



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Aarhus Universitet

Faglig rapport fra DMU nr. 624, 2007

# Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2006

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger  
og markedsføringsager



*[Tom side]*



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Aarhus Universitet

---

Faglig rapport fra DMU nr. 624, 2007

# **Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2006**

**Rapport over behandlede forsøgsudsætninger  
og markedsføringsager**

Gösta Kjellsson  
Christian Damgaard  
Morten Strandberg

Med bidrag af Paul Henning Krogh

## Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 624
Titel:	Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2006
Undertitel:	Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsførings-sager
Forfattere:	Gösta Kjellsson, Christian Damgaard og Morten Strandberg
Afdeling:	Afdeling for Terrestrisk Økologi
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	<a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
Udgivelsesår:	Juni 2007
Redaktion afsluttet:	Juni 2007
Faglig kommentering:	Bettina Jensen, Skov- og Naturstyrelsen
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Kjellsson, G., Damgaard, C. & Strandberg, M. 2007: Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2006. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsførings-sager. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 24 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 624. <a href="http://www.dmu.dk/Pub/FR624.pdf">http://www.dmu.dk/Pub/FR624.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2006. Formålet med aktiviteterne er, foruden at foretage forskning, at understøtte Skov- og Naturstyrelsens myndighedsopgave med ekspertise vedrørende de økologiske effekter og konsekvenser af GMP. Der blev startet 129 nye forsøgsudsætninger i EU i 2006 med 14 forskellige plantearter, hvoraf de fleste var herbicidtolerante (80 %) eller insektresistente (53 %). Antibiotikaresistens-markører indgik i 17 % af forsøgsplanterne i 2006 ligesom i 2005. I Danmark var der to nye forsøgsudsætninger: En Gåsemad der kan finde sprængstof i jorden samt en Rajgræs med øget kulhydratindhold til foderanvendelse. Ansøgninger om markedsføring til dyrkning i EU behandles efter Udsætningsdirektivet 2001/18/EF eller efter reglerne i Forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer, 1829/2003/EF der dog inkluderer reglerne i Udsætningsdirektivet. Risikoen for uønskede miljømæssige effekter vurderes som de miljømæssige Konsekvenser x Sandsynlighed for at de vil ske. Der var kun fem nye markedsførings-ansøgninger i EU i 2006: to herbicidtolerante majs, én insektresistent og herbicidtolerant majs samt to herbicidtolerante sojabønner. DMU konkluderede i alle sagerne at der ikke forventes nogen uønskede økologiske konsekvenser. Desuden kommenterede DMU 17 forespørgsler fra SNS vedr. nye oplysninger i tidligere anmeldte markedsførings-sager bl.a. vedrørende Bt-Bomuld, Bt-Majs og HT-Raps samt opfølgende spørgsmål vedr. GM-Gåsemad og -Rajgræs. På verdensplan blev der i 2006 dyrket ca. 102 mil. ha. GM-afgrøder, som overvejende bestod af herbicidtolerant (HT) sojabønne, Bt- og HT-majs og -bomuld samt HT-raps. I EU blev der i 2006 dyrket ca. 70.000 ha med Bt-majs af linien MON810 i Spanien, Frankrig, Portugal, Tjekkiet, Tyskland og Slovakiet. ECOGEN-projektet, der er iværksat af DMU, blev afsluttet med en række videnskabelige artikler med resultaterne af felt- og laboratorieundersøgelser af effekter af Bt-majsen MON810 på jordbundsøkosystemet. Der var ingen effekter af Bt-toksinet i majs på jordbundsfaunaen. Der er udviklet et beslutningsstøttesystem til vurdering af økologiske og økonomiske effekter.
Emneord:	Genmodificerede planter, GMP, økologisk risikovurdering, forsøgsudsætning, markedsførings-sag.
Layout og illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
Forsidefoto:	Forsøgsmark med Bt-majs MON810 (foto: Paul Henning Krogh)
ISBN:	978-87-7772-992-8
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	24
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <a href="http://www.dmu.dk/Pub/FR624.pdf">http://www.dmu.dk/Pub/FR624.pdf</a>

# Indhold

## Indledning 5

### 1 Sammenfatning 6

### 2 Forsøgsudsætninger med genmodificerede planter 7

- 2.1 Registrering og vurdering af udenlandske forsøgsudsætninger 7
- 2.2 Oversigt over forsøgsudsætninger af GMP i 2006 8
- 2.3 Risikovurdering og kommentering af danske forsøgsudsætninger 11

### 3 Markedsføring af genmodificerede planter i EU 12

- 3.1 Risikovurdering af udenlandske markedsføringsansøgninger og kommentering af markedsførte GMP'er 12
- 3.2 Risikovurdering af danske markedsføringsansøgninger 15
- 3.3 Øvrige kommentarer 15

### 4 Dyrkning af genmodificerede planter 16

- 4.1 Globale tendenser for dyrkning af GM-afgrøder i 2006 16
- 4.2 Dyrkning af GM-afgrøder i EU 16

### 5 Ny forskning i risici og effekter af genmodificerede planter 18

- 5.1 Resultaterne af ECOGEN-projektet ved Paul Henning Krogh 18
- 5.2 Andre relevante DMU-projekter 21

### 6 Publikationer og referencer 22

## Danmarks Miljøundersøgelser

## Faglige rapporter fra DMU

*[Tom side]*

## Indledning

Den økologiske risikovurdering af genetisk modificerede planter (GMP) og dyr varetages af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) ved Aarhus Universitet, Afd. for Terrestrisk Økologi, Silkeborg. Arbejdsopgaverne omfatter kommentering og vurdering af danske og andre EU-landes markedsføringsansøgninger samt faglig rådgivning og understøttelse af Skov- og Naturstyrelsen og Miljøministeriet. Desuden indgår dansk og international kommunikation omkring udsætninger samt deltagelse i relevante EU-sammenhænge såsom ECOGEN-projektet under EU's 5.-rammeprogram. Den økologiske risikovurdering af GMP fra DMU indgår sammen med den landbrugsmæssige og den sundhedsmæssige risikovurdering, der udføres af hhv. Plantedirektoratet og Fødevareinstituttet, i den samlede miljømæssige risikovurdering der varetages af Skov- og Naturstyrelsen.

Arbejdet med den økologiske risikovurdering på DMU udføres af en gruppe forskere med bred faglig viden inden for bl.a. bioteknologisk udvikling, planteøkologi og genetik.

Rapporten er inddelt i seks afsnit, der beskriver de aktuelle tendenser for risikovurderingen og anvendelsen af genmodificerede planter i 2006: 1. Sammenfatning, 2. Plantearter, egenskaber og tendenser i forsøgsudsætninger, 3. Nye ansøgninger til markedsføring for import eller dyrkning samt principperne for risikovurderingen, 4. Oversigt over dyrkning af GMP globalt og i EU, 5. DMUs deltagelse i forskningsprojekter vedrørende risikovurdering og overvågning af GMP og 6. Publikationer.

# 1 Sammenfatning

Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2006. DMU's aktiviteter på dette område er foruden at foretage forskning også at understøtte Skov- og Naturstyrelsens myndighedsopgave med ekspertise vedrørende de økologiske effekter og konsekvenser af GMP.

Før en ny GMP kan godkendes til dyrkning skal dens egenskaber først være testet i markforsøg, de såkaldte forsøgsudsætninger. Der blev i 2006 startet i alt 129 nye forsøgsudsætninger med 14 forskellige plantearter i EU. De fleste forsøg var med majs (68%), kartoffel (13%), bomuld (6%) og raps (5%). De fleste forsøgsplanter var genmodificerede til herbicidtolerance og/eller insektresistens. Antibiotika-resistensmarkører indgik i 17% af forsøgsplanterne ligesom i 2005. Der var to nye forsøgsudsætninger i Danmark i 2006: En Gåsemad der skal anvendes til at finde sprængstof i jorden samt en Rajgræs med øget fructan-indhold som har en forbedret foderværdi for kvæg.

Ansøgninger om markedsføring til dyrkning i EU behandles efter Udsætningsdirektivet 2001/18/EF eller efter reglerne i Forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer. Risikovurderingen foretages efter en analyse af konsekvenserne af de ændrede egenskaber hos GM-planten. Risikoen for en uønsket miljømæssig effekt vurderes som de miljømæssige Konsekvenser x Sandsynlighed for at de vil ske. Der var kun fem nye ansøgninger om markedsføring i EU i 2006: to herbicidtolerante majs, én insektresistent og herbicidtolerant majs samt to herbicidtolerante sojabønner. Alle anmeldelser var under Forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer, ingen under udsætningsdirektivet. DMU konkluderede i alle fem sager at der ikke forventes nogen uønskede økologiske konsekvenser. I de tre majs-sager blev overvågning af GM-iblanding i andre majsparter foreslået. Desuden kommenterede DMU 17 forespørgsler fra SNS vedr. nye oplysninger i tidligere anmeldte markedsføringssager bl.a. vedrørende Bt-Bomuld, Bt-Majs og HT-Raps samt opfølgende spørgsmål vedr. GM-Gåsemad og GM-Rajgræs.

På verdensplan blev der i 2006 dyrket ca. 102 mil. ha. GM-afgrøder, som helt overvejende bestod af herbicidtolerant (HT) sojabønne, Bt- og HT-majs, Bt- og HT-bomuld samt HT-raps. I EU blev der i 2006 som tidligere dyrket Bt-majs af linien MON810 i Spanien (60.000 ha), Frankrig (5.000 ha), Portugal (1.250 ha), Tjekkiet (1.290 ha), Tyskland (950 ha) og Slovakiet (30 ha).

ECOGEN-projektet, under EU's 5.-rammeprogram, der er iværksat af DMU, blev afsluttet med en række videnskabelige artikler med resultaterne af undersøgelser i laboratoriet og felten over effekter af Bt-majs MON810 på organismerne i jordbundssystemet. Der var ingen effekter af Bt-toksinet i majs på jordbundsfaunaen.

I SIGMEA-projektet, under EU's 5.-rammeprogram, er der udviklet modeller til analyse af genspredning af GM-afgrøder i Europa.



## 2 Forsøgsudsætninger med genmodificerede planter

Hovedreglen i den trinvis godkendelsesproces er at den genmodificerede plante kan blive forsøgsudsat til dyrkning i marken, hvis laboratorie- og væksthushorsøg har givet tilfredsstillende resultater. Det ansøgende biotek-firma eller universitet er selv ansvarlig for gennemførelsen af forsøgsudsætningerne og indsamling af de relevante data, enten selvstændigt eller som oftest i samarbejde med de involverede landmænd og uafhængige forskere. Ved forsøgsudsætningerne kan forskellige dyrkningsmæssige og miljømæssige spørgsmål blive afklaret og danne grundlag for en eventuel senere ansøgning om markedsføring til dyrkning og/eller import.

Der har pr. 30/12 2006 i alt været ca. 2200 ansøgninger om forsøgsudsætning i EU med mere end 60 forskellige plantearter (<http://biotech.jrc.it>).

En ansøgning om forsøgsudsætning kan indeholde flere markforsøg. I Danmark har der i perioden 1990-2005 været i alt 39 ansøgninger om forsøg med foder- og sukkerroer (126 marker), kartoffel (18 marker), raps (12 marker) og majs (3 marker). Der var en forsøgsudsætning med en GM-gåsemad til biodetektion af landminer fra ARESA i Danmark i 2006. Desuden blev der indledt forsøg med GM-rajgræs med ændret kulhydratindhold beregnet til foder.

**Tabel 1.** Oversigt over genmodificerede plantearter i nye EU forsøgsudsætninger 01.01 – 31.12. 2006.

Art	Antal ansøgninger
Majs ( <i>Zea mays</i> )	88
Kartoffel ( <i>Solanum tuberosum</i> )	17
Bomuld ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	8
Raps ( <i>Brassica napus</i> )	6
Blomme ( <i>Prunus domestica</i> )	1
Byg ( <i>Hordeum vulgare</i> )	1
Citrance ( <i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i> )	1
Gåsemad ( <i>Arabidopsis thaliana</i> )	1
Hvede ( <i>Triticum aestivum</i> )	1
Hør ( <i>Linum usitatissimum</i> )	1
Rajgræs, alm. ( <i>Lolium perenne</i> )	1
Ris ( <i>Oryza sativa</i> )	1
Sukkerroe ( <i>Beta vulgaris</i> )	1
Tobak ( <i>Nicotiana tabacum</i> )	1
I alt	129

### 2.1 Registrering og vurdering af udenlandske forsøgsudsætninger

De udenlandske ansøgninger om forsøgsudsætning fra biotek-firmaer eller forskningsinstitutioner bliver fremsendt i summarisk form som et Summary Notification and Information Format, SNIF. Forsøgsudsætningerne er som regel af begrænset arealomfang og oftest er forsøgsbetin-

gelsene allerede fastlagte. Da de danske kommentarer ikke har nogen formel indflydelse på forsøgene, har Skov- og Naturstyrelsen fra 2005 valgt kun undtagelsesvis at kommentere på SNIF'er. Alle SNIF'er og medlemslandenes eventuelle bemærkninger er offentligt tilgængelige på JRC's hjemmeside (<http://gmoinfo.jrc.it/>).

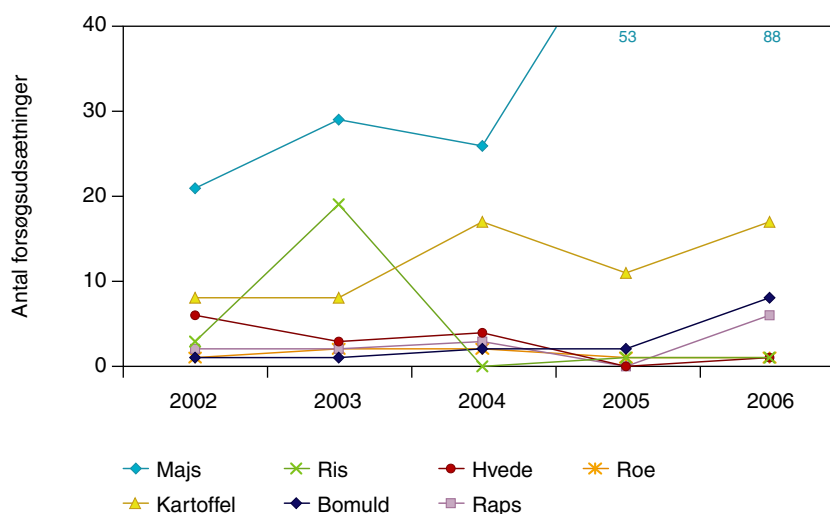
DMU har gennemgået og analyseret alle nye SNIF'er for 2006 (se afsnit 2.2., nedenfor). Desuden er der foretaget en vurdering baseret på Udsætningsdirektivet 2001/18/EF, som primært omhandler faktorer, der giver øget risiko for spredning samt uønskede økologiske effekter på miljøet. I 2006 vurderedes det for alle SNIF'er at der ikke var nogen anledning til yderligere kommentarer til anmelderen.

## 2.2 Oversigt over forsøgsudsætninger af GMP i 2006

Der blev i perioden 01.01 til 31.12 2006 indhentet oplysninger fra i alt 129 nye Summary Notifications (SNIF) over planlagte eller igangværende udsætningsforsøg i EU. I 2004 og 2005 blev der til sammenligning kun modtaget henholdsvis 67 og 75 nye SNIF'er. De nye SNIF'er er fordelt på følgende ansøgerlande: Spanien (49), Frankrig (31), Tyskland (11), Ungarn (9), Tjekkiet (6), Portugal (5), Sverige (5), Holland (3), Polen (3), Danmark (2), Irland (1), Letland (1), Storbritannien (1) og Slovakiet (1). I Letland og Slovakiet har der ikke været forsøgsudsætninger før 2006, mens Ungarn og Tjekkiet startede i 2005. Oplysninger om forsøgsudsætninger kan findes på <http://gmoinfo.jrc.it>.

En oversigt over de 14 genmodificerede plantearter, der indgik i forsøgsudsætningerne som er startet i 2006, er vist i Tabel 1. Den hyppigste forsøgsplante i 2006 var majs, der indgik i 68% af forsøgene efterfulgt af kartoffel (13%), bomuld (6%) og raps (5%). De øvrige 10 plantearter udgjorde tilsammen ca. 8% af forsøgene. Citrange er en ny plante på listen for 2006, og der har kun en gang tidligere været udsætningsforsøg med rajgræs.

**Figur 1.** Ændringer i antallet af forsøgsudsætninger af de syv almindeligste genmodificerede planter i ansøgninger fra perioden 2002 til 2006.



Den generelt øgede aktivitet på forsøgsudsætningsområdet i 2006 medførte markant flere nye forsøg med majs, kartofler, ris og raps i forhold til 2005 (Figur 1). Især majs men også kartoffel har vist en stigende tendens i perioden 2002-06. Antallet af forsøg med majs er især øget kraftigt i 2005 og 2006. Derimod har hvede og roer ligget ret stabilt på et relativt lavt niveau (0-6 ansøgninger) i hele 5-årsperioden. Antallet af forsøg med ris viste en kraftig stigning i 2003, og en mindre stigning igen i 2006.

Hovedparten (ca. 83%) af ansøgningerne til forsøgsudsætning er fra biotek-firmaer eller fra fødevarerindustrien, med hovedformål at undersøge de agronomiske egenskaber hos GM-planten såsom vækst og udbytte som basis for en sortsgodkendelse. En mindre del af anmeldelserne (ca. 17%), hvoraf de fleste er fra universiteter eller andre forskningsinstitutioner, har et grundvidenskabeligt sigte eller omhandler miljømæssige problemstillinger. Således indgik der: undersøgelser over effekter på ikke-målorganismer (6 anm.), overlevelse af planter og frø (6 anm.), effekter på biodiversitet (1 anm.) og andre miljømæssige problemstillinger (3 anm.). Desuden havde en mindre del af anmeldelserne et grundvidenskabeligt sigte (6 anm.) som fx undersøgelser af ændret metabolisme og effekter på mikrobiel diversitet.

**Tabel 2.** Genmodificerede egenskaber hos planter i nye EU forsøgsudsætninger 1.01. – 31.12. 2006. Da de fleste af forsøgsplanterne havde mere end én genmodificeret egenskab, er summen af procentandelene større end 100.

Indsatte eller ændrede egenskaber	Antal ansøgninger	Procentdel af forsøgsudsætninger
Herbicid-tolerance:		80
Glyphosat	70	
Glufosinat	56	
Imidazolinon	8	
Sulfonylurea	1	
Antibiotika-resistensmarkør		17
Kanamycin	15	
Neomycin	6	
Ampicillin	1	
Metabolske markører		4
Fluorescens	4	
GUS	1	
Indholdsstoffer		17
Kulhydrater, stivelse	11	
Lipider	5	
Proteiner, aminosyrer	3	
Andet (carotenoider, phenoler)	3	
Insekt-resistens, etc.		53
Bt-toksiner	68	
Proteinase-hæmmere	1	
Patogen-resistens		8
Svampe	6	
Virus	1	
Generelt	3	
Ændrede plante-egenskaber		9
Forhindret eller tidlig blomstring	3	
Fotosyntese eller stresstolerance	5	
Morfologi	2	
Biodetektion af landminer	1	

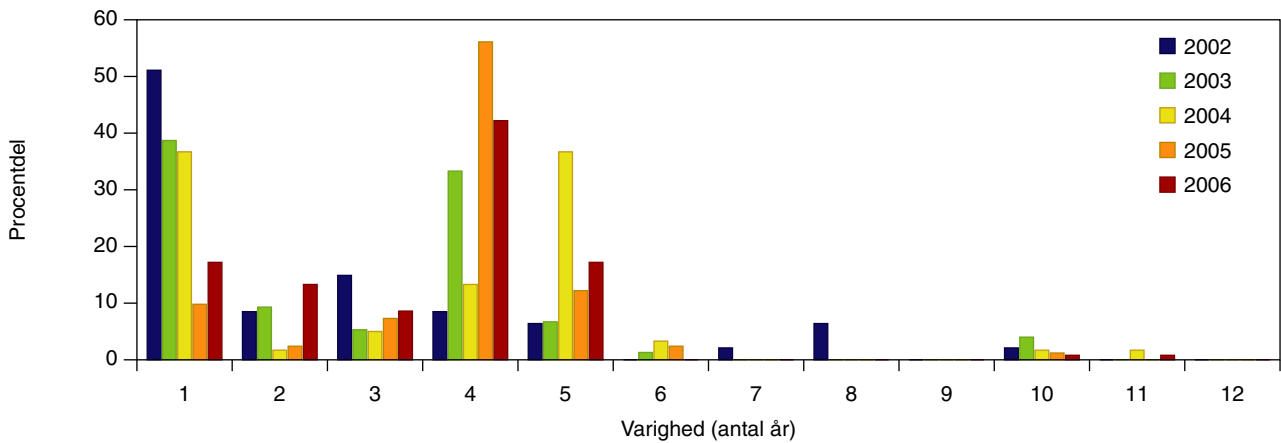
Hyppigheden af de forskellige genmodificerede egenskaber, der er anvendt, er vist i Tabel 2. Hovedparten af forsøgsudsætningerne er planter med modificeret herbicidtolerance, der foruden den landbrugsmæssige anvendelse også benyttes som markør-egenskab. Mere end halvdelen af planterne var gjort insektresistente ved hjælp af Bt-toksiner. Forsøg med GM-planter med nye indholdsstoffer (især kulhydrater) viser en svag stigning i forhold til 2005, hvor der dog var et fald i forhold til tidligere år. Andelen af planter med herbicidtolerance og insektresistens er bemærkelsesværdigt uændrede i forhold til sidste år. Der er dog en tydelig øgning af forsøg med ændrede planteegenskaber såsom forhindret blomstring og stresstolerance hos GM-planterne i 2006.

På grund af den usikkerhed der eksisterer om eventuel overførsel af resistente bakterier til dyr og mennesker, er det besluttet i EU at anvendelsen af antibiotikaresistens-markører, der kan have uønskede virkninger på menneskers sundhed og miljøet, skal være udfaset i nye forsøgsudsætninger inden udgangen af 2008. Fra 2005 måtte de ikke anvendes i nye markedsførings-sager. Anvendelsen af antibiotikaresistens-markører indgik i 17% af forsøgsplanterne i 2006, hvilket er uændret fra 2005. Anvendelsen af herbicidtolerance (inklusive markører) er også uændret fra 2005. Ud af de 123 forsøgsudsætninger med herbicidresistens var de 22% sager hvor egenskaben blev anvendt som markør.

Kun 19% af ansøgningerne omfattede planter med kun én genmodificeret egenskab, her overvejende glyfosat-tolerance. De fleste forsøgsplanter indeholder dog en kombination af flere forskellige egenskaber. Således havde 46% af planterne to indsatte egenskaber og 23% af planterne havde 3 indsatte egenskaber. Da der var anmeldt en del krydsninger mellem to eller tre GM-majssorter er der 15 forsøgsudsætninger i 2006 som har fire eller fem indsatte egenskaber (svarende til 12%).

Der har været en tendens til at antallet af egenskaber i GM-planterne er øget i de tre seneste år. Den almindeligste kombination var som i tidligere år, herbicidtolerance + insektresistens (53% af planterne).

Hovedparten af forsøgsudsætningerne i de seneste fem år har haft en varighed på op til 5 år. Der har dog været særlig mange forsøgsudsætninger af et, fire eller fem års varighed (Figur 2). Enkelte godkendelser er især tidligere givet med op til 10 eller maksimalt 16 års varighed. Den længere varighed af forsøgene stiller øgede krav til tilsyn og revurdering for de lokale myndigheder. Det er dog en væsentlig fordel at en længere forsøgsperiode giver bedre mulighed for at kunne påvise eventuelle uønskede langtidseffekter inden markedsføringen.



Figur 2. Varigheden af forsøgsudsætninger af GMP i nye ansøgninger fra perioden 2002 til 2006.

### 2.3 Risikovurdering og kommentering af danske forsøgsudsætninger

Når Danmark er ansøgerland er kravene til behandling af sagerne udvidet i forhold til udenlandske forsøgsudsætninger bl.a. med indhentning af yderligere oplysninger, muligheder for krav om miljørelevante undersøgelser og krav til indeslutning og efterbehandling af forsøgsarealer. Der var i 2006 i alt to nye anmeldelser om forsøgsudsætninger af GMP'er i Danmark:

1. En genmodificeret Gåsemad (*Arabidopsis thaliana*) fra firmaet ARESA, som producerer anthocyanin der gør planterne rødfarvede hvis der er sprængstof (NO<sub>2</sub>) i jorden.
2. En Alm. Rajgræs (*Lolium perenne* L.) fra firmaet DLF-Trifolium, som er genmodificeret til et forøget indhold af fruktan i bladene, der kan give en forbedret foderværdi for kvæget.

Der blev ikke foretaget andre markforsøg i Danmark i 2006. Der var dog forsøgsudsætninger i Skåne med den herbicidtolerante GM-majs NK603, som potentielt også vil kunne anvendes til dyrkning i Danmark (Martini, 2006).

### 3 Markedsføring af genmodificerede planter i EU

Når forsøgsudsætninger og sundhedsmæssige undersøgelser er gennemført, kan producenten indsende en ansøgning (anmeldelse) til det pågældende lands (kompetente) myndigheder om tilladelse til markedsføring i EU. Hvis en ansøgning om markedsføring af en GM-plante indsendes under udsætningsdirektivet (2001/18/EU) videregives den efter vurdering og kommentering og justering til EU-kommissionen og de øvrige medlemslande for en endelig afgørelse. Indsendes ansøgningen under Forordningen om GM-fødevarer og -foder bliver ansøgningen derimod straks videregivet til den Europæiske Fødevarer Sikkerhedsautoritet (EFSA) som gennemfører vurderingen. Herefter inddrages medlemslandene og EU-Kommissionen.

Alle sager bliver desuden sendt i offentlig høring og Folketinget bliver orienteret. I princippet er materialet i sagen offentligt tilgængeligt, men ansøgeren har mulighed for at holde dele af ansøgningen fortrolig af konkurrencemæssige hensyn. Myndighederne har dog altid fuld adgang til disse oplysninger, der også indgår i risikovurderingen.

#### 3.1 Risikovurdering af udenlandske markedsføringsansøgninger og kommentering af markedsførte GMPer

Når en ansøgning indsendes under udsætningsdirektivet foretages risikovurderingen på grundlag af det fuldstændige dossier med oplysninger om GM-planten. Det består af en standardiseret markedsføringsansøgning fra firmaet med et omfattende bilagsmateriale, samt en kopi af den vurderingsrapport de kompetente myndigheder i ansøgerlandet har udarbejdet. Hvis ansøgningen er mangelfuld, kan der om nødvendigt indhentes yderligere oplysninger fra ansøgeren via EU-kommissionen. Risikovurderingen følger kravene i det nye udsætningsdirektiv (2001/18/EU). Herunder foretages der en vurdering af om de foreslåede procedurer for mærkning, sporing og overvågning opfylder kravene i udsætningsdirektivet. En oversigt over aktuelle og tidligere sager under udsætningsdirektivet kan ses på:

[http://gmoinfo.jrc.it/gmc\\_browse.aspx?DossClass=0](http://gmoinfo.jrc.it/gmc_browse.aspx?DossClass=0).

Risikovurderingen af ansøgninger der indsendes under forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer foregår hos den Europæiske Fødevarer Sikkerhedsautoritet (EFSA). Som led i denne risikovurdering konsulterer EFSA miljømyndighederne i de enkelte medlemslande. Den miljømæssige del af vurderingen i Danmark foretages af Skov- og Naturstyrelsen på baggrund af DMUs økologiske risikovurdering og Plantedirektoratets landbrugsmæssige risikovurdering. Parallelt foretages en sundhedsmæssig vurdering af Fødevarer instituttet under DTU. Efter høring i alle EU-landene udarbejder EFSA en samlet indstilling til Kommissionen. Sager der behandles under forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer kan findes hos EFSA: [http://www.efsa.europa.eu/en/science/gmo/gm\\_ff\\_applications.html](http://www.efsa.europa.eu/en/science/gmo/gm_ff_applications.html).

DMUs risikovurdering af markedsføringsansøgninger bliver udført efter et standardiseret koncept, der er tilpasset ændringerne i udsætningsdirektivet 2001/18/EF. Efter et kort referat af anmeldelsen, bliver den umodificerede plantes biologi og dyrkningsforhold beskrevet. Derefter følger afsnit der omhandler de genmodificerede egenskaber i GM-planten som f.eks.: Bt-insektresistens virkemåde på målorganismene og eventuelle effekter på ikke-målorganismer eller virkningen af herbicidet for en herbicid-resistent plantes vedkommende. De specifikke oplysninger i anmeldelsen vedr. de indsatte transgener og deres expression gennemgås, og oplysninger om tidligere forsøgsudsætninger, markedsføring og dyrkning i EU eller globalt bliver anført. Anvendelsen af GM-planten (til dyrkning og/eller import og videreforarbejdning) og de håndteringsmæssige forholdsregler nævnes.

Når en anmeldelse bliver vurderet, indledes med en registrering af materialet set i relation til tidligere sager. Dernæst gennemgås anmeldelsen for at se, om der er de nødvendige informationer vedrørende genmodificerede egenskaber og anvendelse. Dette inkluderer også oplysninger om de specifikke krav til mærkning og overvågning (inklusive detektionsmetode). På baggrund af gennemgangen af oplysningerne i markedsføringsanmeldelsen med bilag samt øvrige relevante referencer foretages derefter selve den økologiske risikovurdering.

Risikovurderingsprocessen foregår i tre trin:

1. Først identificeres de egenskaber ved GM-planten, som kan medføre uønskede effekter på miljøet; f.eks. krydsninger med vilde slægtninge eller effekter på ikke-målorganismer.
2. Dernæst vurderes de potentielle konsekvenser for miljøet. I et eksempel med en insektresistent Bt-plante, hvor egenskaberne overføres til vilde slægtninge, vil de vilde planter blive mindre egnede som føde for planteædende insekter og GM-planten vil måske være giftig for andre planteædende insekter end målorganismene.
3. Til sidst estimeres sandsynligheden for at de uønskede effekter vil forekomme. Dette giver for hver identificeret økologisk effekt, størrelsen af den miljømæssige risiko:

$$\text{Risiko} = \text{sandsynlighed} \times \text{miljømæssige konsekvenser}$$

Risikoen, der normalt ikke umiddelbart kan kvantificeres i tal, bliver karakteriseret efter forventet omfang efter skalaen: ingen, ubetydelig, lille, moderat eller stor risiko.

Hvis det er vurderet, at der er ingen eller kun en ubetydelig lille risiko for at dyrkning af GM-planten har uønskede konsekvenser på naturen, vil den normalt kunne godkendes til markedsføring under forudsætning af at både den landbrugsmæssige og den sundhedsmæssige risikovurdering er positive. Det er således også nødvendigt, at der ikke er dyrkningsmæssige eller sundhedsmæssige problemer med GM-planten.

Hvis GM-planten anvendes til dyrkning, skal marken og evt. de nærmeste omgivelser overvåges, fx for at undersøge om der sker uønskede virkninger på ikke-målorganismer (fx øget dødelighed hos planter og dyr) i marken eller de nærmeste omgivelser. Overvågningen gør det muligt at efterprøve, om risikovurderingens konklusioner var rigtige (speci-

fik overvågning) samt at sikre en tidlig indgriben, hvis der skulle opstå uforudsete problemer (generel overvågning).

Resultaterne af DMUs økologiske risikovurdering sammenfattes i et konklusionsafsnit, hvor de vigtigste risici og begrundelser anføres sammen med eventuelle forslag til forebyggende indsatser som fx overvågning og supplerende dyrkningstiltag. Samtidig kan DMU i givet fald anføre om yderligere oplysninger og flere videnskabelige undersøgelser er nødvendige.

I løbet af 2006 blev der anmeldt fem nye sager til markedsføringsgodkendelse i EU under EFSA-direktivet, der også inkluderer at bestemmelserne i udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes (Tabel 3). Tre af anmeldelserne var til import, dyrkning og videreforarbejdning: En insektresistent og herbicidtolerant Majs samt en herbicidtolerant Sojabønne. Resten af anmeldelserne, en Majs og en Sojabønne, drejede sig kun om import og videreforarbejdning til foder eller fødevarer. Hovedkonklusionerne i DMUs økologiske risikovurderinger er vist i Tabel 3.

De danske indstillinger til nuværende eller tidligere anmeldelser under udsætningsdirektivet 2001/18/EF eller 1829/2003/EF kan søges på Folketingets hjemmeside

(<http://www.folketinget.dk/doc.aspx?/samling/20061/MENU/00000002.htm>).

Der er desværre for nærværende ikke adgang til de danske indstillinger på Skov- og Naturstyrelsens hjemmeside.

**Tabel 3.** Risikovurdering af genmodificerede planter anmeldt til markedsføring i EU 2006 under direktiv 1829/2003/EF til EFSA<sup>1</sup> som inkluderer at bestemmelserne i Udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes. Forekomst af antibiotikaresistensmarkørgener er ikke medtaget i tabellen.

Plantear, genetisk event	Genmodificerede egenskaber	Notifikations-nr, ansøgerland	Anvendelse	Økologisk risikovurdering, hovedkonklusioner <sup>1</sup>
Majs ( <i>Zea mays</i> ), 1507 x NK603	Insektresistent mod særlige sommerfuglelarver (Bt-toksin); herbicidtolerance (glufosinat og glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2005-17, England	Import, videreforarbejdning samt dyrkning	Ingen uønskede økologiske konsekvenser. Overvågning af forekomst i andre majspartier <sup>2</sup>
Majs ( <i>Zea mays</i> ), GA-21	Herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2005-19, England	Import og videreforarbejdning (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser. Overvågning af forekomst i andre majspartier <sup>2</sup>
Majs ( <i>Zea mays</i> ), NK603	Herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-NL-2005-22, Nederlandene	Import, videreforarbejdning samt dyrkning	Ingen uønskede økologiske konsekvenser. Overvågning af forekomst i andre majspartier <sup>2</sup>
Sojabønne ( <i>Glycine max</i> ), A2704-12	Herbicid-tolerance (glufosinat)	EFSA-GMO-NL-2005-18, Nederlandene	Import og videreforarbejdning (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser.
Sojabønne ( <i>Glycine max</i> ), 40-3-2fosat)	Herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-NL-2005-24, Nederlandene	Import, dyrkning og videreforarbejdning	Ingen uønskede økologiske konsekvenser.

<sup>1</sup>: Ansøgningerne til det Europæiske FødevarerSikkerhedsAutoritet (EFSA) ses på: [http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gm\\_ff\\_applications/catindex\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gm_ff_applications/catindex_en.html)

<sup>2</sup>: DMU vurderer at utilsigtet forekomst af GM-materiale i økologiske og andre ikke-genmodificerede majsfrøpartier bør overvåges.



Der er i perioden fremkommet nye oplysninger på flere af de afventende markedsføringssager, forsøgsudsætninger, og andre dokumenter. DMU har således fremsendt kommentarer til Skov- og Naturstyrelsen på i alt 17 henvendelser vedrørende:

- Bt-Bomuldshybriden 281-24-236x3006-210-23 (C/NL/04/01) og (EF-SA/GMO/NL/2005/16) dels angående molekylær karakterisering og dels en opdateret risikovurdering.
- Tre forespørgsler vedr. økologi og anvendelse af mange forskellige linier til en ansøgning fra ARESA om forsøgsudsætning af genmodificeret Gåsemad.
- Indledende forespørgsel samt to supplerende kommentarer til anmeldelsen om forsøgsudsætning af genmodificeret Rajgræs.
- Herbicidtolerant Majs NK603 (C/ES/00/01) angående overvågning ved dyrkning og effektiviteten af kontrolprocedurer for sameksistens.
- Glufosinat-tolerant T25-Majs og Bt-Majs MON810 angående nye oplysninger fra Østrig vedrørende argumenter til grundlag for at ændre vurderingen af beskyttelsesniveauet.
- Glyfosat-tolerant Raps GT-73 (C/NL/98/11) angående muligheden for at nedlægge et nationalt forbud i Østrig på baggrund af nye oplysninger der ændrer den tidligere risikovurdering.
- Hvorvidt nye oplysninger fra Ungarn vedr. MON810 Bt-Majs giver begrundet formodning om at GMO'en udgør en risiko for menneskers sundhed eller miljøet, således at Ungarn har grund til at begrænse eller forbyde brug og/eller salg af GMO'en.
- Violet Havenelike 123.2.38x123.2.2 (C/NL/04/02) angående nye oplysningerne om forekomsten af Open Reading Frames og eventuelle toksiske effekter af forskellige genskvenser samt af ALS-proteinet.

De kommenterede sager er alle registreret i en DMU-database over markedsføring og andre forespørgsler.

### **3.2 Risikovurdering af danske markedsføringsansøgninger**

Vurderingen foretages på grundlag af det fuldstændige dossier med alle oplysninger om GM-planten efter samme principper som beskrevet under de udenlandske markedsføringsansøgninger. Der kan om nødvendigt indhentes yderligere oplysninger fra ansøgeren. Der har i 2006 ikke været nogen nye danske markedsføringssager til behandling eller nye oplysninger til kommentering.

### **3.3 Øvrige kommentarer**

DMU har i 2005 yderligere fremsendt kommentarer til Skov- og Naturstyrelsen vedr. fire OECD konsensusdokumenter om Bt- og HT-planter samt Brassica, to dokumenter om kumulative langtidseffekter og monitoring samt et rammenotat vedr. EFSA-procedurer for GMO.

## 4 Dyrkning af genmodificerede planter

De dyrkede arealer med GM-planter viste igen i 2006 en betydelig stigning (13%) på verdensplan til i alt ca. 102 mil. ha. I EU blev der i 2006 dyrket GM-afgrøder i seks lande, heraf i alt mere end 68.000 ha Bt-majs.

### 4.1 Globale tendenser for dyrkning af GM-afgrøder i 2006

Der blev dyrket GM-afgrøder i 22 lande i 2005, hvilket er et land mere (Slovakiet) end sidste år (James 2006). Disse afgrøder blev dyrket i 11 industrilande og 11 udviklingslande, hvoraf mere end en tredjedel blev dyrket i de fem udviklingslande: Argentina, Brasilien, Indien, Kina og Paraguay (Tabel 4). I alt blev der dyrket GM-afgrøder på 102 mil. ha i 2006 sammenlignet med 52,6 mil. ha i 2001 og 1,7 mil. ha i 1996. Indien har overhalet Kina og er nu på en 5te plads i listen over de vigtigste GM-dyrkningslande. Der har også været en kraftig stigning af dyrkningsarealet i Sydafrika.

**Tabel 4.** Arealer med GM-afgrøder i de ti vigtigste dyrkningslande. Afgrøder med de største arealer er nævnt først. (Kilde: James 2006).

Land	Areal (mil. ha)	GM-afgrøder
USA	54,6	Sojabønne, majs, bomuld, raps, squash, papaya, lucerne
Argentina	18,0	Sojabønne, majs, bomuld
Brasilien	11,5	Sojabønne, bomuld
Canada	6,1	Raps, majs, sojabønne
Indien	3,8	Bomuld
Kina	3,5	Bomuld
Paraguay	2,0	Sojabønne
Sydafrika	1,4	Majs, sojabønne, bomuld
Uruguay	0,4	Sojabønne, majs
Filippinerne	0,2	Majs
Øvrige (12 lande)	0,5	Majs, bomuld, sojabønne, ris

GM-afgrøderne bestod i 2006 til 99% af: Sojabønne (58,6 mil. ha), majs (25,2 mil. ha), Bomuld (13,4 mil. ha) og Raps (4,8 mil. ha). Genmodificeret Lucerne blev dyrket kommercielt for første gang i 2006 i USA.

### 4.2 Dyrkning af GM-afgrøder i EU

Der blev dyrket Bt-majs i fem EU-lande i 2006: Spanien, Portugal, Frankrig, Tjekkiet, Tyskland og Slovakiet (GMO Compass 2007). Specielt i Spanien, hvor knap 16% af majsproduktionen er genmodificeret, er der store dyrkningsarealer (Tabel 5). De dyrkede GM-majs er alle af linien MON810 krydset med forskellige andre dyrknings sorter, som dermed alle bliver resistente mod larveangreb fra kornborer-billen. Der ses en markant forøgelse af dyrkningsarealerne fra 2005 til 2006 (Tabel 5). Langt det meste af den genmodificerede Majs bliver anvendt til dyrefoder. Desuden blev der igen i 2006 dyrket genmodificeret Soja i Rumænien (ca. 130.000 ha).

**Tabel 5.** Dyrkningsarealer (ha) i EU med Bt-majs i 2005 og 2006. Kilde: GMO Compass 2007.

Land	2005	2006
Spanien	50.000	60.000
Frankrig	500-1.000	5.000
Portugal	780	1.250
Tjekkiet	300	1.290
Tyskland	400	950
Slovakiet	-	30
I alt:	Ca. 52.000	68.520

Foruden MON810 er to andre GM-majs samt to GM-Raps for nærværende tilladte til dyrkning i EU (Tabel 6).

På Kommissionens officielle hjemmeside er følgende godkendt under direktiv 2001/18/EC:

[http://ec.europa.eu/environment/biotechnology/authorised\\_prod\\_2.htm](http://ec.europa.eu/environment/biotechnology/authorised_prod_2.htm)

En samlet oversigt over eksisterende produkter, der er godkendt til import og anvendelse som foder eller fødevarer kan ses på GMO Compass (<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>).

**Tabel 6.** Godkendte GM-planter til dyrkning og markedsføring i EU i 2006.

	"Event"	Egenskaber	Firma
Majs	Bt176 *	Insektresistent	Syngenta
Majs	MON810	Insektresistent	Monsanto
Majs	T25	Herbicidtolerant	Bayer
Raps	MS1xRF2 *	Hansteril, herbicidtolerant	Bayer
Raps	MS1xRS1 *	Hansteril, herbicidtolerant	Bayer

\*: De to hansterile og herbicidtolerante Raps samt Bt176-Majsen er i april 2007 blevet trukket tilbage fra markedet, da producenten har valgt ikke at søge om forlængelse af godkendelsen ( Europaudvalget, 2007).

## 5 Ny forskning i risici og effekter af genmodificerede planter

DMUs forskning vedrørende genmodificerede planter er primært knyttet til rådgivningsopgaven i forhold til Skov- og Naturstyrelsen samt deltagelsen i nationale og internationale forskningsprojekter.

### 5.1 Resultaterne af ECOGEN-projektet ved Paul Henning Krogh

ECOGEN-projektet under EUs 5.-rammeprogram blev afsluttet i 2006. Projektets formål har været at frembringe vigtige oplysninger til den økologiske risikovurdering under Udsætningsdirektivet (2001/18/EF) samt at rådgive landmænd og befolkning om de mulige økologiske konsekvenser af GM-afgrøder og den ændrede landbrugspraksis. Fokus var på undersøgelser af mulige effekter af GMP'er på jordbundsøkosystemet, som svar på EU's udbudsmateriale i Quality of Life programmet i 2001, som bl.a. omhandlede bæredygtigt jordbrug. Projektet har resulteret i udgivelsen af en lang række publikationer. (<http://www.ecogen.dk/results/Publications/>).

#### 5.1.1 Metodisk tilgang

ECOGEN-projektet er et eksempel på realiseringen af en omfattende effektvurdering for jordbundsøkosystemet som tager højde for forskelle i europæiske klimazoner og landbrugsdyrkningsystemer. Tilgangen til at belyse effekter var klassisk anvendt økotoksikologi med en kombination af enkeltartstests, væksthushorsøg og feltforsøg.

#### 5.1.2 *Bt*-majs i laboratorietests

Der kunne ikke påvises effekter af *Bt*-majs på regnorme, protozoer, nematoder og collemboler. Dette resultat stemmer overens med andre undersøgelser og oplysninger fra litteraturen. Det er metodisk vanskeligt at gennemføre realistiske enkeltartstests med *Bt*-majs plantemateriale. En collembolart (*Protaphorura armata*) som kendetegnes ved at kunne æde rødder blev valgt som testdyr i meget simple Petriskåle-tests, hvor den fik rødder med *Bt*-toksin til føde. Ligeledes blev formering og vækst af grå orm (*Aporrectodea caliginosa*) undersøgt i jord med snittet majs, som den sandsynligvis har ædt af. Effekten af rent oprenset *Bt*-toksin blev testet overfor protozoer og nematoder, for at sikre en optimal eksponering.

**Figur 3.** Væksthusforsøg med genmodificeret Bt-majs blev foretaget for at undersøge effekter på jordbundsfaunaen og sammenligne med effekterne ved dyrkning af en tilsvarende ikke-genmodificeret majs.



### 5.1.3 Sortseffekter

Det har været påpeget, ikke mindst fra industriens side, at observerede effekter af GMP'er kunne skyldes alt andet end netop egenskaber hidrørende fra indsatte gener. Da sammenligningen af effekter nødvendigvis må foretages overfor en kontrol bør denne være den isogene sort, dvs. med absolut samme genom som det transformerede genom, med undtagelse af indsatte gener. Det er i praksis ikke muligt teknisk at opnå denne identitet, men en nær-isogen sort vil normalt kunne findes. Vi har derfor testet 8 forskellige Bt-majssorter og deres nær-isogene sort (dvs. den umodificerede sort hvis genom er mest identisk med Bt-sorterne) i laboratorie- og væksthushusforsøg. Konklusionen for nematoder og det mikrobielle samfund er at de ikke påvirkes af Bt-majs, men at der er signifikante sortseffekter.

### 5.1.4 Bt-majs feltforsøg

Bt-majs med event MON810 blev undersøgt over en periode på 4 år i feltforsøg i Danmark samt i Nord- og Sydfrankrig. Der anvendtes sorter leveret af Monsanto, som passede til de lokale klimatiske forhold. Der sås generelt ikke effekter på jordbundsfaunaen, som klart kunne tilskrives Bt-majsen, men der var tilfælde af effekter, som kan stamme fra forskelle mellem sorterne. Der sås eksempelvis signifikante forskelle mellem to konventionelle majssorter på populationstætheden af nematoder.

### 5.1.5 Herbicid tolerant majs

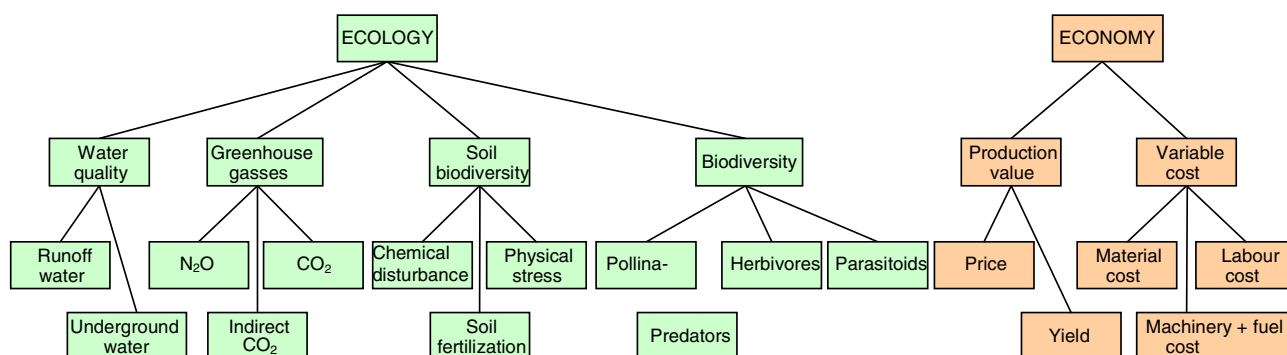
Den herbicid-tolerante majs LibertyLink er resistent overfor glufosinat-ammonium, aktivstoffet med bredspektret virkning i sprøjtemiddelprodukter som Liberty og Basta. Mens der ikke er påvist effekter af selve den genmodificerede majsplante kunne effekten af glufosinat-ammonium tænkes at have utilsigtede negative effekter. Den høje kon-

centration af ammonium i plantevævet hos ikke-resistent ukrudt ville formodentlig ikke være attraktiv for regnorme, og hvis de æder sprøjtede planterester vil de formodentlig være giftige. Uanset om dette kunne forklare toksiske effekter af sprøjtning med Basta blev regnorme og springhaler påvirket i den Basta-tolerante afgrøde. Det er også muligt at glutamin-manglen kan give symptomer på forgiftning, som det er set hos sommerfuglelarver.

Forsøgene med en herbicidtolerant majs er således et standardeksempel på hvorledes de medfølgende ændringer i landbrugspraksis bør inkluderes i risikovurderingen og ikke kun selve den genmodificerede plantes egenskaber set isoleret. Men selvfølgelig bør mulige pleiotropiske effekter også inddrages.

### 5.1.6 Dyrkningssystemer med GM-afgrøder

Som en integrerende aktivitet i ECOGEN projektet er der udviklet computer-baserede beslutningsstøtte-systemer (DSS) til vurdering af indflydelsen af GM-afgrøder både på markniveau og på regionalt niveau. Projektdeltagerne har haft rollen som domæneeksperter indenfor hhv. økonomi, dyrkningspraksis og økologi. De har derved bidraget med ekspertise til en kvalitativ multi-attribut model til bedømmelse af økologiske og økonomiske konsekvenser af GM- og non-GM majsafgrøder indenfor en dyrkningssæson. Modellen er en ex-ante model hvor elementerne i beslutningsprocessen er opsamlet i programmet DEXi. I figur 4 er den overordnede struktur i modellen skitseret. Dyrkningssystemerne er beskrevet ved fire egenskaber: (1) afgrøde undertype, (2) regional and drift niveauet, (3) plantebeskyttelse og plantedyrkningsstrategier samt (4) forventet udbytte. Vurderingen af dyrkningssystemet er baseret på fire økologiske og to økonomiske indikatorer: biodiversitet, jordbunds-biodiversitet, vandkvalitet, drivhusgasser, variable omkostninger og produktionens værdi. Hele vurderingen af dyrkningssystemet er styret af ekspert-definerede regler. Ud over evalueringen af dyrkningssystemet, leverer modellen konsekvensevurderinger ved ændringer i de enkelte dyrkningssystemelementer. Desuden kan identifikation af fordele og ulemper i specifikke systemer, danne forbedrede variationer af eksisterende systemer.



Figur 4. De øverste niveauer i beslutningsstøttemodellen DEXi til vurdering af økonomiske og økologiske effekter af Bt-majs.

Et andet eksempel på anvendelse af DEXi modelværktøjet er ESQI modellen ([www.ecogen.dk/esqi](http://www.ecogen.dk/esqi)), som ud fra input om jordbundsbiologiske parametre leverer en jordkvalitets-indikatorværdi fra dårlig, 1, til god, 5. Når modellen blev afprøvet på data fra ECOGEN's egne feltlokaliteter, viste det sig at jordkvaliteten ikke blev ændret som følge af *Bt*-afgrøder eller pløjeteknikker.

## 5.2 Andre relevante DMU-projekter

Projektet SIGMEA (<http://sigmea.dyndns.org/>) under EU's 5. ramme-program for forskning og teknologisk udvikling der afsluttes i 2007 har til formål er at udvikle redskaber til håndtering af de økologiske og økonomiske påvirkninger af GM-afgrøder i Europa. DMUs arbejde har her specielt været at udvikle og validere modeller for genspredning.

Projektet "Langtidseffekter af herbicidtolerante GM-afgrøder" (<http://www.agrsci.dk/herbtol/Rapporter/2005.xml>) har til formål at undersøge langtidseffekter af forskellige sprøjtestrategier på flora og fauna med herbicidtolerante GM-afgrøder i sædskiftet. Desuden indgår sociologiske undersøgelser af landmandens sprøjtepraksis. Projektet afsluttes i 2007 og en rapport med projektets resultater bliver publiceret af Miljøstyrelsen i 2008.

Risikovurderingsgruppen har i perioden deltaget i en række forskellige konferencer og møder, der var relevante for arbejdet: En EU-ekspertgruppe om overvågning, workshops om miljømæssige risici og sikkerhed af GM-planter, netværk under SJVF for forskere som arbejder med GMP samt deltagelse i styregruppen for EU-projektet ECOGEN (se ovenfor).

Desuden er der udviklet en sameksistensmodel der indikerer at den samlede effekt af flere forskellige spredningsmåder fra frøproduktion til distribution bliver mindre end almindeligvis antaget (Damgaard et al., 2006).

DMU deltager med nationale eksperter i "Biosafety Clearing House" under Cartagena-protokollen om biosikkerhed (<http://www.sns.dk/biosafety/english/experts.htm>).

Flere oplysninger om DMUs forskningsaktiviteter vedrørende genmodificerede planter kan findes på siden: <http://www.dmu.dk/Samfund/Bioteknologi+og+GMO/Gensplejede+planter/>.



## 6 Publikationer og referencer

DMU publikationer om GM-planter, risikovurdering og sameksistens i 2006 inklusive bidrag fra ECOGEN-projektet ved Paul Henning Krogh

Bohanec, M., Cortet, J., Griffiths, B., Žnidaršič, M., Debeljak, M., Caul, S., Thompson, J., Krogh, P.H., In Press. A qualitative multi-attribute model for assessing the impact of cropping systems on soil quality. *Pedobiologia* In Press. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.03.006>.

Cortet, J., Andersen, M.N., Caul, S., Griffiths, B., Joffre, R., Lacroix, B., Sausse, C., Thompson, J., Krogh, P.H., 2006a. Decomposition processes under Bt (*Bacillus thuringiensis*) maize: Results of a multi-site experiment. *Soil Biology & Biochemistry* 38, 195-199. Available from.

Cortet, J., Griffiths, B.S., Bohanec, M., Demšar, D., Andersen, M.N., Caul, S., E. Birch, A.N., Pernin, C., Tabone, E., de Vaufleury, A., Ke, X., Krogh, P.H., In Press. Evaluation of effects of transgenic Bt maize on microarthropods in a European multi-site experiment. *Pedobiologia* In Press. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.04.001>.

Cortet, J., Joffre, R., Elmholt, S., Coeurdassier, M., Scheifler, R., Krogh, P.H., 2006b. Interspecific relationships among soil invertebrates influence pollutant effects of phenanthrene. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25, 120–127.

Damgaard, C., Kjellsson, G., & Haldrup, C. 2006: Prediction of the combined effect of various GM contamination sources of seed: A case study of oilseed rape under Danish conditions. *Acta Agr. Scand. Sect. B-Soil Pl.*, in press.

de Vaufleury, A., Kramarz, P.E., Binet, P., Cortet, J., Caul, S., Andersen, M.N., Plumey, E., Coeurdassier, M., Krogh, P.H., In Press. Exposure and effects assessments of Bt-maize on non-target organisms (gastropods, microarthropods, mycorrhizal fungi) in microcosms. *Pedobiologia* In Press. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.04.005>.

Demšar, D., Džeroski, S., Debeljak, M., Krogh, P.H., 2006a. Predicting aggregate properties of soil communities vs. community structure in an agricultural setting. In: Tochtermann, K., Scharl, A. (Eds.). *Managing environmental knowledge: EnviroInfo 2006: Proceedings of the 20th International Conference on Informatics for Environmental Protection*. Aachen: Shaker Verlag, Graz, Austria, pp. 295-302.

Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A.N.E., Cortet, J., Andersen, M.N., Krogh, P.H., In Press. Microbial and microfaunal community structure in cropping systems with genetically modified plants. *Pedobiologia* In Press. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.04.002>.



Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A.N.E., Scrimgeour, C., Cortet, J., Foggo, A., Hackett, C.A., Krogh, P.H., 2006. Soil microbial and faunal community responses to Bt-maize and insecticide in two soils. *J Environ Qual* 35, 734-741. Available from:  
<http://jeq.scijournals.org/cgi/content/abstract/35/3/734>

Griffiths, B.S., Heckmann, L.H., Caul, S., Thompson, J., Scrimgeour, C., Krogh, P.H., 2007. Varietal effects of eight paired lines of transgenic Bt maize and near-isogenic non-Bt maize on soil microbial and nematode community structure. *Plant Biotechnology Journal* 5, 60-68.

Heckmann, L.H., Griffiths, B.S., Caul, S., Thomson, J., Pusztai-Carey, M., Moar, W.J., Andersen, M.N., Krogh, P.H., 2006. Consequences for *Protaphorura armata* (Collembola: Onychiuridae) following exposure to genetically modified *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize and non-Bt maize. *Env. Poll.* 142, 212-216.

Kjellsson, G. (2006) Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2005: Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager. Faglig rapport fra DMU, nr. 574.

Krogh, P.H., Cortet, J., Bohanec, M., Scatasta, S., Griffiths, B.S., Gomot-De Vaufleury, A., Caul, S., Birch, A.N.E., Andersen, M.N., Sausse, C., Fernandez, S., Wesseler, J., 2007. ECOGEN - Soil ecological and economic evaluation of genetically modified crops. *The Parliament Magazine*, p. 54.

Krogh, P.H., Griffiths, B., Demšar, D., Bohanec, M., Debeljak, M., Andersen, M.N., Sausse, C., Birch, A.N.E., Caul, S., Holmstrup, M., Heckmann, L.-H., Cortet, J., In Press. Responses by earthworms to reduced tillage in herbicide tolerant maize and Bt maize cropping systems. *Pedobiologia* In Press. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.04.003>.

Vercesi, M.L., Holmstrup, M., Krogh, P.H., 2006. Effects of *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants on life-history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*. *Applied Soil Ecology* 32, 180-187. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.07.002>

Øvrige referencer i teksten

Damgaard, C., Kjellsson, G., Kjær, C. & Strandberg, B. 2005: Genmodificerede planter. 2. udg. Hovedland. - MiljøBiblioteket 7: 88 s. Findes på:  
[http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_miljobib/rapporter/MB07.pdf](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_miljobib/rapporter/MB07.pdf)

Europaudvalget (2007): Notat til folketingets europaudvalg om tilbage-  
trækning fra markedet af genetisk modificeret majs Bt176 og deraf afledte  
produkter; hybrid raps Ms1xRf1 og deraf afledte produkter; hybrid  
raps Ms1xRf2 og deraf afledte produkter; Topas 19/2 raps og deraf af-  
ledte produkter samt af produkter afledt af majs GA21xMON810.  
<http://www.folketinget.dk/samling/20061/almdel/EUU/Bilag/253/356916.pdf>

GMOCCompass (2007): Commercial GM Crop Production in EU.  
<http://www.gmo-compass.org>

Martini, J. (2006): Gensplejset majs på vej til nordiske marker. In-  
geniøren, torsdag 11.05.2006.  
<http://ing.dk/article/20060511/FOEDEVARER/105120133>

James, C. (2006): Global status of commercialized biotech/GM crops:  
2006. *ISAAA Brief* 35-2006.

## **DMU Danmarks Miljøundersøgelser**

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle DMU's udgivelser fx videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114

Direktion  
Personale- og Økonomisekretariat  
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Systemanalyse  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Arktisk Miljø

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsovej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 8920 1400  
Fax: 8920 1414

Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi  
Afdeling for Ferskvandsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønne  
Tlf.: 8920 1700  
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

## Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, [www.dmu.dk/Udgivelser/](http://www.dmu.dk/Udgivelser/), finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

### Nr./No. 2007

- 613 PAH i muslinger fra indre danske farvande, 1998-2005. Niveauer, udvikling over tid og vurdering af mulige kilder. Af Hansen, A.B. 70 s.
- 612 Recipientundersøgelse ved grønlandske lossepladser. Af Asmun, G. 110 s.
- 611 Projection of Greenhouse Gas Emissions – 2005-2030. By Illerup, J.B. et al. 187 pp.
- 610 Modelling af fordampning af pesticider fra jord og planter efter sprøjtning. Af Sørensen, P.B. et al. 41 s.
- 609 OML : Review of a model formulation. By Rørdam, H., Berkowicz, R. & Løfstrøm, P. 128 pp.
- 608 PFAS og organotinforbindelser i punktkilder og det akvatiske miljø. NOVANA screeningsundersøgelse. Af Strand, J. et al. 49 s.

### Nr./No. 2006

- 607 Miljøtilstand og udvikling i Viborgsøerne 1985-2005. Af Johansson, L.S. et al. 55 s.
- 606 Landsdækkende optælling af vandfugle, januar og februar 2004. Af Petersen, I.K. et al. 75 s.
- 605 Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 2005. Af Johansen, P. et al. 101 s.
- 604 Annual Danish Emission Inventory Report to UNECE. Inventories from the base year of the protocols to year 2004. By Illerup, J.B. et al. 715 pp.
- 603 Analysing and synthesising European legislation in relation to water. A watersketch Report under WP1. By Frederiksen, P. & Maenpaaa, M. 96 pp.
- 602 Dioxin Air Emission Inventory 1990-2004. By Henriksen, T.C., Illerup, J.B. & Nielsen, O.-K. 88 pp.
- 601 Atmosfærisk kvælstofbelastning af udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt. Af Geels, C. et al. 67 s.
- 600 Assessing Potential Causes for the Population Decline of European Brown Hare in the Agricultural Landscape of Europe – a review of the current knowledge. By Olesen, C.R. & Asferg, T. 30 pp.
- 599 Beregning af naturtilstand ved brug af simple indikatorer. Af Fredshavn, J.R. & Ejrnæs, R. 93 s.
- 598 Klimabetingede effekter på marine økosystemer. Af Hansen, J.L.S. & Bendtsen, J. 50 s.
- 597 Vandmiljø og Natur 2005. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. Af Boutrup, S. et al. 50 s.
- 596 Terrestriske Naturtyper 2005. NOVANA. Af Bruus, M. et al. 99 s.
- 595 Atmosfærisk deposition 2005. NOVANA. Af Ellermann, T. et al. 64 s.
- 594 Landovervågningsoplande 2005. NOVANA. Af Grant, R. et al. 114 s.
- 593 Smådyrfaunaens passage ved dambrugsspærringer. Af Skriver, J. & Friberg, N. 33 s.
- 592 Modelling Cost-Efficient Reduction of Nutrient Loads to the Baltic Sea. Model Specification Data, and Cost-Fynctions. By Schou, J.S. et al. 67 pp.
- 591 Økonomiske konsekvenser for landbruget ved ændring af miljøgodkendelsen af husdyrbrug. Rapport fra økonomiudredningsgruppen. Af Schou, J.S. & Martinsen, L. 55 s.
- 590 Fysisk kvalitet i vandløb. Test af to danske indices og udvikling af et nationalt indeks til brug ved overvågning i vandløb. Af Pedersen, M.L. et al. 44 s.
- 589 Denmark's National Inventory Report – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1990-2004. Emission Inventories. By Illerup, J.B. et al. 554 pp.
- 588 Agerhøns i jagtsæsonen 2003/04 – en spørgebrevsundersøgelse vedrørende forekomst, udsætning, afskydning og biotoppleje. Af Asferg, T., Odderskær, P. & Berthelsen, J.P. 47 s.
- 587 Målinger af fordampning af pesticider fra jord og planter efter sprøjtning. Af Andersen, H.V. et al. 96 s.
- 586 Vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser af Kommissionens temastrategi for luftforurening. Af Bach, H. et al. 88 s.
- 585 Miljøfremmede stoffer og tungmetaller i vandmiljøet. Tilstand og udvikling, 1998-2003. Af Boutrup, S. et al. 140 s.
- 584 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2005. By Kemp, K. et al. 40 pp.

*[Tom side]*

Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2006. Formålet med aktiviteterne er, foruden at foretage forskning, at understøtte Skov- og Naturstyrelsens myndighedsopgave med ekspertise vedrørende de økologiske effekter og konsekvenser af GMP.

Der blev startet 129 nye forsøgsudsætninger i EU i 2006 med 14 forskellige plantearter, hvoraf de fleste var herbicidtolerante (80 %) eller insektresistente (53 %). Antibiotikaresistens-markører indgik i 17 % af forsøgsplanterne i 2006 ligesom i 2005. I Danmark var der to nye forsøgsudsætninger: En Gåsemad der kan finde sprængstof i jorden samt en Rajgræs med øget kulhydratindhold til foderanvendelse.

Ansøgninger om markedsføring til dyrkning i EU behandles efter Udsætningsdirektivet 2001/18/EF eller efter reglerne i Forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer, 1829/2003/EF der dog inkluderer reglerne i Udsætningsdirektivet. Risikoen for uønskede miljømæssige effekter vurderes som de miljømæssige Konsekvenser x Sandsynlighed for at de vil ske. Der var kun fem nye markedsførings-ansøgninger i EU i 2006: to herbicidtolerante majs, én insektresistent og herbicidtolerant majs samt to herbicidtolerante sojabønner. DMU konkluderede i alle sagerne at der ikke forventes nogen uønskede økologiske konsekvenser. Desuden kommenterede DMU 17 forespørgsler fra SNS vedr. nye oplysninger i tidligere anmeldte markedsførings-sager bl.a. vedrørende Bt-Bomuld, Bt-Majs og HT-Raps samt opfølgende spørgsmål vedr. GM-Gåsemad og -Rajgræs.

På verdensplan blev der i 2006 dyrket ca. 102 mil. ha. GM-afgrøder, som overvejende bestod af herbicidtolerant (HT) sojabønne, Bt- og HT-majs og -bomuld samt HT-raps. I EU blev der i 2006 dyrket ca. 70.000 ha med Bt-majs af linien MON810 i Spanien, Frankrig, Portugal, Tjekkiet, Tyskland og Slovakiet.

ECOGEN-projektet, der er iværksat af DMU, blev afsluttet med en række videnskabelige artikler med resultaterne af felt- og laboratorieundersøgelser af effekter af Bt-majsen MON810 på jordbundsøkosystemet. Der var ingen effekter af Bt-toksinet i majsens jordbundsfauna. Der er udviklet et beslutningsstøttesystem til vurdering af økologiske og økonomiske effekter.