	***	****				*		***		
5-10 dagar före uppkomst		clomazone	83	**	**	***	***	***				*		***		
3 Bladex +	0,4 lit.	cyanazin	200	**	**	***	***	***								
matrigon	1,0 lit	klopyralid	100	*****	***	***	***	***								
21 dagar efter uppkomst																

med. konc.

>1,0

> 0,1 - 1,0

> 0,001 - 0,1

< 0,001

**

*

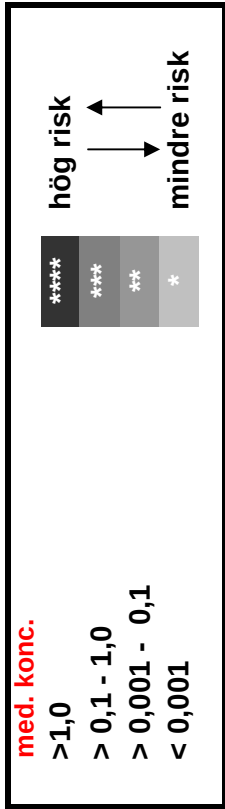
hög risk

↑

↓

mindre risk

OBS!! Förhållanden vid en behandling vart 4:e år				mullf. 2 % / sorterad jord				m.mullh. 4,5 % / sort.				osort.		
produkt	dos	akt. subst.	aktiv subst. g / ha	(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan- lera	(D) styv lera	morän- lätt- lera (E)	morän- mellan- lera (F)	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan- lera	morän- mellan- lera (K)	
1 Basagran SG														
standard	0,35 lit.	bentazon	305	****		***				***		***		
mod. stand.	0,30 lit.	bentazon	261	***		***				**		***		
först. stand.	0,40 lit.	bentazon	348	****		****				***		***		
2 Fenix														
standard	0,60 lit.	aklonifen	360	*		**				*		*		
mod. stand.	0,50 lit.	aklonifen	300	*		**				*		*		
först. stand.	0,75 lit.	aklonifen	450	*		**				*		*		



SKÅNE

SPANNM./ INSEKTSBEH.

uppkomst 2 maj, beh. 45 dagar efter uppk. d.v.s. 17 juni !!

produkt	dos	aktiv subst. g / ha	mullf. 2 % / sorterad jord					osorterad		m.mullh. 4,5 % / sort.			osort.
			(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellanlera	(D) styv lera	morän-lättlera	morän-mellanlera	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellanlera		
1 Beta-Baytr.	0,4 lit.	betacyflutrin 2,50%	10	*	*	*	*						morän-mellanlera (K)
2 Cyperb	0,15	cypermetrin	15	ej körd !									
3 Decis	0,4 lit.	deltametrin	10	*	*	*	*						
4 Fastac 50	0,2 lit.	alfacypermetrin	10	*	*	*	*						
5 Karate WG	0,4 lit.	lamda-cyhalotrin 2,50%	10	*	*	*	*						
6 Mavrik 2F	0,2 lit.	tau-fluvalinat	48	ej körd !									
7 Pirimor	0,25 lit.	pirimikarb	125	**									
8 Sumi-alpha	0,4 lit.	esfenvalerat	20	*	*	*	*						
9 Roxion till s. betor	0,8 lit.	dimetoat	320	**									

med. konc.

>1,0

> 0,1 - 1,0

> 0,001 - 0,1

< 0,001

**

*

hög risk

↑

↓

mindre risk

OBS!! förh. vid <u>en</u> behandling <u>varje</u> år			aktiv subst. g / ha	mullfattig / sorterad jord				mullrik / sorterad			osort.
produkt	dos	akt. subst.		(A) lerfri	(B) lättlera	(C) mellan- lera	(D) styv lera	(G) lerfri	(H) lättlera	(J) mellan- lera	
1 Tilt Top	0,5 lit.	propikonazol fenpropimorf	63 188	* *	 	*** ***	 	* *	 	*** **	morän- mellan- lera (K)
2 Forbel	0,5 lit.	fenpropimorf	375	*		***					
3 Impuls	0,8 lit.	spiroxamin	400	*		***					
4 Stereo	1,0 lit.	cyprodinil propikonazol	250 63	* *	 	** ***	 	* *	 	* ***	
5 Tilt	0,4 lit.	propikonazol	100	*		****		*		***	
6 Topsin	0,3 lit.	tifanatmetyl	210	*		***					
7 Amistar	0,5 lit.	azoxystrobin	125	**		****		*		***	
8 Comet	0,3 lit.	pyraklostrobin	75	*		*		*		*	
9 Proline	0,6 lit.	protiokonazol	75	ej kört!							
10 Tern	0,3 lit.	fenpropidin	225	*		***		*		**	

Datum: 2005-12-29 22:13:38

Simuleringsnamn: **Butisan Top, metazaklor, lättlera, mullfattig, B, Skåne**

***** SIMULERINGSINSTÄLLNINGAR *****

Typ av simulering: Enbart &modersubstans

Klimatzon: 1a

Gröda: Höstraps

Textur:

Horisont 1 (0-30cm): Horisont 2 (30-60cm): Horisont 3 (60-100cm):

Lerhalt (%)	20	20	20
Sandhalt (%)	30	30	30

Organisk kolhalt, matjord (-): **mullfattig**

Nedre randvillkor: Enhetsgradient

Modersubstans: **Metazaklor**

Halveringstid (dagar): 18

Koc (cm³/g): 139

Antal besprutningar: 1

Besprutningsintervall:

10 dagar efter uppkomst till**15 dagar efter uppkomst.**

Antal dagar mellan besprutningar: 5

Besprutningsmetod: Markspray

Dos (kg/ha) 0,713

Besprutningsdagar:

År 1: 255

År 2: 260

År 3: 255

År 4: 255

År 5: 259

År 6: 259

År 7: 255

År 8: 256

År 9: 259

År 10: 255

År 11: 260

År 12: 257

År 13: 260

År 14: 255

År 15: 257

År 16: 255

År 17: 255

År 18: 260

År 19: 255

År 20: 259

***** RESULTAT MODERSUBSTANS *****

Ackumulerat årligt läckage (mg/m²) Ackumulerad årlig perkolation (m)
 Årmedelkoncentration (mikrog/l)

År 1	7,459947E-02	0,1795248	2,102462
År 2	0,3829464	0,3703291	5,231991
År 3	0,2918935	0,2098267	7,038505
År 4	0,295946	0,1833377	8,16728
År 5	0,625122	0,4578037	6,908794
År 6	1,37569	0,3759268	18,51544
År 7	0,5609424	0,2377785	11,9361
År 8	0,2203472	0,2517868	4,427834
År 9	0,1124014	0,2197403	2,588086
År 10	0,5491725	0,4108633	6,762827
År 11	0,403982	0,261996	7,801609
År 12	0,1172846	0,2797393	2,12131
År 13	0,2127183	0,2743289	3,923286
År 14	2,395707E-02	0,1648461	0,7353122
År 15	0,5128193	0,2597585	9,988755
År 16	1,233113	0,3408809	18,30277
År 17	0,777257	0,2659221	14,7886
År 18	0,1420096	0,1661123	4,325464
År 19	0,1596453	0,2517838	3,20808
År 20	0,3997828	0,2461	8,219196

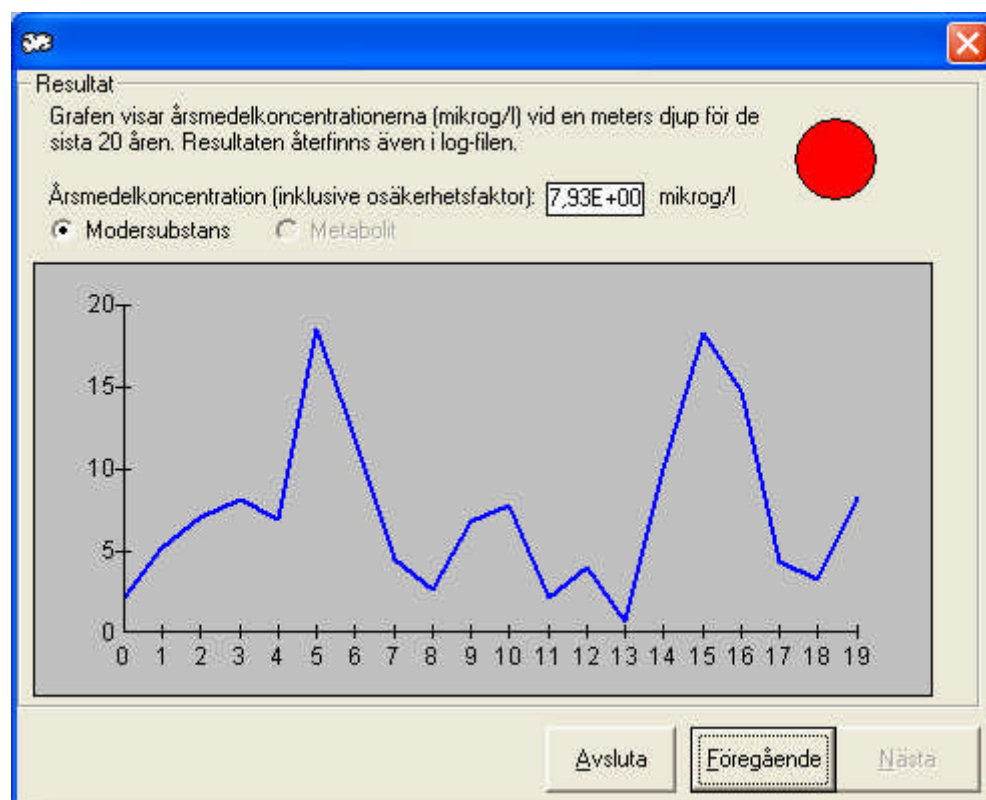
Totalt läckage (mg/m2)	Total percolation (m)	Medelkoncentration (mikrog/l)
8,47163	5,408386	7,925307

Medelkoncentration **8,47163** mg / **5,408646** meter vattenpelare på 1,0 m²

8472 mikrogram / 5409 liter => **1,57 mikrogram / liter**

=====

Beräknat utan säkerhetsfaktor



EKOTOX FÖR OLIKA AKTIVA SUBSTANSER

Bilaga 5

Redovisade värden är hämtade ur PRI farm	OBS!!! Ingen fullständig redovisning.
--	---------------------------------------

lågt < 4,4

(godtyckligt satt gräns)

Aktiv substans	ogräs / svamp / insekter	redovisad vid dos: g / ha	ET	P	Summa ET + P	DT 50	Koc
Aklonifen	og	1368	3,0	4,1	7,1	129	7965
Aklonifen	og	450	3,0	4,1	7,1	129	7965
Alfacypermetrin	in	56	5,0	4,3	9,3	140	9995
Amidosulfuron	og	9	3,0	0,4	3,4	16	43
Azoxystrobin	sv	163	3,0	5,0	8,0	279	401
Bentazon	og	522	1,0	2,3	3,3	45	95
Cyprodinil	sv	100	2,4	2,4	4,8	71	2972
Deltametrin	in	3	5,0	2	7,0	39	9995
Diflufenikan (i Bacara)	og	40	0,6	1,4	2,0	256	1996
Dikvat	og	320	4,0	5	9,0	1500	9995
Diklorprop P	og	520	0,5	0,3	0,8	18	26
Dimetoat	og	468	4,0	1,2	5,2	24	24
Dimetomorf	og	180	0,3	0,3	0,6	56	420
Esfenvalerat	og	15	5,0	3,6	8,6	95	9995
Etofumesat	og	400	2,0	3,6	5,6	97	147
Etofumesat	og	280	2,0	3,6	5,6	97	147
Fenmedifam	og	640	2,0	0,6	2,6	18	888
Fenmedifam	og	200	2,0	0,6	2,6	18	888
Fenpropimorf	sv	375	2,3	3,8	6,1	504	4358
Florasulam	og	8	3,0	0	3,0	10	29
Fluazinam	sv	125	3,0	3,8	6,8	107	5405
Fluroxypyr (i Starane)	og	108	2,0	2,5	4,5	51	66
Flupyr-sulfuronmetylna.	og	8	3,0	0,5	3,5	17	109
Flurtamon	og	100	2,1	3	5,1	130	329
Glyfosat	og	540	1,0	2,4	3,4	49	9995
Glyfosat	og	1080	1,0	2,4	3,4	49	9995
Ioxinil	og	176	4,0	0,2	4,2	14	5422
Ioxinil	og	68	4,0	0,2	4,2	14	5422
Iprodion	sv	525	4,0	2,3	6,3	46	1320
Isoproturon (i Arelon)	og	500	2,0	0,1	2,1	13	122
Klopyralid (i Ariane S)	og	120	2,0	3,0	5,0	70	7
Mankozebe	sv	1200	2,6	0	2,6	6	90
MCPA dimetyl	og	207	0,9	1,5	2,4	32	35
MCPA K-salt	og	200	0,8	1,3	2,1	32	35
MCPA K-salt	og	400	0,8	1,3	2,1	32	35
Mekoprop P	og	216	0,2	0	0,2	8	24
Metamitron	og	2130	2,0	1,6	3,6	31	76
Metazaklor	og	1000	2,0	2,1	4,1	42	78
Pendimetalin	og	1600	3,0	5,0	8,0	241	9995
Pendimetalin	og	1292	3,0	5,0	8,0	241	9995
Pirimikarb	in	75	3,0	4,4	7,4	154	2827
Propamokarb	sv	744	0,5	0	0,5	11	200

Propikonazol	sv	63	3,0	5,0	8,0	214	1086
Prosulfokarb	og	1600	2,0	2,6	4,6	55	1855
Pyraklostrobin	sv	125	3,0	2,9	5,9	65	9995
Rimsulfuron	og	13	3,0	2,2	5,2	44	41
					0,0		
Tribenuronmetyl	og	10	3,0	0,6	3,6	18	55
Trisulfuronmetyl	og	12	3,0	0,07	3,1	13	79