



Skov & Landskab

Pyntegrøntserien  
nr. 19 • 2002

# Plantebeskyttelse i skovbruget

Paul Christensen og Claus Jerram Christensen (red.)



Miljøministeriet  
Forskningscentret for Skov & Landskab

**Rapportens titel**

Plantebeskyttelse i skovbruget

**Forfattere/redaktører**

Paul Christensen og Claus Jerram Christensen (red.)

**Udgiver**

*Skov & Landskab* (FSL)

**Serietitel, nr.**

Pyntegrøntserien nr. 19-2002

**Ansvarshavende redaktør**

Niels Elers Koch

**Dtp**

Karin Kristensen

**Bedes citeret**

*Forfatter, Kapitletitel* (2002) I: Christensen, P. & Christensen, C.J. (red.) (2002): Plantebeskyttelse i skovbruget. Pyntegrøntserien nr. 19, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm, 2002. 199 s. ill.

**ISBN**

87-7903-149-8

**ISSN**

0907-0354

**Tryk**

Kandrup's Bogtrykkeri, 2100 København Ø

**Oplag**

700 eks.

**Pris**

350 kr.

**Forsidefoto**

Claus Jerram Christensen

**Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse**

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af *Skov & Landskabs* navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

**Rapporten kan bestilles på**

[www.skovoglandskab.dk/publikationer](http://www.skovoglandskab.dk/publikationer)

**eller ved henvendelse til**

Samfundslitteratur KVL-bogladen

Thorvaldsensvej 40

DK-1871 Frederiksberg C

Tlf. 3535 7622

Fax 3535 2790

E-mail [sl@sl.cbs.dk](mailto:sl@sl.cbs.dk)

# Forord

Formålet med denne rapport er at give en status over mulighederne for planteværn i skovbruget og herunder også i juletræs- og pyntegrøntdyrkingen. Der er helt bevidst foretaget en afgrænsning, så områder som forstplanteskoler, grønne områder og andre beslægtede områder ikke er medtaget i rapporten. Disse områder fortjener med tiden at få udarbejdet egne publikationer.

Rapporten giver med sin statusopgørelse et billede af situationen i dag inden for både kemisk og ikke-kemisk bekæmpelse og afværgning på en række områder. Især inden for de kemiske bekæmpelsesmidler sker der en hurtig udvikling - gammelkendte midler udgår, og nye, ukendte midler kommer til i stedet. Rapporten vil derfor på en række punkter kun have en tidsbegrænset aktualitet, hvorfor det i en række afsnit er tilstræbt mere at beskrive principper end detaljer ved f.eks. de enkelte bekæmpelsesmidler. For detaljer om sådanne emner må der henvises til opdaterede udgaver af sprøjteblade og andre former for vejledninger.

Rapporten er i første række tænkt som en lærebog, der giver en hurtig indføring i emnet planteværn, til brug ved de forskellige skovbrugsuddannelser. Herudover vil den henvende sig både til skov- og juletræsdyrkere, som kan anvende den som håndbog og opslagsbog ved siden af andre mere specialiserede værker til f.eks. bestemmelse af ukrudtsarter, skadedyr m.v.

Denne rapport har haft flere forgængere, hvoraf den sidste, »Skovsprøjtning '82« blev udgivet af Skovteknisk Institut i 1982. Siden 1989, hvor denne rapport blev udsolgt, har der været følt et behov for en efterfølger, som først nu ser dagens lys.

Der skal her rettes en tak til den række medforfattere, både private og fra forskellige forskningsinstitutioner, som hver har bidraget med større eller mindre afsnit til rapporten. Følgende virksomheder har været involveret i rapportens udarbejdelse: Danmarks JordbrugsForskning, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Forskningscentret for Skov & Landskab, Miljøstyrelsen og PC-Consult.

En særlig tak skal rettes til Carlsen-Langes Legatstiftelse, der har medvirket til, at det økonomisk kunne lade sig gøre at udføre dette projekt.



# Indhold

<b>Forord</b>	<b>3</b>
<b>Indhold</b>	<b>5</b>
<b>1. Plantebeskyttelsesmidler - lovgivning, administration og politik</b>	<b>11</b>
1.1 Indledning	11
1.2 Ældre lovgivning og administration	11
1.3 Dansk lovgivning og EU-regler	12
1.3.1 Direktiv 91/414 om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler	12
1.3.2 Direktivets seks bilag	13
1.3.3 Datakrav	13
1.3.4 Vurdering af aktivstoffer	14
1.3.5 Vurdering af plantebeskyttelsesmidler	14
1.3.6 Direktivets overgangsregler	15
1.4 Ansøgning om godkendelse af et plantebeskyttelsesmiddel	15
1.5 Afprøvning og effektivitet	16
1.6 Vurderingsgrundlag	16
1.7 Sundhedsmæssig vurdering af plantebeskyttelsesmidler	17
1.7.1 Datakrav for aktivstof og middel	18
1.7.2 Vurdering af sundhedsmæssige effekter	19
1.7.3 Sundhedsmæssig sammenfatning	20
1.8 Miljømæssig vurdering af plantebeskyttelsesmidler	20
1.8.1 Datakrav for aktivstoffet	20
1.8.2 Vurdering af miljømæssige effekter	21
1.8.3 Miljømæssig sammenfatning	23
1.9 Andre vurderingsparametre/forhold	24
1.10 Etiket og brugsanvisning, opbevaring og håndtering	24
1.11 Klagemuligheder	25
1.12 Forbud mod plantebeskyttelsesmidler	25
1.13 Tilsyn og lovovertrædelser	26
1.14 Off-label-brug, recept- og kontraktordninger	26
1.15 Handlingsplaner for landbrug, skovbrug og hormonlignende hjælpepestoffer	27
1.16 Afslutning	29
1.17 Litteratur	29
<b>2. Baggrund for ukrudtsbekæmpelse</b>	<b>30</b>
2.1 Hvad er ukrudt?	30
2.1.1 Definition	30
2.1.2 Formålet med ukrudtsbekæmpelse	30
2.1.3 Ukrudtsbekæmpelse og herbicidanvendelse i skovbruget	30
2.2 Ukrudtets skadevirkninger	32
2.2.1 Direkte skadevirkninger	32
2.2.1.1 Konkurrence om lys	32

2.2.1.2	Konkurrence om vand og næringsstoffer	33
2.2.1.3	Fysiske skadevirkninger	34
2.2.1.4	Arbejdstekniske problemer	35
2.2.2	Indirekte skadevirkninger	36
2.2.2.1	Risiko for musegnav	36
2.2.2.2	Forårsnattefrost	36
2.2.2.3	Brandfare	37
2.2.2.4	Svampeangreb	37
2.2.3	Ukrudtets gavnlige effekter	37
2.3	De vigtigste ukrudtsarter	38
2.3.1	Karsporeplanter	38
2.3.2	Græsser og andre enkimbladede arter	38
2.3.3	Tokimbladet vegetation	39
2.3.4	Løvtræsopvækst	39
2.4	Litteratur	41
<b>3.</b>	<b>Ikke kemisk bekæmpelse ukrudtsbekæmpelse</b>	<b>42</b>
3.1	Mekanisk renholdelse	42
3.1.1	Forudsætninger for mekanisk renholdelse	43
3.1.1.1	Forudgående planlægning	43
3.1.1.2	Rækkernes retning	45
3.1.1.3	Passende forager	46
3.1.1.4	Skæve arealer	46
3.1.1.5	Rækkeafstand	46
3.1.1.6	Lige parallelle rækker	46
3.1.1.7	Ukrudtets størrelse	46
3.1.1.8	Jordbundsforholdene	46
3.1.1.9	Vejrliget	47
3.1.2	Redskaber til mekanisk renholdelse	47
3.1.2.1	Langfingerharve	47
3.1.2.2	Tallerkenharve og spaderulleharve	48
3.1.2.3	Radrenser	48
3.1.2.4	Hydraulisk skuffejern	49
3.1.2.5	Fræser	49
3.1.2.6	Rotorharve	49
3.1.2.7	Børsterenser	50
3.1.2.8	Slåningsredskab	50
3.1.3	Dyrknings- og plantningssystemer i mekanisk renholdte kulturer	50
3.1.3.1	Bekæmpelse af kvik	51
3.2	Dækmaterialer	52
3.3	Dækafgrøder	53
3.4	Termisk renholdelse	54
3.5	Renholdelse med husdyr	55
3.5.1	Fåregræsning i nordmanns- og nobiliskulturer med henblik på renholdelse for uønsket vegetation	56
3.5.1.1	Fåreracer	57



3.5.1.2	Adfærd	58
3.5.1.3	Ædepræference	58
3.5.1.4	Græsningsstrategi	59
3.5.1.5	Betydning af huld	59
3.5.1.6	Huldstyring	60
3.5.2	Eksempler på foderplaner baseret på stråfoder	61
3.5.3	Standard driftsplan	62
3.5.3.1	Produktivitet	62
3.5.3.2	Helse	62
3.5.3.3	Avl	63
3.6	Litteratur	63
<b>4.</b>	<b>Kemisk ukrudtsbekæmpelse</b>	<b>65</b>
4.1	Herbicer	65
4.1.1	Definition	65
4.1.2	Inndelingsprincipper	66
4.1.3	Herbicidernes optagelse og transport i planterne	66
4.2	Bladherbicer	67
4.2.1	Fase 3: Retention	67
4.2.2	Fase 4: Herbicidets indtrængning	68
4.2.3	Indtrængning gennem kutikula	68
4.2.4	Indtrængning gennem spalteåbninger m.v.	70
4.2.5	Passage gennem cellemembranen	71
4.2.6	Klimaforhold der har betydning for bladherbicidens optagelse	71
4.2.6.1	Regn	71
4.2.6.2	Tørke	72
4.2.6.3	Dug	72
4.2.6.4	Luftfugtighed	72
4.2.6.5	Temperatur	73
4.2.6.6	Lys	73
4.2.6.7	Vind	73
4.2.7	Fase 5: Transport i planterne	74
4.3	Jordherbicer	76
4.3.1	Jordens sammensætning og jordvandets bevægelse	76
4.3.2	Binding i jorden	76
4.4	Selektivitetsbegrebet	78
4.4.1	Selektivitetsårsager	78
4.4.2	Selektivitetsårsager knyttet til planten	78
4.4.2.1	Alder	78
4.4.2.2	Væksthastighed	79
4.4.2.3	Morfologi	79
4.4.2.4	Rodsystemet	79
4.4.2.5	Bladstilling og bladform	79
4.4.2.6	Kutikulaens tykkelse og sammenhæng	79
4.4.2.7	Meristemets beliggenhed	79

4.4.2.8 Fysiologi	80
4.4.2.9 Biofysiske processer	80
4.4.2.10 Biokemiske processer	80
4.4.2.11 Genetiske faktorer	80
4.4.3 Herbicidresistens	80
4.4.4 Selektivetsårsager knyttet til herbicidet	82
4.4.4.1 Kemisk sammensætning	82
4.4.4.2 Virkningsmekanismer	82
4.4.5 Dosering	85
4.4.6 Koncentration i sprøjtevæsken	86
4.4.7 Herbicidets formulering	86
4.4.7.1 Granulater	86
4.4.7.2 Formulering og additiver	86
4.4.7.3 Tankblandinger	88
4.4.8 Anvendelsesmåde og sprøjtetidspunkt	89
4.4.8.1 Selektivetsårsager knyttet til jordbund og klima	89
4.4.9 Nedsættelse af herbicidforbruget	89
4.4.9.1 Båndsprøjtning	91
4.5 Herbicider med relevans for skovbrug	91
4.6 Nye herbicid-muligheder?	95
4.7 Litteratur	95
<b>5. Foranstaltninger mod skadedyr</b>	<b>97</b>
5.1 Skov og skadedyr	97
5.2 Generelle bekæmpelsesmuligheder	99
5.3 Insekter	99
5.3.1 Økonomiske aspekter	99
5.3.2 Insektbekæmpelsens omfang i dansk skovbrug	100
5.3.3 Alternativer til insektbekæmpelse	101
5.3.4 Prognose og skadetærskler	102
5.3.5 Biologisk bekæmpelse	104
5.3.6. Kemisk insektbekæmpelse	104
5.3.7 Teknik	108
5.3.8 Tilrettelæggelse af bekæmpelse	108
5.4 Musebekæmpelse/afværgning	109
5.4.1 Skovdyrkningsmæssige foranstaltninger	111
5.4.2 Giftudlægning	112
5.4.3 Museafværgning	112
5.5 Afværgning af vildtskader	113
5.5.1 Skovdyrkningsmæssige foranstaltninger	114
5.5.2 Repellenter	115
5.5.3 Afværgning af skrælning	117
5.5.4 Hegn	118
5.5.4.1 Hegnssætning	119
5.5.4.2 Hegnstyper	120
5.5.4.3 Led, låger og stenter m.v.	121



5.5.4.4 Tilsyn og nedtagning	122
5.6 Andre skadedyr	122
5.7 Litteratur	124
<b>6. Svampesygdomme på skovtræer</b>	<b>128</b>
6.1 Introduktion	128
6.2 Udvalgte sygdomme	128
6.2.1 Frø og kimplanter	128
6.2.2 Nåle	130
6.2.3 Blade	134
6.2.4 Knopper og unge skud	135
6.2.5 Bark	136
6.2.6 Rod - stamme	138
6.3 Bekæmpelse	142
6.3.1 Modifikationer i skovdriften	142
6.3.2 Bekæmpelsesmidler	143
6.4 Litteratur	145
<b>7. Foranstaltninger mod alger</b>	<b>147</b>
7.1 Kemisk bekæmpelse	147
7.2 Tynding	148
7.3 Litteratur	148
<b>8. Pesticidernes skæbne i miljøet</b>	<b>149</b>
8.1 Indledning	149
8.2 Fjernelse af bekæmpelsesmidler fra jorden	150
8.3 Nedbrydning af bekæmpelsesmidler	151
8.3.1 Hvad er nedbrydning?	151
8.3.2 Mikrobiologisk nedbrydning	153
8.3.3 Metabolisk og cometabolisk nedbrydning	154
8.3.4 Beregning af halveringstiden (DT50)	156
8.4 Omgivelsernes betydning for nedbrydningen	157
8.4.1 Temperaturen indflydelse	157
8.4.2 Vandindholdets indflydelse på nedbrydningshastigheden	158
8.4.3 Indflydelse af jordtype og pH på nedbrydningshastigheden	158
8.4.4 Koncentrationens indflydelse på nedbrydningshastigheden	158
8.5 Nedbrydningstider for bekæmpelsesmidler	159
8.6 Konklusion	161
8.7 Litteratur	161
<b>9. Pesticidernes effekt på miljøet</b>	<b>163</b>
9.1 Pesticidforurening af overfladevand og grundvand	163
9.2 Indflydelse på jordens mikroorganismer, jordbundsfauna og jordstruktur	166
9.2.1 Nyttige organismer	167
9.2.2 Måling og vurdering af pesticideffekter	168
9.2.3 Eksempler fra skovbruget	169
9.2.3.1 Ukrudtsmidler	169
9.2.3.2 Insektmidler	169
9.2.3.3 Særlig bevågenhed	170

9.3 Plantebeskyttelse og anden fauna	171
9.3.1 Herbiciderne	171
9.3.2 Insekticider	171
9.4 Litteratur	176
<b>10. Udbringning af plantebeskyttelsesmidler</b>	<b>179</b>
10.1 Beslutningsparametre	179
10.1.1 Ukrudtets sammensætning og størrelse	179
10.1.2 Skadedyrenes biologi og population	180
10.2 Udbringningsteknik	182
10.2.1 Afskærmede sprøjter	182
10.3 Litteratur	184
<b>11. Arbejdsmiljø og værnemidler</b>	<b>186</b>
11.1 Lovgivning	186
11.1.1 Krav om uddannelse	186
11.1.2 Sprøjtejournaler og eftersyn af sprøjteudstyr	187
11.1.3 Arbejdspladsbrugsanvisning	189
11.1.3.1 Hvordan skal en arbejdspladsbrugsanvisning se ud?	189
11.1.3.2 Arbejdspladsbrugsanvisningens indhold	189
11.2 Sprøjteførerens pesticidbelastning	191
11.3 Krav til personlige værnemidler	192
11.4 Valg af personlige værnemidler	193
11.4.1 Handsker	193
11.4.2 Beskyttelsescreme	194
11.4.3 Støvler	194
11.4.4 Overtrækstøj/sprøjtedragt	194
11.4.5 Ansigtsskærm	194
11.4.6 Øjenværn	195
11.4.7 Åndedrætsværn	195
11.5 Litteratur	197
<b>Bilag</b>	
<b>Bilag 1. Sprøjtejournal</b>	<b>199</b>

# 1. Plantebeskyttelsesmidler - lovgivning, administration og politik

Nina Herskind, Miljøministeriets departement

## 1.1 Indledning

Bekæmpelsesmidler er den samlede betegnelse for kemiske stoffer og produkter, der bruges til bekæmpelse af en lang række skadegørere - for eksempel ukrudt, insekter, svampesygdomme og skadedyr.

Bekæmpelsesmidlerne kaldes også pesticider. De opdeles i to hovedgrupper alt efter anvendelsen:

Den ene hovedgruppe kaldes *plantebeskyttelsesmidler*. De bruges især i landbrug, skovbrug, frugtavl, gartneri- og havebrug som ukrudtsmidler (herbicer), insektmidler (insecticider) og svampemidler (fungicider). Til denne gruppe hører også mikrobiologiske midler, der består af levende mikroorganismer (bakterier eller virus). Også afskrækningsmidler (repellenter) og midler til plantevækstregulering er plantebeskyttelsesmidler.

Den anden hovedgruppe kaldes *biocidmidler*. De bruges blandt andet til træbeskyttelse, mod insekter i bygninger eller på husdyr og mod rotter og mus.

Bekæmpelsesmidler består af ét eller flere såkaldte aktivstoffer, der er stoffer, der er virksomme over for én eller flere skadegørere. Desuden kan midlerne indeholde forskellige tilsætningsstoffer, hjælpestoffer, opløsningsmidler og vand.

Lovgivning, administration og politik for henholdsvis plantebeskyttelsesmidler og biocidmidler har mange lighedspunkter. Dette kapitel vil kun omhandle plantebeskyttelsesmidler.

## 1.2 Ældre lovgivning og administration

De første, danske regler om brug af giftstoffer blev fastsat allerede i slutningen af 1700-tallet. En egentlig giftlov kom i 1931, og i 1948 blev bekæmpelsesmidlerne udskilt fra giftloven i en særlig bekæmpelsesmiddellov. Begge love blev ændret i 1961 og blev i 1980 igen samlet i »Lov om kemiske stoffer og produkter«. Loven kaldes i daglig tale kemikalieloven, og den er siden ændret flere gange.

Før 1980 var formålet med reglerne at sikre, at brugen af giftstoffer ikke indebar fare for mennesker, husdyr og bier. Det skete ved hjælp af en klassificering af midlerne i fareklasse X, A, B eller C, hvor fareklasse X var de mest giftige midler. For hver fareklasse var der regler om mærkning, opbe-

varing, salg og brug af midlerne, og det var forbudt at forurene eller forgifte brønde og vandløb, der blev brugt til vanding eller badning.

Klassificeringen blev foretaget af det såkaldte Giftnævn, der hørte under Landbrugsministeriet, og som i 1972 blev overført til Miljøministeriet. Da kemikalieloven kom i 1980, blev Giftnævnet nedlagt, og administrationen af lovgivningen om bekæmpelsesmidler er siden blevet varetaget af Miljøstyrelsen.

### **1.3 Dansk lovgivning og EU-regler**

Lovgivningen om bekæmpelsesmidler er kompliceret. De vigtigste regler om godkendelse af midlerne fremgår af kapitel 7 i kemikalieloven, men også andre af lovens regler gælder for bekæmpelsesmidlerne. Den vigtigste regel om bekæmpelsesmidler er § 33, stk. 1, der fastslår, at midlerne før salg, import eller anvendelse skal være godkendt af miljøministeren - i praksis Miljøstyrelsen. Overtrædelse af denne regel er strafbar i følge lovens § 59.

I tilknytning til loven er udstedt bekendtgørelse om bekæmpelsesmidler, der indeholder en lang række konkrete anvisninger og krav til producenter, importører, forhandlere og brugere af bekæmpelsesmidler.

Der er på baggrund af loven udstedt en række særskilte bekendtgørelser og regulativer blandt andet om helt eller delvist forbud mod salg og brug af visse bekæmpelsesmidler, om undervisning af erhvervsmæssige brugere og om flysprøjtning.

#### **1.3.1 Direktiv 91/414 om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler**

Den danske lovgivning bygger først og fremmest på EU-regler. EU-reglerne om plantebeskyttelsesmidler fremgår af direktiv 91/414/EØF om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler. Direktivet, der blev vedtaget i 1991 og indarbejdet i kemikalieloven i 1993, fastlægger de overordnede EU-regler for vurdering og godkendelse af plantebeskyttelsesmidler.

Direktiv 91/414/EØF er et landbrugsdirektiv, der som sit formål angiver at skulle sikre ensartede (harmoniserede) regler for godkendelse og markedsføring af plantebeskyttelsesmidler. Harmoniseringen ønskes af hensyn til sikring af forsyningen med landbrugsprodukter og til forbedring af EU's landbrugsproduktion.

Direktivet giver samtidig udtryk for, at brug af plantebeskyttelsesmidler indebærer risici for mennesker, dyr og miljø. I følge direktivet skal reglerne derfor sikre et højt beskyttelsesniveau, og hensynet til mennesker, dyr og miljø skal gå forud for hensynet til produktionsforbedringer. Direktivet omhandler, at reglerne skal skabe sikkerhed for, at plantebeskyttelsesmidler kun markedsføres eller anvendes, hvis de er officielt godkendt, og at de anvendes korrekt under hensyntagen til principperne for god plantebeskyttelsespraksis og for integreret bekæmpelse af skadegørere.

Som udgangspunkt opstiller direktivets regler en ordning, der går ud på, at aktivstoffer vurderes på fælles EU-plan, mens de plantebeskyttelsesmidler, der indeholder de pågældende aktivstoffer, vurderes nationalt - det vil sige af de relevante myndigheder i de enkelte EU-medlemsstater. Det fremgår endvidere af direktivet, at medlemsstaterne kun må godkende et plantebeskyttelsesmiddel, hvis det eller de aktivstoffer, der indgår i midlet, er godkendt på fælles EU-plan.

### 1.3.2 Direktivets seks bilag

Direktivets regler er uddybet i direktivets bilag I-VI, der har følgende indhold:

- Bilag I: Liste over aktive stoffer, som må indgå i plantebeskyttelsesmidler - også kaldet EU's positivliste.
- Bilag II: Regler om, hvilke oplysninger og undersøgelsesresultater ansøgeren skal indlevere om et aktivstof med henblik på optagelse af aktivstoffet på bilag I.
- Bilag III: Regler om, hvilke oplysninger og undersøgelsesresultater ansøgeren skal indlevere om et plantebeskyttelsesmiddel med det pågældende aktivstof med henblik på godkendelse af midlet i en medlemsstat.
- Bilag IV: Påskrifter til midlets etiket vedrørende særlige risici (risikosætninger).
- Bilag V: Påskrifter til midlets etiket vedrørende de forholdsregler, der skal træffes ved brugen (sikkerhedssætninger).
- Bilag VI: Ensartede principper for medlemstaternes vurdering og godkendelse af plantebeskyttelsesmidler.

### 1.3.3 Datakrav

Datakravene fra bilag II og bilag III for henholdsvis det aktive stof og de midler, aktivstoffet indgår i, fremgår af bekendtgørelse om bekæmpelsesmidler, bilag 5, og er særdeles omfattende.

Der stilles krav om oplysninger om blandt andet:

- aktivstoffets og midlets opbygning og sammensætning,
- aktivstoffets og midlets fysiske og kemiske egenskaber,
- analysemetoder for kontrol af for eksempel jord, vand, urin, dyre- og plantevæv m.v.,
- aktivstoffets og midlets sundhedsmæssige egenskaber,
- aktivstoffets og midlets miljømæssige egenskaber,
- behandlingsfrister og eventuelle restkoncentrationer i levnedsmidler og foder,
- midlets effektivitet ved det påtænkte anvendelsesområde,
- midlets eventuelle skader på den afgrøde, der ønskes beskyttet,
- resistensdannende egenskaber,
- sikkerhedsforanstaltninger,
- destruktion af aktivstof og middel.

Samtlige oplysninger finansieres og indleveres af den, der søger et bekæmpelsesmiddel godkendt. Opfyldelse af datakravene kan løbe op i adskillige tusinde sider undersøgelsesresultater, og de samlede udgifter til udvikling og

afprøvning af et nyt middel med et nyt aktivstof kan beløbe sig til henved en milliard kroner.

#### **1.3.4 Vurdering af aktivstoffer**

Direktivet opdeler aktivstofferne i to grupper: Gamle og nye. Gamle aktivstoffer defineres som aktivstoffer, der indgik i plantebeskyttelsesmidler, der blev markedsført i en medlemsstat den 26. juli 1993, og nye aktivstoffer er de, der (endnu) ikke var på markedet i EU den 26. juli 1993.

Alle de *gamle* aktivstoffer - omkring 800 i alt i hele EU - skal gennemgå en fælles EU-revurdering med henblik på eventuel optagelse på bilag I - også kaldet positivlisten. Oplysninger og undersøgelsesresultater indsendes af ansøgeren til en medlemsstat, der er udpeget af Kommissionen. Optagelse af et aktivstof kan gives for højst ti år og sker ved udstedelse af et selvstændigt direktiv herom.

Hvis et aktivstof ikke søges optaget inden for den fastsatte frist, eller hvis det vurderes ikke at opfylde direktivets betingelser for optagelse på bilag I - heller ikke til et minimalt anvendelsesområde i en enkelt medlemsstat - bortfalder alle eksisterende godkendelser i EU af midler, der indeholder det pågældende aktivstof.

Nye aktivstoffer må først indgå i plantebeskyttelsesmidler, hvis de efter en fælles EU-vurdering er optaget på bilag I. Medlemsstaterne har dog adgang til at udstede en midlertidig (provisorisk) godkendelse af et plantebeskyttelsesmiddel indeholdende et nyt aktivstof, selv om stoffet endnu ikke er EU-vurderet og optaget på bilag I. En provisorisk godkendelse gives for tre år, og må kun gives, når den pågældende medlemsstat har fastslået, at det nye aktivstof og det plantebeskyttelsesmiddel, stoffet indgår i, opfylder direktivets sundheds- og miljømæssige krav, overholder EU's regler om restkoncentrationer af midlet i levnedsmidler, og at midlet er effektivt over for de påtænkte skadegørere.

Den fælles EU-vurdering af gamle og nye aktivstoffer er meget ressourcekrævende, og med udgangen af maj 2002 var under 31 aktivstoffer - gamle eller nye - optaget på positivlisten. Beslutninger om optagelse på bilag I eller afslag på optagelse træffes af Den Stående Komité for Fødevarekæder og Dyresundhed, der består af repræsentanter for myndighederne i samtlige medlemsstater. Beslutningerne træffes ved en afstemning i komitéen.

#### **1.3.5 Vurdering af plantebeskyttelsesmidler**

Når et gammelt eller nyt aktivstof er optaget på bilag I, skal de enkelte EU-medlemsstater vurdere plantebeskyttelsesmidler, der indeholder det pågældende aktivstof, under hensyn til de eventuelle begrænsninger, der måtte være fastlagt af EU ved aktivstoffets optagelse på bilag I (EU-positivlisten).

Det er reglerne i bilag VI - de ensartede principper - de nationale myndigheder skal bruge, når et plantebeskyttelsesmiddel med det pågældende aktivstof søges godkendt. Reglerne giver detaljerede, trinvis retningslinjer for, hvordan de indleverede oplysninger om midlets egenskaber skal vurderes.

Afhængigt af udfaldet af de mange enkeltstående vurderinger gives anvisninger på, om midlet må godkendes eller ikke.

Ansøgere har også en anden mulighed for at søge et plantebeskyttelsesmiddel godkendt, når aktivstoffet er optaget på bilag I. Hvis et EU-land allerede har godkendt et middel med det pågældende bilag I-aktivstof efter reglerne i bilag VI, kan en ansøger med henvisning hertil ansøge i et andet EU-land om en såkaldt gensidig anerkendelse af denne godkendelse. Hertil kræves dog, at ansøgeren dokumenterer, at der er sammenlignelige forhold i de to lande, hvad angår de landbrugsmæssige, plantesundhedsmæssige og miljømæssige og herunder klimatiske og grundvandsmæssige forhold. Anerken-der myndighederne i »land nummer to« ikke, at der er sammenlignelige forhold, eller afslås ansøgningen, kan sagen afgøres ved en afstemning i Den Stående Komité for Fødevarekæder og Dyresundhed.

### **1.3.6 Direktivets overgangsregler**

Direktiv 91/414/EØF fastslår på den ene side, at medlemsstaterne ikke må godkende et plantebeskyttelsesmiddel, medmindre dét eller de aktivstof(fer), midlet indeholder, er optaget på bilag I. På den anden side forudsætter direktivet, at det vil vare mindst tolv år at gennemføre den fælles EU-revurdering af de eksisterende (gamle) aktivstoffer med henblik på eventuel optagelse på bilag I.

Direktivet indeholder derfor en overgangsregel, der giver medlemsstaterne mulighed for fortsat at genvurdere og godkende tidligere godkendte plantebeskyttelsesmidler efter egne datakrav og egne vurderingsprincipper, så længe det pågældende aktivstof (endnu) ikke har gennemgået den fælles EU-vurdering. Direktivets regler - og især reglerne i direktivets bilag VI - får således først virkning i fuldt omfang i takt med, at de konkrete aktivstoffer optages på bilag I.

På trods af, at EU-reglerne er omfangsrige, er der på visse områder ikke fastlagt fælles retningslinjer for, hvordan en række vurderinger af midlernes egenskaber skal gennemføres. Der er således fortsat et vist, mindre råderum for, at medlemsstaterne kan anvende egne vurderingsprincipper - også efter aktivstoffets optagelse på bilag I.

## **1.4 Ansøgning om godkendelse af et plantebeskyttelsesmiddel**

Som nævnt i indledningen til afsnit 1.3. må et plantebeskyttelsesmiddel hverken importeres, sælges eller bruges i Danmark, medmindre midlet er godkendt af Miljøstyrelsen. Ansøgning om godkendelse indleveres til Miljøstyrelsen af den, der ønsker at importere eller markedsføre et plantebeskyttelsesmiddel i Danmark - også selv om der er tale om et middel, der er identisk med et middel, der allerede er godkendt i Danmark (et parallelprodukt). Sammen med ansøgningskemaerne indleveres alle de oplysninger, der er nødvendige for en fyldestgørende vurdering af aktivstoffet og midlet (se afsnit 1.3.3 ovenfor).



Godkendelsen omfatter først og fremmest en detaljeret vurdering af aktivstoffets og midlets sundheds- og miljøeffekter ved det konkrete ansøgte anvendelsesområde, de ønskede afgrøder, årstid for anvendelsen, midlets dosering, udbringningsmetoden m.m. Herudover kræves, at midlet er effektivt til den ansøgte anvendelse; der tages stilling til, om brug af midlet er farlig for bier; der fastsættes grænseværdi for restindhold i levnedsmidler og behandlingsfrister (sprøjtefrister) af hensyn til eventuelle rester af midlet i fødevarer og animalske produkter, og etikettens indhold fastlægges.

En godkendelse løber som hovedregel i ti år, men er et middel klassificeret som »meget giftigt« eller »giftigt« for mennesker, udløber godkendelsen allerede efter fem år. Hvis en godkendelse ønskes opretholdt, skal der søges om fornyet godkendelse mindst ét år før, den eksisterende godkendelse udløber.

## 1.5 Afprøvning og effektivitet

Inden et plantebeskyttelsesmiddel søges godkendt, skal midlet være afprøvet i forhold til de relevante skadegørere ved anerkendte GEP-forsøgsheder (God Eksperimentel Praksis). Plantebeskyttelsesmidler til skovbrug, herunder juletræer, kan afprøves af Forskningscentret for Skov & Landskab, af Danmarks JordbrugsForskning under Fødevarerministeriet eller PC-Consult. Ved afprøvningerne tages der stilling til, om midlet er effektivt og i hvilke doseringer.

Miljøstyrelsen beder den relevante, danske institution om en udtalelse om midlets effektivitet, når styrelsen modtager en ansøgning om godkendelse. Det er en forudsætning for den eventuelle senere godkendelse af midlet, at det er effektivt til det ansøgte formål.

## 1.6 Vurderingsgrundlag

Plantebeskyttelsesmidler er udviklet med det formål at dræbe eller på anden måde påvirke levende organismer. Derfor kan brug af plantebeskyttelsesmidler også have effekter på den menneskelige sundhed og på miljøet.

Lov om kemiske stoffer og produkter indeholder i § 33, stk. 1 den tidligere nævnte hovedregel, at bekæmpelsesmidler før import, salg eller anvendelse skal være godkendt, men loven indeholder ikke præcise anvisninger på, hvilke midler med hvilke egenskaber, Miljøstyrelsen kan godkende. Det hedder blot i § 1, stk. 1, at loven har til formål at forebygge sundhedsfare og miljøskade i forbindelse med fremstilling, opbevaring, anvendelse og bortskaffelse af kemiske stoffer og produkter.

Derimod angiver lovens § 35, stk. 1 i hvilke tilfælde godkendelse *ikke* kan gives, nemlig til stoffer eller produkter, som i forbindelse med anvendelsen eller den dermed forbundne håndtering og opbevaring *er*, eller på grundlag af foreliggende undersøgelser eller erfaringer *formodes* at være *særligt* farlige for sundheden eller *særligt* skadelige for miljøet.

Loven tillader altså godkendelse af midler, der har en vis grad af effekter på sundhed eller miljø; blot må der ikke være tale om, at midlet er - eller formodes at være - *særligt* farligt eller *særligt* skadeligt. Det faktum, at et plantebeskyttelsesmiddel er godkendt, er altså *ikke* ensbetydende med, at midlet er ufarligt eller uskadeligt.

For plantebeskyttelsesmidlerne har Miljøstyrelsen udarbejdet et såkaldt vurderingsgrundlag kaldet »Rammer for vurdering af plantebeskyttelsesmidler«, der giver vejledning i, hvordan undersøgelsesresultaterne vurderes, hvordan risikoen ved den ansøgte brug vurderes og hvilken grad af effekter, der må anses for særligt farlige eller særligt skadelige. Eventuelle lovbestemte grænseværdier indgår også i vurderingen.

Miljøstyrelsen bruger vurderingsgrundlaget som hjælpemiddel i vurderings- og beslutningsfasen. Resultaterne af hver enkelt delvurdering indgår som elementer ved den samlede vurdering af risikoen ved den konkrete ansøgte anvendelse af et plantebeskyttelsesmiddel, og der foretages et samlet skøn over, om midlet kan godkendes. Dette samlede skøn fører til én af to mulige afgørelser: midlet godkendes eller midlet indstilles til et forbud. Miljøstyrelsens vurderingsgrundlag udvikles løbende i takt med, at ny viden kommer frem.

Når Miljøstyrelsen gennemgår de indleverede undersøgelser, ser man først på, om undersøgelserne er udført på en måde, der må formodes at sikre, at resultaterne er korrekte. I den forbindelse ses der på, om undersøgelserne har taget højde for mulige fejlkilder, der kan have indflydelse på resultaterne. For de undersøgelser, der skal belyse effekter på miljøet og herunder grundvandet ses også på, om undersøgelserne er udført under forhold, der kan sammenlignes med danske. Det gælder især klima-, dyrknings- og jordbunds-mæssige forhold.

De undersøgelser, der er af tilstrækkelig høj kvalitet, kan bruges til en vurdering af midlets effekter. Når undersøgelsesresultaterne er gennemgået og vurderet, foretages en samlet vurdering af aktivstoffets og midlets effekter, der sammenholdes med risikoen ved den ansøgte brug af midlet.

## **1.7 Sundhedsmæssig vurdering af plantebeskyttelsesmidler**

Hver eneste gang et plantebeskyttelsesmiddel bruges, er der mindst ét menneske, som én eller flere gange kan komme i kontakt med det pågældende middel. Først og fremmest er midlerne som regel koncentrerede og skal fortyndes til en passende koncentration inden udbringningen. Derefter skal midlerne fyldes på en tank, en sprøjte eller lignende. Så følger en automatisk eller manuel udbringning og dernæst rengøring af sprøjteudstyret. Endelig er der for visse midlers vedkommende også kontakt med midlet ved en efterfølgende håndtering af for eksempel sprøjtede planter.

Uanset hvor avanceret sprøjteudstyret er, vil der derfor være en form for kontakt med midlet både før, under og efter udbringningen. Hertil kommer, at en del plantebeskyttelsesmidler bruges på spiselige afgrøder, hvorfor en stor del af befolkningen muligvis indtager rester af midlerne siden hen. Der kan også ske en påvirkning af mennesker, der opholder sig i nærheden, når der sprøjtes.

### 1.7.1 Datakrav for aktivstof og middel

For at Miljøstyrelsen kan vurdere et middels sundhedsmæssige egenskaber og foretage en vurdering af den sundhedsmæssige risiko ved den ønskede brug af midlet, skal en lang række undersøgelser være til stede. Dokumentationspakken, en ansøger skal indlevere, kan deles op i to dele: en lang række undersøgelser vedrørende selve aktivstoffet og en mindre række undersøgelser vedrørende midlet.

For **aktivstoffet** skal blandt andre følgende undersøgelser foreligge:

- **akut giftighed** skal være undersøgt ved henholdsvis indtagelse, hudkontakt og indånding. Forsøgene udføres som regel på rotter, og det undersøges, hvilken dosis af aktivstoffet, der skal til, for at halvdelen af dyrene dør. Resultatet giver et skøn over, hvor giftigt aktivstoffet er ved en enkelt dosering,
- **hud- og øjenirritation og allergifremkaldende egenskaber** skal være undersøgt. Hvis aktivstoffet er allergifremkaldende, beregnes om midlet også er det - ud fra %-indholdet af aktivstof i midlet,
- **giftighed ved kortere og længere tids dosering** belyses ved forsøg af 3-6 måneders varighed, hvor aktivstoffet doseres gentagne gange i rotter og i en ikke-gnaver (f.eks. hund). Forsøgene skal vise, hvilke organer der angribes og ved hvilke doser. Ved så kortvarige forsøg kan man ikke konstatere for eksempel udvikling af kræft eller andre, alvorlige langtidseffekter, og derfor kræves også langtidsforsøg (18 måneder - 2 år) med mindst to forskellige pattedyrarter. Desuden skal der foreligge undersøgelser af aktivstoffets evne til at fremkalde forandringer i arvematerialet (mutation),
- **effekter på forplantningsevne og afkom**, der undersøges på henholdsvis to generationer af dyrene og på dyrefostre fra to forskellige pattedyrarter. I forsøgene om forplantningsevne undersøges, om stoffet har en effekt på evnen til at få unger, idet antal unger tælles, og ungerens overlevelsessevne følges. I forsøgene om fosterskader udtages fostrene dagen før, de skulle være født, og de undersøges for misdannelser. Der kræves forsøg på to forskellige pattedyrarter, fordi der kan være artsforskelle. For eksempel kan et aktivstof være fosterskadende hos rotter, men ikke hos kaniner eller mennesker,
- **giftighed for nervesystemet** kræves undersøgt for visse typer aktivstoffer,
- **giftighed af aktivstoffets nedbrydningsprodukter og eventuelle urenheder** skal belyses,
- **stoffets skæbne i organismen** undersøges med hensyn til optagelse, fordeling, omdannelse og udskillelse i pattedyr. Nogle gange undersøges

også stoffets virkningsmekanisme i pattedyr, hvilket kan vise, om mekanismen er relevant for mennesker. Hvis aktivstoffet for eksempel kun påvirker formaven hos mus, må det formodes, at det ikke er relevant for mennesker. Det forholder sig omvendt, hvis aktivstoffet for eksempel påvirker et hormon, som mennesker også har,

- **giftighed for mennesker** belyses naturligvis ikke ved forsøg, men hvis man for eksempel i forbindelse med produktion af aktivstoffet eller udbringning af midlet har observeret giftvirkninger, skal det oplyses. Desuden skal det oplyses, hvilken førstehjælp man vil anvende.

For det færdigformulerede **middel** skal blandt andre følgende undersøgelser foreligge:

- **midlets akutte giftighed** samt **hud- og øjenirritation** skal være undersøgt. Hud- og øjenirritation kan ikke altid forudsiges på baggrund af undersøgelser af aktivstoffet, da det formulerede middel kan indeholde hjælpestoffer med disse egenskaber. Omvendt kan koncentrationen af aktivstoffet være så lille, at en eventuel effekt fortyndes væk.

### 1.7.2 Vurdering af sundhedsmæssige effekter

Aktivstoffer, der er kræftfremkaldende, påvirker arvematerialet (er mutagene), skader forplantningsevnen eller skader afkommet, kan henføres til tre forskellige kategorier alt efter, hvor alvorlig graden af den pågældende effekt er, og hvor sikkert effekten er dokumenteret:

Aktivstoffer, der klassificeres i kategori 1 har veldokumenterede effekter både i dyreforsøg og befolkningsundersøgelser. Da der kan være mange for eksempel kræftfremkaldende faktorer i menneskers hverdag, kan stoffers effekter være vanskelige at vurdere på grundlag af befolkningsundersøgelser, og det er derfor sjældent, at stoffer bliver klassificeret i kategori 1.

Aktivstoffer, der klassificeres i kategori 2, har vist tydelige effekter i dyreforsøg. Der kan for eksempel være tale om, at en effekt har vist sig tydeligt i to forskellige dyrearter, eller at et aktivstof har vist sig at være både kræftfremkaldende og at påvirke arvematerialet.

Aktivstoffer, der klassificeres i gruppe 3, mistænkes på grundlag af dyreforsøg for at have én eller flere af de pågældende effekter. Der skal være symptomer, som giver anledning til mistanken, men mistanken er ikke så veldokumenteret, at stoffet kan henføres til kategori 2.

Vurderingen af de sundhedsmæssige effekter sker i første omgang ud fra vurderingen af aktivstoffet og herunder den ovennævnte klassificering. Dernæst vurderes det, i hvilket omfang man rent faktisk bliver udsat for midlet og dets eventuelle effekter under brugen.

Hvis midlet har en meget alvorlig effekt, det vil sige, hvis aktivstoffet er klassificeret i én af de ovennævnte kategorier 1 eller visse typer af kategori 2, eller hvis midlet er ætsende eller alvorligt øjenirriterende, skal der kun en meget lille dosis af aktivstoffet - og kun én eller få påvirkninger - til at give en ef-

fekt. Disse midler bliver forbudt, da det vurderes, at man ikke med tilstrækkelig sikkerhed kan undgå kontakt med midlet, når det bruges.

For mindre alvorlige effekter vurderes det, om man ved brugen kan undgå en påvirkning, der er større end den dosis, der kan accepteres. Hvis kontakten er mindre end det acceptable niveau, kan midlet godkendes.

### 1.7.3 Sundhedsmæssig sammenfatning

Miljøstyrelsen godkender plantebeskyttelsesmidler, der ved normal anvendelse og ved samtidig brug af egnede værnemidler vurderes *ikke* at være *særligt* farlige for sundheden. Disse forudsætninger er vigtige at holde sig for øje ved brugen af midlerne. Som det er fremgået, er der tilfælde, hvor Miljøstyrelsen godkender fosterskadende eller muligt kræftfremkaldende plantebeskyttelsesmidler, hvis det vurderes, at brugerens kontakt med midlet er på et acceptabelt niveau blandt andet ved brug af værnemidler. Hvilke værnemidler, der må anses for egnede, anbefales af Arbejdstilsynet. For yderligere oplysninger henvises til kapitel 9.

Selv i de tilfælde, hvor et plantebeskyttelsesmiddel tilhører lavrisikogruppen, er risikoen ved brugen ikke nul. Skal enhver risiko fjernes, kan ingen midler godkendes.

## 1.8 Miljømæssig vurdering af plantebeskyttelsesmidler

Plantebeskyttelsesmidler har været brugt i Danmark siden 1940'erne og i takt med mekaniseringen af landbrug, gartneri og skovbrug steg forbruget. I 2001 blev der solgt bekæmpelsesmidler (plantebeskyttelsesmidler og biocider) svarende til 3.687 tons *aktivstof*. Hovedforbruget udgjordes af ukrudtsmidler, der tegnede sig for 2.364 tons, svampemidler udgjorde 654 tons og insektmidler 80 tons.

Helt frem til 1970'erne blev plantebeskyttelsesmidler tit bortskaffet ved nedgravning, og først med lov om kemiske stoffer og produkter fra 1980 begyndte man at foretage en egentlig vurdering af, hvilke miljømæssige effekter brugen af plantebeskyttelsesmidler har, og hvordan midlerne fordeler sig og nedbrydes i miljøet.

Plantebeskyttelsesmidlernes effekter i miljøet kan deles op i direkte og indirekte effekter. De direkte effekter er bestemt af de enkelte aktivstoffers egenskaber, for eksempel deres giftighed over for de dyr, fugle og planter, der ikke anses for skadegørere. De indirekte effekter er først og fremmest en følge af, at fødegrundlaget for eksempel for insekter og fugle, der lever af planter, svampe og insekter, sprøjtes væk. Desuden kan plantebeskyttelsesmidler spredes til jord, luft, grundvand, søer og vandløb.

### 1.8.1 Datakrav for aktivstoffet

Ligesom ved den sundhedsmæssige vurdering gælder, at en lang række undersøgelser skal være til stede, for at Miljøstyrelsen kan vurdere et plante-

beskyttelsesmiddels miljømæssige egenskaber og foretage en vurdering af den miljømæssige risiko ved den ønskede brug af midlet. Dokumentationspakken, en ansøger skal indlevere, omfatter en lang række undersøgelser.

For **aktivstoffet** skal blandt andre følgende undersøgelser foreligge:

- **omdannelse og nedbrydning i jord** skal fastlægge nedbrydningsvejen, herunder dannelse og omsætning af nedbrydningsprodukter, samt redegøre for nedbrydningshastighedens afhængighed af jordtype, dosis, temperatur, vandindhold og iltindhold,
- **transport og bevægelighed i jord** skal mindst være undersøgt i jordsøjler af tre jordtyper, der kan belyse risikoen for nedvaskning af aktivstoffet til grundvand, og desuden skal nedvaskningen af aktivstoffets nedbrydningsprodukter belyses i en jordtype, der indeholder delvist nedbrudt aktivstof,
- **adsorption og desorption i jord** belyser, hvordan aktivstoffet henholdsvis bindes til og frigives fra jordpartiklerne,
- **akkumulering i jord** belyser, om aktivstoffet og dets væsentlige nedbrydningsprodukter eventuelt ophobes i jorden,
- **fordampning fra jord,**
- **nedbrydning i vand og adsorption til organisk materiale i vand** skal vise fordelingen af aktivstoffet og dets nedbrydningsprodukter mellem henholdsvis vandet og bundlaget i vandmiljøet samt fastlægge nedbrydningshastigheden i vand,
- **giftighed for vandorganismer**, hvor akut giftighed på to fiskearter, dafnier og alger skal være undersøgt; desuden skal stoffets indflydelse på dafniers reproduktion og giftighed for eventuelle andre vandorganismer være undersøgt,
- **giftighed for jordorganismer** undersøges på regnorme, ligesom aktivstoffets effekt på forskellige mikrobiologiske processer i jorden skal belyses,
- **giftighed for fugle, pattedyr, bier og eventuelt andre nyttedyr** skal være undersøgt, og herunder skal aktivstoffets indflydelse på forplantningsevnen undersøges på mindst én fugleart.

### 1.8.2 Vurdering af miljømæssige effekter

Aktivstoffers og relevante nedbrydningsprodukters **nedbrydningshastighed** defineres blandt andet ved hjælp af den såkaldte halveringstid, der udtrykker, hvor lang tid der går, inden halvdelen af stoffet er omdannet. Halveringstiden kan fra aktivstof til aktivstof variere fra få timer til mange år.

Hvis halveringstiden i jord i laboratorieforsøg er mindre end tre måneder, kan midlet godkendes på dette punkt. Hvis halveringstiden i jord i laboratorieforsøg er større end tre måneder, skal halveringstiden i forsøg udført »i marken« bedømmes. Hvis disse forsøg viser, at halveringstiden er mindre end tre måneder, kan midlet godkendes på dette punkt.

Hvis markforsøgene derimod viser, at halveringstiden fortsat er større end tre måneder, men dog er mindre end seks måneder, vurderes dernæst, om



der ved de påtænkte brugsbetingelser er risiko for, at det ydre miljø udsættes for stoffet eller nedbrydningsproduktet. Er denne risiko til stede, inddrages andre typer relevante forsøg udført »i marken« i vurderingen. Hvis det herefter konstateres, at der ikke er risiko for effekter på dyre- og planteliv, kan midlet godkendes på dette punkt. I modsat fald bliver midlet vurderet til at være svært nedbrydeligt (persistent).

Et plantebeskyttelsesmiddel med et svært nedbrydeligt aktivstof/nedbrydningsprodukt kan påvirke miljøet over en lang periode, idet stoffet kan spredes og ophobes både i og uden for anvendelsesområdet. Brugen af svært nedbrydelige plantebeskyttelsesmidler indebærer derfor en risiko for uforudsigelige effekter på organismer, der ikke skal bekæmpes. Svært nedbrydelige stoffer kan også medføre effekter på og rester i de efterfølgende afgrøder. Midler med svært nedbrydelige aktivstoffer eller nedbrydningsprodukter vil som hovedregel blive anset for at være særligt skadelige for miljøet, hvorfor de ikke kan godkendes, men indstilles til forbud.

**Transport og bevægelighed i jord (mobilitet)** vurderes i første omgang på grundlag af laboratorieforsøg. På baggrund af laboratorieforsøgene kan der med hensyn til mobilitet foretages en inddeling i tre klasser: høj, middel eller lav risiko for nedvaskning til grundvandet.

Hvis risikoen for nedvaskning karakteriseres som lav, kan midlet normalt - ud fra et grundvandsmæssigt synspunkt - godkendes.

Hvis risikoen for nedvaskning karakteriseres som høj eller middel, kan der ikke gives godkendelse, medmindre der foreligger supplerende undersøgelser, udført »i marken«, og disse undersøgelser viser, at den påtænkte brug af midlet ikke medfører risiko for overskridelse af den gældende EU-grænseværdi for grundvand. Denne grænseværdi betyder, at grundvandets indhold af aktivstoffet eller dets relevante nedbrydningsprodukter ved normal brug af midlet i gennemsnit højst må udgøre 0,1 mikrogram pr. liter - hvilket svarer til 0,1 milliontedel gram pr. liter grundvand. Grænseværdien skal være overholdt allerede i én meters dybde - det vil sige i det vand, der forlader rodzonen. Endvidere beregnes udvaskningen under forskellige forhold ved hjælp af modeller

Undersøgelserne skal være udført under forhold, der kan sammenlignes med danske, og de skal være egnede til en vurdering, der repræsenterer den værst tænkelige - men samtidig realistiske - nedvaskningssituation. I den forbindelse indgår jordbundsmæssige, nedbørmæssige og anvendelsesmæssige forhold, ligesom antallet af udbringninger indgår i vurderingen.

Viser det sig herefter, at den påtænkte brug af midlet fortsat indebærer risiko for nedvaskning til grundvandet i koncentrationer over grænseværdien, kan midlet ikke godkendes, men indstilles til forbud.

Endvidere vurderes risikoen for **bioakkumulering**, da nogle aktivstoffer kan vise evne til at ophobes i organismer. Det kan dels ske direkte ved, at vandorganismer optager aktivstoffet fra vandet og ophober det i væv i en



højere koncentration, dels kan ophobningen ske indirekte via en fødekæde, således at de sidste led i kæden får højere koncentrationer i væv end i føden. Også med hensyn til bioakkumulering foretages en trinvis vurdering startende med laboratorieforsøg, og i sidste ende ses om nødvendigt på aktivstoffets forsvindingshastighed i pattedyr i det organ, hvorfra aktivstoffet forsvinder langsomt. Hvis aktivstoffet ophobes, og halvdelen af stoffet er mere end tre døgn om at forsvinde fra dette organ, kan midlet normalt ikke godkendes, men indstilles til forbud.

Risikoen for, at brug af midlet har **effekter på fisk og andre vandorganismer, jordens mikroorganismer, regnorme, fugle, pattedyr eller eventuelt andre nyttedyr** vurderes ved hjælp af en metode, hvor midlets giftighed sammenholdes med, hvor meget af midlet de pågældende grupper udsættes for ved den aktuelle brug, idet der fastlægges en forventet miljømæssig koncentration af det pågældende aktivstof i de pågældende arters føde og omgivelser.

Også her sker vurderingen af undersøgelserne trinvist, og om nødvendigt inddrages også her undersøgelser foretaget »i marken«. Vurderingen sker i forhold til blandt andet dosis, aktivstoffets nedbrydningshastighed, binding til jord og bundlaget i vandmiljøet, brugsområde, vejrforhold, plantedække, fordampning, forskellige nedbrydningsveje og i lyset af den værst tænkelige - men samtidig realistiske - udbringningssituation.

Risikovurderingen er baseret på de - typisk få - arter, der er testet. Der er imidlertid stor variation i følsomheden for plantebeskyttelsesmidler både mellem individer inden for en art og mellem arterne indbyrdes. For at beskytte flere arter end de, der er testet, tages der højde for disse variationer ved brug af en såkaldt sikkerhedsfaktor, der inddrages i beregningerne.

Hvis forholdet mellem aktivstoffets giftighed og den forventede miljømæssige koncentration af stoffet for de pågældende arter ikke overskrider den relevante grænseværdi, kan der gives godkendelse.

Midler, der er giftige for vandmiljøet, godkendes nogle gange med et krav om, at der ikke må sprøjtes inden for en vis afstand til søer og vandløb. Det er også i dette tilfælde afgørende, at etikettens anvisninger overholdes, da der i modsat fald er risiko for, at der sker alvorlige skader på vandmiljøet.

### **1.8.3 Miljømæssig sammenfatning**

Miljøstyrelsen vurderer et plantebeskyttelsesmiddels miljømæssige skæbne og effekter på baggrund af en lang række vurderinger af aktivstoffets og nedbrydningsprodukters forventede miljømæssige koncentration i blandt andet jord, grundvand og vandmiljø, samt den mængde eller koncentration, jordens mikroorganismer, regnorme, pattedyr og fugle udsættes for. Det er kun de *særligt* miljøskadelige plantebeskyttelsesmidler, der bliver forbudt.

For vurderingen af risikoen for nedvaskning til grundvand gælder, at vurderingen foretages i lyset af en lav grænseværdi. Det betyder ikke, at en overskridelse af grænseværdien i alle tilfælde gør vandet farligt at drikke, men

grænseværdien er et udtryk for, at der ønskes en stor sikkerhed i beskyttelsen af sundhed og miljø.

Godkendelsesordningen skal sandsynliggøre, at grænseværdien ikke overskrides, men en godkendelsesordning, der skal tage højde for en grænseværdi, kan ikke yde fuldstændig garanti mod, at der aldrig kan forekomme overskridelser af en sådan værdi; det samme gælder grænseværdier på andre områder. Skal en sådan garanti gives, kan ingen plantebeskyttelsesmidler godkendes.

## 1.9 Andre vurderingsparametre/forhold

Nogle plantebeskyttelsesmidler er farlige for bier. Derfor vurderer Danmarks JordbrugsForskning, hvornår en godkendelse af et middel skal indeholde krav om mærkning af midlet og retningslinjer i brugsanvisningen for beskyttelse af bier.

Alle plantebeskyttelsesmidler, der bruges på afgrøder eller dyr, der siden anvendes til fødevarer for mennesker eller til animalske produkter, kan efterlade rester i afgrøden eller dyret. Derfor fastsætter Fødevaredirektoratet under Fødevareministeriet den maksimale grænse for, hvilken rest af midlet, der er acceptabel i de relevante fødevarer eller foderet i forhold til den gennemsnitlige, daglige indtagelse af den pågældende fødevarer.

På grundlag af ansøgerens undersøgelser af restkoncentrationerne i de relevante afgrøder eller dyr fastlægges dernæst en frist for, hvornår det pågældende middel senest må bruges i forhold til høsttidspunkt eller slagtning. Fristen, der kaldes behandlingsfristen eller sprøjtefristen, fremgår af etiket og brugsanvisning. Hvis fristen ikke kan overholdes i praksis, kan midlet ikke godkendes.

## 1.10 Etiket og brugsanvisning, opbevaring og håndtering

Miljøstyrelsens godkendelse af et plantebeskyttelsesmiddel indebærer, at retningslinjerne for brugen af midlet er fastlagt, men midlet må først importeres og sælges, når ansøgeren har forelagt etiket og brugsanvisning for Miljøstyrelsen, og begge også er godkendt.

Regler om emballering, mærkning og brugsanvisning findes i bekendtgørelse om bekæmpelsesmidler. Reglerne angiver blandt andet, hvilke oplysninger der *skal* stå på etiketten eller i brugsanvisningen, og at brugsanvisningen altid skal læses *før* midlet tages i brug.

Plantebeskyttelsesmidler skal overalt opbevares miljø- og sundhedsmæssigt forsvarligt, utilgængeligt for børn og ikke sammen med eller i nærheden af levnedsmidler, foderstoffer, lægemidler eller lignende. Plantebeskyttelsesmidler må kun opbevares i den originale emballage, og må derfor under in-

gen omstændigheder hældes over i andre beholdere, flasker eller lignende. Det er både for at undgå forgiftningstilfælde ved forvekslinger og for at sikre, at brugeren har etiketten med brugsanvisning og sikkerhedsforskrifter med sig, når midlet skal blandes og bruges.

Miljøstyrelsens godkendelse af et plantebeskyttelsesmiddel er blandt andet baseret på, at de retningslinjer for brugen af midlet, der fremgår af etiket og brugsanvisning, nøje overholdes.

## 1.11 Klagemuligheder

Hvis en ansøger ønsker at klage over Miljøstyrelsens afgørelse, skal klageske til Miljøklagenævnet. Nævnet behandler klager på hele miljølovgivningens område.

For plantebeskyttelsesmidler er det især to typer afgørelser, der kan klages over:

- når Miljøstyrelsen afviser at behandle en ansøgning, fordi væsentlige undersøgelser mangler, eller fordi undersøgelser ved nærmere gennemgang viser sig at være af for dårlig kvalitet eller at være uanvendelige i forhold til danske forhold. I så fald kan midlets egenskaber ikke vurderes fuldt ud, og der kan derfor heller ikke tages stilling til, om midlet kan godkendes. Der kan søges godkendelse igen, når nye eller bedre undersøgelser foreligger.
- når Miljøstyrelsen i forbindelse med en godkendelse har stillet betingelser om midlets klassificering, mærkning, dosering, anvendelse eller andet, som ansøgeren ikke er enig i.

## 1.12 Forbud mod plantebeskyttelsesmidler

I 1994 blev kemikalieloven ændret, så det blev muligt at forbyde import, salg og ikke mindst brug af de plantebeskyttelsesmidler, der blev fundet særligt farlige for sundheden eller særligt skadelige for miljøet. Ved samme lejlighed forbød Folketinget plantebeskyttelsesmidler med syv forskellige aktivstoffer - blandt andre atrazin.

Der blev indført en særlig form for behandling af disse sager - kaldet forbudsproceduren - der betyder, at der ikke kan klages til Miljøklagenævnet. I stedet udtaler en ekstern ekspert sig om Miljøstyrelsens faglige vurdering af det pågældende middel, og samtidig udarbejdes en oversigt over de dyrkningsmæssige konsekvenser af et forbud. Dernæst afgiver det såkaldte Bekæmpelsesmiddelråd en udtalelse om sagen, hvorefter Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg orienteres, inden miljøministeren træffer den endelige afgørelse.

Med udgangen af år 2001 er der i alt forbudt omkring 200 plantebeskyttelsesmidler med omkring 30 forskellige aktivstoffer.

Fra 1. februar 1999 blev det forbudt at opbevare de forbudte bekæmpelsesmidler, når der er gået tre måneder, fra forbuddet mod brug er trådt i kraft. De forbudte midler skal afleveres på den kommunale miljøstation.

### 1.13 Tilsyn og lovovertrædelser

Miljøstyrelsen fører tilsyn med overholdelsen af lovens og bekendtgørelsens regler om plantebeskyttelsesmidler og hjælpes med denne opgave af kommunerne. Der føres kontrol hos forhandlere, der gennemføres uanmeldte kontrolkampagner, og indberetninger fra politi eller toldvæsen, andre myndigheder og privatpersoner undersøges, og i givet fald retsforfølges lovovertrædelser. Overtrædelser kan straffes med bøde, hæfte eller fængsel i indtil to år.

### 1.14 Off-label-brug, recept- og kontraktordninger

Kemikalieloven indeholder enkelte muligheder for, at plantebeskyttelsesmidler anvendes til andre afgrøder, end omfattet af Miljøstyrelsens godkendelse, ligesom der i helt særlige situationer kan gives dispensation fra et forbud mod brug:

- **off-label brug** betyder, at Miljøstyrelsen tillader, at et allerede *godkendt* middel anvendes til en afgrøde, midlet ellers ikke var søgt godkendt til, og som derfor ikke fremgår af midlets etiket. Erhvervsmæssige brugere, landbrugsorganisationer og videnskabelige institutioner kan ansøge, og følgende oplysninger skal foreligge:
  - miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser ved den påtænkte anvendelse,
  - effektivitetsoplysninger,
  - restkoncentrationer i spiselige afgrøder, og
  - hvordan brugerne bliver informeret om dosering m.v.

Ved en off-label godkendelse fremgår den pågældende afgrøde ikke af etiketten, og brugen af midlet sker på brugernes eget ansvar, da oplysninger om midlets effektivitet og mulige skadevirkninger på afgrøden normalt ikke er så fyldestgørende som ved sædvanlige ansøgninger,

- **recept-ordning** vedrører et *forbudt* middel og er en særlig afviklingsordning. En uvildig rådgiver (konsulent) vurderer en afgrøde og forekomsten af skadegørere. Skadegøreren skal udbytte- eller handelsmæssigt udgøre en essentiel trussel for afgrøden, og dyrkningen skal være foretaget sådan, at skadeangreb er forsøgt forebygget, og behovet for det forbudte middel er reduceret mest muligt. I givet fald udskriver rådgiveren en recept på et bestemt kvantum af det forbudte middel,
- **kontrakt-ordning** vedrører et *forbudt* middel og er en særlig afviklingsordning. En skadegører skal udbytte- eller handelsmæssigt udgøre en essentiel trussel mod en bestemt afgrøde, og et bestemt middel er så godt som altid nødvendigt. Desuden skal der være indgået en bindende kon-

trakt mellem en avler og en køber af afgrøden på et givet areal. Køberen af afgrøden kan inddrages i kontrollen med, at der kun udleveres den nødvendige mængde af det forbudte middel.

## 1.15 Handlingsplaner for landbrug, skovbrug og hormonlignende hjælpestoffer

Der har siden starten af 1980'erne været stigende politisk opmærksomhed på konsekvenserne af brugen af plantebeskyttelsesmidler. Opmærksomheden steg i takt med, at forbruget steg. Det førte i 1986 til vedtagelse af en »Pesticidhandlingsplan«, der skulle løbe fra 1987 til 1997, hvorefter der skulle gøres status.

Pesticidhandlingsplanen havde to hovedmålsætninger:

- en halvering af pesticidforbruget, både opgjort i antal tons og opgjort i forhold til, hvor mange gange der kan behandles med standarddoseringer af den solgte mængde pesticider (også kaldet behandlingshyppigheden eller sprøjteintensiteten), og
- at fjerne de mest uacceptable midler fra markedet - det vil sige de særligt sundhedsfarlige eller særligt miljøskadelige midler.

En statusopgørelse i 1997 konkluderede, at den ønskede halvering i mængden af pesticider i stor udstrækning var opfyldt, at den ønskede halvering af sprøjteintensiteten langt fra var nået, og at ønsket om fjernelse af de mest uacceptable midler var opfyldt.

Herefter nedsatte Folketinget det såkaldte Bichel-udvalg, der skulle vurdere de samlede konsekvenser af en nedsættelse af pesticidanvendelsen i jordbruget. I den forbindelse blev alternative muligheder for bekæmpelse af skadegørere vurderet, ligesom både produktionsmæssige, økonomiske, juridiske, sundhedsmæssige, miljømæssige og beskæftigelsesmæssige konsekvenser blev undersøgt. Udvalget var sammensat af forskere, repræsentanter for jordbrugets organisationer, grønne organisationer og forbrugerorganisationer, fødevare- og kemisk industri, fagbevægelsen og relevante ministerier.

Udvalget afsluttede sit arbejde i marts 1999 og anbefalede énstemmigt en tre-strengt strategi for nedsættelse af pesticidforbruget. Strategien indebærer en generel nedsættelse af forbruget, nedsættelse af påvirkningen af naturen og en øget omlægning til økologisk landbrug. Bichel-udvalgets anbefalinger har i 1999 ført til »Pesticidhandlingsplan II«, der vil blive evalueret i første halvdel af 2003, hvorefter der skal fastsættes sigtelinier for den fremtidige anvendelse af pesticider.

**Skovbruget** anvender primært plantebeskyttelsesmidler ved produktion af juletræer og klippegrønt samt i forbindelse med nyplantninger og foryngelser i eksisterende skov samt ved skovrejsning. I 1997 iværksatte Skov- og Naturstyrelsen »Pesticidstrategi for Skov- og Naturstyrelsens skovarealer

m.m.« Strategien blev i 1998 erstattet af en pesticidaftale mellem stat, amter og kommuner, som foreskriver en principiel udfasning af alle kemiske plantebeskyttelsesmidler inden 2003. Aftalen omfatter ikke bekæmpelse eller afværgning af hvirveldyr og heller ikke plantebeskyttelsesmidler til økologisk jordbrugsproduktion.

Pesticidaftalen fremskynder udfasningen af plantebeskyttelsesmidler på Skov- og Naturstyrelsens arealer i forhold til pesticidstrategien for statsskovene fra 1997. Fra 1995 til 2000 er det faktiske forbrug reduceret fra ca. 3,4 tons aktivt stof om året til ca. 0,8 tons - det vil sige en reduktion på 78 %. Som konsekvens af pesticidaftalen er det bl.a. ved revisionen af statsskovenes strategi for juletræer og klippegrønt besluttet, at alle nyanlæg af juletræ- og klippegrøntkulturer skal ske under forudsætning af pesticidfri kulturetablering og drift. Skov- og Naturstyrelsen har som en del af pesticidaftalen iværksat og fulgt op på konkrete forsknings- og udviklingsinitiativer, der dels har til formål at reducere anvendelsen af pesticider i skovdriften, og dels at kortlægge økonomiske såvel som skovdyrkningsmæssige følgevirkninger af pesticidudfasningen.

Den samlede pesticidanvendelse i dansk skovbrug er analyseret i forbindelse med Bichel-udvalgets arbejde i 1999. Et sikkert estimat kan ikke gives, idet der ikke findes sikre statistiske oplysninger. Et skønnet forbrug er i 1994/95 opgjort til i alt ca. 55 tons aktivstof pr. år.

I relation til det private skovbrug blev der ved Bicheludvalgets afsluttende afrapportering til regeringen i 1999, forud for Pesticidhandlingsplan II, opnået enighed om en række anbefalinger. Anbefaling nr. 9 refererer til skovbrug: »Der bør foretages nærmere analyse af pesticidanvendelsen i de private skove førend fastsættelsen af mål for pesticidreduktion«. Der er ultimo 2002 ikke foretaget nogen (direkte) opfølgning på denne anbefaling.

I løbet af 1990'erne har flere videnskabelige undersøgelser i både ind- og udland antydnet, at der kan være en sammenhæng mellem den udbredte brug af såkaldt **hormonlignende hjælpestoffer** og faldende sædkvalitet hos mænd, øget forekomst af testikelkræft m.v.

De hormonlignende hjælpestoffer bruges i stor udstrækning i blandt andet vaske- og rengøringsmidler og som blødgørere i plastik. Indtil udgangen af 1999 skete otte til ti procent af forbruget - eller cirka 145 tons årligt - via brugen som hjælpestoffer i omkring 100 plantebeskyttelsesmidler. Stofferne blev tilsat for eksempel for at øge aktivstoffets evne til at »klæbe« til planterne, men de hormonlignende stoffer blev fjernet fra midlerne via en frivillig aftale med producenterne af plantebeskyttelsesmidler.

## 1.16 Afslutning

I løbet af 1990'erne er udviklingen i brugen af plantebeskyttelsesmidler gået mod et lavere forbrug målt i antal tons. Det skyldes blandt andet, at der i mindre grad end tidligere sprøjtes forebyggende - »for en sikkerheds skyld«. I stedet er der øget opmærksomhed på brug af skadetærskler og varslings-systemer som grundlag for kun at bruge plantebeskyttelsesmidler, når et egentligt behov er konstateret.

På den anden side modsvares faldet i tons til en vis grad af et ændret mønster for hvilke afgrøder, der dyrkes, samt af udviklingen af nye plantebeskyttelsesmidler - de såkaldte minimidler. Minimidler er meget specifikke og effektive i forhold til de relevante skadegørere og skal bruges i langt mindre mængder end de traditionelle midler. Hvor der for eksempel skal bruges to kilo pr. hektar af et traditionelt middel, skal der måske kun bruges to gram af et minimiddel for at opnå den samme virkning.

Miljøstyrelsen udgiver årligt en »Bekæmpelsesmiddelstatistik«, der blandt andet opgør hvilke aktivstoffer, der blev solgt det foregående år, til hvilke formål og i hvilke mængder. Endvidere er behandlingshyppigheden beregnet. Statistikken for 2001 viser, at ved udgangen af året var 962 bekæmpelsesmidler (plantebeskyttelsesmidler og biocider) med 198 aktivstoffer godkendt. Der blev solgt 12.120 tons af midlerne svarende til 3.687 tons aktivstoffer.

Miljøstyrelsen udgiver også én gang om året »Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler«, hvor handelsnavne på midlerne, indhold af aktivstof(fer), anvendelsesområde(r), sundhedsklassificering, eventuel bi-fare m.v. er nævnt.

Flere informationer om plantebeskyttelsesmidler kan findes på Miljøstyrelsens hjemmeside på Internettet på følgende adresse: [www.mst.dk](http://www.mst.dk), hvor man kan finde listen over forbudte plantebeskyttelsesmidler, godkendelser af plantebeskyttelsesmidler, handlingsplaner og andre oplysninger.

## 1.17 Litteratur

*Miljøstyrelsen, 1999: Godkendelse af sprøjtemidler. Miljøtema nr. 21. Miljøstyrelsen, 62 p. Fås gratis i Miljøbutikken eller på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*



## 2. Baggrund for ukrudtsbekæmpelse

Thomas Rubow, Danmarks JordbrugsForskning

### 2.1 Hvad er ukrudt?

#### 2.1.1 Definition

Begrebet ukrudt kan defineres ved enhver population af højerestående planter, som er medvirkende til at forringe produktionen i en skovkultur i kvalitativ og kvantitativ henseende, og som kan besværliggøre og fordyre visse arbejdsprocesser.

Ukrudtsbegrebet er således meget elastisk, idet stigende krav til kvalitet, produktion og færdsel i kulturen vil medføre, at flere og flere plantesamfund bliver betragtet som skadelige eller uønskede. Eksempelvis i juletræs- og pyn-tegrøntkulturer.

#### 2.1.2 Formålet med ukrudtsbekæmpelse

Princippet i al ukrudtsbekæmpelse er, at man i kulturens yngste og mest sårbare faser foretager indgreb overfor den konkurrerende plantevækst. Senere skal kulturplanterne i videst muligt omfang klare sig selv i kraft af deres tiltagende konkurrenceevne.

Bekæmpelsens intensitet og plejeperiodens længde er snævert forbundne med afgrødens konkurrencemuligheder, som følgende eksempler vil vise:

En velgødet vintersædsafgrøde kan oftest klare sig med en enkelt ukrudts-sprøjtning, der medfører, at kulturen får et udviklingsmæssigt forspring i forhold til ukrudtsplanterne.

Roer, som i begyndelsen er en meget åben og konkurrencesvag afgrøde, kræver en række bekæmpelsesindgreb i vækstsæsonens start for at optage konkurrencen og udvikle sig tilfredsstillende.

I en juletræskultur, hvor konkurrenceevnen i de første vækstår er svag på grund af den store afstand mellem planterne, og hvor den senere bliver løbende forringet ved hugst, opklipning og formklipning, må renholdelsen oftest fortsættes gennem hele omdriften.

#### 2.1.3 Ukrudtsbekæmpelse og herbicidanvendelse i skovbruget

Interessen for kemisk ukrudtsbekæmpelse i skovbrug startede i begyndelsen af 1960'erne. I de første år var det kun få, der troede på »kemiens« muligheder, men senere ændredes denne indstilling, og herbicidanvendelsen blev et naturligt hjælpemiddel i kulturplejen, hvilket skyldes et samspil af flere faktorer:

- De stadigt stigende arbejdsomkostninger og dermed aftagende antal skovarbejdere og skovfunktionærer har løbende øget kravene til højest mulige mekaniseringsgrad af alle arbejdsprocesser.

- Stærkt stigende juletræs- og pyntegrøntarealer med stort plejebøvhov.
- Bedre herbicider samt større viden om deres anvendelse.

Juletræs- og pyntegrøntarealerne udgør kun få procent af landets samlede skovareal, men er meget centrale i henseende til såvel skovbrugets økonomi og valutaindtjening som til kemisk ukrudtsbekæmpelse. Det er især her, at renholdelsesproblemerne forekommer, og herbicidanvendelsen finder sted.

I kulturer af vedproducerende træarter finder sprøjtning kun sted i det aller-mest nødvendige omfang, og som oftest er der tale om éngangsforanstaltninger, hvorpå der forløber en omdrift på 40-100 år, før herbicidanvendelse igen bliver aktuel på det samme areal. Skønsvist behandles omkring 20-25 % af disse kulturer med herbicider.

En række forhold, der i henseende til ukrudtsbekæmpelse er karakteristiske for skovbruget, kan summeres således:

- Flerårige kulturer, hvor der ikke foretages årlige jordbearbejdnings, som kan modvirke, at flerårigt ukrudt etablerer sig og sætter frø.
- Afgrødens konkurrenceevne savnes i adskillige år, indtil kulturen slutter.

For en række landbrugsafgrødernes vedkommende har man udarbejdet skadetærskelværdier for ukrudt under varierende vækstbetingelser, således at man har grundlag for beregninger over ukrudtsbekæmpelsens økonomi ud fra ukrudtsantal og artssammensætning.

På skovbrugsområdet er der kun gjort spæde og usystematiske forsøg på noget lignende. Det vil kræve adskillige års forskningsindsats, før retnings-givende resultater foreligger. Indtil da må skovbrugeren – som hidtil – klare sig med sit erfaringsgrundlag.

- Økonomiske aspekter: En skovkultur giver normalt først indtægter i en sen alder og tåler derfor dårligt at blive belastet med mange og muligvis overflødige omkostninger i etableringsfasen. Dette indebærer, at renholdelsesintensiteten – bortset fra juletræs- og pyntegrøntkulturer – er langt mindre i skovbruget end i de øvrige jordbrug.

I forbindelse med »Pesticid handlingsplan I« hvis mål var at reducere pesticidforbruget i dansk jordbrug til det halve inden 1997, har analyser påpeget, at behandlingshyppigheden i skovbruget for samtlige pesticider er omkring 1 % af landbrugets.

- Terræn- og jordbundsforhold: Skovene er normalt placeret på arealer uden interesse for landbruget, dvs. dårlige sandjorder, stive lerjorder og kuperede, vanskeligt farbare arealer. Stød, sten, åbne grøfter, fugtige lavninger m.v. er yderligere med til at besværliggøre færdsel med jordbearbejdnings- og sprøjtemateriel på kulturarealerne.

Udstyret må være særlig solidt og specielt udformet til forholdene, hvilket er ensbetydende med ekstraomkostninger, som derfor ofte fører til, at mere eller mindre uegnede metoder tages i brug ved udbringning af herbicider.

Endelig må transport af vand til sprøjtevæske i reglen ske over betydelige afstande.

Jordbunden er i de fleste tilfælde stærkt varierende og humusrig med udpræget lagdeling, hvilket influerer på effekten af de fleste jordherbicider og kan gøre bekæmpelsesresultatet vanskeligt at forudsige.

- Tilgængelige midler og videnformidling. Hvad angår forbrug af plantebeskyttelsesmidler, hører skovbruget til »de små kulturer«. Derfor er det kun få ressourcer, kemikalieindustrien og jordbrugsforskningen har interesse i at ofre på området. Dette betyder, at nye pesticider, metoder og viden er relative længe om at nå frem til skovbruget.

De samme forhold gør sig i nogen udstrækning gældende med hensyn til ikke-kemiske plejeforanstaltninger.

- Ikke spiselige afgrøder. Da skovbrugets afgrøder ikke er spiselige eller anvendes til foderbrug, har man tidligere været noget friere stillet med hensyn til midler, doseringer og sprøjtefrister end de øvrige jordbrug.

Økonomi og kulturplanternes toleranceforhold sætter naturlige grænser for kemikalieanvendelsens omfang. Men det må i dag konstateres, at skovbrugets generelt beskedne pesticidforbrug ikke er en fritagelse for »handlingsplanens« intentioner.

Offentlighedens øjne er med hensyn til kemikalieanvendelse i høj grad rettet mod skovbruget, og restriktioner vedrørende anvendelse af pesticider må løbende imødeses.

Økonomi og miljø i jordbruget har i de senere år været på følelig kollisionskurs. Hvordan dialogen vil udvikle sig, er en politisk afgørelse, som ikke nødvendigvis er logisk set med jordbrugerens øjne.

## 2.2 Ukrudtets skadevirkninger

### 2.2.1 Direkte skadevirkninger

#### 2.2.1.1 Konkurrence om lys

Højt voksende ukrudt vil berøve kulturplanterne det nødvendige lys. I ekstreme tilfælde medfører det planternes død, og under mindre drastiske forhold reduceres tilvæksten, og skud- og nålebygning præges således, at værdien som juletræer og pyntegrønt forringes. Bekæmpelse af skyggegivende ukrudt i juletræs- og pyntegrøntkulturer medfører, at en ønskelig træform og grenbygning favoriseres og/eller, at juletræsodriften kan nedsættes med et til flere år.

Høje, urteagtige ukrudtsarter som ørnebregne og gederams samt klatrende urter som burresnerre lægger sig i vinterhalvåret over kulturplanterne især i forbindelse med snelæg. Herved lukkes alt lys ude, og det kan desuden medføre fysiske beskadigelser og angreb af saprofytiske svampe.



*Figur 2.1. Eksempel på ukrudtets lyskonkurrence. De to rødgraner er lige gamle, de stammer fra et forsøgsanlæg med bekæmpelse af gederams og hindbær i august 1973. Det store træ er fra en parcel med vellykket bekæmpelse, det lille fra en ubehandlet parcel. (Foto: Thomas Rubow. Dec. 1983, dvs. 10 år senere.)*

### **2.2.1.2 Konkurrence om vand og næringsstoffer**

Disse to vækstfaktorer er så integrerede, at deres indflydelse hver især ikke kan adskilles i ukrudtsbekæmpelsesforsøg.

Vand er en minimumsfaktor for skovdyrkning her i landet. Adskillige forsøg med kunstig vanding, såvel i kulturer som i klippebevoksninger, har vist, at ekstra tilførsel af vand øver positiv indflydelse på såvel højde- og diameter-tilvækst som på grøntudbytte.

Da en del ukrudtsarter (græsser) er stærkt vandforbrugende og vandtilbageholdende, vil de medvirke til at reducere kulturernes produktion. Konkurrenceforholdet er mest udtalt på let jord og i kulturrenes første leveår. Under sådanne forhold kan selv beskedne ukrudtsmængder i tørkeprægede år medføre omfattende ødelæggelser med store efterbedringsudgifter til følge.

Dette er grunden til, at renholdelsen er så intensiv i de løvtræslæhegn, som bl.a. Hedeselskabet etablerer og plejer i de første vækstår. Forsøg med det formål at undersøge græsukrudtets betydning for tilvæksten hos en række nylantede træarter har vist, at løvtræer og -buske reagerer med markante mertilvækster på såvel mekanisk som kemisk renholdelse, mens nåltræer (rødgran, nordmannsgran) reagerer mere trægt på renholdelsen.

I tidens løb er der her i landet udført et meget stort antal forsøg med gødskning af nåltræskulturer på forskellige alderstrin og under varierende vækstbetingelser. I forbindelse med ukrudtsbekæmpelse er det især en forsøgs-serie, udført af Det forstlige Forsøgsvæsen, nu Forskningscentret for Skov & Landskab, der tiltrækker sig interesse. Forsøgene blev udført i 2 ca. 30-årige klippebevoksninger af nobilis med følgende behandlinger:

- a. Ubehandlede kontrolparceller
- b. Gødskning
- c. Herbicidbehandling af bundvegetation vha. svidningsmiddel uden jord-effekt.
- d. Både gødskning og herbicidbehandling

Hovedresultaterne var - kort resumeret - følgende: Positive udslag - målt på klippeudbyttet - for såvel gødskning som herbicidbehandling alene, men negativ vekselvirkning for gødskning og herbicidbehandling formentlig som følge af overgødskningseffekt, der medførte for kraftig vækst og derfor høj kassationsgrad af klippemængden.

I norske og svenske undersøgelser er der konstateret betydelige stigninger i skovjordens indhold af tilgængelige næringsstoffer ( $\text{NH}_4$  og  $\text{NO}_3$  samt P, K og Mg) 1 år efter sprøjtning med glyphosat (Roundup), som havde dræbt ukrudtsbestanden. Nåleanalyser af rødgranplanter på forsøgsarealerne viste ligeledes øget N-koncentration. Om tilvækstforholdene er intet oplyst.

Resultaterne viser samstemmede, at ukrudtsvegetationen tilbageholder betydelige næringsstofmængder. Dette bør dog ikke ensidigt betragtes som negativt, da ukrudtet således fungerer som et gødningsdepot, der modvirker udvaskning af de næringsstoffer, der med tiden gerne skulle udnyttes af bevoksningen, og som i øvrigt er uønsket i grund- og drænvand.

### **2.2.1.3 Fysiske skadevirkninger**

De fysiske skadevirkninger har først og fremmest kvalitetsmæssig betydning og mærkes derfor mest i juletræs- og pyntegrøntkulturer.





*Figur 2.2. Opvækst af birk i ca. 15-årig rødgran. Der ses alvorlige slid- og piskeskader, som har reduceret rødgrans gren- og nålefyldte. (Foto: Thomas Rubow, 1976.)*

Slidskader, indgroning af plantedele og belægning med frøuld er deklasseringsårsag og kan desuden medføre forlænget produktionstid.

Endelig kan afslidning af nåle og skud i større udstrækning tænkes at medføre tilvækstreduktion i alle bevoksningskategorier.

#### **2.2.1.4 Arbejdstekniske problemer**

Operationer som plantning, høst af klippegrønt, mærkning og hugst af juletræer m.v. besværliggøres af større ukrudtsmængder, hvilket vil indebære nedsatte arbejdspræstationer og øgede akkordsatser. Især på juletræs-/pyntegrøntområdet kan dette blive alvorligt, da arbejdet skal udføres i et snævert tidsrum og på en årstid, hvor ustabile vejrforhold i forvejen kan medføre forsinkelser.

Årlige registreringer gennem en 4-årig periode i en række udvalgte nordmannsgran-juletræskulturer har bl.a. vist, at det personale, der mærker juletræer, er tilbøjelige til at undgå områder med højt og ubehageligt ukrudt, selv om der er egnede træer til stede i rimeligt omfang.

## 2.2.2 Indirekte skadevirkninger

### 2.2.2.1 Risiko for musegnav

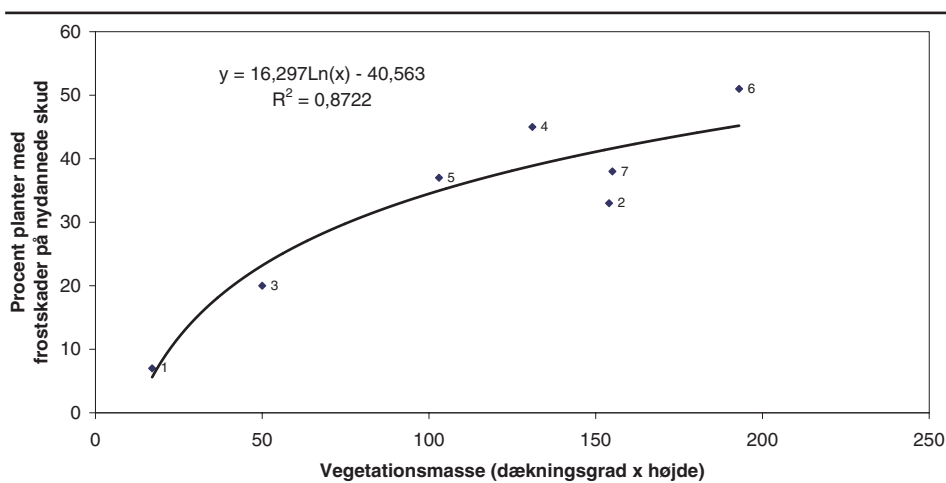
En tæt græsvegetation, som yder musene skjul, øger risikoen for beskadigelser. Ukrudtsforsøg i kristtorn, som er en meget udsat art, har vist, at antallet af rodhalsbegravede planter kan reduceres til et minimum ved effektiv græsbekæmpelse. Lignende resultater er opnået overfor knopgnav af rød mus i nordmannsgran. I øvrigt er specielt bøgekulturer meget udsatte for musegnav i barken.

### 2.2.2.2 Forårsnattefrost

En tæt græsvegetation øger risikoen for frostskafer på de nye årsskud om foråret.

I mange egne af landet indtræder der næsten hvert år i maj-juni nogle nætter med stille, klart vejr, hvor der sker en voldsom varmeudstråling til verdensrummet. Resultatet er et stærkt temperaturfald i de nedre luftlag. Hvis jorden er dækket af en varmeisolerende græspels, kan den ikke afgive varme til kompensation for dette temperaturfald, og de nederste luftlag afkøles efterhånden til under frysepunktet, hvorved de nydannede skud ødelægges.

Adskillige undersøgelser har klarlagt årsagssammenhængen mellem forårsnattefrost og græsvegetation og vist, at mekanisk fjernelse af græsset ved jordbearbejdning nedsætter frostfaren. Herbicidanvendelse vil have samme effekt på mineralblottet jord ved at forhindre græsindvandring, mens en etableret græsvegetation, der dræbes med herbicider, er lige så frostbefordrende som en levende. En tæt rodilt eller et ubrudt humuslag har ligeledes varmeisolerende egenskaber.



Figur 2.3. Sammenhæng mellem vegetationsmasse og procent planter med nattefrostskader (maj 1998). Til venstre i figuren (pkt. 1): Næsten intet ukrudt, pkt. 3 og 5: Moderat ukrudtsbestand. Pkt. 2, 6 og 7: Stor ukrudtsbestand.



Selv om græsvegetation anses for særlig frostbefordrende, vil andre ukrudtsbestande have en lignende effekt. Dette fremgår af figur 2.3, som viser forholdene for 3-årige nordmannsgran efter en enkelt frostnat (23. maj 1998) på et forsøgsareal med 7 forsøgsled og 150 m<sup>2</sup> store parceller i 4 gentagelser med varierende vegetationsmasse bestående af såvel græsser som en blanded, tokimbladet ukrudtsbestand.

Nogle frostfølsomme træarter nævnt i rækkefølge for stigende hårdforhed: bøg, alm. ædelgran, nordmannsgran, kæmpegran, eg, rødgran, nobilis, cypres. Indenfor arterne er der store proveniensforskelle.

### **2.2.2.3 Brandfare**

En vissen og tør bestand af ukrudt, især græsser, frembyder risiko for skovbrand specielt i det tidlige forår.

Naturligvis gælder dette også en herbiciddræbt vegetation.

### **2.2.2.4 Svampeangreb**

Gederams er mellemvært for rustsvampen *Pucciniastrum epilobii*, der angriber nålene på de frembrydende årsskud af bl.a. nordmannsgran. Angrebet medfører nålefald og kan således reducere udbyttet af juletræer og pyntegrønt. I f.eks. 1971 og 1972 var der kraftige angreb på flere skovdistrikter, som herved led betydelige økonomiske tab.

Udryddelse af gederams som forebyggende foranstaltning må generelt anses for uoverkommeligt, men det begrænser vel risikoen. Et enkelt års angreb overvindes hurtigt, og det er langt fra hvert år, at angreb indtræffer (se også s. 132).

## **2.2.3 Ukrudtets gavnlige effekter**

Efter foranstående opsummering af ukrudtets skadevirkninger kan det være rimeligt at se sagen fra en anden side. Følgende definition af ukrudt er fremsat af en af landets førende ukrudtsforskere: »Ukrudt er planter, hvis gode egenskaber vi endnu ikke har opdaget«.

De gode egenskaber kan være mere eller mindre skjulte, f.eks. af genetisk eller kemisk (medicinsk) art, men følgende er dog helt åbenlyse:

Løvtræsopvækst kan skærme nåletræskulturer mod forårsnattefrost på samme måde som ammetræer.

Løvtræsopvækst samt stivstænglede urtearter som f.eks. canadisk bakkestjerne yder en vis beskyttelse mod vinterfrost på åbent land (lævirkning, snefang).

På visse arealer kan ukrudtet have en gavnlig drænings- og erosionsdæmpende effekt.

Det er en almindelig iagttagelse, at kulturplanter, der er fristillet ved effektiv ukrudtsbekæmpelse, efterstræbes stærkere af vildt ved bid og fejning, end planter der står mere eller mindre skjult i vegetationen.

Ukrudtet tjener som fødeemner, yngleplads og skjul for den vilde fauna.

En del af skovens værdi i rekreativ henseende er nært knyttet til den vilde flora: Bær, blomster, botanisk variation og frodighed, landskabsæstetik m.v.

## 2.3 De vigtigste ukrudtsarter

Som nævnt under ukrudtsdefinitionen kan enhver planteart under visse omstændigheder optræde som skadevolder. I almindelighed er det dog især nedenstående arter og slægter, der opfattes som ukrudt:

### 2.3.1 Karsporeplanter

Ørnebregne (*Pteridium aquilinum*) er på grund af sine tætte bestande, højde og stærke skyggevirkning aldeles ødelæggende for kulturplanter under 1-1,5 m. Det tætte »rodnet«<sup>1</sup> besværliggør plantning. Det er påvist, at den samlede rhizomlængde kan blive 600-800 km pr. ha og veje 50-70 tons. I ukrudtsforsøg er det observeret, at holme af ørnebregner kan brede sig vegetativt med ca. 1 m om året.

Juletræskulturer bør aldrig anlægges på arealer med forekomst af ørnebregner. Kulturforberedende bekæmpelse anbefales ved andre træarter.

Agerpadderokke (*Equisetum arvense*) er et tiltagende og generende ukrudt i juletræskulturer. Dette skyldes ofte en effektiv bekæmpelse af andre arter, som giver arten gode udviklingsmuligheder. Agerpadderokke bliver op til 40 cm høj og beskytter og gennemgror de nederste grenkranse af nåltræerne.

### 2.3.2 Græsser og andre enkimbladede arter

Græsser og andre enkimbladede arter udgør en broget skare med vidt forskelligt udseende og krav til voksested. Som skadevolder har de dog mange fælles træk: Vand- og næringskonkurrenter, frostbefordrende egenskaber og tiltrækkende for mus. De højstvoksende, som f.eks. bjergørhvene er desuden lyskonkurrenter og ødelæggende for træformen. Med undtagelse af bjergørhvene og bølget bunke, rådes der over effektive herbicider til bekæmpelsen. Bjergørhvene (*Calamagrostis epigeios*), krybende hestegræs (*Holcus mollis*), mosebunke (*Deschampsia caespitosa*), bølget bunke (*Deschampsia flexuosa*), hundegræs (*Dactylis glomerata*), enårig rapgræs (*Pos annua*), alm. rajgræs (*Lolium perenne*) og alm. kvik (*Elymus repens*) er almindeligt forekommende på skov- og/eller markjorder, og man bestræber sig normalt på at bekæmpe dem. Det samme gælder lysesiv (*Juncus effusus*) og diverse stararter (*Carex spp.*).

### 2.3.3 Tokimbladet vegetation

Denne gruppe er endnu mere forskelligartet, mangfoldig og uoverskuelig end græssene, hvorfor jeg i følgende opremsning har holdt mig til en »Top-20«-liste efter egne erfaringer med hensyn til hyppighed og skadelighed, specielt i juletræskulturer. Den angivne rækkefølge er botanisk og ikke skademæssig betinget.

Stor nælde (*Urtica dioeca*)  
Kruset skræppe (*Rumex crispus*)  
Vej-Pileurt (*Polygonum aviculare*)  
Hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album*)  
Ager-sennep (*Sinapis arvensis*)  
Vinterraps (*Brassica napus*) (spildplanter)  
Vej-Guldkarse (*Rorippa silvestris*)  
Agersnerle (*Convolvulus arvensis*)  
Hindbær (*Rubus idaeus*)  
Brombær (*Rubus fruticosus*)  
Storkenæb (*Geranium spp.*)  
Gederams (*Chamaenerium angustifolium*)  
Kirtlet dueurt (*Epilobium ciliatum*)  
Burresterre (*Galium aparine*)  
Ager-Svinemælk (*Sonchus arvensis*)  
Horsetidse (*Cirsium vulgare*)  
Agertidse (*Cirsium arvense*)  
Grå Bynke (*Artemisia vulgaris*)  
Canadisk Bakkestjerne (*Conyza canadensis*)  
Lugtløs Kamille (*Tripleurospermum inodorum*)

Der findes egnede ukrudtsmidler mod de fleste. Vej-Guldkarse, agersnerle og storkenæb-arterne er dog problematiske.

### 2.3.4 Løvtræsopvækst

En lang række løvtræer og -buske optræder hyppigt som ukrudt i nåltræskulturer. Mange arter har hurtig ungdomsvækst og kan ved beskygning, slid og pisk forårsage kvantitativ og kvalitativ forringelse af nåltræer. De mest skyggetålende er ofte til stede i foryngelsesbevoksninger, mens pionertræarterne indsår sig på kulturarealerne i forbindelse med jordbearbejdning og plantning.

Deres evne til at danne stødskud betyder, at nedskæring må foretages jævnligt, indtil kulturen slutter helt. Rydningen medfører, at antallet af stammer øges. Hvad kemisk bekæmpelse angår gælder det, at jo tidligere der sættes ind, des større er mulighederne for succes. Er opvæksten over 2 m høj besværliggøres sprøjteopgaven i en sådan grad, at effekten forringes mærkbart.

Der er store arts- og slægtsbetingede forskelle med hensyn til herbicidtolerance. Rydning og stødbehandling med herbicid (Roundup) i en eller to arbejdsgange har vist sig effektivt overfor arter som birk, hylde, el, hassel, hæg og røn, mens ask og ær er hårdføre. Løvtræsopvækst kan som ammetræer yde beskyttelse mod forårsnattefrost.



*Figur 2.4. Tæt opvækst af birk, 2-4 m høj, i rødgrankultur. Vanskelig at bekæmpe ved bladsprøjtning nu. Nedskæring og stødsprøjtning er eneste bekæmpelsesmulighed. (Foto: Henning Rasmussen, marts 1982).*

## 2.4 Litteratur

*Biilmann, H. H., 1905:* Nattefrost. Forstlig Discussionsforening 1905, s. 1-40.

*Holstener-Jørgensen, H., 1973:* Gødskning og herbicidanvendelse i klippebevoksninger af *Abies nobilis*. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, bind 22, s. 1-246.

*Rubow, T., Friis, E. & Keller, B., 2000:* Integreret og miljøvenlig produktion af juletræer (nordmannsgran) på agerjord. Slutrapport for projekt PEF-95-120, 1995-1999 under den Tværministerielle pesticidforskningsindsats.



## 3. Ikke kemisk ukrudtsbekæmpelse

### 3.1 Mekanisk renholdelse

*Bent Keller, Skov & Landskab (FSL)*

Mekanisk renholdelse af juletræskulturer er den metode, der i øjeblikket anses som det bedste alternativ til kemisk ukrudtsbekæmpelse. Der er sket og sker fortsat en stor udvikling indenfor maskiner og redskaber til mekanisk renholdelse i juletræskulturer på agerjord. Mekanisk renholdelse i kulturer på tidligere skovjord kræver omhyggelig kvasrydning samt enten stødoptagning eller -fræsning, da redskaberne er udviklet til agerjord uden jordfaste forhindringer.

Mekanisk renholdelse kan foretages som en slåning af de overjordiske plantedele eller som en jordbearbejdning. Jordbearbejdningen er overordnet set den mest sikre og derfor i de fleste sammenhænge den mest interessante metode. Slåning mindsker ikke risikoen for forårsnattefrost sådan som jordbearbejdningen, og ukrudtets konkurrence om vand vil ikke begrænses afgørende. En høj naturlig vegetation har dog om vinteren en gavnlig virkning ved at mindske risikoen for vinterfrostskafer, og en vis konkurrence fra vegetationen kan formentlig have en gavnlig hæmmende effekt på topskudsvæksten i salgsår. Slåning kan således i nogle tilfælde have en berettigelse, f.eks. i en kombination med andre ukrudtskontrollerende metoder (fåregræsning) og på bestemte tidspunkter i omdriften eller vækstsæsonen. I det følgende koncentrerer dog alene om de jordbearbejdende metoder.

Den ukrudtsbekæmpende effekt af jordbearbejdning består i løsrivning og tildækning af ukrudtet. Effekten afhænger af en række faktorer: Bl.a. vejret, jordbundssammensætning og -fugtighed, ukrudtssammensætning, ukrudtets udviklingstrin, kørehastighed og bearbejdningsdybde. Effekten er meget afhængig af vejret og kan være væsentlig nedsat i fugtigt vejr og våd jord. Effekten er bedst, når behandlingen udføres i en tør periode, da vil det løsevne ukrudt nemmere udtørre. I fugtigt vejr vil løsnet ukrudt ofte slå rod og vokse videre. De fleste redskaber arbejder bedre på sandede jorde end på svære lerjorde, hvor effekten kan være meget dårlig. Desuden vil fugtig lerjord kunne give færdselsvanskeligheder. Rodukrudt er vanskeligt at bekæmpe mekanisk, mens frøukrudt er nemmere at bekæmpe. Hovedparten af de redskaber, der kendes i dag, har ikke tilstrækkelig effekt overfor stort og veludviklet ukrudt, men bør anvendes på småt ukrudt. I øvrigt vil småt ukrudt have mindre oplagsnæring og er derfor i mindre grad i stand til at gro videre efter tildækning og løsrivning. For mange redskaber gælder, at effekten er bedre ved 8-12 km/t end ved 4-6 km/t, men det kan være vanskeligt at køre med høj hastighed uden at skade træerne, hvis plantningen ikke er udført korrekt og ensartet. Bearbejdningsdybden har stor indflydelse på effekten mod rodukrudt og større frøukrudt, men en for dyb bearbejdning kan skade træernes rødder.

For at opnå tilfredsstillende effekt ved mekanisk renholdelse er det derfor vigtigt at bearbejde jorden tidligst muligt, mens ukrudtet stadig er småt. Der

skal holdes rent ikke gøres rent. Ofte vil blindharvninger, hvor der køres, inden ukrudtet er spiret frem, kunne give særdeles gode resultater. Tidlige indgreb kan imidlertid hindres af, at jorden er fugtig og derfor ikke er tjenlig at køre på. Ukrudtet begynder at spire i april måned og gror voldsomt fra maj måned og frem. Der er risiko for, at redskaberne skader nyudsprungne skud, hvorfor det er tilrådeligt ikke at køre i kulturen i 2-3 uger omkring udspring. Men alle arealer skal bearbejdes inden udspring. Samtidig med, at jordbearbejdende redskaber bekæmper ukrudt, bringer de også nye ukrudtsfrø frem til jordoverfladen. Metoden er meget arbejdskrævende. Der skal føres tilsyn med arealerne, og ukrudtets udvikling skal følges nøje, for at bekæmpelsen kan indsættes på det rette tidspunkt. Behandlingen skal afhængig af forholdene gentages 4-8 gange pr. vækstsæson.

Kun få redskaber er i dag i stand til at rengøre i selve rækken (langfingerharven, hydraulisk skuffejern, rotorharve på svingarm), de fleste redskaber rens kun i rækkemellemrummene. Derved efterlades ukrudt omkring træerne, hvilket formentlig er det sted, ukrudtet påfører træerne størst konkurrence om vandet i de første 2-3 leveår. I takt med, at kronen vokser og bliver tæt, vil konkurrence om vandet være størst i kroneperiferien. Træerne skygger efterhånden størstedelen af ukrudtet under træerne væk, men der vil vedblivende være en konkurrence om lys og slid fra en eventuel høj vegetation i rækken.

### **3.1.1 Forudsætninger for mekanisk renholdelse**


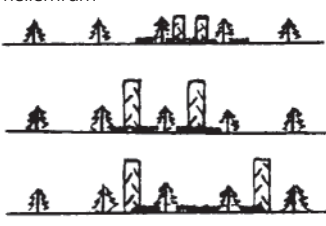


#### **3.1.1.1 Forudgående planlægning**

Planlægning er om ikke den vigtigste så dog en af de vigtigste forudsætninger for succesfuld mekanisk ukrudtsrenholdelse. Hele kulturforløbet skal således tænkes grundigt igennem og planlægges nøje. For det første for at sikre, at renholdelsen rent praktisk kan gennemføres med det eller de redskaber og maskiner man har til rådighed, og for det andet for at sikre så lave renholdelsesomkostninger som muligt.






Figur 3.1. Renholdelse med frontmonteret tandharve. Foto: FSL



Bearbejdet område	Redskabsmulighed	Specialtraktor	Præstation ha/time
1 rækkemellemrum 	Fræser Harve (div. typer) Strigle (<0,3 m) Afsk. sprøjtning	Minitraktor	0,4
2 rækkemellemrum * 	Fræser Harve (div. typer) Loft spaderulleharve Strigle (<0,3 m) Afsk. sprøjtning	Minitraktor Trad. traktor Højbenet traktor Portaltaktor	1,0
3 rækkemellemrum ** 	Fræser Harve (div. typer) Strigle (<0,3 m) Afsk. sprøjtning	Trad. traktor Højbenet traktor Portaltaktor	1,6
>3 rækkemellemrum *** 	Fræser Harve Strigle (<0,3 m) Afsk. sprøjtning	Trad. traktor Højbenet traktor Portaltaktor	2,5 - 4,0






\* Passer med 2-rækket plantemaskine. \*\* Passer med 3-rækket plantemaskine. \*\*\* Passer med 4-rækket plantemaskine.

Figur 3.2. Kulturrenholdelsesmodel ved træhøjde <0,5 m.

Bearbejdet område	Redskabsmulighed	Specialtraktor	Præstation ha/time
1 rækkemellemrum 	Fræser Harve (div. typer) Afsk. sprøjtning	Minitraktor	0,4
2 rækkemellemrum 	Fræser Harve (div. typer) Loft spaderulleharve Afsk. sprøjtning	Højbenet traktor Portaltaktor	1,0
3 rækkemellemrum * 	Fræser Harve (div. typer) Afsk. sprøjtning	Højbenet traktor Portaltaktor	1,6

\* Passer med 2-rækket plantemaskine. \*\* Passer med 3-rækket plantemaskine.

Figur 3.3. Kulturrenholdelsesmodel ved træhøjde 0,5 - 1,2 m.

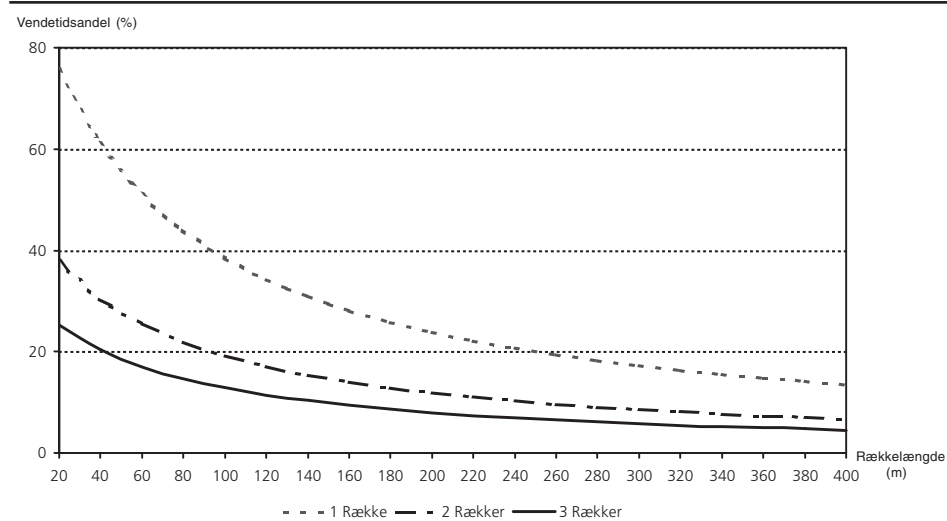
Bearbejdet område	Redskabsmulighed	Specialtraktor	Præstation ha/time
1 rækkemellemrum 	Fræser Harve (div. typer) Afsk. sprøjtning	Minitraktor	0,4
2 rækkemellemrum  * 	Fræser Harve (div. typer) Afsk. sprøjtning	Portaltraktor	1,0
3 rækkemellemrum  ** 	Fræser Harve (div. typer) Afsk. sprøjtning	Portaltraktor	1,6

\* Passer med 2-rækket plantemaskine. \*\* Passer med 3-rækket plantemaskine.

Figur 3.4. Kulturrenholdelsesmodel ved træhøjde >1,2 m.

### 3.1.1.2 Rækkernes retning

Det er helt afgørende for præstationen og dermed økonomien i den mekaniske ukrudtsrenholdelse, at rækkerne er så lange som muligt for at minimere antallet af vendinger. I kuperet terræn kan det dog være nødvendigt og helt på sin plads at fravige dette princip. For at undgå et kraftigt sidehæld og de udskridnings- og styringsproblemer, som dette medfører, bør man ofte vælge en rækkeretning vinkelret eller næsten vinkelret på højdekurverne, uanset dette i den givne kultur giver kortere og dermed også flere rækker.



Figur 3.5. Generaliserede vendetider for 3 arbejdsbredder i procent af samlet rensetid som funktion af rækkelængde (Keller, 1996).

### **3.1.1.3 Passende forager**

Det er vigtigt, at rækkerne ikke føres helt ud til et eventuelt hegn omkring kulturen. Der skal være en forager, hvis bredde skal passe til de maskiner og redskaber, som senere skal køre i kulturen. Gøres forageren for smal, tvinges traktorføreren til at bakke frem og tilbage for at bringe maskine og redskab i position. Det ses ofte, at de yderste planter mod en for smal forager har påkørselsskader, som er helt ødelæggende for planten. Ved at anlægge kulturen med en passende forager spares tid, ærgrelser og penge til planter, som alligevel aldrig bliver til noget.

### **3.1.1.4 Skæve arealer**

Skæve arealer skal så vidt muligt undgås eller rettes op, da kiler, hvor række-retningen er spids i forhold til forageren, er tids- og pladskrævende at rense. Det er forholdsvis tidskrævende at vende og bringe traktor og redskab i position. Samtidig skal forageren, som er et uproduktivt, men uundværligt areal, være væsentligt bredere, for at traktor og redskab kan vende.

### **3.1.1.5 Rækkeafstand**

Rækkeafstanden skal passe til de redskaber og maskiner, som senere påtænkes at skulle køre i kulturen. Det forekommer næsten for banalt at skulle nævne dette, men det ses meget ofte, at man i kulturer, som var planlagt at skulle renholdes mekanisk, må overgå til kemisk ukrudtsbekæmpelse, fordi rækkeafstanden viser sig ikke at passe til den eller de maskiner, som man råder over.

### **3.1.1.6 Lige parallelle rækker**

En af forudsætningerne for at kunne gennemføre mekanisk ukrudtsrenholdelse med en tilpas hurtig kørehastighed er, at rækkerne er lige, og at de rækker, som redskabet eller redskaberne skal nå over, er helt parallelle. En tilpas nøjagtig plantning kan opnås ved enten at plante med en plantemaskine med et antal rækker, som passer til de efterfølgende renseredskaber, eller ved at rille arealet op med et afpasset antal riller pr. kørsel inden planterne sættes manuelt. Manuel plantning efter 2 eller flere stokke giver ikke et tilfredsstillende resultat.

### **3.1.1.7 Ukrudtets størrelse**

Det kan generelt siges, at kun få af de i øjeblikket kendte redskaber kan klare større ukrudt. Redskaberne arbejder generelt tilfredsstillende ved ukrudtsstørrelser op til omkring 5 cm. Bliver ukrudtet meget større, begynder det at slæbe og eventuelt vikle.

### **3.1.1.8 Jordbundsforholdene**

Mekanisk ukrudtsrenholdelse sker bedst og nemmest på let jord. Jo sværere jord des vanskeligere er den at renholde mekanisk. På helt stive lerjorde kan færdselsforholdene i våde eller fugtige perioder være så besværlige, at dette i sig selv næsten udelukker muligheden for maskinel mekanisk ukrudtsrenholdelse.

### **3.1.1.9 Vejrliget**

Det ideelle vejr til mekanisk ukrudtsrenholdelse er varmt, tørt og lidt blæsende. Det løsrevne ukrudt udtørres hurtigt og slår ikke rod igen. I praksis er det ikke altid muligt at vente, til vejret bliver ideelt, idet ukrudtet risikerer at blive for stort. Man må derfor ofte gennemføre en rensning på våd jordbund og i et vejrlig, hvor meget ukrudt ikke slås ihjel, men slår rod igen og vokser videre. Selv om ukrudtet ikke bliver slået ihjel, bliver det dog hæmmet, så det ikke vokser sig så stort, at vore redskaber ikke længere magter opgaven.

### **3.1.2 Redskaber til mekanisk renholdelse**

Flere forskellige jordbearbejdende redskabstyper kan anvendes i juletræskulturer. Redskaberne gennemgås i det følgende.

#### **3.1.2.1 Langfingerharve**

Langfingerharven er et af de få redskaber, der er i stand til at holde rent i selve rækken, men da den bredbearbejder arealet, og således kører hen over træerne, begrænses dens anvendelse til og med 2. eller i sjældnere tilfælde 3. vækstår. Derefter bliver træerne for store og vil blive skadet. Der er i kulturer, hvor langfingerharven er blevet anvendt, konstateret skader på undersiden af grenene i den nederste grenkrans fra det andet eller tredje vækstår. Men træernes overlevelse og vækst vurderes ikke at blive påvirket væsentligt, hverken på kort eller lang sigt. Der er særlig stor risiko for skader ved brug af langfingerharven under og lige efter udspring. Redskabet arbejder bedst på sandet til middelsvær jord, mens effekten på svær lerjord er dårlig. På sandet jord arbejder redskabet bedst i tør jord. På lerjord er effekten normalt bedst på en fugtig jord, men ved regulering af harvens vægt f.eks. vha. hydraulik, kan effekten øges lidt på selv en tør lerjord. Harvedybden kan også justeres, så den passer til jordbund, ukrudt mm. Da langfingerharven bredbearbejder arealet, er der ingen krav til nøjagtighed ved plantning.

Redskabets største effekt skyldes tildækning af ukrudtsplanterne. Det betyder, at virkningen er bedst på småt frøkrudt fra kimbladstadiet og op til maksimalt 5 cm. Det er nødvendigt med 5-8 overkørsler pr. sæson. Større frøkrudt og rodukrudt har langfingerharven ringe effekt overfor. Anvendes langfingerharven som eneste redskab til renholdelse de første 2-3 år, er der derfor risiko for opformering af kvik.

Langfingerharven har mange fordele på lettere jorder:

- den bredbearbejder arealet og renser således også inde i rækken tæt på planterne,
- den har en stor arbejdsbredde og derfor også en stor præstation,
- den er nem at anvende og køre hurtigt med, da det ikke er nødvendigt at køre præcist op til rækkerne som med de andre redskaber,
- den stiller ikke i sig selv krav til rækkeafstanden.

Langfingerharven har dog også nogle klare begrænsninger:

- den har begrænset anvendelse på svær jord,
- den kan, som det fremgik af afsnittet om skader på kulturerne, kun anvendes i helt unge kulturer.

### **3.1.2.2 Tallerkenharve og spaderulleharve**

Lindenborgharven, der er en tallerkenharve, er almindelig anvendt i skovbruget til jordbearbejdning. Den har god effekt overfor både frø- og rod ukrudt. Redskabet efterlader en forholdsvis bred ubearbejdet stribe omkring træerne, og der kan være problemer med, at der dannes volde og bliver kastet jord over kulturtræerne.

Loft spaderulleharve kører over hver anden række og renser i to rækkemellemrum. Stort ukrudt kan vikle om spaderullerne, som derved ikke arbejder frit. For at undgå ensidig flytning af jord og volddannelse er spaderullerne placeret på to aksler således, at de arbejder imod hinanden. Effekten af harven er meget afhængig af kørehastigheden. Der skal således køres meget hurtigt - 12 km/t eller mere – for at opnå tilfredsstillende effekt.

### **3.1.2.3 Radrenser**

Radrenser er, som ordet siger, rækkegående redskaber. Arbejdsorganerne kan have forskelligt udseende, men det normale er fjedertænder med et- eller tovingede skær - de såkaldte gåsefodsskær. Ved montering af halve skær ind mod rækken skånes træernes rødder mod skader.

Redskabet kan være front-, undermonteret eller trepunktsophængt. De trepunktsophængte radrenser har været almindeligt brugt i roemarken og betjent af en mand siddende på radrenseren og en på traktoren. Tomandsbetjent radrensning giver større præcision, og det bliver muligt at rengøre tættere på rækkeafgrøden end med énmandsbetjente. Tomandsbetjent radrensning skønnes i dag at være for dyr. Det normale i dag er énmandsbetjente redskaber. Ved frontmontering kan føreren overskue redskab og kørsel. Undermontering er en mulighed i forbindelse med højbenede traktorer og rammetraktorer. Overskueligheden er afhængig af traktorens opbygning. Ved frontmontering og undermontering kan der eftermonteres en harve til løsning af jorden i traktorsporene.

Redskabet underskærer og tildækker ukrudtet; den vigtigste virkning er underskæringen. Redskabet bekæmper ukrudt effektivt, selv rod ukrudt - f.eks. kvik - er radrenseren normalt effektiv overfor. På grund af dens aggressive underskæring har den god virkning overfor større ukrudt, og er derfor knap så afhængig af ukrudtets størrelse, som langfingerharven er. Men under alle omstændigheder gælder det også for radrenseren, at jo mindre ukrudt er, jo nemmere er det at bekæmpe. Radrenseren kan bruges igennem hele omdriften. Kun træernes højde i forhold til redskabsbærerens frihøjde begrænser anvendeligheden.

Den afgørende mangel ved en radrenser er, at den kun kan renholde i rækkemellemrummene, ikke i selve rækken.

Forudsætningerne for succes med denne type redskaber er ud over de generelle forhold:

- at fjedertændernes stivhed passer til jordbundstypen,
- at gåsefodsskærene giver fuld gennemskæring af jorden og har en god overlappning,
- at tænderne for at give det størst mulige flow er placeret, så de tænder, som trækker nabospor i jorden, sidder længst muligt fra hinanden i kørselsretningen,
- at tænderne ikke kører dybere end ca. 5 cm, ofte gerne højere,
- at kørehastigheden er minimum 5 til 6 km/t, så fjedertænderne vibrerer, holder sig rene, og bringer de afskårne eller løsrevne ukrudtsplanter op på jordoverfladen.

#### **3.1.2.4 Hydraulisk skuffejern**

Det hydrauliske skuffejern kan anvendes til renholdelse i selve rækken. En hydraulisk styret kniv på 50-65 cm underskærer ukrudtet i 2-5 cm's dybde. Redskabet er monteret med en mekanisk eller ultrasonisk føler, som når den møder eller registrerer en større modstand - f.eks. træets stamme, vil afkoble hydraulikken, og kniven vil, på grund af jordens modstand samtidig med, at redskabet køres frem, blive skubbet tilbage og dreje ud i rækkemellemrummet. Efter træet er passeret, aktiveres kniven atter hydraulisk i rækken. Hydraulisk skuffejern anvendes i økologisk frugtavl og er også anvendt i konventionel frugtavl.

I frugtplantager er 7-8 overkørsler/sæson nødvendig for at opnå tilstrækkelig effekt. Kørehastigheden er 7-10 km/t.

#### **3.1.2.5 Fræsere**

Fræsere er også en mulighed. Knivene er monteret på en vandret roterende aksel. Fræsere virker ved oprivning, sønderdeling og tildækning. Effekten overfor ukrudt er god, og selv store ukrudtsmængder og en tæt græspels kan fræsere klare. Rodukrudt bekæmpes dog kun ved gentagne behandlinger. Fræsere kan være lidt problematiske at anvende til gentagne overkørsler af kulturarealet, idet der er stor risiko for, at jordstrukturen ødelægges. Fræsere renholder kun i rækkemellemrummene. Den PTO-drevne fræser har lav præstation, mens den friktionsdrevne fræser har høj præstation. Det er muligt at anskaffe rækkefræsere til montering på højbenede traktorer, minitraktorer og rammetraktorer.

Under fræsere hører også firmaet PolyTrac's hydraulisk drevne overfladefræser - den såkaldte »Mulcher«. Den er i stedet for den traditionelle forholdsvis tynde aksel udstyret med en kraftig tromle, som i stedet for traditionelle fræserknive er bestykket med hårdmetal mejsler. Mulcheren opriver og knuser selv stort ukrudt uden at vikle.

#### **3.1.2.6 Rotorharve**

Rotorharver har lodrette, stive, roterende tænder. Tænderne har en cirkel-

formet bevægelse gennem jorden, hvilket jævner jorden godt på tværs af kørselsretningen. Firmaet Silvatec fremstiller en PTO drevet rotorharve beregnet til ukrudtsbekæmpelse i juletræskulturer. Til at regulere dybden er der bagest monteret en valse. Rotorharven findes også monteret på en svingarm, der gør det muligt at rense inde i selve rækken mellem træer, som er tilstrækkeligt store og stive til at afvise svingarmen. Rotorharven er egnet til at rydde op i tilgroede kulturer.

### **3.1.2.7 Børsterenser**

Børsterenser er en mulighed, der blot skal nævnes, da den har fundet anvendelse indenfor park- og landskabsområdet. Så vidt vides, haves ingen erfaringer med redskabet i juletræskulturer. Redskabet er trepunktsophængt og PTO-drevet. Stive børster roterer over jordoverfladen vertikalt eller horisontalt og slider ukrudtet i stykker samt løsner og river ukrudt med højtliggende rødder op af jorden. Ukrudtet løsnes bedst fra lidt fugtig jord, men på lerede jorde, hvor redskabet arbejder bedst, må jorden ikke være for fugtig, ellers dannes der et tæt »smørelag« på jordoverfladen. Effekten er bedst på enårigt ukrudt.

### **3.1.2.8 Slåningsredskab**

Slåning og klipning af ukrudt kan være nødvendigt i nogle tilfælde, men normalt er metoden utilstrækkelig. På arealer, hvor der ingen frostfare er, kan slåning evt. være en mulighed. Slåning kan være relevant, hvor træer og buske trods ukrudtsbekæmpelse er blevet høje, f.eks. ær, birk, hindbær og brombær. Herved forhindres indgroning og fysisk slid af juletræerne. Slåningen kan foregå med le, krattrydder eller klippemaskiner.

## **3.1.3 Dyrknings- og plantningssystemer i mekanisk renholdte kulturer**

Øget brug af mekanisk renholdelse vil stille nye krav til hele dyrkningssystemet. Hidtil er juletræskulturerne design bygget op efter bomsprøjten, dvs. ca. 14 m mellem sporene, og en rækkeafstand, der er bestemt efter, hvor store træerne er i slutningen af omdriften. Men med en mekanisk renholdelse, hvor hvert rækkemellemrum bearbejdes, og der køres i hver række, over hver, hver anden eller hver tredje række, stilles andre krav til plantningsmodellen. For at undgå skader på træerne og forlænge den tid, hvor mekanisk renholdelse kan anvendes, må plantningen tilpasses alle andre redskaber og maskiner, der skal køre igennem kulturen i løbet af omdriften. Det er derfor vigtigt allerede før anlæg at planlægge med hvilke redskaber og redskabsbærere, renholdelsen skal foretages. Rækkeafstanden skal tilpasses hertil, så man ikke senere i kulturens liv forhindres i at køre i kulturen uden fare for beskadigelse af træerne.

For det første stilles der øgede krav til præcision af plantningen. Det er vigtigt, at rækkerne er lige og parallelle. En enkelt eller to skæve rækker kan betyde mindre afstand end beregnet mellem rækkerne og dermed risiko for at skade træerne ved kørsel i kulturen. Ved mekanisk renholdelse skal der køres forholdsvis hurtigt, for at redskabet skal virke optimalt. Hvis rækkerne er skæve, kan man for at undgå skader være tvunget til at mindske bearbejdningsbredden og øge sikkerhedsmarginen til træerne, men det vil betyde, at der efterlades større mængder ukrudt omkring træerne.



Kun få af de kendte redskaber kan renholde i rækken i dag. Et alternativ til disse redskaber er at anvende et rækkegående redskab, der rengør i rækkemellemrummene, og derefter vinkelret herpå. Det forudsætter, at træerne er plantet i krydsforbandt, hvilket er vanskeligt og kræver høj præcision. Det er en fordel, at man ikke behøver at anskaffe sig et specialredskab til renholdelse i rækken, men at man kan bruge det samme, som anvendes til renholdelse i rækkemellemrummene. Det må dog bemærkes, at arealudnyttelsen bliver ringere, hvis der er etableret indre læhegn, idet der skal være vendeplads (forager) på begge sider af hegnene.

Der vides endnu for lidt om renholdelse i krydsforbandt plantning, men det er muligt, at man ikke nødvendigvis behøver at køre over arealet flere gange pr. sæson. Det vil formentligt være tilstrækkeligt at køre skiftevis hver anden gang på den ene led og hver anden gang på den anden led. På Gisselfeld Skovdistrikt har krydsforbandt plantning været praktiseret, ved at man inden plantning riller arealet op på tværs af planterækkerne med en ombygget såmaskine. Præstationen ved rillemarkeringen har været 2 ha pr. time.

Der stilles øgede krav til præcisering af afstanden mellem rækkerne. Det er umuligt at holde helt samme rækkeafstand mellem alle rækker. Men en del af problemet kunne løses ved, at plantemaskine og renholdelsesredskab strækker over lige mange rækker. For at sænke omkostningerne til renholdelsen er så bredt et redskab som muligt ønskeligt. En to-rækket plantemaskine er i dag det normale, men fremover vil tre-rækkede plantemaskiner sandsynligvis blive mere eftertragtede. Det vigtigste er, at plantemaskine og renholdelsesredskab samt traktor-bredde og hjulbredde er tilpasset hinanden (se figur 3.3 til 3.5).

### **3.1.3.1 Bekæmpelse af kvik**

Uanset om målet er at dyrke efter økologiske eller integrerede principper, (eller man for den sags skyld blot vil nedbringe forbruget af pesticider) er kendskab til de enkelte ukrudtsarter af overordentlig stor betydning. Det er vigtigt at kende til ukrudtsarternes biologi for på den måde at være i stand til at ramme ukrudtet, når det er mest sårbart.

I det følgende vil mulighederne for mekanisk bekæmpelse af kvik blive gennemgået som et eksempel på en vanskelig og uheldig ukrudtsart i juletræskulturer på agerjord.

Kvik starter væksten tidligt på året - ofte i februar, og væksten kan fortsætte til hen i november. Når væksten starter, og skud fra udløberne begynder at vokse, forbruger skuddet næring oplagret i udløberen. Forbruget af næring fortsætter, indtil skuddet har 3-4 blade. Fra planten har 5-6 blade, danner den overskud af næring til dannelse af nye udløbere og til at fylde de tomte næringsstoflagre, derfor bliver planten mere robust fra dette stadie. Denne viden kan udnyttes til at bekæmpe kvik på det mest sårbare tidspunkt.

Det er af meget stor betydning, at kvikken bekæmpes effektivt inden anlæg. Der er to måder at bekæmpe kvik mekanisk: »Udsultningsmetoden«, hvor udløberne udsultes ved, at bladmassen fjernes, og »Udtørringsmetoden«, hvor

udløberne hindres i at spire ved udtørring. Ved tilplantning af landbrugsjord skal kvikken bekæmpes i efteråret efter høst. Bekæmpelsen indledes med, at kvikkens vækst afbrydes straks efter høst med mekanisk bearbejdning. Ideen med udsulningsmetoden er at fremprovokere forbrug af al næring i udløberne. Ved første jordbehandling efter høst er det derfor vigtigt, at udløberne findeles i så små stykker som muligt, derved er der mindre reservenæring til rådighed til de enkelte kvikskud. Det kan gøres med fræser eller tallerkenharve. Når udløberne har sat grønne skud, og der er tæret maksimalt på udløbernes næring - dvs. ved 2-3 blads stadiet, ødelægges bladmassen ved harvning. Behandlingen skal gentages flere gange på 2-3 blads stadiet, hvis metoden skal medføre en reduktion af kvikmængden. Derfor er metoden mest værdifuld, hvor landbrugsafgrøden høstes tidligt. I udtøringsmetoden trækkes så mange udløbere op på jordoverfladen som muligt, hvor knopperne udtørres, så de ikke kan spire. Også denne behandling skal gentages flere gange i løbet af efteråret, helst hver 10.-14. dag. Fjedertandsharve har størst effekt. For at få tilstrækkelig effekt skal behandlingen efterfølges af en tør periode på 1-2 uger. Metoden har god effekt i tørvejr, men dårlig effekt i et vådt efterår, hvor udsulningsmetoden er bedre egnet.

Begge metoder skal efterfølges af en vinterpløjning i november måned, hvor svækkede, men stadig levedygtige udløbere begravnes og bekæmpes effektivt. Har harvningen ikke svækket rodudviklingen tilstrækkelig, vil udløberne have tilstrækkelig energi til at nå jordoverfladen trods pløjning. Derfor er den gentagne mekaniske bekæmpelse i løbet af efteråret meget vigtig.

Et års braklægning med gentagne harvninger vil have yderst god effekt på kvikbestanden. Pga. risiko for tab af næringsstoffer frarådes braklægning normalt i økologisk produktion. Desuden mistes på denne måde et helt års produktion.

Efter anlæg vil det også være muligt at bekæmpe kvikken om efteråret, men effekten vil være dårligere.

## 3.2 Dækmaterialer

*Frans Theilby, Skov & Landskab (FSL)*

Jorddækning ved hjælp af forskellige materialer har primært til formål at forhindre ukrudtets fremspiring ved at udelukke tilgangen af lys. Udover den ukrudtsdæpende effekt, tillægges jorddækning tillige positiv effekt på jordbundens fauna og på vandhusholdningen i jorden under materialet, som følge af reduceret fordampning. I princippet kan alle materialer, der hindrer lyset i at trænge igennem, anvendes. Den største hindring for udbredelsen af dækmaterialer til ukrudtsbekæmpelse er materialeprisen og udlægningsomkostningerne. Organiske dækmaterialer omfatter bl.a. halm, flis og kompost. Uorganiske dækmaterialer omfatter forskellige plasticmaterialer og planteplader m.m. Der henvises til Forskningscentrets rapport nr. 6/1997 om dækmaterialer.

### 3.3 Dækafgrøder

*Frans Theilby, Skov & Landskab (FSL)*

Tanken bag brugen af dækafgrøder som ukrudtskontrollerende metode er, at den valgte afgrøde effektivt kan udkonkurrere den naturlige ukrudtsbestand, og at den yder kulturplanterne mindre konkurrence end ukrudtet gør. Dækafgrøderne konkurrerer om vand og næringsstoffer, men tilbageholder til gengæld en del af næringsstofferne fra udvaskning i de perioder, hvor væksten er mindre - om vinteren dog kun ved anvendelsen af flerårige arter.



*Figur 3.6. Rug som dækafgrøde i skovrejsningskultur. Foto: FSL.*

Dækafgrøder øger på samme måde som ukrudt risikoen for forårsnattefrostskader. Etableringen bliver bedst på ukrudtsfri og jævn jord, og metoden er derfor bedst egnet i markkulturer. De hidtil anvendte arter har været kvælstoffikserende bælglplanter som lupin og hvidkløver, og i forbindelse med kulturstart har rug været anvendt som dækafgrøde i markkulturer. Konklusionen er foreløbig, at anvendes rug, skal denne sås tyndt (10-15 kg/ha) forud for kulturstarten. Anvendes lupin eller hvidkløver, skal disse først indsås i rækkemellemrummene efter kulturstart.

### 3.4 Termisk renholdelse

*Frans Theilby, Skov & Landskab (FSL)*

En lang række termiske metoder har i tidernes løb været afprøvet til ukrudtsbekæmpelse: Flammebehandling med gasbrændere, infrarød varmepåvirkning, varmt vand, frysning med flydende kvælstof og kulsyresne, forskellige elektrotermiske metoder samt dampbehandling. I praksis arbejdes udelukkende med varmepåvirkning i form af varmt vand, damp, flammebehandling eller varmluftsbehandling.

Princippet i varmebehandlingen er, at planterne varmes op til kogepunktet, men ikke må forkulle. Derved sprænges cellestrukturen i plantevævet, og roden tørrer ud og dør pga. den fordampning, der sker fra den synlige del af ukrudtsplanten. En egentlig afbrænding af ukrudtet er meget effektkrævende og indebærer samtidig den ulempe, at ukrudtet forkuller, og den ønskede udtørring af rodnettet udebliver.

Varmvandsmetoden er hidtil kun anvendt i planteskolekulturer, hvor Egedal Maskinfabrik har udviklet en »Steam-machine«, der afskærmet udsprøjter varmt vand i en arbejdsbredde på 3,75 m. Maskinen er ikke terrængående og brændstofforbruget er op imod 5.000 l fyringsolie pr. ha, hvorfor maskinen er uinteressant i skovkulturer. En videreudvikling af en terrængående enhed med et væsentligt lavere brændstofforbrug er under afprøvning. Enheden benævnes »Egedal Greenmaster« og er beregnet til montage på minitraktorer eller redskabsbærere. Opbygningen minder om afskærmet sprøjtning blot med den forskel, at der her udsprøjtes 150 grader varmt vand. Brændstofforbruget til opvarmning af vandet anslås til ca. 50 l fyringsolie pr. ha, og fremkørselshastigheden til 2,0-2,5 km/time. Det er dog tvivlsomt, om »Egedal Greenmaster« vil finde nogen større anvendelse, idet vandforbruget pr. behandling er stort (3.000-5.000 l/ha), og effekten modsvarer behandling med et svidningsmiddel og derfor må gentages flere gange i løbet af en vækstsæson. Omkostningerne pr. behandling anslås til 1.000-1.500 kr./ha.

Dampbehandling anvendes i dag forsøgsmæssigt til ukrudtsbekæmpelse i flere kommuner. Dampbehandlingsmaskinen »Dansteam« anvender tørmættet damp til at opvarme ukrudtsplanterne. Varmedannelsen sker, når dampen kondenserer til vand. Når man opvarmer vand til 100°C koster 1 grad 1 kalorie pr. gram vand, men at varme vand op til over 100°C kræver en væsentlig større mængde energi, der kaldes fordampningsenergi. Når dampen rammer planten og fortættes til vand på dens overflade, vil den samme mængde



energi blive afgivet i form af varme. Denne energi kaldes fortætningsenergi. Da vand har en stor evne til at lede og overføre varme, er vandforbruget ved denne metode relativt lille.

»Dansteam« består af et frontmonteret behandlingsaggregat med en arbejdsbredde på 140 cm samt en trailer, der indeholder dampgenerator og tanke til diesel og vand. Kedlen har en kapacitet på 158 kilowatt, og brændstofforbruget er 20 l/time. Hele anlægget har fuldautomatisk opstart og drift via en elektronisk styringsenhed med touch screen.

Varmebehandling af ukrudtsvegetationen har, som tidligere nævnt, til formål at ødelægge cellestrukturen og ikke at afbrænde vegetationen. Behandlingen kan sammenlignes med en blanchering og kan opnås ved en varmluftsbehandling med ca. 800 grader varm luft evt. kombineret med infrarød stråling. I forhold til egentlig ukrudtsbrænding er varmluftsmetoden også mindre brandfarlig at anvende i skovkulturer. Effekten af varmebehandlingen er bedst på ungt ukrudt, og der opnås den bedste effekt ved behandling i tørt vejr med en lav relativ luftfugtighed. Der findes intet specielt terrængående udstyr til skovkulturer på markedet, men flere af de eksisterende udstyr med arbejdsbredder på 0,5-1,0 m vil kunne påmonteres en minitraktor eller en redskabsbærer. Fremkørselshastigheden varierer fra 2-4 km/time, og gasforbruget er 40-60kg/ha pr. behandling. Med en kg-pris for gas på 12 kr. er omkostningen til gas alene 480-720 kr./ha pr. behandling. Dertil skal lægges timeomkostninger til traktor og fører, hvorved omkostningerne pr. behandling minimum bliver 1.500 kr./ha. Da det er nødvendigt med flere (3-5) behandlinger, bliver metoden urealistisk dyr i skovkulturer.

Generelt har termisk renholdelse en vis effekt på alle ukrudtsarter og kan bruges gentagne gange uden at provokere resistensudvikling i planterne. Den termiske metode er dog særdeles ressourcekrævende, og det høje energiforbrug medfører et tilsvarende højt udslip af kuldioxid til atmosfæren. På kort sigt er den største ulempe dog brandfaren ved brug af gasbrændere. Det har bevirket, at Beredskabsstyrelsen er gået i gang med at udarbejde et sæt sikkerhedsregler for brug af gasbrændere. Disse regler vil blive beskrevet i et særskilt Videnblad, når de foreligger.

### **3.5 Renholdelse med husdyr**

*Hans Ranvig, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole*

Renholdelse af nåletræskulturer kan foretages med får, kreaturer, heste, grise, strudse, gæs eller kalkuner. Erfaringsmaterialet omkring renholdelse med husdyr er størst med brugen af får i juletræskulturer, som er indhegnede fra kulturstart. Anvendelsen af græssende dyr til kulturrenholdelse fordrer, at man har kendskab til de pågældende dyr og navnlig, at man har lyst og interesse for denne form for ukrudtsbekæmpelse. Såfremt der er tale om fredskovsarealer, kræver anvendelsen af husdyr en dispensation fra Skovloven. Græssende husdyr kan anvendes i en ukrudtsbekæmpelsesstrategi sammen med f.eks. mekanisk renholdelse eller pletvis kemisk ukrudtsbekæmpelse. Metoden er arbejdskrævende, idet der fordres daglig tilsyn med dyrene, og



Figur 3.7. Endnu er der kun få erfaringer med grise til kulturrenholdelse. Foto: FSL.

samtidig skal man i hele græsningsperioden være opmærksom på bidskader i kulturerne. For yderligere oplysninger om afgræsning i pyntegrøntkulturer henvises til Forskningscentrets publikation nr. 1/96 samt nedenstående afsnit om fåregræsning.

### 3.5.1 Fåregræsning i nordmanns- og nobiliskulturer med henblik på renholdelse for uønsket vegetation

Fåregræsning til renholdelse af grankulturer har været gennemført gennem flere år med varierende resultater. Der, hvor resultatet har været utilfredsstillende, er oftest der, hvor forudsætningerne for et fornuftigt resultat ikke har været til stede. Det vil sige, at der har været mangel på tid til at tilse fårene og viden om deres adfærd og behov. Produktion af juletræer og pyntegrønt har det til fælles med lammeproduktion, at hvis produktionen skal resultere i produkter af høj kvalitet og et godt økonomisk udbytte, så forudsætter det stor faglig indsigt og evne til at omsætte denne indsigt til fornuftige handlinger på de rette tidspunkter.

Flere har haft dårlige erfaringer med for eksempel at lade fårene græsse i kulturen hele året. Eller efter jul at fodre fårene med træer eller pyntegrønt, der ikke er blevet solgt, og eventuelt presse dem til at græsse hårdt i en ældre nobiliskultur og tolerere bidskader her og bagefter lade dem græsse en nordmannskultur. Plantning af træer på arealer, hvor der går får, vil blive opfattet som en fodertildeling og ofte resultere i bidskader. Fårene må ikke på nogen måde forledes til at tro, at grannåle og kviste er et fødeemne.



Figur 3.8. Græssende får i juletræskultur (Foto:Hans Ranvig).

På større ejendomme er der så store arealer, der skal græsses, at der er basis for en besætningsstørrelse på omkring 200 får eller mere. Det indebærer, at en person har det som en væsentlig del af sin beskæftigelse, og vedkommende kan derfor opnå den grad af indsigt og erfaring, som er nødvendig for et godt resultat. Fåregræsning i pyntegrøntkulturer kan også ske som entreprenørgræsning, det vil sige, at ejeren af kulturen betaler en fåreholder for at lade sine får græsse, indtil en ønsket tilstand er opnået.

Succes med fåregræsning afhænger af fårenes og pasningens kvalitet. Hvis ikke det går godt, er der desværre stor risiko for, at fårene, der ikke kan tage til genmæle mod dårlig pasning og tilsyn, får skylden. I Danmark er dygtige fårepassere, der kan håndtere større flokke, desværre en mangelvare.

#### **3.5.1.1 Fåreracer**

Får, der tilhører racegruppen af forædlede kødracer som: Leicester, Dorset, Suffolk, Oxforddown og Shropshire har alle været brugt, men Shropshire er den mest anvendte i nordmannskulturer. Erfaringerne viser, at Shropshirefår kan presses stærkest uden at æde af kulturen, og goldfår af denne race i deres bedste alder, det vil sige 2-7 år, og i god foderstand kan klare sig meget længe under tørre, sparsomme græsningsforhold uden at tabe sig nævneværdigt. Der er inden for alle racer en betydelig individuel variation, og navnlig i indkøringsperioden er det vigtigt at tilse dyrene en gang om dagen. Er der sporadiske bidskader, vil det ofte være enkelte individer, der er årsag til disse. Sådanne dyr bør fjernes omgående, da en sådan adfærd kan påvirke andre får til at gøre ligeså, navnlig hvis der er mangel på føde i området, og så bør fårene fjernes fra arealet. I ældre nobiliskulturer er der eksempler på, at Texel og Finulds får har været anvendt med udmærket resultat.



### **3.5.1.2 Adfærd**

Får er oprindeligt steppedyr, og som andre planteædere efterstræbes de af rovdyr, hvilket præger deres adfærd. De fleste får er vant til at græsse på arealer med lav vegetation, og de vil ofte græsse i en omvendt V-formation dannede en vinkel på ca. 120 grader med et får i front og de andre bagefter, således at de altid kan se et andet får i udkanten af deres synsfelt. Hvis et får opdager en fare, vil det løbe fremad, vende sig mod den mulige fjende, lade vandet og overveje, om det skal tage flugten. De andre får reagerer på tilsvarende vis. Denne græsningsformation er det ikke muligt at praktisere i et tæt træbevokset område, derfor lærer erfarne skovgræssende får at sprede sig over arealet og eventuelt samles for at tygge drøv og hvile på udvalgte pladser. De græsser ca. 8 t, tygger drøv ca. 8 t og har således ca. 8 t til hvile og andre aktiviteter. En stor del af gødningen afsættes på det område, hvor fårene hviler og tygger drøv. Det giver en skæv fordeling af plantenæringsstoffer på lang sigt, navnlig når arealet græsses af få får i en hel græsnings-sæson.

Lam på 6 uger holder sig tættere på deres mødre og lærer mere fra dem om, hvilke planter de kan æde, og hvilke de bør holde sig fra sammenlignet med 12 uger gamle lam. Det er derfor af betydning, at gimmerlam får lejlighed til at følge deres mødre i kulturen i en ung alder. Da fårene normalt bindes ud i slutningen af april eller begyndelsen af maj, bør de være født i begyndelsen af marts. Får med høj placering i rangfølgen præger de yngre fårs græsningsadfærd på godt og ondt. Det er ødelæggende for et godt resultat, hvis et sådant dyr forårsager bidskader, ligesom det fremmer et godt resultat, hvis det villigt æder planter, der udgør et problem for kulturen.

Fårene bør aldrig forblive i kulturen, når de planter, de kan forventes at æde, er græsset ned. Når det er tilfældet, vil de ændre adfærd. De går hvileløst rundt og bevæger sig hurtigere end normalt. Denne adfærd kan få særligt negative følger i skudstrækningsperioden, hvor de spæde skud kan knække af. I denne fase er der en forøget risiko for bidskader, og fårene er nemme at flytte til et andet nærliggende græsningsområde med en spand korn som lokkemad.

Væddere og kønsmodne vædderlam bør ikke græsse i kulturen, da de er tilbøjelige til at æde nåle. Desuden har de tilbøjelighed til at gnubbe hovedet for at afsætte duftspor på træer og dermed risiko for at skade træerne ved at knække grene.

### **3.5.1.3 Ædepræference**

Får æder små mængder af ukendte planter og øger gradvis optagelsen, hvis der ikke er ubehagelige reaktioner fra fordøjelseskanalen. Får er meget omhyggelige med at udvælge både planteart og plantedel. Generelt foretrækker de urter, græsser, buske og træer i nævnte rækkefølge, og de foretrækker blade fremfor stængler. Da græsserne bedst tåler jævnlig afbidning, vil der ofte efter en periode med fåregræsning udvikle sig et tæt græstæppe, som konkurrerer med kulturen om vand og nedsætter varmestrålingen fra jorden, som beskytter mod frostska-

Fårenes græsning er blandt andet afhængig af planternes fordøjelighed, protein- og mineralindhold samt smag, og disse forhold påvirkes af plantens udviklingstrin, det vil sige alder og vækstforhold. Nogle planter er delvis kemisk beskyttede mod græsning på grund af indhold af giftige eller dårligt smagende stoffer som for eksempel ranunkler eller fysisk med torne som brombær. Sådanne forhold påvirker naturligvis også fårenes optagelse af det pågældende plantemateriale.

Får på 45 kg, der fodres med grovfoder med en energi fordøjelighed fra 40 % (som dårlig halm) til 70 % (som hø af topkvalitet), optager stigende mængder fra henholdsvis 0,5 og til 1,35 kg tørstof pr. dag. Hvis får kan vælge mellem to rationer med forskellig fordøjelighed, vil de også ofte æde en del af den med den laveste fordøjelighed, formentlig for at opretholde et gunstigt vommiljø.

Nåle fra nobilis og nordmannsgran har en fordøjelighed fra midten af maj til midten af juni på 37 % og 42 %, fra midten af juni til midten af august ligger begge på 46 % og i september på 32 % og 36 %. Derfor er det meget vigtigt at være særlig opmærksom på bidskader fra midten af juni til midten af august, når plantemateriale med bedre smag og fordøjelighed er ædt.

Fårenes færden i kulturen kan medvirke til spredning af de lus, der angriber navnlig nordmannsgran. Hvilken effekt fåregræsningen har på lusenes naturlige fjender, er ikke kendt. En del frø kan passere vommen uden at miste spireevnen og dermed blive spredt med gødningen. Frø, der sætter sig i pelsen, vil normalt blive siddende og forringer dermed udkvaliteten. Nogle af dem kan blive spredt i kulturen. Sandsynligheden for, at dette skal ske, ned-sættes ved at sørge for, at fårene har en kort udlængde på 2-3 cm og bindes ud i kulturen så tidligt, at planterne bliver nedbidt og ikke får lejlighed til at sætte frø. Det forudsætter naturligvis, at fårene er villige til at æde de pågældende planter.

#### **3.5.1.4 Græsningsstrategi**

De bedste kulturplejeresultater opnås normalt, når der græsses med stor belægning i kort tid, det vil for eksempel sige 10-20 får pr. ha i tre eller fire uger. Konkurrence mellem de græssende dyr stimulerer optagelsen også af planter, der normalt ikke er så stor rift om, ligesom nedtrængning af grov vegetation, som de ikke vil æde, bliver større under disse betingelser. Det letter tilsyn, men giver flere flytninger af flokkene mellem kulturene. Det er vigtigt at finde en fornuftig balance. Hvis fårene flyttes for ofte, kan de blive stressede, og det vil kunne komme til at gå ud over kulturen, ligesom en stor belægning nødvendiggør tilsyn flere gange om dagen, når kulturen ønskes græsset langt ned.

Det kan være praktisk, navnlig hvis fårene skal flyttes over længere afstande, at der græsses med flokstørrelser, der harmonerer med vogn- eller trailerkapacitet.

#### **3.5.1.5 Betydning af huld**

Der er en ret nøje sammenhæng mellem fårenes huld i de kritiske perioder,

deres produktivitet og græsningsadfærd. For så objektivt som muligt at beskrive fårenes huld, er der udarbejdet en huld skala fra 0-5, hvor beskrivelsen af de enkelte huldkarakterer (Hk) er følgende:

- 0 Meget mager og tæt på at dø. Det er umuligt at finde muskel- eller fedtvæv mellem hud og knogler, og den ru knogleoverflade kan mærkes gennem huden.
- 1 Torntappene er fremtrædende og skarpe. Tværtappene er også skarpe, og fingrene passerer let under enderne, ligesom adskillelsen mellem tappene tydeligt føles. Ryg musklen er meget tynd uden fedtdække. Hk 0-1, intet fedt.
- 2 Torntappene er stadig fremtrædende, men glatte, og de enkelte hvirvler kan kun svagt føles. Med lidt pres er det muligt at føle under tværtappene. Rygmusklen er moderat af størrelse og med et moderat fedtlag. Hk 1-2, ca. 1,5 kg fedt.
- 3 Torntappene mærkes som små forhøjninger, de er bløde og afrundede, og de enkelte knogler kan kun føles ved at presse. Tværtappene er glatte og godt dækkede, og et fast pres er nødvendigt for at føle enderne. Rygmusklen er af normal størrelse og har et moderat fedtlag. Hk 2-3, ca. 6 kg fedt.
- 4 Torntappene kan lige akkurat føles som en hård linje mellem den fedtdækkede rygmuskel. Enderne af tværtappene kan ikke føles. Rygmusklen er fuldt udfyldt og har et tykt fedtlag. Hk 3-4, ca. 12 kg fedt.
- 5 Torntappene kan ikke føles selv med et fast tryk, og der er en rende mellem de to fedtlag der, hvor torntappene forventes at være. Tværtappene kan ikke føles. Rygmusklen er fuldt udfyldt med et meget tykt fedtlag. Der kan være store fedtaflejringer på kryds, ved hale og bag forben. Hk 4-5, ca. 25 kg fedt.

Bedømmelse af huld sker sikrest på lændehvirvlerne ved bagerste ribben, da det er her, der sidst indlejres og først mobiliseres fedt fra. Magre får optager 30 % mere foder pr. tidsenhed end fede under begrænsede græsningsforhold. Det vil sige, at de magre får er mindre selektive end de fede og er derfor vanskeligere at styre rent græsningsmæssigt.

### **3.5.1.6 Huldstyring**

En forøgelse af huldkarakteren fra 2,5 til 3,5 forudsætter, at fårene er på god græsning i ca. 7 uger. Er der tale om dårlig græsning, kan det blive nødvendigt med en længere periode eller et tilskud af for eksempel korn, op til 0,5 kg pr. dag pr. får. Ønskes huldet reduceret et huldkaraktertrin, for eksempel fra 4,5 til 3,5, kan det ske ved at tage fårene på stald og fodre dem med halm, vand og 200 g fiskemelsblanding med 35 % protein eller 200 g soya-skrå pr. dag. Efter ca. 14 uger har den ønskede reduktion af huldet fundet sted, og fårene kan forventes at optage ca. 0,8 kg byghalm tørstof pr. dag.

Meget magre dyr (Hk<2) er længe om at genvinde huldet. Da de har god appetit, kan store tildelinger af koncentreret foder, navnlig kornholdigt kraft-

foder, let give problemer med vom acidose. Derfor bør opfodring af magre dyr, hvad enten det er store lam eller får, altid påbegyndes med at give dem godt hø efter ædelyst, hvis der ikke er god græsning.

Meget fede dyr (HK>4,5) kan få problemer i højdrægtigheden, både med plads til den voksende bør på grund af bughule fedt og dermed forøget risiko for vaginal prolaps, men også på grund af manglende ædelyst og deraf forøget risiko for drægtighedssyge (ketose).

### 3.5.2 Eksempler på foderplaner baseret på stråfoder

Behovet for kraftfodertildeling afhænger af den mængde og kvalitet af grovfoder, der er til rådighed. Fåret kan før læmningen optage ca. 1,8 kg tørstof og efter læmningen ca. 2,5 kg tørstof. Som en tommelfingerregel må det anbefales, at i en foderration til får består mindst halvdelen af tørstoffet af grovfoder og resten kraftfoder. I tabellen er vist forslag til foderplaner, hvor den faldende grovfoderkvalitet, udtrykt som fordøjelighed, og den deraf følgende nedgang i foderoptagelse, kompenseres med stigende kraftfodertilskud. Hvor planen foreskriver kraftfodertildelinger over 0,5 kg pr. dag, bør det tildeles ved to daglige fodringer, og det korn, der indgår, bør i videst muligt omfang bestå af hele kerner. Det fremgår af denne tabel, at fårene kan klare sig alene på hø, selv når deres foderbehov er stort. En forudsætning er imidlertid, at der er tale om hø af en kvalitet, der er meget vanskelig at producere og derfor sjældent er til rådighed.

Tabel 3.1. Foderplaner til får baseret på hø og halm af forskellig kvalitet (fordøjelighed %) og kraftfoder, kg foder pr. dag til får med tvillinger de sidste 4 uger før og 6 uger efter læmning.

Grovfoder kvalitet:	Fordøjelighed %	Foderration:	Kødfår, 80 kg	
			Før læmning	Efter læmning
Meget godt hø	67	Hø	2,2	2,8
		Kraftfoder	-	-
Godt hø	61	Hø	1,7	2,4
		Kraftfoder*	0,5	0,5
Middel godt hø	57	Hø	1,3	2,0
		Kraftfoder*	0,8	0,9
Dårligt hø og meget god halm	51	Hø/halm	1,0	1,5
		Kraftfoder*#	1,0	1,3
God halm	45	Halm	0,8	1,1
		Kraftfoder*#	1,2	1,5
Dårlig halm	40	Halm	0,8	1,1
		Kraftfoder*#	1,3	1,7

\* Kraftfoderet antages at indeholde 90 % ts og 1 FE/kg ts. Kraftfoderets proteinindhold bør afstemmes efter grovfoderets proteinindhold.

# Når der er tale om grovfoder af dårlig kvalitet, bør ca. halvdelen af »kraftfoderet« bestå af grøn- eller roepiller

Det nemmeste og sikreste er at fodre de højdrægtige får med en vitaminiseret kraftfoderblanding med et calcium:fosfor forhold på 2:1 og hø eller vårbyghalm. Ved indkøb af tre tons, leveret løst i en silo eller en landbrugsvogn, kan der opnås en betydelig prisreduktion i forhold til køb af små partier (<1t) i sække. En leverance på tre tons kraftfoder dækker kraftfoderbehovet for et driftsmodul på ca. 20 moderfår.

### 3.5.3 Standard driftsplan

En driftsplan kan udformes på mange måder, og der er ingen grund til at gøre det mere kompliceret end nødvendigt for at opnå det ønskede resultat. Den mest simple model er at fravænne lam, fjerne kønsmodne væddere 3 måneder, før fårene ønskes ilæmnet, give fårene god græsning eller fodertilskud og sætte vædderen til på det ønskede tidspunkt.

Eksempel på handlingsplan for ilæmning af får med brunstsynkronisering ved brug af vædder:

---

1/7-1/8	Vædder og vædderlam fjernes fra fårene, så de er ude af syns-, lugte- og hørevidde.
1/7	Avls- og teaservæddere tages på stald, fodres med for eksempel 1 kg hør og 0,5 kg kraftfoder med ca. 12 % fordøjeligt råprotein. Vædderne skal være i god foderstand efter staldperioden (huldkarakter 3,5-4). Spermiedannelsen varer 6-8 uger, derfor skal den gode fodring starte lang tid inden vædderen skal bruges. Vædderne bør sættes i enkelt boks i de to sidste uger, før de skal bruges, for at undgå slagsmål, hvilket påvirker de svageste vædderes bedækningslyst.
1/8	Fårenes tilstræbte huldkarakter: 2,5-3.
1/9	Fårene sættes på god græsning.
16/9	Fårene tages på stald i et døgn sammen med udvokset, aktiv vædder. Væddergale får fjernes, da vædderen vil bruge for meget energi på disse. I store besætninger kan det være fordelagtigt at bruge en teaser, det vil sige en vædder, som er steriliseret eller forsynet med et »forklæde«, der forhindrer ham i at bedække. Der bør være ca. 1 kvadratmeter pr. dyr og maksimalt 100 får pr. vædder.
17/9-3/10	Fårene går på godt græs sammen med vædder, tilstræbt huld inden løbning 3,5.
4/10-8/10	Vædder sættes i boks, således at får og vædder kan se, lugte og høre hinanden. De væddergale får vil opsøge vædderen og kan sættes til den ønskede avlsvædder. En vædder pr. 20-30 får. De bedste resultater opnås, hvis ældre får holdes adskilt fra et-års får og gimmerlam.
3/3-20/3	Fårene læmmer.
20/4-1/5	Fårene udbindes, men ikke direkte ud i kulturen. Vædderlam kan vænnes fra og sættes på græs, eller eventuelt holdes på stald og fodres op til slagtning. Vædderlam er mere parasitfølsomme end gimmere, og lammene kan først aktivt danne antistoffer mod parasitter, når de er 5 måneder gamle, og inden da skulle vædderlammene gerne være slagtemodne, det vil sige veje mindst 40 kg levende og have en huldkarakter på 3.

---

#### 3.5.3.1 Produktivitet

I kulturer, anlagt på agerjord af god kvalitet og gode skovkulturer, kan tilvæksten hos lammene i månederne maj og juni være næsten normale, det vil sige 0,25-0,35 kg pr. lam pr. dag. Lammenes tilvækst er normalt lav, i visse tilfælde endda negativ, når fårene græsser kulturer på sur jord i midt- og sensommer. Det er derfor hensigtsmæssigt at fravænne gimmerlammene, før deres vækst går i stå og eventuelt lade fårene blive på arealet, indtil den ønskede effekt er opnået.

#### 3.5.3.2 Helse

Ved tilsyn af fårene er det meget vigtigt at være opmærksom på risiko for spyflueangreb, der typisk finder sted i juli og august i fugtige perioder uden nævneværdig vind. Særlig udsatte er får, der græsser ældre kulturer eller plantninger omkranset af skov, hvor der ikke er adgang til mere vindudsatte steder. Angreb viser sig ofte, når får med tæt, lang uld ikke er i stand til at tørre ud efter at have været udsat for regn eller kraftig dug. Området ved skulder

og bagpart er de mest udsatte. I angrebets første fase vil fåret ofte forsøge at bide i det angrebne område. Senere vil de gemme sig i vegetationen. Hvis der ikke gives nogen behandling, vil de dø i løbet af få døgn. Insektmidler (pour on), der hældes på dyrenes ryg, er ret dyre (ca. 20 kr./får), men vil give fårene mere ro til græsning og nedsætte risiko for spyflueangreb. Tidlige angreb kan behandles med Ivomec. Fårene bør gives adgang til halvtag eller eventuelt en landbrugsvogn, som giver skygge for sol og ly for regn. Selvom det er varmt, vil fårene oftest søge ly for regnbyger i den periode, hvor spyfluerne er aktive, hvilket er hensigtsmæssigt, da fluerne sjældent lægger æg i tør uld. Både af hensyn til fårenes helse og græsningsadfærd skal de have adgang til trug med mineraler og vand placeret tæt på hinanden og gerne i læskuret.

Hvis fårene kun skal klippes en gang årligt, kan det ske ca. 6 uger før læmning. Ved udbinding har de en kort uld, der hurtigt bliver tør, og i hvilken, der ikke hænger mange fremmedlegemer som frø og plantedele. Hvis de senere på året skal græsse frømarker, vil de have en ret lang uld, der giver en god beskyttelse mod blæst og nedbør. Helårsklip kan indbringe ca. 10 kr./kg mod ca. 5 kr./kg for halvårsklip, og udgifterne til en klipping spares.

### **3.5.3.3 Avl**

Det er naturligt at lammeproducenter, som holder får med henblik på blandt andet renholdelse af juletræskulturer, lægger vægt på at have nogle stærke, energiske græssere med god bevægelse og uden uld rundt om øjnene. Desuden bør de være omhyggelige, når de udvælger væddere til brug i deres besætning, at vælge gode væddere med høje avlsværdital. Oplysninger om disse findes i »Hitlister« og »Tal om Får og Geder«, der udkommer en gang årligt. Gode væddere, det vil sige væddere, der blandt andet har et højt S-indeks, pæne karakterer ved lineær kåring, og gode tal for tilvækst, kød og fedt på individprøve, eller kød og fedt ved besætningsscanning, sætter et præg på besætningen mange år fremover ligesom de dårlige, bare med modsat fortegn. S-indeksene er baseret blandt andet på produktionsøkonomi, så en investering i en god vædder kommer tilbage gennem større og bedre produktion hos afkommet under forudsætning af en god pasning af dyrene.

## **3.6 Litteratur**

*Fisker, I., 1991: Fåregræsning i pyntegrøntkulturer. Hovedopgave, KVL.*

*Keller, B., 1997: Mekanisk renholdelse af kulturer plantet på agerjord. Pyntegrøntserien nr. 4. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 44 s., ill.*

*Kjærbølling, L., 1997: Jorddækning som alternativ til kemisk ukrudtskontrol. Pyntegrøntserien nr. 6. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 66 s., ill.*



- Kristoffersen, P., 2000:* Læg en strategi for pesticidfri ukrudtsbekæmpelse. Videnblade Park og Landskab nr. 9.0-11. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Kristoffersen, P. & Larsen, K., 2000:* Maskiner og redskaber til termisk ukrudtskontrol. Videnblade Park og Landskab nr. 9.0-13. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Kristoffersen, P. & Larsen, K., 2000:* Scenarier for pesticidfri drift. Videnblade Park og Landskab nr. 9.0-10. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Larsen, K., 2000:* Ukrudtsbekæmpelse med termiske metoder. Videnblade Park og Landskab nr. 9.0-12. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Lundqvist, H. (red.), 1997:* Miljøvenlig juletræsproduktion - En statusopgørelse. Pyntegrøntserien nr. 2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 157 s., ill.
- Pedersen, J. & Sehested J., 1997:* Hitlister 1997. Sektion for små drøvtyggere, Landbrugets Rådgivningscenter, Udkærvej 15, Skejby, 8200 Århus N.
- Ranvig, H., 1998:* Fodring af får. DSR Forlag KVL.
- Sehested, J., 1997:* Tal om Får og geder 1997. Sektion for små drøvtyggere, Landbrugets Rådgivningscenter, Udkærvej 15, Skejby, 8200 Århus N.
- Theilby, F., 1996:* Renholdelse af pyntegrøntkulturer ved fåregræsning. Pyntegrøntserien nr. 1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 35 s., ill.

# 4. Kemisk ukrudtsbekæmpelse

*Thomas Rubow, Danmarks JordbrugsForskning*

Herved forstås anvendelse af ukrudsdræbende kemikalier, der med special-apparatur bringes i kontakt med den uønskede vegetation. Dette kan ske med midlet i koncentreret form, som granulat eller - som oftest - med vand som fordelingsmiddel.

Kemisk ukrudtsbekæmpelse kan udføres såvel før tilplantning (forebyggende) som i den etablerede kultur (forebyggende og kurerende); i kultur dog kun under visse omstændigheder - herom senere. Der er både ulemper og fordele ved kemisk ukrudtsbekæmpelse i forhold til mekanisk renholdelse. Det omfang den kemiske ukrudtsbekæmpelse har antaget gennem de sidste 30 år viser, i hvor høj grad et økonomisk betrængt skovbrug, der søger at overleve ved hjælp af specialkulturer, må prioritere de billige, effektive metoder frem for løsninger, der umiddelbart forekommer mere tiltalende i biologisk, miljømæssig, administrativ og beskæftigelsesmæssig henseende.

De væsentligste indvendinger mod kemisk bekæmpelse er at:  
Metoden indebærer risiko for forgiftning og forurening:

- Af mennesker (sprøjtemandskab).
- Af dyr.
- Af den sprøjtede kultur. Forkert anvendelse af herbicider og sprøjteudstyr kan medføre betydelige, ja totale beskadigelser af den behandlede kultur og i visse tilfælde udelukke reetablering i kortere eller længere tid. Disse forhold behandles nærmere i afsnittene om selektivitet.
- Af nabokulturer. Ved vinddrift, jordskylning og fordampning kan herbiciderne brede sig fra det behandlede areal til naboarealer med risiko for beskadigelser til følge. Dette kan være alvorligt nok for egne kulturer, men følgerne er oftest mere følelige, hvis det går ud over andenmands afgrøder. Hvert år medfører uforsigtig sprøjtning adskillige erstatningssager.
- Af jord, grundvand og vandområder.

## 4.1 Herbicider

### 4.1.1 Definition

Ordet herbicid (fra latin, herba = urt) er den internationale betegnelse for et kemisk ukrudtsmiddel og defineres som et kemikalie, der har evne til at dræbe eller hæmme væksten af visse plantearter.

Siden 2. verdenskrig er der udviklet flere tusinde organiske forbindelser med herbicide og/eller vækstregulerende egenskaber. Af disse benyttes ca. 2-300 i dag på verdensplan. De indgår i et utal af handelsprodukter og blandinger. Kun et meget beskedent antal er af interesse for skovbrug.

Den løbende revurdering af pesticider har yderligere reduceret mængden betydeligt.

#### 4.1.2 Inddelingsprincipper

For oversigtens skyld er det praktisk med en gruppering af de mange aktivstoffer. Denne inddeling kan foretages efter en række kriterier:

1. Efter kemisk samhørighed
2. Efter applikationsmåden
3. Efter transportmuligheder i planten
4. Efter anvendelsestidspunkt
5. Efter herbicidernes fytotoksiske effekt
6. Efter selektivitetsgraden

I praksis inddeles almindeligvis efter punkterne 2, 3 og 6, idet der skelnes mellem **bladherbicer**, der hovedsageligt optages gennem blade og andre grønne plantedele og **jordherbicer**, der overvejende absorberes via jorden.

Derudover skelnes mellem **systemiske herbicer**, der transporteres i planten efter optagelse (translokering), og **kontaktherbicer** (svidningsmidler), som ikke eller kun i ringe grad besidder denne egenskab.

Endelig opdeles efter **selektive** (udvælgende) herbicer dvs. herbicer, der indenfor visse doseringsrammer dræber eller hæmmer visse plantearter (ukrudt) uden at skade andre (kulturplanterne), og ikke selektive dvs. **totalherbicer**.

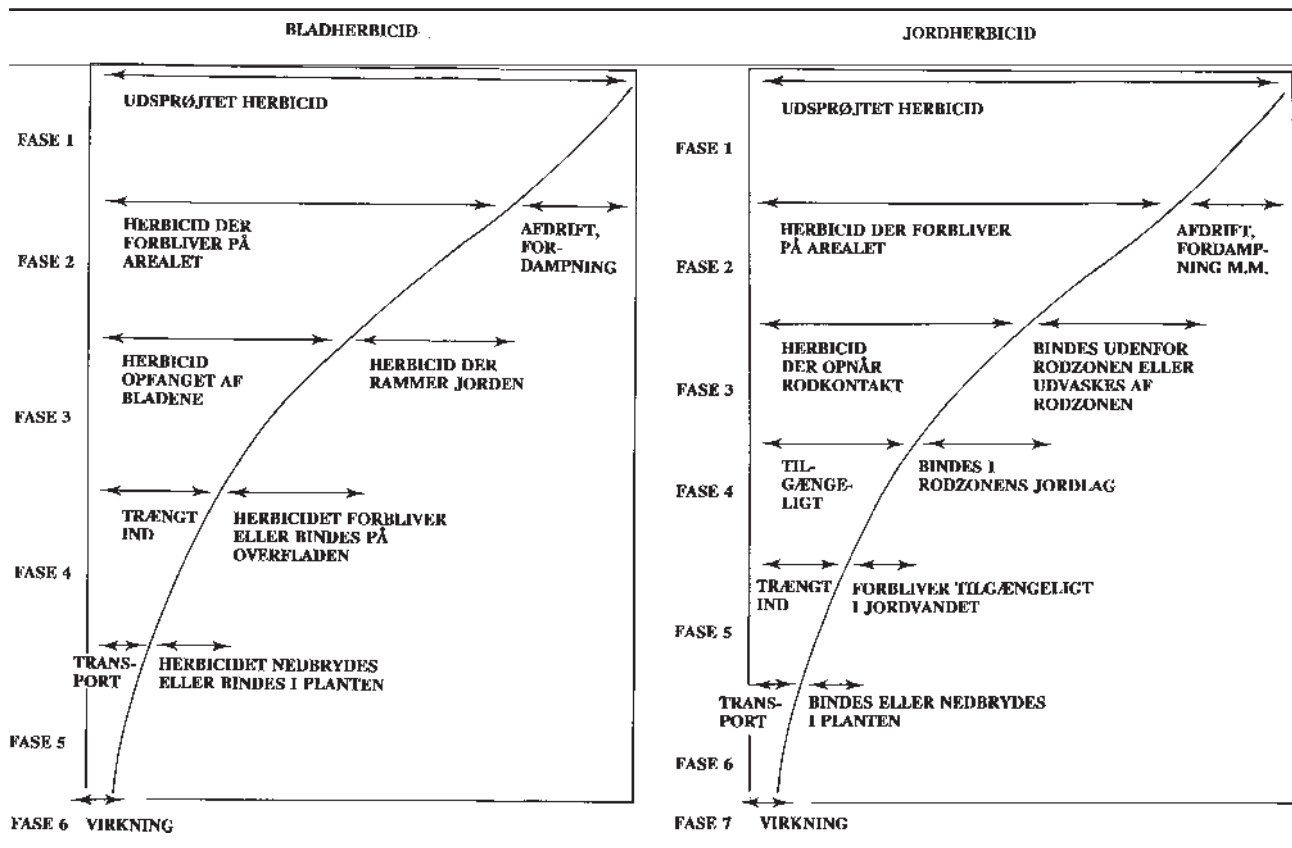
I denne forbindelse kan det nævnes, at flere vigtige skovbrugsherbicer oprindeligt er udviklet som totalherbicer. Grænsen er således ikke skarp, men afhængig af dosering (koncentration), kultur, og ukrudtsplante m.v. se afsnittet om selektivitet.

#### 4.1.3 Herbicidernes optagelse og transport i planterne

Virkningen af et herbicid afhænger af, om der kommer tilstrækkeligt mange herbicidmolekyler frem til de vitale dele af plantevævet. Dvs. til de celleorganer, hvor de biokemiske processer foregår, som herbicidet kan blokere eller fremme, således at planternes normale fysiologiske udvikling ændres - undertiden så fatalt, at planten dør.

Figur 4.1 anskueliggør såvel et bladherbicides som et jordherbicides mulige vej fra sprøjtedråbernes dannelse i dyserne og til herbicidmolekylerne når frem til virkestedet i plantecellerne.

Det fremgår, at der i hele hændelsesforløbet sker tab af herbicid, således at der er tale om en slags fortyndingsrække. Kun en meget beskedent del af den udsprøjtede herbicidmængde kommer til nytte, resten går tabt på forskellig vis undervejs.



Figur 4.1. Principskitse af hhv. et bladherbicids (venstre) og et jordherbicids (højre) vej fra dyse til virkningssted. Arealet til højre for kurven i hver delfigur illustrerer herbicid, der går tabt.

I alle faser er der nogen mulighed for at reducere herbicidtabet ved en hensigtsmæssig anvendelse, hvilket vil fremgå af den følgende redegørelse samt af afsnittet om nedsættelse af herbicidforbruget.

Figur 4.1 bør betragtes som en nøglefigur, idet der i det følgende vil blive henvist til den i forskellige sammenhænge.

## 4.2 Bladherbicider

Faserne 1 og 2 i figuren har overvejende at gøre med sprøjtetekniske forhold.

### 4.2.1 Fase 3: Retention

Da optagelsen af disse herbicider sker igennem planternes overjordiske dele dvs. blade og stængler er virkningen i første række betinget af, at sprøjte-dråberne rammer disse organer og forbliver (retenderer) her.

Mængden af bladopfanget herbicid afhænger af en række faktorer:

- Sprøjtetekniske forhold som redskab, dråbestørrelse, sprøjtetryk, væskemængde, sprøjtevæskens fysiske egenskaber m.m. Disse emner er udførligt behandlet i afsnittet om udbringning af plantebeskyttelsesmidler.

- Udviklingsmæssige og morfologiske forhold hos planterne, hvilket er beskrevet i forbindelse med selektivitetsårsager knyttet til planten.
- Klimatiske faktorer før, under og efter sprøjtning. Disse forhold er mere udførligt omtalt senere.

#### 4.2.2 Fase 4: Herbicidets indtrængning

For at anskueliggøre de komplicerede processer, der fører til, at det rettede herbicid trænger ind i det levende plantevæv, bliver det nødvendigt at gennemgå lidt planteanatomi:

Planternes overhud, epidermis, består af flere lag hvert med sine kemiske hovedbestanddele (figur 4.2).

Yderst findes et lag af vokskrystaller, hvis kemiske og fysiske beskaffenhed og deraf følgende gennemtrængelighed varierer fra planteart til planteart og med plantealder, voksested og klimatiske forhold.

Under vokslaget findes den egentlige kutikula, der som en ubrudt hinde dækker hele planteoverfladen. Kutikula består af stoffet kutin med indlejret voks, der står i forbindelse med vokskrystallerne på overfladen. Disse to lag fremstår som en fedtagtig hinde, der er vanskelig gennemtrængelig for vandopløselige (polære) herbicider som glyphosat (Roundup), salte af hormonmidler, og clopyralid (Matrignon), mens ikke-polære (fedtopløselige) herbicider f.eks. esterformuleringer af hormonmidler og fluazifop (Fusilade) trænger lettere igennem.

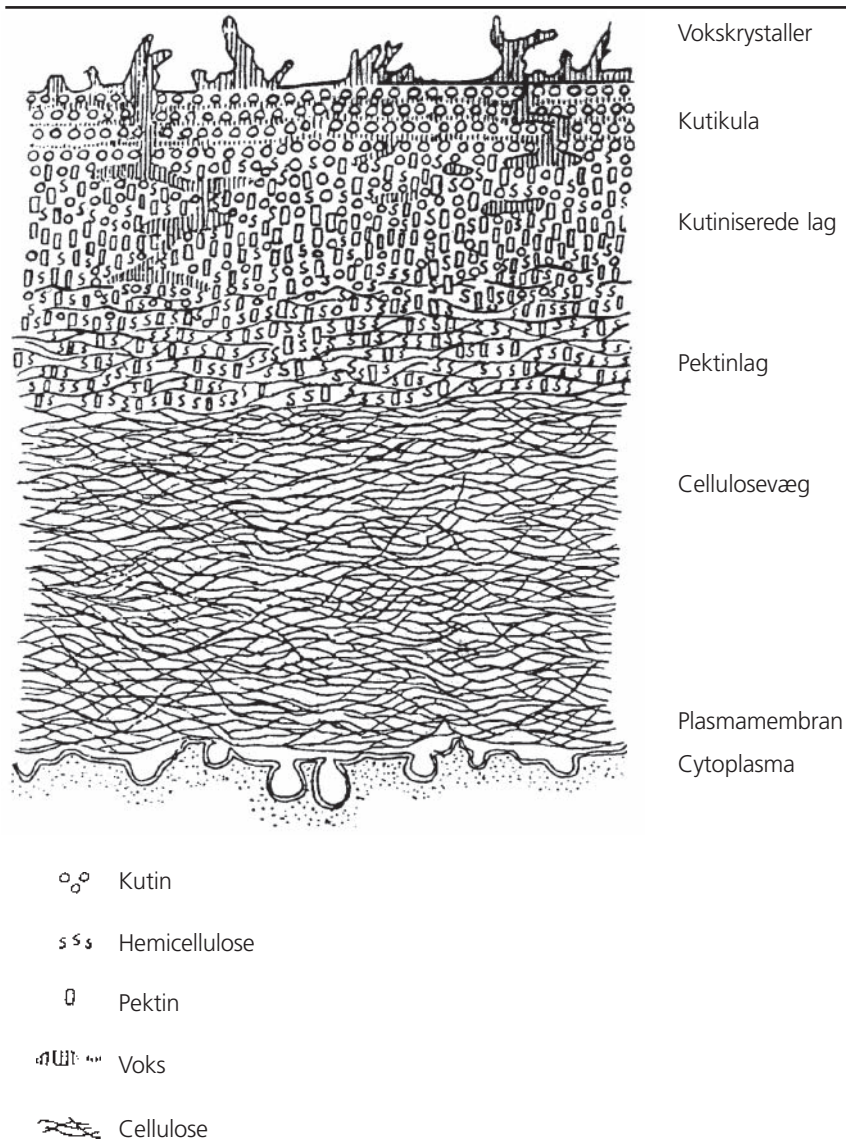
Herunder findes en række lag: Kutiniserede lag, pektinlag og cellulosevæg af stigende polaritet, dvs. lettere gennemtrængelige for vandopløselige stoffer og omvendt for ikke-vandopløselige herbicider. Den sidste barriere, det indtrængende herbicid skal overvinde, før det når ind i de levende celler, er plasmamembranen, som er en ubrudt, halvgennemtrængelig hinde bestående af tæt-lejrede proteinmolekyler.

#### 4.2.3 Indtrængning gennem kutikula

Den største hindring for et vandopløseligt herbicids indtrængning er voks- og kutikulalaget som følge af den fedtagtige karakter.

Den klassiske opfattelse er, at der er to transportveje ind i planten, en for vandopløselige og en for ikke-vandopløselige herbicider. De vandopløselige herbicider formodes at trænge ind i planten gennem vandporer, hvorimod de ikke-vandopløselige herbicider transporteres ind i planten gennem vokslaget. Forekomsten af vandporer kan bedst forstås, hvis man forestiller sig planternes overhud som en vaskesvamp, hvor selve svampen er kutinet, og hulrummene i svampen er fyldt med voks. Kutinet er i stand til at binde vand og kvælde op og på den måde presse vokspladerne fra hinanden, hvorved der i kutinet opstår vandfyldte porer.

Planten skal være saftspændt, for at kutinet er i stand til at binde vand, og det menes at være en af årsagerne til, at optagelsen af vandopløselige herbi-



Figur 4.2. Tværsnit af planteoverhud, epidermis, som viser de forskellige lag. (Modificeret efter Franke, 1967).

vider og dermed herbicideffekten reduceres ved lav luftfugtighed, eller hvis planten er tørkestresset.

Selv under optimale forhold, antages det, at de vandopløselige herbicider generelt har sværere ved at trænge ind i planten end de ikke-vandopløselige herbicider. Man har da også fundet, at de vandopløselige herbicider optages betydeligt langsommere. En langsom optagelse betyder, at der kræves flere timers tørvejrs efter udsprøjtningen, før man er sikker på fuld effekt, da de vandopløselige herbicider let vaskes af bladoverfladen.

Eksempler på herbicider, der optages langsomt i planten, er glyphosat (Roundup) og saltformuleringer af hormonmidler. Se tabel 4.1.

Transporten af et herbicid fra dråben igennem kutikulaen og cellévæggen ind til cellemembranen foregår ved diffusion. Dvs. at herbicidet bevæger sig fra et område med en høj koncentration til et område med en lav koncentration. Drivkraften er forskellen i koncentration, det vil sige jo større forskel,



des hurtigere diffunderer herbicidet igennem kutikulaen. I dråben er koncentrationen af herbicid høj, mens den er lav ved cellemembranen, bl.a. fordi herbicidet optages i cellerne og transporteres væk.

På grund af fordampningen af vand fra dråberne vil koncentrationen af herbicid ikke være konstant, men derimod stigende, og herbicidet vil ofte udfælde som krystaller, når koncentrationen i dråberne bliver meget høj. Man har med en række herbicider fundet, at optagelseshastigheden af et herbicid, der er opløst i vand, er op til 200 gange større end fra en udtørret dråbe. Er man i stand til at holde herbicidet opløst f.eks. ved at tilsætte additiver, vil man derfor ofte kunne få en større optagelse.

Det er ikke kun herbicidets vandopløselighed, der har betydning for optagelsen. Herbicidmolekylets form og størrelse menes også at have indflydelse, ligesom det er af betydning, om herbicidet er elektrisk ladet eller uladet. Dette skyldes, at kutinet er negativt ladet, og derfor er lettere gennemtrængeligt for positivt ladede og uladede molekyler end for negativt ladede. Dette er en af årsagerne til, at det positivt ladede herbicid diquat (Reglone) til trods for høj vandopløselighed trænger meget hurtigt ind i planten og er regnfaste kort tid efter udsprøjtningen.

For et negativt ladet herbicid, som f.eks. glyphosat har man fundet, at tilsætning af et stof som svovlsur ammoniak kan øge optagelsen. Dette forklarer man med, at kutinets negative ladning neutraliseres af ammonium, der er positivt ladet.

#### **4.2.4 Indtrængning gennem spalteåbninger m.v.**

Flygtige herbicider kan i dampform trænge ind i bladet gennem spalteåbninger, og væsker med meget lille overfladespænding (jordoliedestillater) kan ligeledes trænge ind ad denne vej.

Mange undersøgelser har vist, at der foregår en stor optagelse af herbicid i spalteåbningernes læbeceller, hvor kutikula er meget tynd. Disse lokale partier udgør dog så ringe en del af bladoverfladen, at den forøgede optagelse er af underordnet betydning. Den væsentligste indtrængning sker gennem kutikula som beskrevet.

Mængden af herbicid, der slipper ind igennem overhuden, afhænger - kort resumeret - af følgende forhold:

- 1) Egenskaber ved herbicidet og sprøjtevæsken
  - Polaritet (vandopløselighed)
  - Elektrisk ladning
  - Molekylets form og størrelse
  - Sprøjtevæskens overfladespænding (dråbernes kontaktflade med objektet)
  - Koncentration af herbicid, formuleringskomponenter og additiver i sprøjtevæsken (har betydning for overfladespændingen).
- 2) Egenskaber ved planten
  - Udformning og tykkelse af vokslag og kutikula (påvirkes af udviklingstrin/alder, klima og voksested).

### 3) Klimatiske forhold

Som omtales efterfølgende.

#### 4.2.5 Passage gennem cellemembranen

Cellemembranen er som det yderste vokslag forholdsvis let at passere for ikke-vandopløselige herbicider, men derimod vanskelig at passere for vandopløselige herbicider. I cellemembranen findes en række proteiner, hvis funktion er at transportere vandopløselige næringsstoffer som nitrat, fosfat o.l. ind i cellerne. Disse proteiner fungerer som en slags »færger«, der transporterer næringsstoffer fra yder- til indersiden af cellemembranen. Denne form for transport kaldes aktiv transport, fordi planten skal bruge energi for at holde driften i gang. Proteinerne er meget specialiserede, idet de enkelte proteiner ofte kun transporterer én bestemt forbindelse igennem cellemembranen.

Hvorvidt transporten af herbicider foregår som en aktiv transport eller ved diffusion, som det er tilfældet med transporten igennem kutikulaen, har været emne for mange undersøgelser. Disse har vist, at langt de fleste herbicider passerer cellemembranen ved simpel diffusion. Det er også det resultat, man umiddelbart skulle forvente, idet det ville være overraskende, hvis planterne besad evnen til aktivt at transportere stoffer ind i cellerne, som de ikke har behov for. Der findes dog enkelte undtagelser fra denne generelle regel, idet aktiv transport synes at spille en rolle for 2,4 D og glyphosat. Det skyldes sandsynligvis, at planterne ikke kan kende forskel på 2,4 D og det naturlige plantehormon IAA, ligesom de forveksler glyphosat med fosfat. Der er stor forskel på, hvor stor en procentdel af den mængde herbicid, der afsættes på bladene, som kommer igennem kutikula og cellemembran og ind i cellerne. Med visse herbicider er der fundet en næsten 100 % optagelse, mens optagelsen af andre herbicider kun udgør nogle få procent af den afsatte, retenderede mængde.

#### 4.2.6 Klimaforhold der har betydning for bladherbiciders optagelse

##### 4.2.6.1 Regn

Regn lige efter sprøjtning vil influere negativt på mange bladherbicider ved at skylle dem af planterne. Der er store forskelle på herbicidernes optagelsehastighed og dermed regnfasthed.

Det er normalt meget små regnmængder, der skal til for at reducere et herbicids effekt. Hvis der falder mere end ca. 0,2 mm regn, vil der ske en afvaskning fra bladene med nedsat effekt til følge. Omvendt har det vist sig, at der ikke sker noget yderligere effekttab, når regnmængden overstiger 3-5 mm.

Nedbørsintensiteten har meget lille indflydelse på ukrudtsmidlets regnfasthed. Det har således mindre betydning, om regnen kommer som en kort kraftig byge eller som en længerevarende stille regn.

I tabel 4.1 er nogle herbicider grupperet efter deres regnfasthed. Tabellen viser, hvor mange timer der skal gå, før 2-4 mm regn ikke påvirker midlernes effekt.

Tabel 4.1. Nødvendigt tidsrum fra sprøjtning til regn, for at forskellige herbicider giver tilfredsstillende effekt.

Timer	Herbicid
0-2	Diquat (Reglone) Mechlorprop, esterformulering Fluazifop (Fusilade)
2-6	Tribenuron, (Express) Clopypalid (Matrigo)
> 6	Glyphosat (Roundup) Mechlorprop, saltformulering

Regn kan på den anden side også øve positiv indflydelse på bladherbicidernes effekt ved at holde planterne saftspændte, således at herbicidpassagen gennem overhuden via »vandvejen« muliggøres.

#### 4.2.6.2 Tørke

Tørke har stor indflydelse på bladherbicidernes virkning. Hvis der er meget tørt før sprøjtetidspunkt, vil plantens vokslag blive tykt og få en anderledes struktur, hvorved det bliver vanskeligt for herbiciderne at trænge ind i planten. Forsøg udført under markforhold har vist, at der kan være nødvendigt at bruge ca. 10 gange så høje doseringer for at bekæmpe tørkestresset ukrudt i forhold til ukrudt, der har vokset under optimale fugtighedsforhold. I praksis betyder det, at det kan være umuligt at bekæmpe tørkestresset ukrudt med de anerkendte doseringer.

Virningen af tørkestress forsvinder meget hurtigt, når der kommer regn. I omtalte forsøg var der en betydelig bedre virkning af herbicidet blot 1 døgn efter, at der var faldet 30 mm regn.

#### 4.2.6.3 Dug

Ved sprøjtning tidligt om morgenen på dugvåde planter er man sikker på, at planterne er saftspændte. Til gengæld er der risiko for, at en del af sprøjtevæsken løber af de fugtmættede bladoverflader.

Et stort forsøgsarbejde i landbrugsafgrøder har vist, at hvis der anvendes væskemængder på under 150 l/ha, er afløbet ubetydeligt og opvejes langt af andre fordele ved morgensprøjtning: Svag vind, høj luftfugtighed og saftspændthed i planterne.

#### 4.2.6.4 Luftfugtighed

Luftfugtigheden omkring sprøjtetidspunktet har betydning for, hvor hurtigt sprøjtedråberne tørrer ud. Da bladherbicider ikke optages i krystalform og høj luftfugtighed yderligere bevirker, at overhuden kvælder op og »åbner« for vandopløselige bladherbicider, forstås det, at luftfugtigheden er af meget afgørende betydning. Forsøg i nordmannsgran har f.eks. vist, at jo højere luftfugtigheden var på sprøjtetidspunktet, des lavere var den skadefrie dosering af Roundup.

#### 4.2.6.5 Temperatur

Temperaturforøgelser indenfor visse grænser fremmer normalt kemiske og biologiske processer og ændrer fysiske tilstande. Med hensyn til bladherbicidens indtrængning gennem planternes overhud gør temperaturforholdene sig gældende på flere måder:

Non-polære (ikke-vandopløselige) herbicider passerer det fedtagtige voks- og kutikulalag ved diffusion. Diffusionsprocessen fremmes ved stigende temperatur.

Høje temperaturer nedsætter vokslagets viskositet, hvilket ligeledes hjælper indtrængningen af non-polære herbicider.

Høj temperatur på sprøjetidspunktet forkorter sprøjedråbernes levetid, altså negativ effekt.

Planter, der vokser under varme forhold, vil beskytte sig mod udtørring ved at udvikle et tykt vokslag, som hæmmer indtrængningen (og retentionen) af de fleste bladherbicider.

Det vil forstås, at der i indtrængningsfasen består et kompliceret afhængighedsforhold mellem luftfugtighed og temperatur. Tabel 4.2 er et eksempel herpå.

Tabel 4.2. Betydningen af stigende temperatur og luftfugtighed for virkningen af forskellige herbicider.

Herbicid	Effektforøgelse ved stigende	
	Temperatur	Luftfugtighed
Hormonmidler, saltformuleringer	+	+
Clopyralid (Matrigon)	+	+
Tribenuron (Express)	+	+
Hormonmidler, esterformuleringer	+	
Glyphosat (Roundup)		+
Fluazifop (Fusilade)		+

#### 4.2.6.6 Lys

Lysintensiteten har relation til temperaturen og derigennem indirekte indflydelse på de netop omtalte forhold. Ved fotokemisk nedbrydning af visse herbicider til ikke-aktive forbindelser kan lyset endvidere influere direkte på den herbicidmængde, der trænger ind i planterne.

#### 4.2.6.7 Vind

Luftbevægelse omkring bladene har direkte indflydelse på sprøjetråbernes retention og fordampningshastighed. Indirekte vil vinden influere på herbicidoptagelsen ved at øge tykkelse og udformning af voks- og kutikulalag på vindudsatte lokaliteter.

Vinden får vegetationen til at bevæge sig, hvorved blade og stængler gnider mod hinanden, således at vokslaget partielt slides af, og indtrængningsmulighederne øges.

#### 4.2.7 Fase 5: Transport i planterne

Efter indtrængningsfasen er en yderligere transport til virkestedet i planten nødvendig. Transportafstanden afhænger af, hvilke processer det pågældende herbicid indvirker på. Der kan skelnes mellem en kort- eller langdistance transport.

Ved **kort-distance** transport forstås, at herbicidet kun transporteres i den plantecelle, hvor optagelsen er sket, eventuelt gennem nogle få celler. Det kan f.eks. være en transport til grønkornene, hvor herbicidet blokerer for fotosyntesen. Herbicider, der kun transporteres over korte afstande kaldes **kontaktherbicider**. Eksempler på bladherbicider, der er kontaktherbicider, er ioxynil, diquat, og bentazon.

**Langdistance transport** foregår ved, at herbicidet transporteres igennem cellerne til sivævet, hvor det transporteres videre sammen med de kulhydrater, der produceres i bladene ved fotosyntesen. Transporten af kulhydrater er enten rettet mod vækstpunkterne, eller for det flerårige ukrudts vedkommende i perioder mod forrådsorganer, f.eks. de underjordiske udløbere hos kvik og rødderne hos agertidsel, gederams m.fl.

Bladherbicider, der kan transporteres i sivævet kaldes **systemiske**. Transport i sivævet er en forudsætning for, at et herbicid effektivt kan bekæmpe flerårigt ukrudt. Eksempler på systemiske bladherbicider er glyphosat (Roundup), fluazifop-butyl (Fusilade), hormonmidlerne, clopyralid (Matrigon) og sulfonylurea-midlerne. Foruden disse bladherbicider er de fleste jordherbicider systemiske, da de transporteres med vandstrømmen op i bladene.

To begreber er afgørende for beskrivelsen af herbicidernes transport i planten: Symplast og apoplast.

**Symplasten** udgøres af alle levende cellebestanddele, dvs. det system, der består af cellernes protoplasma, hvor den ene celle står i forbindelse med den anden via plasmodesmer (cytoplasmatråde). I dette system indgår også sivævet.

**Apoplasten** defineres som de ikke-levende bestanddele, der omgiver symplasten, dvs. cellevægge, intercellularrum og vedvævet. Apoplasten er en transportvej, hvor herbicidets akutte fytotoksisitet (plantegiftighed) er uden betydning.

Planternes ledningsvæv består af vedvæv og sivæv.

**Vedvævet** (xylem) er døde celler, der udgør et rørsystem. Det tjener hovedsageligt til transport af vand og næringsalte fra roden mod toppen, transpirationstrømmen. Transporthastigheden er stor, 1-100 m/time.

**Sivævet** (phloem) består af levende celler, der står i forbindelse med hinanden ved huller (siplader) i de langstrakte cellers bund og top. I sivævet foregår transporten af assimilater fra produktionsstederne (bladene) til de steder i planten, hvor der opbygges nyt væv eller til forrådsorganerne. Transporthastigheden er 0,2-2 m/time.

Det er disse to transportsystemer, herbiciderne følger ved transport over længere afstande. De vækstfaktorer, der påvirker plantens naturlige transport (temperatur, lys og vandforsyning), påvirker derfor også hastighed og mængde af transporteret herbicid.

Typiske jordherbicide som terbuthylazin, simazin og diuron er frit bevægelige i apoplasten. Bevægelige i symplasten er f.eks. hormonmidlerne, glyphosat, clopyralid, fluazifop, haloxyfop og sulfonyleurea-midlerne. Som nævnt er mængden af transporteret herbicid i ledningsbanerne afhængig af de vækstfaktorer, der påvirker assimilationsraten.

Den mængde herbicid, der når frem til ledningsvævet fra indtrængningsstedet, vil variere fra herbicid til herbicid afhængigt af f.eks., hvor stærkt det bindes til cellevægge, om det kan nedbrydes til uskadelige forbindelser undervejs, eller om dets akutte fytotoksicitet (plantegiftighed) er så stor, at plantecellerne dræbes hurtigt, og den videre transport derved forhindres eller hæmmes.

Sidstnævnte forhold iagttages lejlighedsvis, hvor kraftige overdoseringer får et systemisk bladherbicid til at »opføre sig« som et svidningsmiddel. Negativ indflydelse på transporten af et systemisk bladherbicid kan endvidere forekomme ved tankblanding med fotosyntesehæmmende forbindelser som triazin.

Da transporten over cellemembranen ind i cellen for de fleste herbiciders vedkommende foregår ved passiv diffusion, vil herbiciderne i princippet ligeså let kunne diffundere ud af cellerne igen. For de herbicider, der ikke transporteres i sivævnet, er det faktisk, hvad der sker. Selv om de er i stand til at diffundere ind i cellerne, så er cellerne ikke i stand til at tilbageholde disse herbicider, og resultatet er, at de diffunderer ud i cellevæggene og derfra videre til vedvævet.

For at nå sivævnet er det nødvendigt, at herbiciderne forbliver i cellerne, og der må altså eksistere en mekanisme, som tilbageholder disse herbicider i cellerne. De fleste af de herbicider, der kan transporteres i sivævnet, er svage syrer. Årsagen til, at disse herbicider tilbageholdes i cellerne, er forskellen i pH mellem cellevæggen og det indre af cellen. I cellevæggen er pH ca. 5.5 mens pH inde i cellen er ca. 7.5. Det betyder, at andelen af herbicidet, som er negativt ladet (anion) er større inde i cellen end uden for cellen. På grund af den negative ladning vil anionen have sværere ved at passere cellemembranen, og transporten ud af cellen vil derfor være meget mindre end ind i cellen. Med andre ord fungerer cellen som en slags fælde, således at herbicidet tilbageholdes længe nok til, at det kan diffundere via cellerne hen til sivævnet og derfra transporteres rundt i planten.



## 4.3 Jordherbicer

Den højre halvdel af figur 4.1 viser, at også jordherbicidernes optagelsesforhold er en kompliceret proces, og at kun en beskedent del af den udsprøjtede mængde når frem til virkestedet(erne).

*Fase 1 og 2:* I hændelsesforløbet har relation til sprøjtetekniske forhold.

*Fase 3 og 4:* Herbicidets bevægelse og binding i jorden.

Virksomheden af et jordherbicide er betinget af dets transport fra jordoverfladen til kontakt med rødderne. Uden hjælp f.eks. ved nedharvning, sker herbicide-transporten i jorden ved diffusion i dampform eller opløst i regnvand. De faktorer, der øver indflydelse på herbicidernes bevægelse med jordvandet, skal her resumeres.

### 4.3.1 Jordens sammensætning og jordvandets bevægelse

Jorden består af sand, ler og humus i vidt forskellige blandingsforhold. Under normale fugtighedsforhold udgør jord og vand et system, hvor jorden er en stationær og vandet en mobil fase. Når der tilføres tilstrækkeligt vand, vil dette på grund af tyngdekraften bevæge sig nedad. Hastigheden af denne bevægelse er afhængig af porestørrelsen i jorden og dermed af jordpartiklernes størrelse. En grov sandjord er lettere gennemtrængelig end en finkornet lerjord.

For at et middel skal kunne transporteres med vand i jorden, skal det normalt være ægte opløst. Der er meget store forskelle på herbicidernes vandopløselighed, og denne er derfor ofte en begrænsende faktor for bevægeligheden med jordvandet. Stor vandopløselighed skulle derfor betyde stor mobilitet. Denne regel gælder da også, men med nogle markante undtagelser idet adsorption (binding) til jordpartiklerne spiller en meget væsentlig rolle. Adsorptionen er afhængig af jordpartiklernes art og af herbicidernes fysiske - kemiske natur.

### 4.3.2 Binding i jorden

Lerkolloider og humuspartikler er de mest adsorptionsaktive stoffer i jorden. Til lerkolloider adsorberes kationer (positivt ladede ioner) stærkt, f.eks. diquat, selv om de er meget vandopløselige. Bindingerne er af kemisk natur, og er ofte så stærke, at de næsten må betegnes som irreversible. Glyphosat (Roundup) bindes ligeledes til lerkolloider.

Til humuspartikler adsorberes anioniske (negativt ladede) midler, som hormonmidlerne MCPA, 2,4-D og mechlorprop. Også herbicide som simazin, terbuthylazin og diuron bindes til humus.

En lang række midler er ikke ioniserede (elektrisk ladede), men bindes alligevel til ler og humus ved fysiske kræfter, dog ikke stærkere end, at en vis mængde findes opløst i jordvandet og dermed tilgængeligt for rodoptagelse.

Der vil være en ligevægt mellem adsorberet og opløst herbicid i en vand-mættet jord. Denne ligevægtstilstand kan karakteriseres ved en fordelingskoefficient:

$$K_d = \frac{\text{Bundet til jord (mg pr. kg)}}{\text{Opløst i jordvand (mg pr. l)}}$$

Størrelsen af  $K_d$  er afhængig af herbicidets molekulære opbygning og jordens sammensætning. Man har fundet  $K_d$ -værdier for simazin og atrazin i ni forskellige danske jorder varierende fra henholdsvis 1 til 22 og 1,2 til 18 med de højeste værdier i humusrige jorder.

En lille  $K_d$ -værdi betyder, at herbicidet ikke bindes ret stærkt, og således er meget mobilt samt tilgængeligt for optagelse i planterne, mens en stor værdi er ensbetydende med ringe bevægelighed og forringede optagelsesvilkår via rødderne. Set fra et ensidigt effektivitetssynspunkt kunne stor opløselighed og lille  $K_d$ -værdi således forekomme ideelt, men af såvel miljømæssige som selektivitmæssige årsager er det en fordel, at de fleste jordherbicer i vid udstrækning fastholdes i de øverste jordlag.

Tabel 4.3 angiver  $K_d$ -værdier for en række herbicer med større eller mindre relevans for skovbrug, og tabel 4.4 er et eksempel på humusindholdets betydning for bindingen af atrazin.

*Tabel 4.3.  $K_d$ -værdier for en række herbicer. De anførte værdier er gennemsnit af flere resultater og er baseret på et humusindhold på ca. 2,5 %, som er almindelig i danske landbrugsjorde. De fleste skovjorde vil typisk have et højere humusindhold, hvilket medfører større  $K_d$ -værdier. (Efter Arne Helweg, 1993).*

Herbicid	$K_d$ -værdi
Atrazin	1,5
Clopyralid (Matrigon)	<0,1
Diquat	15000
Diuron	7
Fluazifop-P-butyl	80
Glyphosat	>50
MCPA	0,9
Simazin	3
Terbuthylazin	5

*Tabel 4.4. Binding af atrazin i jorder med forskellige indhold af organisk stof (Jensen m.fl. 1998)*

Lokalitet	Dybde	Husmus %	$K_d$
Drengsted	Pløjelag	4,5	5,2
Drengsted	50 cm	1,1	0,6
Drengsted	100 cm	0,2	0,1
Roskilde	Pløjelag	2,4	1,0

Herbicider som triaziner, uroner m.fl. optages af rødderne, og mange undersøgelser viser, at herbicidoptagelsen også kan finde sted via underjordiske skud (kimstængel). For visse herbicidgrupper synes skudoptagelsen endda at være den vigtigste. Den afgørende faktor er formentlig, hvor i jordprofilen herbicider befinder sig i forhold til de optagende planteorganer. Optagelsen af det opløste herbicid sker med forskellig hastighed og lethed. Nogle herbicider, f.eks. simazin optages meget hurtigt. Optagelsen kan ske ved passiv diffusion eller i forbindelse med vandoptagelsen. Da rødderne mangler kutikula, optages polære forbindelser let, mens non-polære forbindelser optages med vanskelighed eller slet ikke.

Under de fleste betingelser sker der en hurtig transport opad i planten fra rødderne gennem vedkarrene. Herbicidoptagelsen i røddernes vedkarsystem er derfor vigtigere end indtrængningen i sikarrene.

Som det fremgår, er planternes optagelse af herbicider kompliceret og afhængig af en meget lang række faktorer. En kortfattet gennemgang er fundet nødvendig for at bibringe forståelse af de forhold, der har betydning for herbicidernes selektive anvendelse i praksis.

De biokemiske processer, der i sidste ende fører til ukrudtsplanternes ødelæggelse eller svækkelse vil - i det omfang de kendes - blive omtalt under de enkelte herbicider og eksempler på nogle »hovedvirkninger« gives i det følgende.

## 4.4 Selektivitetsbegrebet

Ved selektiv bekæmpelse forstås en behandling, hvorved visse organismer (her: ukrudtsplanter) dræbes eller svækkes, mens andre (her: kulturplanter) lades uskadt.

### 4.4.1 Selektivitetsårsager

Hovedprincipperne for selektiv anvendelse af herbicider er:

- 1) At kulturplanterne slet ikke kommer i kontakt med herbicidet, eller at den mængde, de optager, er uden betydning for deres trivsel på kort eller længere sigt.
- 2) At det optagne herbicids skæbne er forskellig i hhv. ukrudtsplante(r) og kulturplante(r).

En lang række faktorer knyttet til **planten**, **kemikaliet**, **jordbunden** og **klimaet** udnyttes i disse forhold.

### 4.4.2 Selektivitetsårsager knyttet til planten

#### 4.4.2.1 Alder

Unge planter under udvikling er mere herbicidfølsomme end ældre. Dette hænger sammen med deres relativt større biologiske aktivitet eller kan skyldes utilstrækkelig voksbeklædning på bladene. For de fleste landbrugsherbiciders vedkommende vil det være oplyst, på hvilket udviklingstrin der opnås den bedste ukrudtseffekt. Der kan spares betydelige herbicidmængder ved at rette sig efter disse anvisninger.

F.eks. er burrener let bekæmpelig med mechlorprop fra kimbladstadiet og frem til nogle få blivende blade, mens doseringen må mangedobles, når der er tale om større planter. Vejpileurt bekæmpes effektivt med dichlorprop på kimbladstadiet, men er nærmest umulig at slå ihjel på senere stadier.

Enhver mulighed for at spare herbicid er fordelagtig i miljø- og økonomisk henseende, og yderligere opnås den fordel, at risikoen for at beskadige sine kulturer er mindre ved at anvende små doseringer og tidligt sprøjtetidspunkt.

#### **4.4.2.2 Væksthastighed**

Stor biologisk aktivitet, dvs. vækst, er af betydning for plantens herbicidfølsomhed. Dette forhold udnyttes f.eks. ved efterårssprøjtning med glyphosat og andre bladherbicer i nåletræskulturer, hvor kulturplanternes vækstaktivitet er minimal efter skudmodningen, mens en del ukrudtsplanter stadig er i vækst (kvik, agersnerle, løvtræsopvækst).

#### **4.4.2.3 Morfologi**

Forskelle i rodsystem, bladenes stilling, form og overflade samt meristemets (vækstpunktets) beliggenhed har afgørende betydning for planternes toleranceforhold.

#### **4.4.2.4 Rodsystemet**

Planter der har deres rødder i de øverste jordlag, hvor jordherbicer som terbuthylazin, simazin og diuron fortrinsvis vil være koncentreret, kan bekæmpes; mens kulturplanter og dybrodede ukrudtsarter, der har deres rødder under det herbicidholdige lag, ikke skades af disse midler.

#### **4.4.2.5 Bladstilling og bladform**

Brede, horisontalstillede blade opfanger og tilbageholder større mængder sprøjtevæske end smalle, vertikaltstillede blade eller nåle. Arter med sidstnævnte egenskaber (græsser, nåletræer) er derfor relativt hårdføre overfor bladherbicer.

#### **4.4.2.6 Kutikulaens tykkelse og sammenhæng**

En veludviklet, voksbeklædt kutikula vil hindre eller nedsætte indtrængningen af visse bladherbicer som tidligere omtalt, og reflekterer desuden sprøjtetråberne. Kutikulaens og vokslagets udformning og kemiske sammensætning varierer fra art til art og desuden med årstid (udviklingsgrad) og vokseplads.

Nordmannsgran, alm. ædelgran og kæmpegran har vist sig betydeligt mere hårdføre overfor bladherbicer end nobilis, hvilket antagelig skyldes forskelligheder i voks- og kutikulalets opbygning og sammensætning. Planter der vokser i skygge, er mindre udsatte for vandtab ved fordampning gennem overhuden end planter i fuldt lys og danner derfor svagere kutikula og vokslag, hvilket gør dem mere følsomme overfor bladherbicer.

#### **4.4.2.7 Meristemets beliggenhed**

Vækstpunkterne hos enkimbladede planter befinder sig ved plantens basis og under jorden, og er således beskyttet mod beskadigelse af ikke-systemi-

ske herbicider, mens de overjordiske vækstpunkter hos tokimbladede planter findes i skudspidser og bladhjørner, som dermed er eksponeret for sprøjtevæsken. Ødelæggelse af alle meristemer vil medføre plantens død. Dette har bl.a. været udnyttet ved bekæmpelse af tokimbladet ukrudt med svidningsmidler i korn.

#### **4.4.2.8 Fysiologi**

Plantens fysiologi (livsprocesser) er bestemmende for den mængde herbicid, der optages og transporteres i planten. Arter, der let optager og translokerer herbicider, ødelægges i højere grad end planter, hvor indtrængning og transport forgår trægt.

#### **4.4.2.9 Biofysiske processer**

Der er store artsmæssige forskelle, hvad angår planternes evne til at fastholde (fikserer) det indtrængende herbicid i cellevæggene og således forhindre eller hæmme den videre transport.

#### **4.4.2.10 Biokemiske processer**

Biokemiske reaktioner i forskellige planter kan beskytte dem mod beskadigelse af visse herbicider. Mange herbicider nedsætter enzym-aktiviteten og dermed stofskifteprocesserne i nogle plantearter, men ikke i andre, hvorved de førstnævnte arter skades eller dræbes, mens sidstnævnte ikke berøres.

Ved enzymatiske processer er nogle planter i stand til at omdanne visse herbicider til uskadelige (ikke-fytotoksiske) forbindelser. Det klassiske eksempel herpå er majsplanternes evne til at ændre triaziner (terbuthylazin, simazin m.fl.), som er meget virksomme overfor andre græsarter, til hydroxytriazin, som ikke er plantegiftigt. Dette er dog betinget af, at optagelsen af triazinforbindelserne ikke foregår hurtigere, end de biokemiske processer kan følge med, hvilket jo afhænger af såvel dosering som vækstforhold.

Modsat kan visse plantearter omdanne relativt harmløse forbindelser til stærke herbicider, hvilket kan udnyttes ved bekæmpelse af arter, der har denne evne i kulturer af planter, der ikke eller kun langsomt kan foretage denne ændring.

#### **4.4.2.11 Genetiske faktorer**

Da de arvelige egenskaber er grundlæggende for plantens forhold til omgivelserne og dens morfologi, fysiologi, og biokemi, spiller de naturligvis også en afgørende rolle for dens forhold til herbicider.

### **4.4.3 Herbicidresistens**

Resistens mod bekæmpelsesmidler har været kendt hos svampe og insekter i talrige år, og at der ligeledes kunne opstå herbicid-resistente biotyper af ukrudtsplanter har længe været forudset. Det første sikre eksempel på herbicidresistens stammer fra en planteskole i USA, hvor man i 1968 observerede, at alm. brandbæger ikke længere lod sig bekæmpe med simazin. I årene herefter er der konstateret resistensudvikling hos en lang række ukrudtsarter verden over, alene 40 arter i Europa og heraf 4 i Danmark med relevans for skovbrug: Canadisk bakkestjerne, kirtlet dueurt, alm. brandbæger og enårig rapgræs.



Den form for herbicidresistens, der her skal omtales, omfatter udelukkende triazin-resistens, dvs. overfor midler som atrazin, simazin og terbuthylazin, da denne type resistens er mest udbredt og bedst undersøgt. Det er vigtigt, at holde to begreber adskilt: Resistens og tolerance.

**Resistens** vil sige, at planten ikke påvirkes af herbicidet, selvom dette når frem til virkningsstedet i planten. Det viser sig ved, at det ikke længere er muligt at bekæmpe en given ukrudsart med den dosering af et herbicid, der tidligere var effektiv.

Ved **tolerance** forstås, at planten forhindrer herbicidet i at nå frem til virkestedet, enten ved ikke at optage det, ved ikke at transportere det eller ved at nedbryde herbicidet, inden det når frem til det kritiske sted (dvs. at en tolerant planteart faktisk godt kan optage et herbicid uden at skades).

Triazin-herbicidernes virkning skyldes, at de i følsomme arter trænger ind i grønkornene, hvor de binder sig til thylakoidmembranen og blokerer for fotosyntesen. Undersøgelser har vist, at i de resistente planter er triazinerne ikke i stand til at binde sig til denne membran og derfor heller ikke i stand til at standse fotosyntesen. Triazinernes virkemåde i planterne er meget specifik i forhold til mange andre herbiciders virkningsmønstre, idet kun en enkelt mekanisme påvirkes. Evnen til at udvikle triazin-resistens skyldes ændringer i bare ét gen.

På de lokaliteter, hvor man nu har problemer med triazin-resistens, har der sandsynligvis længe eksisteret triazin-resistente planter. De er opstået ved naturlige mutationer og altså ikke som følge af, at man er begyndt at anvende triaziner. Anvendelse af disse herbicider har imidlertid betydet, at de resistente planter er blevet favoriseret med hensyn til overlevelse, vækst og frøsætning i forhold til deres triazin-følsomme artsfæller.

Hvis der anvendes triaziner det samme sted gennem flere år, vil de resistente planter derfor blive mere og mere dominerende, og på et vist tidspunkt vil antallet være så stort, at triazin-resistensen bliver synlig, og der bliver tale om et resistens-problem.

Hyppigheden af resistente planter tiltager eksponentielt, dvs. hurtigere og hurtigere for hvert år. Det betyder i praksis, at så sent som 1 til 2 år før resistens-problemet er en kendsgerning, vil det være svært at registrere, at det er under opsejling. De juletræsdyrkere, som i 1983 og -84 oplevede den første store »eksplosion« af canadisk bakkestjerne i deres kulturer, vil genkende dette mønster.

Der er flere årsager til, at der går en del år, før triazin-resistens bliver et problem. For det første er hyppigheden af resistente planter sandsynligvis meget lille i forhold til det samlede antal af den aktuelle planteart. For det andet spirer kun en del af de »følsomme frø« hvert år, og det vil derfor tage en del år, før frøreserven af følsomme planter er opbrugt. Endelig synes de triazin-resistente planter at besidde mindre vitalitet (generelt dårligere konkurrenceevne og frøsætning) end deres følsomme artsfæller. Sidstnævnte forhold be-

tyder da også, at hvis triazinanvendelsen på arealet ophører, vil hyppigheden af resistente planter aftage, dog i noget langsommere tempo end da hyppigheden tiltog.

Ukrudtsplanterne har i almindelighed kun én til få generationer om året, hvilket yderligere er medvirkende til, at resistens-problemer er længe om at slå igennem. Spredningen af resistente planter fra areal til areal begrænses af det faktum, at triazin-resistens kun nedarves til afkommet fra moderplanten og derfor udelukkende må foregå som frøspredning og ikke via pollen.

Det er vigtigt at forstå, at et ukrudtsproblem, der hidhører fra resistensudvikling ikke kan klares ved at øge doseringen af det pågældende triazinherbicid. Der haves eksempler på, at resistente populationer af hvidmelet gåsefod har kunnet tåle op til 35-60 kg atrazin pr. ha.

I landbruget kan resistensproblemer undgås ved et hensigtsmæssigt sædskifte, der medfører en varieret herbicidanvendelse. I skovbruget med dets mangeårige kulturer og tradition for ensidig herbicidanvendelse, må man vænne sig til et mere varieret forbrugsmønster af ukrudtsmidler.

Overfor de nævnte triazin-resistente arter er f.eks. diuron (Karmex) meget effektivt. Måske vil det være mere korrekt at sige, at diuron stadig er effektivt, eftersom dets virkningsmekanisme ligner triazinernes (fotosyntesehæmmer), og resistensudvikling i fremtiden kan udmærket tænkes at opstå overfor diuron også.

Der er ikke tvivl om, at herbicid-resistens vil blive et stadig stigende problem fremover, og ukrudtsforskere verden over interesserer sig i stigende omfang for spørgsmålet. Denne øgede aktivitet har medført, at der hos flere og flere plantearter er konstateret resistente biotyper overfor flere og flere herbicider. Denne forskningsindsats hænger givet sammen med den moderne gen-teknologi, for det er jo en uhyre nærliggende tanke at indføre resistensbærende gener i vore kulturplanter, og dette arbejde er da også i fuld gang verden over. Hvilke velsignelser dette vil medføre, må fremtiden vise; men det varer givet længe før genmanipulerede skovplanter kommer på det danske marked.

#### **4.4.4 Selektivitetsårsager knyttet til herbicidet**

##### **4.4.4.1 Kemisk sammensætning**

Det er umiddelbart indlysende, at herbicidets kemiske opbygning er bestemmende for dets egenskaber og dermed dets virkning på planterne. I det følgende nævnes nogle få, vigtige eksempler på herbicidernes virkemåde:

##### **4.4.4.2 Virkningsmekanismer**

**Fotosyntesehæmmere:** Fotosyntesen er grundlaget for planternes eksistens, og det er derfor ikke overraskende, at netop denne proces er målet for mange herbicider. Omkring halvdelen af alle udviklede herbicider, virker ved at blokere for fotosyntesen. Eksempler: Diuron, simazin, terbuthylazin.

Ved fotosyntesen omdannes lysenergi til kemisk energi. Dette foregår ved, at klorofylet i grønkornene opfanger sollyset og derved bringes i en slags høj-

energi tilstand. Denne energi sendes derefter videre via den såkaldte fotosyntetiske elektrontransport, hvor der dannes energirige kemiske forbindelser, som planten kan oplagre. Planten kan senere omdanne disse forbindelser, hvorved energien frigives og bl.a. bruges til at omdanne luftens kuldioxid til kulhydrater.

Herbiciderne virker ved, at de blokerer for afgivelsen af energi fra klorofylet til den fotosyntetiske elektrontransport. Resultatet er, at energien i stedet frigives, og at der dannes en række energirige kemiske forbindelser, som ødelægger cellerne. Den gulfarvning af planterne, som disse herbicider forårsager skyldes, at membranerne omkring grønkornene opløses, og at klorofylet, der giver planterne deres grønne farve, ødelægges. Årsagen til, at ukrudtsplanterne dør, er altså ikke, at planterne »dør af sult«, fordi der ikke er energi til at omdanne kuldioxid til kulhydrater, men derimod at planten ikke længere kan inaktivere den lysenergi, som opfanges i grønkornene.

**Auxinvirkning:** En anden vigtig gruppe er de herbicider, der har auxinvirkning. Det drejer sig om hormonmidlerne dvs. MCPA, mechlorprop, og dichlorprop desuden f.eks. clopyralid (Matrignon). Disse herbiciders virkning skyldes, at planterne ikke kan skelne dem fra de auxiner, som planterne selv danner. Auxinerne dannes i planterne og transporteres til de steder, hvor der skal ske vækst. Disse auxiner nedbrydes forholdsvis hurtigt, og væksten bliver derfor kun stimuleret kortvarigt. Hormonmidlerne og de andre herbicider, der virker som auxiner i planten, nedbrydes derimod meget langsomt og virker derfor som en overdosering, der resulterer i en ukontrolleret kraftig vækst, som planterne ikke overlever.

**Blokering af aminosyredannelse:** Foruden de to ovenfor nævnte virkningsmekanismer findes der talrige andre måder, hvorpå herbicider kan forstyrre planternes vækst. Et enkelt område mere, nemlig aminosyresyntesen, bør dog nævnes, da der i de senere år er markedsført en del herbicider, der netop virker ved at blokere for dannelsen af aminosyrer, om udgør »byggestenene« i proteinerne. Det første herbicid inden for denne gruppe var glyphosat (Roundup).

Sulfonylurea-herbiciderne, hvoraf Ally 20 DF (metsulfuron-methyl), Express (tribenuron), Logran 20 WG (triasulfuron) m.fl. markedsføres i Danmark, virker også ved at hindre dannelsen af nogle aminosyrer. Fælles for de nævnte herbicider er, at de blokerer for, kun produceres i planter og ikke i mennesker og dyr. Derfor er disse meget effektive herbicider ikke særlig giftige for mennesker og dyr.

For oversigtens skyld er selektivetsårsagerne i dette afsnit henført til egenskaber ved hhv. plante, herbicid, klima osv., men eksemplet med majsplanten, der er i stand til at afgifte triazinherbicider, viser, at hele spørgsmålet er af kompleks natur. For de fleste nyere herbiciders vedkommende skyldes selektiviteten, at afgrøden, i modsætning til ukrudtet, er i stand til at inaktivere herbicidet.

Inaktivering af herbicidet i afgrøden sker som oftest ved, at det først omdannes og derefter enten bindes til stoffer i planten eller simpelthen indbygges i planten, hvorved det mister sin herbicideffekt.

To undersøgelser omhandler glyphosats (Roundups) skæbne i forskellige plantearter illustrerer hvor kompliceret samspillet mellem herbicid og plante kan være. Undersøgelserne er begge udført af Kåre Lund-Höie i Norge:

I den første undersøgelse anvendtes kvik (følsom) og 4-årig rødgran (hårdfør) som testplanter, og ved hjælp af  $C^{14}$ - (radioaktivt) mærket glyphosat fulgtes planternes optagelse, transport og nedbrydning af herbicidet. Det viste sig, at kvik under de givne forhold optog 2-3 gange så meget glyphosat som rødgran.

Udviklingsstadiet hos rødgran influerede på den optagne glyphosatomængde, således at optagelsen efter endt skudstrækning kun var 20-25 pct. af den mængde, der blev optaget i skudstrækningsperioden. Under alle omstændigheder var indtrængningen i rødgran ringe.

Transporten af det mærkede glyphosat ud af det absorberende plantevæv var mindre i gran end i kvik. I rødgran observeredes en transport fra sivævvet til vedvævet og en ophobning af glyphosat i det transpirerende plantevæv (nåle, grønne skud).

Der konstateredes med tiden et vist tab af den optagne mængde  $C^{14}$ -mærket glyphosat, hvilket tyder på, at herbicidet nedbrydes i granplanterne og delvis forsvinder i form af  $^{14}CO_2$ . Mængden af mærket glyphosat, der nåede ned i rødgrans rodsystem var stærkt begrænset.

Dette forklarer, hvorfor rødgran (og flere andre nåletræer samt hårdføre løvtræer) sjældent dræbes af Roundup, men i tilfælde af overdosering »slipper« med beskadigelse af skudspidser. Kvik derimod dræbes normalt meget effektivt. Hele hændelsesforløbet forekommer meget logisk.

I den anden undersøgelse anvendtes birk og ask som testplanter for at finde en forklaring på, at birk er meget følsom overfor glyphosat, mens ask er relativt hårdfør. Der anvendtes  $C^{14}$ -mærket glyphosat.

Optagelsen af glyphosat viste sig at være  $3\frac{1}{2}$  gange større i ask end i birk, hvilket umiddelbart skulle betyde størst følsomhed hos ask. I begge træarter konstateredes en nedbrydning af glyphosat. Denne nedbrydning foregik næsten dobbelt så hurtigt i birk som i ask. Dette burde også betyde størst følsomhed hos ask.

Imidlertid må dette spille en underordnet rolle i forhold til den uens fordeling af herbicidet i de to arter. I birk foregik transporten i sikarsystemet sammen med sukkerstoffer til alle steder i planten med en vis vækstaktivitet - herunder rodsystemet. I ask derimod vandrede en stor del af herbicidet ind i vedkarsystemet og fulgte den opadgående vandtransport til bladene, som det også skete i rødgran. Kun små mængder glyphosat nåede ned i askeplanter-

nes rødder. Konklusionen i dette tilfælde er således, at transportmåden af herbicidet kan være af overordnet betydning for virkningen i forhold til optagelse og nedbrydning.

I forsøg på nordmannsgran søgte man at belyse effekten af en eventuel ophobning af glyphosat eller nedbrydningsproduktet AMPA i skud og nåle. Den samlede konklusion på forsøget blev, at under danske forhold er en eventuel ophobning af glyphosat i nordmannsgran uden betydning, eller i hvert fald bliver det langt overskygget af »fortyndingseffekten« ved tilvækst. Selv efter ni på hinanden følgende behandlinger med 4 liter Roundup Bio/ha (1,44 kg glyphosat) forår og efterår var der kun konstateret små og næsten ubetydelige påvirkninger såvel vækst- som kvalitetsmæssigt. Bioprøver viste kun et meget lavt indhold af såvel glyphosat som AMPA - begge kun lige over detektionsgrænsen.

#### 4.4.5 Dosering

Intet herbicid er fuldstændig selektivt; i tilstrækkelig høj dosering vil ethvert kemikalie med fytotoksisk effekt dræbe al plantevækst. Et af hovedformålene med ukrudtsforsøg er at fastlægge det doseringsniveau, hvorved ukrudtsplanterne dræbes, og kulturplanterne ikke skades. Af det foregående vil det forstås, at der i dette spørgsmål må tages højde for et stort kompleks af betydende faktorer.

I sprøjtevejledninger, på etiketter osv. angives de(n) anbefalede dosering(er) herbicid i kg, hhv. liter pr. ha. Hvis der findes flere produkter af samme virkestof med forskelligt indhold, er angivelse i kg virksomt stof pr. ha (kg v.st./ha) mest praktisk. Et blik på figur 4.1 anskueliggør, hvor utilstrækkelig en sådan doseringsangivelse i virkeligheden er.

Den anbefalede dosering til en given sprøjteopgaver, »normaldoseringen«, er en gennemsnitsstørrelse, som er fremkommet ved en række forsøg og erfaringer under varierende forhold, og hvor der også er taget hensyn til det produktansvar, der påhviler producenten af midlet med hensyn til ukrudtseffekt og afgrødeskånsomhed.

Ved at vælge optimale sprøjtebetingelser er det næsten altid muligt at reducere doseringen og opnå fuld ukrudtseffekt. Forsøg og vejledning med hensyn til anvendelse af reducerede/faktorkorrigerede herbiciddoseringer er langt fremme for landbrugsafgrødernes vedkommende.

Ved at udføre split-sprøjtninger, dvs. at udsprøjte en given herbicidmængde ad flere gange i halve eller kvarte doseringer med nogle dages interval(ler), kan der i mange tilfælde opnås effektførøgelser, der kan føre til nedsat herbicidforbrug. Der er muligvis også tolerancemæssige, altså selektive aspekter i dette.

Endelig skal det i forbindelse med dosering nævnes, at i visse herbicider, f.eks. mechlorprop, dichlorprop og fluazifop findes virkestoffet som to isomerer (højre- og venstredrejede krystalstruktur), hvoraf kun den ene besidder herbicideffekt.



I de senere år har man ved en forfinet fremstillingsproces kunnet »rense« den inaktive isomer fra, hvilket har medført, at de pågældende midler nu markedsføres i to »udgaver«. Det er vigtigt at gøre sig klart, hvilket produkt, man har med at gøre i en given situation. De »forædlede« midler har fået betegnelsen: Mechlorprop-P, dichlorprop-P, fluazifop-P.

#### **4.4.6 Koncentration i sprøjtevæsken**

Herbicidets koncentration i sprøjtevæsken har også betydning for virkningen. Dette behøver ikke altid at skyldes selve virkestoffet, men kan lige så godt hidrøre fra produktets formuleringskomponenter, som i høje koncentrationer forøger indtrængning og virkning.

Et eksempel herpå er anvendelse af Roundup i Micron Herbi sprøjten, som arbejder med væske mængder på kun 15-30 l pr. ha. Dette førte flere steder til voldsomme beskadigelser i pyntegrøntkulturer lige efter redskabets fremkomst på det danske marked i 1978. Det frarådes generelt at anvende bladherbicer ved denne »low-volume« sprøjteteknik, mens jordherbicer udmærket kan anvendes ved denne udbringningsmåde.

Det er indlysende, at risikoen for at overdosere stiger med herbicidkoncentrationerne i sprøjtevæsken. Under terrænforhold og med sprøjteudstyr der betinger stor ujævnhed i sprøjtevæskens fordeling, kan anvendelse af en højkoncentreret sprøjtevæske få katastrofale følger.

#### **4.4.7 Herbicidets formulering**

De markedsførte ukrudtsbekæmpelsesmidler forekommer i forskellige tilstandsformer, hvor der både er taget hensyn til deres selektive anvendelse og til arbejds- og udbringningstekniske forhold.

##### **4.4.7.1 Granulater**

Ved udbringning af et herbicid i granuleret form på tørre planter sigtes der udelukkende på optagelse via jorden. For rene jordherbicer kan der følgelig ikke forventes forskelle i effekten på granulatet eller med herbicid udbragt med vand som fordelingsmiddel. Ulemperne ved granulerede herbicer består i deres relative kostbarhed og vanskelighederne ved at fordele dem tilstrækkelig jævnt. Anvendelse af herbicer i granulat-form er p.t. uden interesse for skovbruget.

##### **4.4.7.2 Formulering og additiver**

I et markedsført ukrudtsmiddel er indholdet af aktivstof typisk på 20-75 %, mens resten består af forskellige fyldstoffer, opløsningsmidler og additiver. Ved udsprøjtning af aktivstoffet alene ville effekten i de fleste tilfælde udeblive eller være meget ringe, enten fordi virkestoffet i sig selv ikke kan trænge ind i planterne, eller fordi det er uopløseligt i vand og derfor umuligt at udsprøjte.

For at lette herbicidets vej tilsættes en række stoffer, som går under fællesbetegnelsen additiver, og som tjener et eller flere af følgende formål:

- opløser aktivstoffet
- øger lagerstabiliteten af produktet

- frostsikrer midlet
- forhindrer at stoffet vil bundfælde eller krystallisere i sprøjten og dyserne
- nedsætter skumdannelsen
- forøger afsætningen af midlet på bladene og/eller forbedrer optagelsen og transporten af midlet i planten.

Som regel vil de nødvendige tilsætningsstoffer være tilsat herbicidet, som derfor umiddelbart kan anvendes. Der findes imidlertid en del midler, hvor det anbefales, at brugeren selv iblander et additiv inden brugen. Der er som regel tale om stoffer, der øger afsætningen og optagelsen af midlet. Vejledning vil findes på etiketten.

De additiver, der markedsføres i Danmark, kan henføres til to grupper: **Non-ioniske additiver** (sprede/klæbemidler) og **penetreringsolier**. I tabel 4.5 er der en oversigt over de additiver, der sælges i Danmark. Hvis etiketten anbefaler et af de nonioniske additiver, kan der vælges frit blandt midlerne i denne gruppe, mens der f.eks. ikke bør anvendes en penetreringsolie.

Tabel 4.5. Markedsførte additiver i Danmarks jordbrug.

<b>Nonioniske additiver</b> (spredemidler/ klæbemidler)	<b>Penetreringsolier</b>	<b>Andre</b>
DLG Contact	DLG Super olie	Kamdu
Lissapol Bio	Sun-Oil 11E	Speedup 3000
	Actipron	

De **nonioniske additiver** består af molekyler, hvis ene ende kan bindes til vand, mens den anden ende kan bindes med olie eller fedtagtige stoffer. Ved brug af et nonionisk additiv er det muligt at opløse olie i vand, idet der dannes en emulsion. Fra dagligdagen kendes emulgatorer fra almindelig sulfosæbe, der kan emulgere fedtet på tallerkenen med opvaskevandet.

Mange aktivstoffer i herbicider har fysisk/kemiske egenskaber som olie og er fedtopløselige. For at opløse disse aktivstoffer i vand tilsættes et nonionisk additiv (en emulgator), hvorved der dannes et emulsionskoncentrat, en EC-formulering.

Ud over at virke emulgerende vil et nonionisk additiv også mindske væskens overfladespænding. Det betyder, at sprøjtedråberne flader ud på bladoverfladen og derved giver større kontaktflade mellem blad og sprøjtevæske. Desuden »klæber« sprøjtevæsken bedre til bladene, således at flere dråber bliver hængende. Herved kommer en større mængde herbicid i kontakt med bladet, og muligheden for en god virkning øges.

**Penetreringsolier** består af 80-98 % olie og 2-20 % emulgator af samme type som de nonioniske additiver. Hvor de nonioniske additiver bruges i koncentrationer på 0,05-0,2 % af sprøjtevæsken (herbicid + vand), bruges penetreringsolierne i noget højere koncentrationer, nemlig fra 1-2 %.

Den egentlige årsag til, at penetreringsolier kan øge effekten af herbicider, kendes ikke. Ved tilsætning af penetreringsolier til sprøjtevæsken antager man, at herbicidet vil findes opløst i små dråber af olie på bladene, når van-

det fra sprøjtevæsken er fordampet. Herved vil herbicidet have gode chancer for at blive optaget. Hvis herbicidet derimod bliver udsprøjtet i en ren vandig opløsning, vil det ligge som krystaller på bladene, når sprøjtevæsken er fordampet, hvorved optagelsen går i stå. Det er ikke altid, at olietilsætning øger effekten af et ukrudtsmiddel, og derfor bør det kun gøres til midler, hvor det foreskrives op etiketten.

Af de **andre additiver**, der sælges i Danmark, er det kun Kamdu og Speedup 3000, som ikke hører til grupperne af nonioniske additiver eller penetreringsolier. Speedup 3000 er et additiv, som bruges sammen med glyphosat. Stoffet består af ammoniumsulfat (svovlsur ammoniak). Ved sprøjtning med Roundup i nåletræskulturer må det bestemt frarådes at anvende disse tilsætningsmidler eller de glyphosatprodukter, der er formuleret med sådanne stoffer. Ved kulturforberejdede sprøjtning er de derimod særdeles velegnede.

I de seneste år er der sket en kraftig »udlugning« i antallet af additiver, da mange af dem tilhørte kemiske forbindelser med østrogen-effekt.

#### **4.4.7.3 Tankblandinger**

I praksis blandes et herbicid ofte med et andet pesticid i forbindelse med udsprøjtningen. Pesticider kan påvirke hinandens effekt, og denne effekt kan være både negativ og positiv. I de tilfælde, hvor effekten af en blanding er mindre end forventet, taler man om antagonisme, mens der er tale om synergisme i de tilfælde, hvor effekten er større end forventet.

Der er mange forskellige årsager til, at man finder antagonisme og synergisme. I visse tilfælde skyldes det, at det andet pesticid er formuleret med et meget højere indhold af additiver end herbicidet, det vil sige, at effekten af at blande med et andet pesticid svarer til at tilsætte et additiv. Dette er ofte tilfældet, når herbicider blandes med fungicider og insekticider.

Når herbicider blandes med andre herbicider, er der ofte andre og mere komplicerede årsager til, at blandingerne virker bedre eller dårligere end forventet. I visse tilfælde kan herbiciderne påvirke hinandens optagelse og transport, således at optagelsen eller transporten af det ene herbicid mindskes eller øges. Eksempler på dette er blandinger af systemiske herbicider som glyphosat og hormonmidler med herbicider, som blokerer for fotosyntesen. Transporten af både glyphosat og hormonmidler i sivævet er afhængig af, at der foregår en samtidig transport af kulhydrater. Blokeres fotosyntesen, produceres der færre kulhydrater i planten, og transporten i sivævet mindskes, hvilket også vil medføre en reduceret transport af de systemiske herbicider.

Der kan også være tale om, at nedbrydningshastigheden af det ene herbicid ændres, når det udsprøjtes i blanding med andre herbicider. En anden årsag til, at herbicider påvirker hinandens effekt, kan være, at der sker en kemisk reaktion i sprøjtevæsken, som inaktiverer et eller flere af herbiciderne. Endvidere er der eksempler på, at herbiciderne ophæver hinandens effekt.

Med den udbredte anvendelse af herbicidblandinger er det vigtigt at få et overblik over, om effekten af aktuelle herbicidblandinger er som forventet,

eller om antagonisme og synergisme er hyppigt forekommende. Systematiske undersøgelser med herbicidblandinger har vist, at det kun er med forholdsvis få herbicidblandinger, der er observeret en markant antagonisme, og synergisme er endnu mere sjælden. Effekten af de fleste herbicidblandinger er altså som forventet, hvilket betyder, at det er muligt at forudsige effekten af herbicidblandinger, når man kender effekten af de enkelte herbicider.

Der skal dog advares kraftigt mod, på egen hånd og uden anbefaling i etiketteteksten, at tilsætte sprøjtevæsken yderligere sprede-klæbemidler eller at komponere »snedige« tankblandinger, da herbicidets selektive egenskaber herved kan ændres fuldstændigt og føre til kulturbeskadigelser.

#### **4.4.8 Anvendelsesmåde og sprøjtetidspunkt**

Ved **afskærmet sprøjtning**, hvor det undgås at ramme kulturplanterne, kan et herbicid, der besidder ringe selektivitet, anvendes selektivt. Denne sprøjtemetode anvendes fortrinsvis til bladherbicider som glyphosat og hormonmidler ved hjælp af specielt udstyr. Da kulturplanternes rodforløb ikke umiddelbart kan erkendes, og da herbiciders udbredelse med jordvandet ikke præcist kan forudsiges (jordskylninger), er afskærmet sprøjtning med jordherbicider mere problematisk. Afskærmet sprøjtning er relativt kostbar og tidskrævende, hvorfor metoden ikke egner sig i større skovkulturer.

**Sprøjtetidspunktet** er som flere gange omtalt afgørende for effekten på ukrudtsplanterne og i lige så høj grad for kulturplanternes tolerance. Kun de færreste herbicider med bladeffekt bør anvendes i kulturplanternes aktive vækstperiode, men skal udsprøjtes enten om foråret før knopbrydning eller sensommer/efterår efter skudmodning. Der må dog tages forbehold for arter med særlig sen skudmodning og for år, hvor sommerskuddannelse forsinker afmodningen.

##### **4.4.8.1 Selektivitetsårsager knyttet til jordbund og klima**

Der er tidligere gjort rede for de jordbunds- og klimaforhold, der har betydning for herbicidvirkningen. Ved at være opmærksom på og udnytte disse forhold i effektmæssig henseende har de indirekte betydning som selektivitetsårsag.

#### **4.4.9 Nedsættelse af herbicidforbruget**

Samfundet har igennem en årrække set med stigende skepsis og bekymring på enhver brug af kemiske plantebeskyttelsesmidler - eller gifthanvendelse – som er den almindelige benævnelse.

Dette har manifesteret sig i nogle politiske beslutninger, som har til formål:

- At reducere jordbrugets forbrug af pesticider = **Pesticidhandlingsplan I og II.**
- At »luge« ud i antallet af godkendte dvs. lovlige bekæmpelsesmidler ved at fjerne de giftigste og mest miljøbelastende af dem = **Revurderingen.**

Hvilke muligheder har skovbruget for at følge handlingsplanens intentioner med hensyn til at reducere forbruget af herbicider? I fase 1-2 (figur 4.1) ses det, at en del af den udsprøjtede herbicidmængde forsvinder fra arealet pga.

afdrift og fordampning. Ved at sprøjte under svage vindforhold og ved at anvende dyser og sprøjteudstyr, der ikke danner for mange små og »mobile« sprøjtedråber, er det muligt at spare herbicid og tage hensyn til det omgivende miljø.

Ved sprøjtning med bladherbicer i varmt og selv stille vejr vil de mindste sprøjtedråber blive ført bort fra arealet ved termisk opdrift, da de har vanskeligt ved at fæste sig på planterne. Små dråbers levetid er endvidere kort ved høje temperaturer. Udføres sprøjtningen i de tidlige morgentimer, er man ofte begunstiget af ringe vindbevægelse samtidig med, at høj luftfugtighed og saftspændte ukrudtsplanter øger bekæmpelsens effekt. Jordherbicer er underkastet de samme betingelser med hensyn til afdrift; bedst er udsprøjtning på fugtig jord, evt. i regnvejr, således at jordkontakt hurtigt opnås, og fordampning fra en tør og varm jordoverflade undgås.

Et logisk krav til en sprøjtning og en doseringsangivelse er, at sprøjtevæsken fordeles jævnt og ensartet på arealet. Dette er imidlertid ret illusorisk. Sprøjte-tekniske undersøgelser har vist, at ved sprøjtning med almindelig traktor-sprøjte og med 12 meters bombredde kunne doseringen – alene som følge af sprøjtebommens svingninger i horisontal og vertikal retning – variere fra 40 % til ca. 250 % af det tilsigtede. Forsøgsforholdene betegnes som »noget vanskelige landbrugsbetingelser«, hvilket højst sandsynligt kan sammenlignes med »meget nemme kørsels- og sprøjteforhold« i skovbruget.

Med andre ord: Ved at udvælge let farbare arealer til de kulturer, der har størst behov for ukrudtsbekæmpelse, dvs. juletræskulturerne, og ved yderligere at øge arealets »trafikvenlighed« vha. sprøjtespor samt ved valg af hensigtsmæssigt og solidt sprøjtemateriel, er det muligt at tilnærme sig en jævn fordeling af bekæmpelsesmidlerne. Herved kan der spares herbicid (=omkostninger), og belastningen/risikoen for miljøet og den sprøjtede kultur nedsættes.

Af **fase 2-3** i figur 4.1 forstås det, at bladherbicidernes effekt afhænger af, at der er optagelsesdygtig bladmasse til stede på sprøjtetidspunktet. Dvs. at ukrudtet skal være fremspiret om foråret hhv. ikke være vissent eller bladløst i sensommeren/efteråret.

Regnfastheden kan komme til at spille en afgørende rolle; det anbefales at orientere sig om vejrudsigterne før sprøjtning med let afskyllelige midler. Jordherbicidernes virkningsbetingelser afhænger her af deres bevægelsesmuligheder fra jordoverfladen til rodzonen, dvs. af nedbørsforholdene. I **fase 3-4** kan effekten af bladherbicer igen optimeres ved at sprøjte under gunstige klimaforhold, eller ved at tilsætte additiver med kendt effekt. Med hensyn til jordherbicer må det vurderes, om den aktuelle jords sammensætning (bindingskapacitet) gør anvendelsen relevant, eller om et skift til bladherbicid er fornuftigere i henseende til effekt, miljø og økonomi.

I **de senere faser** i herbicidernes veje og virkningsmekanismer er mulighederne for at påvirke deres effekt mere begrænsede. Ovenstående påpeger, at det ved enkle midler og omtanke er muligt at opnå et fuldt tilfredsstillende bekæmpelsesresultat med mindre brug af herbicid. Det burde være enhver



praktikers ambition at kunne klare en sprøjteopgave med 25-50 % mindre ukrudtsmiddel end anbefalet i de officielle sprøjtevejledninger.

#### **4.4.9.1 Båndsprøjtning**

I et båndsprøjtningforsøg gennemført af DJF med nordmannsgran på to lokaliteter (Foulum & Flakkebjerg) undersøgte man effekten af at udbringe herbiciderne i sprøjtebånd omkring planterækkerne. Der blev hvert år sprøjtet med de samme herbicider og i de samme koncentrationer, som anvendes hos de fleste juletræsproducenter. I de første to vækstsæsoner var båndbredden 40 cm svarende til 1/3 af arealet. I de følgende to vækstsæsoner øgedes båndbredden til 60 cm svarende til 1/2 af arealet. I den sidste vækstsæson i forsøgets løbetid var det af tekniske årsager nødvendigt at bredsprøjte alle parceller i forsøgene.

Forsøgene viste, at der ved båndsprøjtningen blev opnået en stor besparelse i mængden af herbicider i forhold til den traditionelle bredsprøjtning. I Foulum-forsøget blev mængden af jordherbiciderne Gardoprim (Terbuthylazin) og Karmex (Diuron) reduceret med 43 %, mens mængden af bladherbiciderne Matrigon (Clopyralid) og Gallant (Haloxypop) blev reduceret med 64 %. I 3. vækstsæson besluttedes det pga. tiltagende problemer med græsser, især kvik, at bredsprøjte samtlige parceller med Roundup Bio (Glyphosat). I Flakkebjerg-forsøget reduceredes jordherbiciderne med 46 % ved båndsprøjtning. Her var ikke i projektperioden behov for yderligere sprøjtninger.

De forskellige renholdelsesmetoders effekt på den naturlige vegetation (ukrudt) blev løbende opgjort ved bl.a. at registrere den procentvise dækningsgrad af vegetationen. I Foulum-forsøget var der visse startproblemer idet dækningsgraden i sprøjtebåndene nåede op på 40 %, men fra 3. vækstsæson og fremover blev sprøjtebåndene holdt fri. I Flakkebjerg-forsøget lykkedes det at holde sprøjtebåndene meget rene gennem hele projektføreløbet. Båndsprøjtningens behandlinger gav ikke væsentlige forskelle på juletræerne, hverken med hensyn til vækst, sundhed eller udbytte.

Undersøgelsen konkluderer, at det kan lykkedes at reducere og kontrollere den naturlige vegetation ved metoder, som har medført en herbicidbesparelse på i størrelsesordenen 45 % i forhold til bredsprøjtning. Endelig viser erfaringer fra forsøgene også, at det er nødvendigt at råde over en »nødbremse« (her i form af Roundup Bio, men det kunne også i fremtiden være nyudviklede mekaniske redskaber), der, såfremt det skønnes nødvendigt, kan nulstille ukrudtsituationen.

## **4.5 Herbicider med relevans for skovbrug**

Miljøstyrelsens revurdering af godkendte bekæmpelsesmidler finder løbende sted. Dette gør det højst usikkert at opstille en oversigt over de herbicider, som skovbruget til stadighed kan benytte sig af (Se også kapitel 1). Om nogle midler vides det, at godkendelsen allerede er helt inddraget pr. en fastsat dato, og at anvendelsen herefter ophører, når lagrene hos forhandler og forbruger er opbrugt. Andre midler er »faldet« pr. lovforbud (atrazin, hexazinon m.fl.).

For en del ældre herbicider var godkendelsesområdet ret vagt formuleret, f.eks.: »Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse«. De godkendelsestekster, der gælder i dag, udtrykker helt klart, i hvilke afgrøder eller kulturer midlet må bruges. I mange tilfælde betyder dette, at et markedsført herbicid pludselig bliver ulovligt at anvende i en given kultur. Mere grotesk kan det forekomme, at godkendelsesområdet kan være forskelligt for forskellige handelsprodukter af samme virkestof. Dette hænger naturligvis sammen med, hvilke afgrøder de enkelte kemikaliefirmaer har ansøgt om godkendelse til.

Fremover vil der blive afprøvet en del nye herbicider som erstatning for de udgående, hvilket også vil sætte spørgsmålstejn ved den efterstående listes gyldighed på længere sigt. Harmonisering af pesticidlovgivningen indenfor EU-området kan yderligere tænkes at ændre på skovbrugets muligheder for herbicidanvendelse i de kommende år.

Efterstående liste omfatter det beskedne antal aktivstoffer, der p.t. er interessante i henseende til skovbrug. Oversigten bringes i neutral, alfabetisk rækkefølge:

Clopyralid

Diuron

Fluazifop-P-butyl

Glyphosat

Haloxyfop

Simazin

Terbuthylazin

Nedenfor gennemgås kun glyphosat, som er et af de mest brugte aktivstoffer. En detaljeret gennemgang af de øvrige midlers anvendelse og sikkerhedsvejledning findes i de årligt opdaterede sprøjte-/Videnblade.

### **Glyphosat**

Handelsnavne: Mange produkter, hvoraf Roundup, Roundup Bio, Glyphogan, og ND Glyphosat 360 er de hyppigst anvendte og forsøgsmæssigt bedst undersøgte. Effekt- og tolerancemæssigt er der ikke konstateret forskelle. Roundup 3000 er formuleret anderledes og egner sig kun til kulturforberedelse.

LD<sub>50</sub>-værdi: 4.000-5.000 mg/kg.

Fareklasse: Lokal irriterende: X<sub>1</sub>

Opløselighed: Roundup er blandbart med vand i alle forhold.

Godkendt anvendelsesområde: Må kun anvendes til ukrudtsbekæmpelse samt nedvisning i korn, korsblomstrede afgrøder, ærter, hestebønner og græs.

Må tillige anvendes til ukrudtsbekæmpelse under frugttræer, i havebrugs-, plante-skole- og skovkulturer, på udyrkede arealer, efter såning og før fremspiring samt til selektiv ukrudtsbekæmpelse ved hjælp af specielt udstyr.

Ukrudt: Ved bladsprøjtning bekæmper glyphosat ørnebregne og de fleste græsser, halvgræsser og sivarter. Relativ dårlig virkning er dog iagttaget på bølget bunke.

Tokimbladet ukrudtsvegetation som hindbær, brombær, gederams, grå bynke, agertidsel m.fl. bekæmpes effektivt med Roundup.

Løvtræsopvækst af arterne birk, røn, hassel, hyld, bævreasp, el og bøg er følsomme overfor glyphosat, mens ær, elm og ask er hårdføre.

Kulturtolerance: I kulturer af rødgran, nordmannsgran og alm. ædelgran kan glyphosat anvendes til ukrudtsbekæmpelse ved bredsprøjtning. Det kan ikke påstås, at dette er fuldstændig risikofrit, men hvis kulturplanterne er afmodnede og relativt godt dækket af vegetationen, og planterne er små, sker der sjældent beskadigelser, og konsekvenserne af evt. skader er lette at overskue (små planter genvinder hurtigt formtendens og højdetilvækst).

Skovfyr og østrigsk fyr er mere følsomme.

Nobilis, cypres, lærk og løvtræer må kun behandles med glyphosat ved afskærmet sprøjtning, hvor de grønne plantedele ikke rammes.

Bøg kan sprøjtes før udspring i april.

Sent afmodnende nåletræsarter som sitka og kulturer, der har sat sommerskud, er følsomme på »normalt« sprøjtetidspunkt.

Anvendelse, dosering og sprøjtetidspunkt: Glyphosat kan anvendes ved bladsprøjtning og stødbehandling.

Bladsprøjtning. Glyphosat er et glimrende og ukompliceret herbicid at anvende til kulturforberedelse på ukrudtsbefængte arealer. Sprøjtning kan risikofrit foretages umiddelbart før tilplantning. Hvis der skal foretages jordbearbejdning, eller hvis vegetationen ønskes nedskåret for at lette plantearbejdet, bør sprøjtningen dog have ca. 1 måneds virketid.

Kulturforberedende sprøjtning med et glyphosat produkt bør aldrig forsømmes før plantning af juletræs- og pyntegrøntkulturer.

Sprøjtetid: Juli til oktober. Dosering 3-5 l/ha.

Da glyphosat ikke skader ukrudtsfrø i jorden, bør behandlingen følges op af et jordherbicid efter tilplantning.

Stødbehandling. Løvtræsopvækst kan bekæmpes ved nedskæring og behandling af de friske stødflader med en 10-20 % opløsning af Roundup i vand. En del af vandet kan erstattes af antifrostvæske (sprinklervæske) og farvestof, således at arbejdet dels kan udføres i vintermånederne, og dels at en sprøjtemarkering sikres. Behandlingen skal udføres udenfor saftstigningsperioden, bedst i oktober til marts. Ved denne metode kan bevaringsværdige naboeksemplarer af samme træart beskyddes ved, at midlet optages via rodsammenvoksninger. Fremgangsmåden egner sig følgelig ikke til udynding.

Virkemåde og virkningsbetingelser: Glyphosat optages via blade og grønne skud og transporteres i sivævet rundt i planten til vækstpunkter f.eks. i de underjordiske udløbere hos kvik.

Glyphosat primære virkningsmekanisme er en blokering for dannelsen af aromatiske aminosyrer. Glyphosat er et totalherbicid, men kan anvendes i afmodnede afgrøder (bekæmpelse af kvik i stående korn indtil 10 dage før høst).

Effekten kan stabiliseres og under ugunstige forhold øges ved at tilsætte 0,1 % af et spredemiddel plus 2,5 % ammonium-sulfat (svovlsur ammoniak) til sprøjtevæsken. Temperaturen har ingen indflydelse på effekten af glyphosat, men jo koldere, det er efter udsprøjtningen, jo langsommere transporteres glyphosat. Det betyder, at glyphosat virker langsommere under kølige forhold.

Luftfugtigheden har stor indflydelse på effekten, og sprøjtningen bør derfor udføres morgen eller aften, hvor luftfugtigheden er højst. Regn indenfor de første 6 til 12 timer efter sprøjtningen reducerer effekten af glyphosat.

Glyphosat er et af skovbrugets allervigtigste herbicider, og der er siden 1973 udført »utallige« forsøg med den første formulering, Roundup. Figur 4.3 på næste side viser noget meget væsentligt om forholdet til nordmannsgran.

Skadebillede: Den maksimale skade efter efterårssprøjtning erkendes først den følgende sommer (juni-juli), og fremstår som døde skudspidser og endeknopper inkl. toppen, hvilket kan medføre langvarig ødelæggelse af træformen. Gulfarvede dværgskud med forkortede nåle er ligeledes et karakteristisk skadesymptom. På løvtræer, buske m.v. vil subletale doseringer af glyphosat året efter sprøjtning forårsage heksekost- eller kvastartige dannelser, i stedet for normal skududvikling. Disse karakteristiske symptomer gør det normalt meget nemt at spore en tidligere Roundup-sprøjtning.

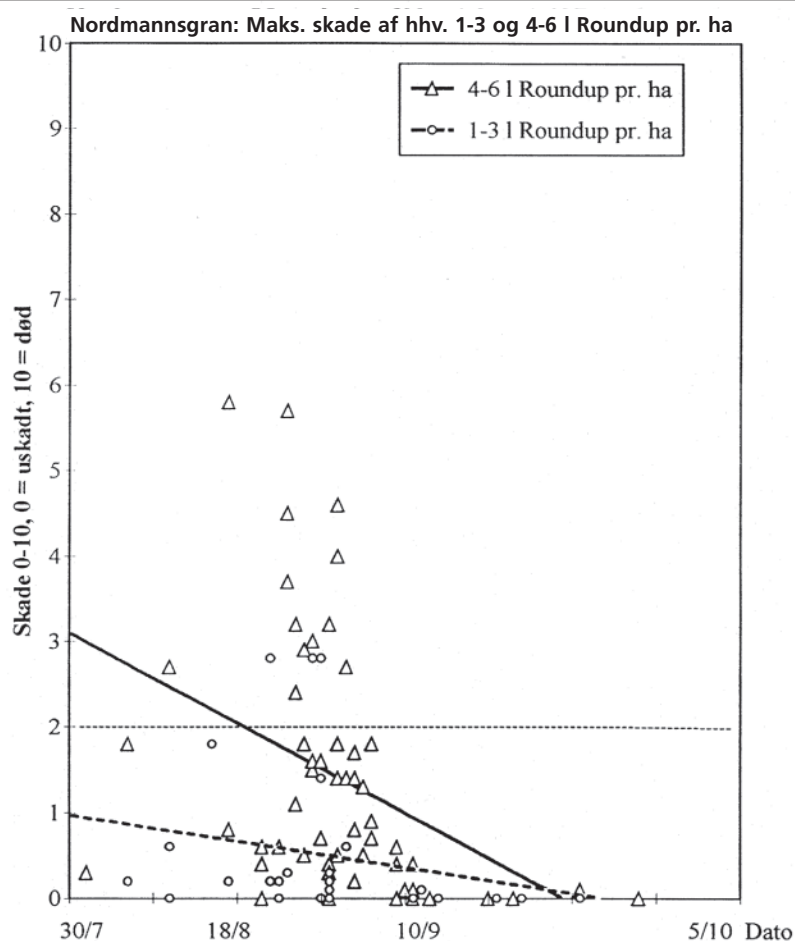
Svagheder: Herbicidets mest iøjnefaldende svaghed er dets store klimaafhængighed. Høj luftfugtighed ved sprøjtning kan betinge beskadigelser på nåletræer trods tilsyneladende korrekt dosering og sprøjteteknik. Regnfastheden er ringe. Dertil kommer, at visse ukrudtsarter (gederams, agertidse, krybende hestegræs) normalt er så visne i september, når nåletræernes skudmodning er tilendebragt, at virkningen bliver for dårlig. Glyphosat virker ikke tilstrækkelig effektivt overfor selvsået ær uanset applikationsmåden.

Alternative bekæmpelsesmetoder:

Triaziner: En del græsser inkl. kvik på humusfattige jorder.

Clopyralid: Tidselarter.

Slåning med le eller kratrydningssav



Figur 4.3. Resultater fra 5 års toleranceundersøgelser med bredsprøjtning af Roundup om efteråret. Der indgår kun forsøg, hvor det med sikkerhed vides, at der ikke er forekommet regn indenfor 6-8 timer efter sprøjtning (Efter T. Rubow, 1994).

For begge doseringsniveauer viser figuren, at de maksimale beskadigelser er aftagende for senere sprøjtetidspunkt, hvilket naturligvis hænger sammen med tiltagende afmodning af årsskudene og nedsat biologisk aktivitet.

Der rådes ikke over sikre, objektive kriterier for afmodningsgraden. Den vandrette, punkterede linje for skadegraden 2 markerer grænsen for den maksimale skadegrad, der kan accepteres i en op til 4-6 årig nordmannsgrankultur, uden at det senere går ud over juletræsudbyttet. Flere langvarige undersøgelser har godtgjort dette.

Ved herbicidanvendelse, der tangerer det risikobetonede, skal sprøjteteknikken være så optimal som muligt. Hyppig kontrol af sprøjtetryk og dyseydelser må foretages, ligesom kørselshastigheden skal være i overensstemmelse med den beregnede.

For nogle få år siden påbegyndtes en række undersøgelser med at anvende Roundup i små doseringer (0,5-2 l/ha) ved forårs- og sommer-sprøjtning i nordmannsgran som et lidt desperat forsøg på at imødegå de stadige indskrænkninger for jordherbiciderne. Resultaterne har ikke levet op til forventningerne. Virkningen på ukrudtet er kortvarig og/eller mangelfuld, og risikoen for kulturplanterne er uforudsigelig og øges betragteligt ved gentagne sprøjtninger i samme sæson. Glyphosat er og bliver et efterårsmiddel, hvilket dets translokationsmønster også påpeger.

## 4.6 Nye herbicid-muligheder?

En relativ ny gruppe herbicider sulfonylurea-forbindelser er udviklet - og udvikles løbende til landbrugsformål. Måske kan nogle af disse erstatte eller supplere de skovbrugsmidler, der er kommet under så hårdt pres af miljømæssige årsager. Flere af dem har i de senere år været under afprøvning i skov, og dette arbejde fortsættes, da flere har vist lovende tendenser.

Sulfonylurea-midlerne er bl.a. karakteristiske ved, at de anvendes i meget små doseringer (ned til få gram aktivt stof pr. ha). Virkningsmekanismen minder helt om glyphosats (Roundup), hvorfor de er meget lidt giftige overfor dyriske organismer. De fleste har overvejende bladeffekt. Navne som Express, Ally, Safari og Husar er nok bekendte.

## 4.7 Litteratur

*Franke, W., 1967: Mechanisms of Foliar Penetration of Solutions. A. Rev. Pl. Physiol. 18, s. 281-300*

*Geiger, R., 1961: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4 Aufl. Braunschweig.*

*Helweg, A., 1993: Herbicidernes transport, binding og nedbrydning i miljøet. I »Ukrudstbekæmpelse i landbruget«. Planteværnscentret, 2. udgave, 1993, p. 366.*

*Jensen, E. H.; Jacobsen, C. S. & Helweg, A., 1988: Binding og udvaskning af atrazin i to danske jordprofiler. 5. Dansk Planteværnskonference, 1. marts 1988, Statens Planteavlsvforsøg.*

*Keller, B., Rubow, T. & Friis, E., 2000: Båndsprøjtning i nordmannsgranjuletræer. Herbicidforbrug, vegetationsforhold og klimaskader. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-8. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

*Keller, B., Rubow, T. & Friis, E., 2000: Båndsprøjtning i nordmannsgranjuletræer. Højdevækst, sundhed, juletræsudbytte og nitratudvaskning. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-9. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

- Lund-Höie, K., 1976:* The Correlation between the tolerance of Norway spruce (*Picea abies*) to glyphosate (N-phosphonomenthylglycine) and the uptake, distribution and metabolism of the herbicide in the spruce plants. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole*. Vol. 55, nr. 21.
- Lund-Höie, K., 1979:* The physiological fate of glyphosate - <sup>14</sup>C in *Betula verrucosa* and *Fraxinus excelsior*. - The effect of ammonium sulphate and the environment on the herbicide. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole*. Vol. 58, nr. 30.
- Norberg, G., 1998:* Fakta Skog nr. 2. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Noyé, G., Rubow, T. & Christensen, B., 2002:* Nordmannsgrans reaktion på mange års behandling med Roundup. *Videnblade Pyntegrønt* nr. 5.1-10, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Noyé, G. & Rubow, T., 2002:* Nordmannsgrans reaktion på mange års behandling med Roundup. *PS Nåledrys* no 39, Dansk Juletræsdyrkerforening, Frederiksberg, p. 34-35.
- Petersen, E. Juhl, 1977:* Plantebeskyttelsesmidlernes bevægelse i jord. *Ugeskrift for Agronomer, Hortonomer, Forst. og Lic.* 1977, s. 339-340.
- Rubow, T., 1994:* Tyve år med Roundup i skovbruget. *PS Nåledrys* nr. 19.
- Rubow, T., Friis, E. & Keller, B., 1999:* Integreret og miljøvenlig produktion af juletræer (nordmannsgran) på agerjord. Slutrapport for projekt PEF-95-120, 1995-1999 under Den Tværministerielle Pesticidforskningsindsats.
- Streibig, J.C., 1979:* Properties Influencing Soil Adsorption and Phytotoxicity of Atrazine and Simazine in Nine Danish Soils. *Acta Agriculturae Scandinavia* 29, s. 33-41.
- Thonke, K.E., 1977:* Bladherbicidernes virkning i relation til indtrængning og transport. *Ugeskrift for Agron., Hort., Forst. og Lic.* nr. 14-18, s. 303.
- Torstensson, L., 1980:* Kemiska bekämpningsmedel - transport, binding og nedbrytning i marken. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet* 289. Mark-Växter. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.



# 5. Foranstaltninger mod skadedyr

## 5.1 Skov og skadedyr

*Broder Bejer (rev. af Hans Peter Ravn, Skov & Landskab (FSL))*

Skove er en af de faunarigeste biotoper. Med sin mosaik af afdelinger med forskellig højde og struktur, med sine mange træarter, med sin mosaik af aldre giver den rige livsmuligheder for mange specialister i dyreverdenen. De fleste af disse dyr lever naturligvis af skoven selv, altså æder den i dens levende eller døde form.

De arter, der ernærer sig ved at æde det døde plantemateriale, nedbryderne, er nødvendige nyttedyr i skoven. De sikrer skovens kredsløb af næringsstoffer. En anden gruppe, de dyr der, som barkbiller, visse træbukke o.a. angriber syge træer, står på overgangen mellem at være nytte- og skadedyr.

Hvis de lever på økonomisk ligegyldigt materiale, er de nyttedyr. Hvis de derimod invaderer sunde træer eller syge træer, der kunne komme sig uden deres tilstedeværelse, eller hvis de indfinder sig i fældede stammer, der skal sælges, kan situationen være en anden.

Mængder af dyr lever af træernes blade, knopper og kviste, de planteorganer, der årligt gendannes. Langt de fleste af disse mange arter er normalt økonomisk set uvæsentlige. De forekommer i små mængder, som man må og gerne vil affinde sig med. Men nogen kan optræde i mængder og da berøve skoven (dvs. stammerne) megen tilvækst. Eller de kan tage så voldsomt fat, at de direkte truer skovens overlevelse, som det er velkendt f.eks. fra nonnelarvernes masseformeringer på gran. De kan også kaste sig over f.eks. knopper og skud i toppen af unge træer og derved ødelægge den fremtidige stammeform. De kan ødelægge nyanlagte eller unge kulturer (snudebiller, mus, vildt), så en bekostelig efterbedring bliver resultatet, eller de kan forårsage en kosmetisk skade med kvalitetsreduktion og mærkbare økonomiske tab til følge, som det er velkendt fra skadedyr i pyntegrønt.

Selv i beskedne antal kan visse dyr næsten bestemme over skovens fremtidige udseende. Her tænkes f.eks. på rådyret, hvor en lidt rigelig bestand ganske kan afgøre, hvilke træarter der får lov at vokse op i en skov. Man kommer derfor ikke uden om begrebet skadedyr, når man vil drive skovbrug.

### Inddelinger af skadedyr

Skadedyrangreb og ikke mindst insektangreb er kendt fra såvel naturskov som fra kulturskov. Af økonomiske grunde er de naturligvis i reglen vigtigst i kulturskoven.

Skadedyrene kan groft inddeles i tre grupper:

1. Arter, der aldrig bliver så talrige, at de forårsager mærkbar økonomisk skade (figur 3.1, C). De fleste af skovens blad- og nåleædende insekter og dyr hører heldigvis til denne gruppe, de er altså ikke virkelige skadedyr.
2. Arter, der anretter skade af økonomisk betydning med korte eller lange mellemrum, især når klimaet egner sig for dem (figur 5.1, A og B). Deres angreb er så godt som uafhængige af skovbrugerens virksomhed.
3. Arter, der næsten hele tiden er økonomisk skadelige (figur 5.1, D). Her harmonerer dyrkningsmåden ofte ikke med omgivelserne.

Skadedyrene kan også inddeles på en anden måde, i to grupper:

- A. Nogle, de fleste ovenfor nævnte, angriber sunde værttræer og kaldes primære skadedyr.
- B. Andre arter betegnes som sekundære skadedyr. Hermed sigter man til, at de angriber svækkede, syge, evt. døende eller døde træer. Et eksempel på sådanne sekundære skadedyr er barkbiller, der oftest lever i bark på svækkede træer, men sjældent på helt friske træer.

De er for så vidt en del af skovens sundhedspoliti, men kan, når de f.eks. efter tørke eller stormfald bliver mange, angribe stående skov.

Et andet eksempel er arter, der angriber træernes ved (f.eks. vedborende biller, træhøvse m.fl.). Hver gang vi henlægger skovede effekter i skovene, frister vi naturligvis sådanne arter til at blive skadedyr.



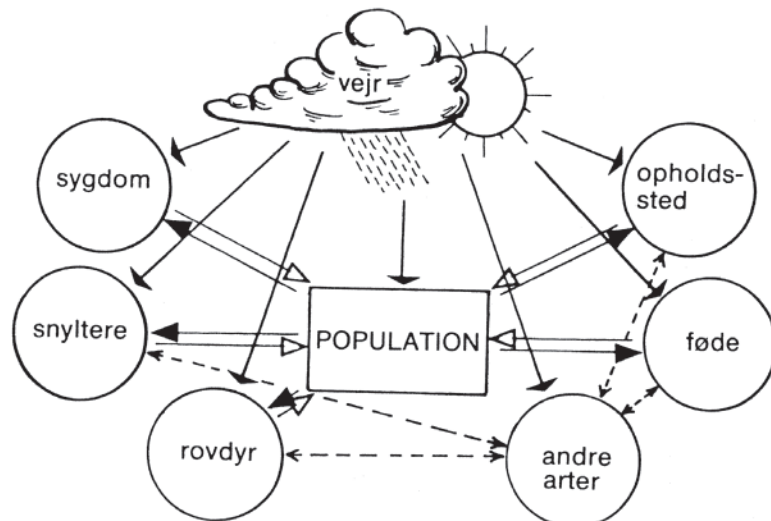
Figur 5.1. Typer af »primære« insektangreb (yderst skematisk). **A.** Art som optræder skadeligt med mange års mellemrum, f.eks. nonnen. **B.** Art som i hvert fald periodevis optræder skadeligt med få års mellemrum, f.eks. sitkalus. **C.** Art der aldrig er mærkbart skadelig, det gælder flertallet af skovens blad- og nåleædende insekter. **D.** Art der er »permanent« skadedyr, f.eks. almindelig ædelgranlus, eller nåletræs-nudebiller (*Hyllobius*) set på landsplan. **Skadetærskel:** Niveauet hvor bekæmpelse af den pågældende art er lønsom (Bejer 1982).

## 5.2 Generelle bekæmpelsesmuligheder

Bekæmpelses- eller forebyggelsesmulighederne overfor skadedyrangreb er mange.

Figur 5.2 giver et indtryk af mulighederne, hvor det kan tænkes, at man angriber skadedyrbestanden, altså en direkte bekæmpelse. Eller man kan ændre på de fleste af de ydre faktorer, miljøfaktorerne, der jo er dem, der i høj grad bestemmer bestandsstørrelsen af et skadedyr. Derved påvirker man bestandens størrelse og kan modvirke eller forebygge masseformering. Selv om der altså i princippet er mange mulige modforanstaltninger, viser det sig ofte i praksis, at de i det enkelte tilfælde er få, bl.a. af økonomiske og tekniske årsager.

Hensigtsmæssig bekæmpelse kræver en betydelig viden om biologi og økologi for at opnå bedst mulig effekt til mindst mulig ulempe for omgivelserne.



Figur 5.2. En skadedyrbestand med dens vigtigste ydre påvirkningsmuligheder. Skadedyrbestandens størrelse påvirker selv disse omgivelser, bortset fra vejret (Efter Bejer 1979, omtegnet.).

## 5.3 Insekter

### 5.3.1 Økonomiske aspekter

Insekter er på verdensbasis og også under danske forhold meget væsentlige skadedyr i skovbruget. Det er dog meget vanskeligt generelt at angive insektangrebenes betydning for det enkelte skovdistrikts økonomi.

Distriktets beliggenhed, træartsvalg og skovdyrkning spiller en rolle. Angrebets styrke og dermed skaden varierer fra år til år. Nogle få økonomiske eksempler skal dog nævnes:

1. Alm. ædelgranlus kan på nogle lokaliteter med stor lethed nedsætte antallet af salgare nordmannsgranjuletræer med 1.000 stk. pr. ha, svarende til

en nettoskade på ca. 50.000 kr. pr. ha. På visse lokaliteter vil nordmannsgranjuletræer ikke kunne produceres uden kemisk bekæmpelse af ædelgranlus.

2. Nåletræsnonnen kan dræbe granskov i dens mest produktive alder, ja endda før denne alder er nået. Tabet må skønnes til gennemsnitligt 5-10.000 kr. pr. ha, endda uden hensyntagen til hugstfølge-, skatte- og kulturproblemer.
3. Vedborende insekter kan mere end halvere værdien af dyre skovede effekter, som det har taget lang tid at producere.
4. Stor nåletræsnudebille, *Hylobius abietis*, kan forårsage 50-100 % planteafgang i skovfyr på udsatte arealer.

Der kunne nævnes mange flere væsentlige skadevoldere i skovbruget. De umiddelbart farligste er sådanne, der kan medføre bevoksningernes død eller deformation. Hertil hører f.eks. alvorlige angreb af sitkalus, bøgeskjoldlus, barkbiller m.fl. Men også angreb, der ikke truer træernes liv kan være meget generende og kostbare. Det gælder f.eks. ovennævnte ædelgranlus, men også frøhvæpse, der ødelægger muligheden for frøhøst af eftertragtede frø, kan nævnes.

Den store mængde af insektangreb, der medfører et tilvæksttab, f.eks. egevikler, eller en forringelse af stammeformen (f.eks. fyrrevikler) er af ikke ringe økonomisk betydning. De er dog vanskeligere at værdiansætte. I øvrigt må der om enkeltheder vedrørende de enkelte skadedyr og deres betydning henvises til lærebøger i forstzologi (Bejer 1989).

### 5.3.2 Insektbekæmpelsens omfang i dansk skovbrug

Skovbruget er ikke stærkt involveret i kemisk insektbekæmpelse i forhold til andre jordbrugserhverv. Bekæmpelsen koncentrerer sig især om kulturarealer, pyntegrøntarealer, lejlighedsvis katastrofebekæmpelse samt lidt tømmerbeskyttelse. Skønsvist omfatter bekæmpelsen i gennemsnit ca. 2 % af skovarealet årligt. På de pågældende arealer når anvendelsen af bekæmpelsesmidler imidlertid på niveau med andre dele af jordbruget.

En opgørelse over pesticidforbruget indenfor statsskovbruget i 1995 viser, at 24 % af det samlede forbrug finder sted inden for produktionen af pyntegrønt. Da arealerne med pyntegrønt er relativt små i forhold til de øvrige driftsområder, er anvendelsen af bekæmpelsesmidler hér relativt koncentreret. Betragtes alene forbruget af insekticider og det bidrag, som dette yder til den samlede behandlingshyppighed, kan følgende beregning opstilles. Insekticidforbruget i statsskovenes produktion af pyntegrønt udgjorde i 1995, som var året før Skov- og Naturstyrelsens pesticidstrategi blev formuleret, ca. 0,02 kg virksomt stof pr. ha. Det antages, at doseringen lå på 0,06-0,10 kg v.st./ha (Sumicidin). Behandlingshyppigheden - som er det antal gange, det samlede areal kan behandles med normaldoseringen - kan derfor beregnes til 0,33-0,20. Til sammenligning lå behandlingshyppigheden for insekticider indenfor landbruget i 1998 på 0,26.

Kemisk bekæmpelse, eller rettere anvendelsen af giftstoffer til skadedyrbekæmpelse, har i beskeden grad fundet sted i skovbruget siden århundredeskiftet. Man brugte tidligt stryknin og strandløgspræparater mod mus. Nikotin, forskellige arsenikmidler samt petroleumsemulsion m.m. anvendtes mod insekter. Disse gifte kunne for nogle midlers vedkommende meget vel måle sig i farlighed med dem i den senere periode fra 1950 og frem, hvor en række syntetiske insektgifte kom i brug.

I modsætning til, hvad de fleste tror, er det ikke i så høj grad de nye insektgifte, der har øget omfanget af den kemiske insektbekæmpelse, som det er fremkomsten af nye tekniske metoder til deres udspredning.

### 5.3.3 Alternativer til insektbekæmpelse

Næsten alt, hvad man foretager sig i skovdyrkningen og for så vidt også teknisk i skovdriften, kan ventes at have indflydelse på insektlivet og -angrebene, fordi man ændrer på opholdsstedet, biotopen. Meget generelt kan man sige: Jo mere vækstkraftig og veltilpasset skov, jo færre skader. Der skjuler sig dog mange finesser eller undtagelser under en sådan udtalelse, og om detaljer må på ny henvises til håndbøger og lærebøger i forstzologi. Her skal dog nævnes nogle enkelte eksempler.

Kraftig kulturrenholdelse (fjernelse af græs) nedsætter f.eks. muse- og snudebilleskaderne (figur 5.3). Næringsværdien af skadedyrets føde kan ændres ved gødskning, f.eks. anser man groft, at N-gødning mindsker angreb af blad/nåle-ædende insekter, men øger angreb af bladlus. Ædelgran trives i naturen ved opvækst i fugtig skygge og da med beskudne ædelgranlusangreb. Dyrker man den i fuld sol (udtørringsmuligheder), fremmer man angrebene af ædelgranlus - uanset evt. gødskning. Dyrker man ædelgran i tørre egne af



Figur 5.3. Rækkevis ukrudtsbekæmpelse med Roundup i bøgekultur. Ukrudtsbekæmpelsen sker ikke mindst af hensyn til museproblemer. Rovfugle får mulighed for at holde musebestanden nede, når musene ikke kan skjule sig i ukrudtet. (Foto: Hans Peter Ravn).



Danmark, er risikoen ved angreb af ædelgranlus større: Anvender man mere tørketålende provenienser, daler risikoen.

Anvender man foryngelse ved renafrift i nåletræ, er risikoen for snudebilleangreb stor. Anvender man foryngelsesmetoder, hvor kulturarealet får mere skygge, daler risikoen. Det tidligere dogme om større stabilitet (mindre angrebsrisiko pr. træ) i blandskov end i monokultur, må efter nyere opfattelse nok modificeres. Det er dog ganske oplagt, at blandskov betyder, at man mindsker tabsrisikoen ved at »spille på flere heste«.

Kombinerer man dyrkningsmæssige (økologiske) modforanstaltninger overfor insektangreb med biologiske eller kemiske bekæmpelsesmetoder (se senere), er der tale om det, man kalder integreret bekæmpelse.

### 5.3.4 Prognose og skadetærskler

Prognose (forudsigelse) er kun udviklet på ret få områder indenfor bekæmpelse i skovbruget, nok fordi bekæmpelse kun sjældent har været nødvendig eller teknisk mulig. Det er imidlertid vigtigt at søge at undgå overraskelsen og komme for sent, så skaden er sket. Desuden er det vigtigt at være mest muligt sikker på, at en påtænkt bekæmpelse virkelig er nødvendig, både af økonomiske og miljømæssige hensyn. Det nemmeste og mindste krav er vel, at forstpersonalet er opmærksomt/vågent. Ser man en augustdag nåleskoven flagrende med sommerfugle som figur 5.4, bør det ikke overraske, hvis skoven næste forsommer bliver ædt.

Som et næste trin kan opmærksomheden rettes mod langtidstendenser. I perioden 1987-1998 har Skov- og Naturstyrelsen i samarbejde med Sektion for Zoologi, KVL, gennemført overvågning af visse egnede og vigtige skadeinsekter, delvis på forsøgsbasis. Det har drejet sig om nonne, typograf, jættemarkbille og bøgeskjoldlus. Også sitkabladdlus har været overvåget.

Når der på basis af data fra en række enkeltområder i landet viser sig tendens til at nærme sig kritiske niveauer, vil det kunne meddeles i fagpressen. Derefter kan det enkelte, interesserede skovdistrikt så selv skærpe opmærksomheden om det pågældende problem. Denne systematiske overvågning er indstillet. I øjeblikket foregår der en form for overvågning ved registrering af de forespørgsler vedrørende skadedyr, der rettes til FSL og KVL.

Syntetisk feromon (insekternes eget duft-signalstof) placeret i fælder anvendes til overvågning af en del arter. Da de syntetiske feromoner ofte er meget specifikke for den pågældende art, er feromonfælder til overvågning en bekvem registreringsmåde. For en række af de insekter, der kunne have særlig - og speciel dansk - interesse, findes der imidlertid endnu ikke udviklet syntetiske feromoner. Dette gælder f.eks. for ædelgrannålevikler-arterne.

Direkte, stikprøvevis optælling af tætheden af insektbestanden kan være en mulighed. Dette gælder f.eks. ædelgranlus. Principielt bør bestandsopgørelsen af insekterne udføres så tæt på det eventuelle bekæmpelsestidspunkt som muligt.





*Figur 5.4. Nonner på stammerne. Stor aktivitet og æglægning i august varsler risiko for afløvning af træerne i det efterfølgende forår. (Foto: Broder Bejer, Hindsholm 5.8.1971)*

Uanset hvorfra man skaffer sig data/formodning om skadedyrbestandens størrelse, må dette sammenholdes med formodet skade og dennes omfang og betydning, altså om den såkaldte bekæmpelsestærskel, nemlig det niveau hvor bekæmpelse skal sættes i værk for at undgå, at situationen skal udvikle sig over den økonomiske skadetærskel. Den økonomiske skadetærskel er defineret som det bestandsniveau, hvor udgiften til bekæmpelse netop modsvare det tab, man ville lide, hvis bekæmpelse var undladt. Det er altså først hér, at en bekæmpelse bliver økonomisk lønnende.

For en del skovinsekter findes sådanne bekæmpelsestærskler, byggende på erfaring. For nonnens vedkommende er således iagttagelsen af 12 hunner pr. granstamme i sværmeningstiden det kritiske tal. For typograf skal man op på ca. 15.000 biller fanget pr. fældegruppe à 3 fælder, før der kan ventes angreb på stående skov (bestemt fældetype, bestemte lokalitetskriterier osv.).

Bekæmpelsestærskler er ikke et fast tal. De skal justeres for omstændighederne, f.eks. om skoven har stor eller ringe benåling (nonne), om det har regnet meget eller meget lidt (typograf). Jo bedre viden, forskning og erfaring man har skaffet, jo sikrere beslutning kan tages. Ofte råder desværre en betydelig usikkerhed. Om vejledende bekæmpelsestærskler, se side 181.

### 5.3.5 Biologisk bekæmpelse

Ved denne forstås anvendelse af et skadedyrs fjender, sygdomme m.m. med den fordel, at sådanne i reglen er ret specifikke og kun i ringe grad generer anden fauna. Der er dog i denne sag glidende overgang til anden bekæmpelse.

Anvendelse af klassisk biologisk bekæmpelse (udsætning af snyltere og rov-insekter) har temmelig ringe udsigt til succes hos os. Det skyldes dels vort klima, dels at de fleste vigtige træarter er så vidt udbredt, at de har geografisk sammenhæng til det oprindelige forekomstområde, og derfor har disse fjender selv haft mulighed for at etablere sig. Dyrkning og opbevaring af nyttedyr er ofte for kostbar til at være realistisk. En mulig, men efter hidtidige erfaringer begrænset effekt ville bestå i begunstigelse af levevilkårene for nyttedyr f.eks. skovmyrer og insektædende fugle. Andre initiativer med henblik på at udnytte de naturlige reguleringsmekanismer overfor skadedyr i juletræer er iværksat.

Betydelige praktiske muligheder har anvendelse af virus og bakterier. Begge dele er i dansk skovbrug prøvet i nogle tilfælde, foreløbig med varierende held. Der er imidlertid en kraftig udvikling i gang på dette felt. Særlig bakteriepræparater af *Bacillus thuringiensis* (Bt) er under stadig udvikling og er meget egnede overfor sommerfugle. De er dog ineffektive ved køligt dansk sommervejr; men gode i situationer med varmt og tørt vejr. I Canada har man i de sidste ti år gjort sig store anstrengelser for at prøve denne type præparater i store bekæmpelsesaktioner. Endnu er man dog ikke kommet fri af bl.a. temperaturproblemerne. I øvrigt må der om biologisk bekæmpelse henvises til speciallitteratur, da der er tale om et omfattende emne. Præparater af *Bacillus thuringiensis* er i handelen herhjemme (»Biobit®«, »Dipel®«). En række mikrobiologiske præparater er i øjeblikket under godkendelse i EU.

Et andet begreb er bioteknisk bekæmpelse: Manipulation af skadedyrets egne egenskaber f.eks. hormoner, feromoner. Også her findes interessante muligheder. Fældefangst med feromoner har (se ovenfor) i høj grad vist sig velegnet til monitoring. Men kun under specielle omstændigheder er de egnede til udfangst af skadedyret eller til forhindring af parring ved »forvirringsmetoden«. Sidstnævnte baserer sig på, at hannerne ikke kan finde hunnerne, hvis der foruden disse hunner er mængder af feromon på arealet. Dette feromon kan f.eks. være udspreddt i form af mikrokapsler fra fly. Ved anvendelse i stor skala, f.eks. mod løvskovnonnen i USA, er der opnået absolut målelige resultater, dog ikke så gode som håbet og ønskeligt.

### 5.3.6. Kemisk insektbekæmpelse

*Paul Christensen, PC-Consult*

Ved en kemisk bekæmpelse af insekter retter man et angreb på selve skadedyrbestanden uden at ændre på forudsætningerne for insektopformeringen. Ved en vellykket bekæmpelse, som bliver rigtigt udført, vil man ofte kunne nå op på en effektivitet (dødelighed) på 95-99 % og dermed umiddelbart standse angrebet. Men »langtidsvirkningen« behøver ikke i alle tilfælde at være så lang endda.

Det viser sig, at skadedyrbestanden af forskellige årsager - hvoraf den vigtigste er, at en lille bestand har lettere vilkår end en stor, og desuden en stor formeringsevne - meget hurtigt når op på det niveau, der er normalt for arten på den givne lokalitet. I reglen tager dette 1 til 2 generationer, ofte identisk med 1 til 2 år. Alt efter hvilken type skadeinsekt, man er stillet overfor (figur 5.1), kan nye betydende angreb forventes efter få (D) eller mange år (A).

Kemisk insektbekæmpelse vil derfor ved nogle insektarter være en kortfristet hjælp, der må gentages igen og igen, mens den ved andre arter kan forventes at løse problemet i 30, ja måske 70 år. Ved de meget hyppige angreb (D) er det derfor af stor betydning, om muligt, at *andre* dyrkningsbetingelserne på langt sigt. Ved type (A) skal den kemiske bekæmpelse ofte ikke gentages i samme omdriftsperiode.

Med til den nævnte problematik hører det, at en ofte gentaget kemisk bekæmpelse - foruden at blive kostbar - i det lange løb kan føre til, at insekterne bliver *resistente*. Overlevende, mere modstandsdygtige individer vil opformere sig, og deres bekæmpelse kan da kræve stadig hyppigere og eller højere doser, eller et stadigt skift mellem forskellige midler, der har forskellig virkningsmekanismer over for den givne art. Noget sådant er velkendt fra f.eks. bekæmpelsen af stuefluen herhjemme og fra talrige andre arter.

### **Insekticider**

Bekæmpelsesmidler, der anvendes mod insekter, betegnes insekticider. Disse midler opdeles i følgende grupper efter, hvordan de optages i insekterne:

- Mavegift
- Kontaktgift
- Åndingsgift

Det skal tilføjes, at de allerfleste af de midler, der anvendes i dag, virker på flere af de nævnte måder og ofte som en kombination af alle tre.

#### **Mavegifte**

Mavegifte skal i princippet ædes af insekterne for at virke, mens insekterne ikke tager skade af at bevæge sig hen over sprøjtede plantedele. Fordelen er bl.a., at mavegifte ikke direkte skader skadedyrenes fjender. Nogle midler er systemiske, hvilket vil sige, at de transporteres med plantens eget væsketransportsystem rundt inde i planten hen mod vækstpunkterne. Herved vil sugende og gnavende insekter kunne optage giften, ofte langt fra hvor den er påført træet. Systemiske insektmidler kan udbringes ved traditionel sprøjtning, eller de kan optages via rødderne fra granulater udstrøet på jorden. De systemiske midler egner sig særligt mod en del vanskeligt tilgængelige, blad-sugende insekter. De meget kraftige systemiske insekticider, som f.eks. det giftige Meta-Systox, der tidligere blev anvendt en del i skovbruget, findes ikke mere på markedet, og der er på nuværende tidspunkt (oktober 2002) ingen systemiske insekticider godkendt til skovbrug eller juletræer/pyntegrønt.

### Kontaktgifte

Kontaktgiftene virker, når insekterne bliver ramt af eller selv berører sprøjtedråberne - ofte også efter, at dråberne er tørret ind på planteoverfladen. For at disse midler skal virke optimalt, skal sprøjtevæsken bringes ud med en sådan teknik og en fin dråbefordeling, at alle plantens overflader (også skudundersider) praktisk talt er dækket af en tynd væskehinde. Kun herved kan det sikres, at man rammer godt skjulte insekter eller insekt(stadier), der først færdes rundt på planterne efter sprøjtningen. Der kan f.eks. være tale om de bevægelige larver af de ellers stillesiddende ædelgranlus, som først klækkes af æggene efter sprøjtningen, eller der kan være tale om larver af ædelgran-nålevikler, der kommer i kontakt med indtørrede sprøjtedråber, når den skifter fra at minere den ene nål til den næste.

### Åndingsgifte

Åndingsgiftene kan i dampform trænge ind i insekternes åndedrætsorganer. De egner sig særlig til fast forankrede, velbeskyttede insekter som visse bladlus og skjoldlus.

### Virkningens varighed

Såvel virkningens omfang som dens varighed afhænger til en vis grad af doseringens størrelse, men nok så meget af den anvendte udbringningsmetode, herunder væskemængde og dråbestørrelse.

Efter en insekticidsprøjtning er giftvirkningen overført skadedyrene og dermed også overført de fleste andre dyr på lokaliteten forholdsvis kortvarig. Nogle insekticiders virkning ophører efter ganske få dage, andre virker nogle uger, mens andre igen virker højst et par måneder. De fleste af de insekticider, der anvendes i dag, nedbrydes forholdsvis hurtigt af sollyset. For f.eks. de fleste syntetiske pyrethroider skal man ikke regne med en effektiv virkningstid på mere end 3-5 uger.

Nogle insekticider kan dog, hvis de er trængt ind i døde planteceller i barken (voks- og korkceller) undgå denne hurtige nedbrydning. Det er et forhold, der udnyttes i praksis ved beskyttelse mod nåletræsnudebillen, hvor midlerne kan have en effekt på op til et par år.

Foruden at insekticiderne nedbrydes eller skylles af vegetationen og dermed fjernes fra insekternes levesteder, sker der igennem sommerhalvåret en plantevækst på både træer og bundvegetation, hvor insekterne har mulighed for at leve på usprøjtede plantedele.

### Insekticider anvendt i skovbruget

I det følgende afsnit skal omtales nogle af de insektmidler, der har været anvendt udbredt i skovbruget. De fleste af de tidligere anvendte midler findes slet ikke mere på markedet i Danmark, men er udgået pga. for stor giftighed, uønskede miljøeffekter, ved at være for dyre eller for lidt effektive.



For nærmere detaljer om de enkelte midler, der må anvendes, henvises til de sprøjteblade, der udgives og årligt revideres af PC-Consult og *Skov & Landskab* (FSL). Heri er givet detaljer om doseringer, tidspunkter for behandling af de almindeligste skadeinsekter, sprøjteteknik, giftighed, værnemidler osv.

*Klorerede kulbrinter.* Hertil hørte bl.a. DDT og lindan. DDT blev anvendt på dispensation af skovbruget indtil 1984 til afværgning af snudebillegnav. Lindan blev især anvendt til bekæmpelse af ædelgranlus, men virkede i øvrigt over for de fleste insektgrupper. Lindan udgik af markedet i 1991. Begge midler var meget persistente og bioakkumulerende, og samtidig var der frygt for mulige langtidsskader ved brug af midlerne. Begge midler blev afløst af midler fra gruppen af syntetiske pyrethroider.

*Fosformidler.* Hertil hører bl.a. dimethoat, fenitrothion, malathion og parathion. Midlerne var generelt hurtigtvirkende over for følsomme insekter (stor knock-down effekt). Til gengæld var især parathion overordentlig giftigt for sprøjtemandskabet. Dimethoat og malathion havde over for nogle af skovbrugets skadeinsekter ofte en ringere virkning end pyrethroiderne. Der kan stadig fås dimethoat, fenitrothion og malathion; men i praksis er de i skovbruget afløst af midler fra gruppen af syntetiske pyrethroider.

*Syntetiske pyrethroider.* Er syntetisk fremstillet insektmidler af samme kemiske familie som pyrethrum, der blev udvundet af chrysanthemum-planter. De syntetiske midler er dog noget mere holdbare end de naturlige, der er yderst kortlevede. Inden for gruppen findes talrige forskellige virkestoffer, der kun afviger en smule fra hinanden kemisk og virkningsmæssigt - f.eks. cypermethrin, esfenvalerat (Sumi-Alpha), lambda-cyhalothrin (Karate) samt alfa-cypermethrin (Fastac 50). De syntetiske pyrethroider har gennemgående en lidt langsommere virkning end fosformidlerne. Pyrethroiderne giver generelt ikke fødekædeophobning, de er ret hurtigt nedbrydelige både på planter og i jorden, de er meget lidt giftige overfor varmblodede dyr, men til gengæld meget giftige overfor fisk og andre vandorganismer. De må derfor ikke bruges over eller i nærheden af vand. Denne gruppe midler er p.t. næsten enerådende til skovbrugets insektbekæmpelse.

*Insekt-vækstregulatorer.* Hertil hører diflubenzuron (Dimilin). Midlet influerer på insektlarvers hudskifte som en kitinsyntesehæmmer og er en udpræget mavegift. Midlet er meget ugiftigt over for andre organismer end sommerfugle- og andre bladædende larver, men det virker kun langsomt. Virkningen indtræffer først efter 8-10 døgn, hvorfor det ved meget akutte angreb, hvor stor knock-down effekt ønskes, kan være nødvendigt at blande det med andre midler.

### 5.3.7 Teknik

Ved sprøjtning af gamle, tætte skovbevoksninger eller juletræs- eller pyntegrøntbevoksninger vil det oftest være nødvendigt at anvende betydeligt større væskemængder, end der bruges f.eks. ved ukrudtssprøjtning ved skovrejsning eller insektsprøjtning i landbruget. Ved insektsprøjtning ved hjælp af tågesprøjte benyttes sjældent under 600 l væske pr. ha, og ved høje bevoksninger kan det være nødvendigt at sprøjte stykket ad flere omgange med tudene stillet i forskellige vinkler ved hver gennemkørsel. En optimal fordeling af sprøjtevæsken i trækronerne kræver desuden et hensigtsmæssigt valg af dysestørrelser i forskellige placeringer i tudåbningen, sprøjtetryk og kørehastighed.

I visse tilfælde kan det være nødvendigt, ved bekæmpelse af insekter i gamle, høje bevoksninger, at anvende fly eller helikopter. Dette kræver i dag særlig dispensation fra Miljøstyrelsen, hvis der ønskes anvendt syntetiske pyrethroider.

### 5.3.8 Tilrettelæggelse af bekæmpelse

*Hans Peter Ravn, Skov & Landskab (FSL)*

Et godt kendskab til skadedyrets biologi er af stor vigtighed ved beslutning om en evt. bekæmpelse. Det gælder først og fremmest prognose og en forhåndsvurdering af, om bekæmpelse i det hele taget er nødvendig. Hertil kræves for det første en korrekt artsbestemmelse af skadedyret. Dernæst er det vigtigt at afgøre, hvornår og hvordan bekæmpelsen bedst foretages. Dertil skal man kende artens biologi. Om tidspunktet gælder generelt, at der i almindelighed fås den største effekt ved at behandle små individer (larvestadier) og helst aktive stadier, f.eks. små larver, der søger føde. Samtidig skal bekæmpelse naturligvis helst ske inden, der er sket en mærkbar skade på træerne. Det er væsentligt, at bekæmpelse kun sker på de arealer, hvor det er strengt nødvendigt. Jo mere mosaikagtig bekæmpelsesarealet bliver, jo mindre bliver indflydelsen på anden fauna. Enhver sprøjtning hen over grøfter eller andre vandarealer skal undgås. Forebyggende bekæmpelse »for en sikkerheds skyld« bør undgås til fordel for »absolut nødvendig« bekæmpelse.

Nedenfor er nævnt tre eksempler på skadedyr, hvor bekæmpelse almindeligvis vil blive iværksat. Snudebille kan siges at svare til type D på figur 5.1, mens ædelgranlus og nonne kan modsvare henholdsvis B og A. I andre tilfælde, hvor skaden kan være et tilvæksttab eller en formforringelse, vil beslutningen om at udføre en bekæmpelse være sværere. Her er skovbrugets lange produktionstid med tilhørende renteovervejelser ved »tidlige« investeringer et væsentligt argument for tilbageholdenhed ved økonomisk tvivlsomme investeringer.



Tabel 5.1. Eksempler på overvejelser ved bekæmpelse af tre velkendte skadeinsekter (Delvis efter Bejer 1982)

Særligt om	Hylobius	Alm. ædelgranlus	Nonne
1. Biologi	To-årig udvikling. Gnaver på planter i 3 »sæsoner«.	Fremme hele året. Voksbeskyttet. Lang æglægningsperiode.	Æg i 9 måneder. Hastig ekspansion. Æder først af nyudsprungne nåle, senere alle nåle.
2. Prognose			
a. Angrebets hyppighed	Næsten altid ved plantning af nål efter nål.	Alvorligt hvert til hvert 3. år.	Kun i »katastrofeår«.
b. Skadeomfang (økonomi)	Dræber gns. ca 33 % af planterne i løbet af 2 år.	Omfatter ca. 10-90 % af juletræer.	Kan dræbe gammel gran på store områder.
c. Om aktuelt omfang	Evt. ved fælder, oftest dog for sent og unøjagtigt.	Tørt forårsklima øger angrebet, men lokalitets- og proveniensbettinget.	Feromonfælder. Tælling af sværmende sommerfugle. Afgrænsninger meget vigtige.
3. Beslutning	Forebyggende plan- tebeskyttelse er rutine.	Årlig eller endda hyppigere bekæm- pelse er ofte rutine.	Nonneantal, træers sundhed, alder. Arealets omfang m.m.
4. Krav til insekticid	Meget holdbart eller mange dyre gentag- elser.	Holdbart, gerne med åndingsvirkning.	Ved stort antal nonne- larver kan momentant virkende insekticid være nødvendigt.
5. Insekticidvalg	Syntetiske pyrethro- ider.	Syntetiske pyrethro- ider.	Fenitrothion i centre. Diflubenzuron ved lavere bestandstæthed.
6. Tidspunkt	Ved udplantning. Gentages evt. efter 1-2 år.	Forår eller efterår.	Skudbrydning næsten afsluttet.
7. Teknik	Rodhalssprøjtning. Dypning af planter mindre hyppigt.	Tågesprøjtning fra jord. Fly mindre sikkert.	Flysprøjtning - ikke Diflubenzuron.
8. Miljøhensyn lig- ger bl.a. i:	Behandling af enkelt- planter i kulturen.	Tidspunkt (efterår el. meget tidligt forår).	Insekticidvalg, arealaf- grænsning, ikke fore- byggende sprøjtning.
9. Alternativ skovdyrkning	»Brak«, forkultur, kulturrenholdelse, skærmforyngelse.	Skygge, vanding, provenienser.	Evt. gødskning.
10. Konsekvens	Næsten alle nåletræs- kulturer efter nål behandles.	Sprøjtning er næsten rutine.	Afgrænset bekæm- pelse i de enkelte til- fælde.

## 5.4 Musebekæmpelse/afværgning

Paul Christensen, PC-Consult

Visse arter mus kan være meget betydelige skadedyr i skovbrug eller juletræsdyrkning. Det drejer sig om markmus, rødmus og mosegris. Markmus og mosegris er meget udprægede planteædere, og markmusen er især knyttet til arealer med græsvegetation, hvor den fortrinsvis fortærer græsstråenes nederste del. Mosegrisen, der ofte, men ikke altid, træffes på ret fugtige levesteder, lever ligeledes af frisk vegetation; men den har dog en mere varieret spiseseddel omfattende også planterødder og rodfrugter. Rødmusen lever af noget mere blandet kost, tager hyppigere frø, insekter og lignende. I skoven

findes også andre arter af mus som skovmus og især halsbåndmus. Disse to arter er endnu mere frø- og insektædende og meget lidt knop- eller bark-ædende og derfor næsten uskadelige.

Markmus æder i mangel af græs meget gerne bark af unge træer, især af løvtræer som bøg og ask, derimod ikke så ofte birk. Også pyntegrøntarter som f.eks. cypres og kristtorn er meget eftertragtede. Efter omfattende gnæv kan selv håndledstykkede planter dø; gnavet er dog normalt værst på noget tyndere planter. Barkgnavet sker oftest stående på jorden i 0 til 15 cm højde over jordoverfladen; men hvis der er snelæg eller kvas på jorden, som markmusen kan stå på, kan gnavet optræde noget højere op ad stammerne. Hverken markmusen eller mosegrisen kan i modsætning til rødmusen klatre op i træerne.



Figur 5.5. Gnav af markmus på ung bøg i græspels. Stammen er knapt 1 cm tyk. (Efter Boas 1923).

Mosegrise kan udover overjordisk barkgnav også gnave rodbarken af de store hovedrødder under jorden, og det er ikke usædvanligt at se op til armtykke bøge eller juletræer af nordmannsgran eller nobilis pludselig visner eller bliver røde tilsyneladende uden nogen forklaring. Når man så prøver at trække i træerne, kan man ofte trække dem op og ser, at de har næsten ingen rødder tilbage. Store musehuller eller ligefrem muldskud på arealet kan advare om risiko for gnæv af mosegrise. Denne art forekommer ikke lige så udbredt på kulturarealer som markmusen; men hvor den lokalt optræder i hjørner af markkulturer m.v., kan den blive overordentlig skadevoldende.

Rødmusen klatrer i modsætning til de to andre nævnte musearter fortrinligt og kan komme højt op i træerne, hvor den kan gnave i barken og knopperne. Barkgnavet, der typisk foretages på stamme eller grene ud fra en god siddeplads i en grenvinkel, kan være meget generende i løvtræskulturer, men er normalt uden den store betydning i pyntegrøntarter. Knopgnavet kan lokalt være ganske omfattende og dermed meget generende på forskellige Abies-arter, oftest på nordmannsgran.



Figur 5.6. Knopgnav på ædelgran af rødmus. Udhulingen kan lejlighedsvis være omfattende og meget generende for juletræsdyrkning af nordmannsgran. Skudlængde ca. 5½ cm (Efter Boas 1923).

#### 5.4.1 Skovdyrkningsmæssige foranstaltninger

Markmuseen er som nævnt meget knyttet til græs, og skovdyrkningsformer med kulturstart i fuldt lys resulterer i meget græs og derfor i store markmusebestande. Her vil der opstå store skader. Omvendt vil stærkt beskyttede arealer, f.eks. ved selvforyngelse af bøg, blive relativt forskånet, og i disse tilfælde vil et vist tab af planter heller ikke blive bemærket på samme voldsomme måde som ved plantede kulturer.

Markmusebestanden om vinteren er meget påvirket af årets ynglemuligheder, som igen er meget påvirket af klimaforholdene. For eksempel vil et langt, koldt og fugtigt forår og forsommer resultere i mindre ynglesucces end varme, tørre forhold. Dette vil alt andet lige resultere i en mindre bestand ved vinterens start, hvad der igen giver en mindre bestand ved den følgende ynglesæsons start. Bestanden er altså ganske meget påvirket af det enkelte og forrige års vejrforhold. Under danske forhold synes det snarere at være vejrliget end egentlige cykliske svingninger, der bestemmer bestandens størrelse. Lejlighedsvis kan nedsatte fødesøgningsmuligheder som sne og frost gøre en beskedent bestand skadelig.

Opsætning af fuglekasser og siddepinde i kulturerne til rovfugle som ugler og tårnfalke samt mindsket jagttryk på ræve kan være medvirkende til at begrænse markmuseproblemet.

En effektiv græsbekæmpelse i kulturerne vil reducere musenes fødemuligheder og beskyttende dækning, og der vil derfor være en ganske lille bestand af mus på helt ukrudtsfrie arealer. Man skal dog være opmærksom på, at ved

en pludselig effektiv renholdelse på et areal med en stor musebestand, giver man ikke musene andre muligheder for at overleve end ved at gnave i træernes bark.

Direkte bekæmpelses- eller beskyttelsesforanstaltninger burde egentlig kun overvejes eller iværksættes i år med store efterårsmusebestande. Disse kan konstateres ved iagttagelse af mus eller af musehuller, men bedre ved årlige prøvefangster i fælder. Det kræver nemlig en betydelig øvelse at artsbestemme mus, der kun viser sig i et kort glimt mellem græstotterne.

#### **5.4.2 Giftudlægning**

Musebestanden kan reduceres betydeligt ved udlægning af gift. Hvis man har problemer med mosegrise eller rødmus er giftudlægning den eneste mulige afhjælpning (bortset fra effektiv kulturrenholdelse).

I en periode omkring 1960 kunne markmus og mosegris (og rødmus) bekæmpes meget effektivt ved sprøjtning af de pågældende kulturarealer med de stærke og ret langsomt nedbrydelige gifte, endrin og toxafen. Dette er ikke mere tilladt.

Som musegift (rodenticid) er der gennem tiden oftest brugt hvedekorn imprægneret med gifte som scillatin (strandløg), stryknin, thalliumsulfat, zinkfosfid og crimidin. Alle disse stoffer er blevet forbudt, normalt fordi de var overordentlig giftige for »non-target« dyr som f.eks. fasaner eller rovfugle (der åd forgiftede mus).

I dag bruges som musegift æblestykker, der er behandlet med bromadiolon koncentrat. Midlet er i fareklassen »Sundhedsskadelig«. Der skal anvendes 25 kg æbler skåret i kvarte til 1 liter middel. Æbler og middel røres sammen i en spand, og æblestykkerne placeres under f.eks. halmballer eller tagplader, så andre dyr ikke kan komme til dem. Halmballerne kan udlægges for hver 20 x 20 m svarende til 25 stk./ha. Æblestykkerne skal fornyes ca. hver 10. dag, så længe der ædes af dem; rådne æbler har ingen tillokkelse for hverken mand eller mus. Bromadiolon er også giftigt for rovfugle og ræve, så for at undgå forgiftning af disse dyr skal døde mus eftersøges og opsamles gennem hele udlægningsperioden.

Bromadiolon-behandlet hvede eller majs, der kan købes færdigt, appellerer ikke særligt til de skadelige musearter; i stedet vil man i høj grad ramme uskylde mus, som halsbåndmus og skovmus, der ikke skader træerne.

#### **5.4.3 Museafværgning**

Ved forventede kraftige skader af markmus har man i skovbruget traditionelt behandlet de nederste 20 cm af stammen med et vildtafværgningsmiddel. Midlet forebygger til en vis grad ved sin smag eller lugt, at musene gnaver i barken. Det er typisk de samme midler, man vil bruge mod markmus, som man anvender mod vildtbid og haregnav (repellenter). Der behandles ofte kun på planternes nord-side, for at nedsætte svidningsrisikoen ved midlerne.

Der er tidligere med god effekt anvendt midler med indhold af tjære eller kobber (f.eks. Musetjære, Skovtjære og Top Dendrocol). Nogle af disse midler blev anset for at være skadelige for mennesker, og ingen af midlerne må længere markedsføres.

I dag er kun nogle få midler godkendt til afværgning af markmus. Det drejer sig om Mota (indeholder planteolier) og Gyllebo (indeholder blodmel). Mota har i flere danske forsøg vist sig næsten lige så effektiv som de tidligere anvendte tjæremidler, mens Gyllebo virker lidt ringere.

## 5.5 Afværgning af vildtskader

*Paul Christensen, PC-Consult*

De vildtarter, der har betydning i denne sammenhæng, er især hjortearterne samt harer. Af hjortearterne har igen kronvildt og råvildt mest interesse. Alle de nævnte arter skader træerne ved enten at bide knopper eller blade, ved at skrælle barken af større træer eller ved at feje de nyudviklede geværer på træerne.

Bidning af topknopper er oftest en voldsom, form-ødelæggende skade for nåltræer og især, hvis der er tale om juletræer, kan skaden få overordentlig stor økonomisk betydning. Bidning af nyudsprungne blade på mindre løvtræer eller ligefrem afgræsning af små planter i f.eks. bøgeselvforryngelser kan medføre planteafgang i stort omfang.



*Figur 5.7. Vildtbid på rødgraner. Gennem en længere årrække har kronvildtets »græsning« holdt træerne nede. Det kan vare i årtier. Træet til højre er pludselig sluppet igennem med årsskud på ca. 1,5 m (Efter Boas 1923).*

Kronvildtet skader både ved bid af knopper og skud og ved at skrælle barken af især nåletræer. Skrælningen er for kronvildtets vedkommende langt den vigtigste skade. Bidskaderne er ved samme bestandsstørrelse underordnet, og i øvrigt vil der i reglen være en råvildtbestand, som allerede gør foranstaltninger mod bid nødvendige. Dåvildt skræller i væsentlig mindre omfang, mens sikavildt skræller stærkt, men ikke kan nå så højt op på stammerne som kronvildtet. I Danmark er skrælleskaderne på rødgran langt de vigtigste.

Ved fejning af geviret på unge træer kan hjortene endvidere gøre en del skade; en skade, der ved at være så iøjnefaldende, måske nok ofte overvurderes. I almindelige »skov«-kulturer - modsat pyntegrøntkulturer - vil der i reglen blive rigelig bestandstræer tilbage. Fejningen finder i reglen sted på bøjelige stammer med god plads mellem grenkransene. Råvildtet fejer således særlig gerne ask, rødæl, lærk og kæmpegran (*grandis*), men i øvrigt gerne de på arealet ikke særlig almindelige træarter.

Det er en velkendt sag, at regulering af bestandsstørrelsen influerer på vildtskadernes omfang. Nogle steder tilstræber man at holde vildtbestanden på et passende lavt niveau, således at skaderne på kulturerne ikke bliver uacceptabelt store. Dette sker ved en aktiv beskydning ved årets jagter, ligesom der ofte kan være formelle krav til antallet af nedlagt hjortevildt i jagtlejernes kontrakter. Det er klart, at skovbrugets og juletræsdyrkerens ønsker om reduktion af mængden af vildt i skoven ofte er i direkte modstrid med jagtvæsenets interesser (og indtjening). Her må en overordnet vurdering for den enkelte ejendom afgøre, hvad man vil gøre i den enkelte skov eller på ejendommens arealer.

### 5.5.1 Skovdyrkningsmæssige foranstaltninger

Hjortebestanden og her tænkes især på råvildtbestanden, varierer meget i størrelse fra den ene skov og den ene landsdel til den anden. Bæreevnen for råvildt varierer ligeledes bl.a. influeret af træartssammensætning, træaldersfordeling og bonitet (resulterende i fødeproduktion og vegetationssammensætning). Bestandsstørrelsen influerer imidlertid også på, hvilke træarter der bides. Alm. ædelgran, nordmannsgran, ask og eg er f.eks. altid eftertragtet, men ved stor råvildtbestand bides også rødgran stærkt.

Forskellige træarter er truet af skrælning i forskelligt tidsrum alt efter deres barktype. Lærk skrælles således i alderen 4-8 år, skovfyr 5-12 år, ask 6-35 år, douglas 8-25 år, rødgran 10-45 år og bøg (især sommerskrælning) 15-50 år.

Kappeplantning er en anden metode til at mindske vildtskaderne på en nykultur af f.eks. eg. Her planter man egeplanterne i samme plantehul og samtidig med en kappetræart, som f.eks. kan være tjørn eller skovfyr. Kappeplanterne vil så i princippet beskytte egeplanterne mod vildtskader indtil egne selv er vokset så høje, at de er over vildthøjde.

Hvis de nye kulturer anlægges på arealer, der ikke er særlig tillokkende for hjortevildtet, kan risikoen for vildtskader nedsættes noget. Det vil sige, at kulturen skal være langt fra tætte (gran)bevoksninger, hvor hjortevildtet hol-



der af at opholde sig. Der bør heller ikke på kulturarealet være højt græs eller andet, der kan yde god dækning for vildtet og dermed lokke det til at opholde sig meget på kulturarealet. En effektiv ukrudtsbekæmpelse mindsker dyrenes interesse i at være på arealet; men medfører til gengæld at hvis dyrene alligevel færdes der, har de meget let ved at finde og bide de enkelte planter.

Det er i visse tilfælde, men ikke generelt, lykkedes at eliminere vildtskaderne i forbindelse med fodring af vildtet om vinteren. I visse tilfælde synes både bid- og skrælleskader særlig store omkring foderpladser. Vildtagre og foderafgrøder som majs, hamp, fodermarvkål m.v. bør af samme grund ikke anlægges tæt ved uindhegnede kulturarealer.

### 5.5.2 Repellenter

Repellenter er i denne forbindelse alle de afværingsmidler eller -metoder, der ved hjælp af smag, lugt, lys, lyd eller mekanisk forhindring hindrer vildtet i at påføre træerne skade.

Dette er et område, hvor der gennem tiderne har hersket stor opfindsomhed; men det må erkendes, at de allerfleste afværingsmetoder i forhold til hegning kun har en korterevirkende effekt og kun på ikke alt for attraktive træarter.

Ikke-kemisk topknopbeskyttelse mod bidning på nåletræer har været prøvet med påsætning af totter af menneskehår eller indsvøbning af topknoppen med blår. Desuden har været prøvet et utal af forskellige udformninger af knopbeskyttere af plastic eller metal. Beskyttelsen vha. hår og blår, der nok mest virkede ved hjælp af lugten, var oftest yderst kortvarig. Beskyttere af metal eller plast virkede i nogle tilfælde også kun kort tid, før de faldt af i vinden eller blev pillet af af hjortevildtet. Andre knopbeskyttere virkede længere tid, men krævede evt. tilsyn med topknoppens brydning, evt. fjernelse af beskytteren, for at undgå en deformation af det nye skud. Disse metoder er gennemgående temmelig arbejdskrævende, foruden at nogle af knopbeskytterne er ganske kostbare (over 6 kr./stk.).

Mere udbredt har det været at beskytte enkeltplanter med et vildtafværingsmiddel (repellent). Midlet forebygger til en vis grad ved sin smag eller lugt, at harer og hjortevildt bider topknoppen af nåletræer. Midlet påføres den øverste del af topskuddet omkring topknopperne enten med børste eller en lille sprøjtepistol.

Der er tidligere med god effekt anvendt midler med indhold af tjære eller kobber (f.eks. Skovtjære og Top Dendrocol). Nogle af disse midler blev anset for at være skadelige for mennesker, og ingen af midlerne må længere markedsføres.

I dag findes kun nogle få midler på markedet, der er godkendt til afværgning af hjortevildt. Thiram-holdige midler med handelsnavne som f.eks. Lentacol og Mota med udtræk af planteolier har i danske forsøg vist en udmærket virkning over for hjortevildt. Gyllebo baseret på blodmel må også antages at have en god effekt.



*Figur 5.8. Eksempel på topknopbeskytter, »Rødhætte«. Denne knopbeskytter kan i princippet vokse med det brydende skud op og beskytte igennem flere år. I praksis blæser den ofte af, eller fjernes af hjortevildtet som legetøj (Foto: P. Christensen, okt. 1997).*

Nogle midler kan muligvis anvendes mod sommerbid, de skal da formentlig fortyndes mere end mod vinterbid af hensyn til svidningsrisikoen.

Generelt vil repellenterne have en mindre effekt ved store vildtbestande, eller hvis der er tale om meget attraktive træarter, f.eks. nordmannsgran. Her vil kun hegning give tilstrækkelig beskyttelse.

Enkeltplantebeskyttelsen kan på små arealer konkurrere økonomisk med hegning, selv om den er ganske arbejdskrævende på grund af den årlige gentagelse. Hvor kun topskuddet skal behandles, kan der gennemsnitligt behandles ca. 5.000 planter pr. dag, omtrent svarende til måske 1½ ha. Kemikalieudgiften hertil anslås til gns. 9 øre pr. plante, og sammen med en arbejds løn på 15 øre pr. plante svarer det til 800 kr. pr. ha (1998). Med disse prisrelationer kan enkeltplantebeskyttelse let konkurrere med hegning på arealer i hvert fald op til 1 ha.

Nogle steder er prøvet forskellige lyd- og lysgivere, der skulle skræmme vildtet væk fra kulturarealerne. Erfaringerne viser generelt, at virkningen er temmelig kortvarig, hvorefter vildtet vænner sig til lydene og blinkene og uanfægtet færdes i kulturerne.



Figur 5.9. Fejning af råvildt på røn. På de mørkere steder er kun basten, ikke kambiet fejlet af. Stammetykkelse ca. 2 cm. (Efter Boas 1923).

Mod fejning har været anvendt en række mekaniske beskyttelsesmidler: Omvikling med aluminiumsstrimler, påsmøring af beskyttende substanser eller opstilling af fejestokke af forskellig art. Fælles for disse metoder er, at de er meget arbejdskrævende. De egner sig derfor bedst til fåtallige indblandings- eller efterbedringsplanter i kulturerne. Også opbinding af de nedre grene og lignende er mulig.

Vækstrør i 1,2 m længde vil effektivt kunne forhindre både fejning og bidning på de løvtræer, der er plantet i rørene, f.eks. eg, kirsebær m.v. Udover beskyttelsen giver rørene en betydeligt hurtigere vækst de første år. For varigt at beskytte mod fejning skal røret blive stående, og det kan således ikke flyttes og anvendes til en ny plante, når træets top er kommet noget oven for røret. Denne metode er meget kostbar og bør kun bruges til en mindre del af de udplantede planter. Udover prisen kan metoden medføre nogle æstetiske ulemper, da en sådan kultur kan give associationer til soldaterkirkegårde.

### 5.5.3 Afværkning af skrælning

Skrælleskaderne kan indtræffe allerede før 1. gennemhugning; men kan modvirkes ved en meget kostbar og langvarig hegning, som derfor reelt oftere bruges til at hegne kronvildtbestanden inde (i dyrehaver). I Tyskland anvendes en del grøntombinding, en opbinding af de grønne grene om stammen før bestanden slutter sig. Udføres gerne på ca. 1/4 af granerne, tidsforbrug ca. 8 min. pr. træ, dertil kommer bånd, og der findes særlige »ombindingsringe«, som kan holde grenene bøjet ned, mens der ombindes.

Med passende instrumenter, barkhøvl eller barkridser, kan man forsigtigt sære stammebarken, så den hurtigt danner skorpebark. Kronvildtet ynder ikke at æde denne skorpebark. Barkbehandlingen foretages fra stammebasis og op til ca. 1,8 m højde. Den skal kun omfatte de fremtidige bestandstræer plus



Figur 5.10. Kronvildtskrælning på rødgran. Skrælningen er sket 25 år før fældning; men hele sårfladen er endnu ikke overvokset. Sår og misfarvning betyder, at der må kortes stykker af stammen nedefra. Diameter knap 25 cm (Efter Boas 1923).

nogle reserver. Dette tal er naturligvis bonitetsafhængigt, men størrelsesordenen kan f.eks. være 800-1.000 træer pr. ha. Tidsforbruget er i størrelsesordenen 80 timer eller ca. 10 træer pr. arbejdstime.

Udgiften til barkridsning er ganske betydelig; men den er dog lavere end til langvarig, effektiv hegning og også lavere end de mulige skrælningstab.

Der fandtes tidlige forskellige afværingsmidler, der kunne smøres på stammen for derved at afværge skrælning. Virkningen skulle kunne vare op til 5 år, men i dag er ingen midler godkendt til dette formål.

#### **5.5.4 Hegn**

*Truls Wiberg*

Et hegn, der holder hjortevildt og harer ude fra kulturer, selvsåninger og planteskoler mv., kaldes inderhegn eller kulturhegn. Et yderhegn der holder hjortevildt inde, kaldes også vildthegn. Alle andre betegnelser går på materialet eller på udformningen. I flæng bruges »skovhegn«, »dyrehegn« eller »vildthegn« og dermed menes som oftest stålgærde, der er fremstillet af galvaniserede jerntråde.

Det er forholdsvis dyrere at indhegne lange smalle arealer som læplantninger og levende hegn end regelmæssige firkantede eller runde arealer. Vurder forholdet mellem areal (ha)/hegnslinje (m)

#### **Hegningens levetid**

En blivende hegning bruges f. eks. ved planteskoler, juletræsarealer, parker og haver (tidshorizonten omfatter mere end 10-12 år). Den almindelige hegning opstilles rundt om f.eks. en bøgekultur (6-10 år) eller ask (4-6 år). Den flyvende hegning finder anvendelse rundt om selvsåninger og plantenedslag og fjernes hurtigt, når der ikke længere er brug for den. Hegnstrådens levetid varierer med belastning i form af fysisk overlast og rust. Varmgalvanisering med zink beskytter mod rust. Tykkelsen måles normalt i gram/m<sup>2</sup> (190-250 g/m<sup>2</sup>). Alt andet lige holder den kraftigste tråd med det tykkeste lag zink længst.

#### **Indhegningens størrelse**

Skal et stort kulturareal indhegnes (> 2-3 ha), bør det overvejes at dele hegningen op i mindre hegninger, der falder naturligt ind i terrænet. Små hegninger er lettere at holde vildtfrie. Afsæt vildtpassager hvor det må formodes, at vildtet vil passere. Undlad at indhegne hestekastanje, vildtagre og foderpladser m.v.

#### **Hegnets form**

Er en hegning f.eks. L-formet, kan råvildtet godt føle sig indespærret, på trods af at de er udenfor. Løsningen kan være et afrundet hjørne eller en vildtpassage. Spidse vinkler bør undgås, da de koster uforholdsvist meget hegn og giver vanskeligheder med traktorkørsel. Endelig fanges råvildtet let og har svært ved at forlade hjørnet.



## Hegnshøjde

Rådyr holdes bedst ude med hegn på 1,60 m eller derover. Flere steder bruger man 1,40 m med varierende succes. Over for dåvildt, sikavildt og særligt kronvildt skal hegnet være højere. Det er tilstrækkeligt med et hegn på 1,45 m med 2-3 overtråde (eventuelt pigtråd) med 15-20 cm mellem.

### 5.5.4.1 Hegnssætning

#### Hjørnestolper og pæle

Til hjørnestolper og pæle kan bruges eg, lærk (tykke, kløvede) cypres, tuja, galvaniserede  $\frac{3}{4}$ " rør eller pæle af jern (vinkel- eller T-profil) m.m. Trykimprægneret træ findes både som savskåret (3x3" og 4x4") og som rundstokke i forskellige længder og diametre. Når man trykker pæle i med en rendegra-ver, ses ofte at rodenden vender opad. Det ser mindre kønt ud men holder udmærket. Jernpæle bankes i med en rørformet hammer. Gravede huller laves med f.eks. drænspeade eller et Lysbro pælebor 520. Ønsker man at bore huller, findes flere løsninger. Trepunktsophængt jordbor til traktor, hydraulisk bor til kranarm og motormanuelle jordbor.



Figur 5.11. »Pflanfuchs« jordbor til borede stolpehuller har en høj præstation. (Foto: T. Wiberg, 1996).

#### Pæleafstand

Afstand mellem pæle kan variere, men ofte er 5–6 m passende. Husk at afmærke, hvor der skal være åbninger til led eller låge. Lægter, der støtter hjørnepæl, knæk og ledstolper, placeres bedst mod gamle stød eller sten.

#### Pælelængde

Særligt til hjørnestolper, knæk på hegnslinjen og til åbninger ved led og låger skal stolperne stå meget godt fast. Dette opnås bl.a. ved her at bruge længere og kraftigere stolper og pæle, der kommer dybere i jorden end ellers, 60 cm eller mere. Til et hegn på 1,40 m bruges typisk 2,0 – 2,1 m pæle. Træpæle må gerne rage op 5 –10 cm over overtråden. Jernrør slås ned, til de flugter med overtråden og kan fæstes til denne med en krampe, der slås ned ind i jernrøret.

## Hegnudrulning

Udrulning af hegn kan ske manuelt ved hjælp af to mænd og en stang, hvor der bør være en rund plade på hver side af hegnsrullen til beskyttelse af hænderne. Pladen skal være større end hullet i rullen. Udrulning fra en lodret hegnsudruller på traktor er at foretrække, da hegnsruller ofte vejer ca. 60-90 kg.



Figur 5.12. En hegnsudruller er til god hjælp (Foto: T. Wiberg, 1997).

## Afstand til jord

Et inderhegn sættes så tæt på jorden, som det lader sig gøre, for at holde harer ude. I mindre lavninger opstår der alligevel huller, der skal lukkes med enten ekstra hegnstråd, hugstaffald eller lignende.

## Vandløb og grøfter

Ved vandløb eller en mere vandførende grøft bør afskærmningen i hegnslinjen bestå af et foroven hængslet gitter, der enten ved vandpres eller ved manuel rengøring kan frigøres for blade og grene, der føres med vandstrømmen.

### 5.5.4.2 Hegnstyper

#### Stålgærde

Stålgærde findes i flere forskellige fabrikater og kvaliteter. Leveres som oftest på paller (12-16 ruller/palle afhængig af dimension). Stålgærde har svagt bølgede vandrette tråde for at give elasticitet ved mekanisk påvirkning og temperatursvingninger. Antallet vandrette tråde varierer, og det gør afstanden mellem de lodrette tråde også. Betegnelsen 1155-6 står for 11 vandrette tråde, 55" højt (140 cm) og 6" vandret afstand mellem lodrette tråde (15 cm). Trådene i stålgærde er »knyttet« sammen. Når der er taget hul på en palle, bør de resterende ruller lægges ned, da de med deres vægt kan være farlige, hvis de falder.



## **Hønevæv**

Hønevæv (trådvævshegn, galvaniseret trådpletning) er haretæt og bruges enten alene eller som supplement for neden på et allerede opsat hegn (f. eks. stålgærde), hvor der er problemer med harer. Hønevævet opsættes udvendigt og lægges udad forneden inden fastsættelse. Vildtet kan have vanskeligheder med at se hønevæv. Ligeledes er det svært for os at se eventuelle huller i hegnet. Der findes flere størrelser maskevidde, men oftest bruges 3" (75 mm) til hegn i planteskoler m.m. Hegnet er følsomt over for fysisk overlast.

## **Samlinger**

Svejst net er den svageste og bruges til havehegn og ses sjældent i skoven. Knyttet hegn er stærkere og det almindeligste i dansk skovbrug. Ringlock bruges normalt ikke i skovbruget, men er beregnet til bl.a. fårehegninger. Hegnet er meget stærkt og tåler at blive strammet hårdt op. Maskerne i hønevæv er snoet før galvanisering, og samlingerne er stærkere end selve tråden.

## **Entreprenør-model**

I de seneste år er der sat stålgærde med udelukkende jernrør som pæle og tværstivere/jordankere. Jernrørene sættes ned i maskerne og holdes yderligere på plads med plastbetrukket jerntråd (driller med øje) og en krampe i jernrøret foroven. Tværstivere og jordankere samles med jernrørene med bøjle-wirelås. Prisen for opsat hegn af denne type er meget konkurrencedygtig.

Til flyvende hegninger forsøger man at undgå at sætte pæle. I stedet bindes hegnet op til træer, eller der slås jernrør i jorden. Man kan også anvende kryds, der støtter til begge sider. Der stilles normalt ikke det store krav til, at hegningen er sat lige eller er strakt. Som oftest bruges stålgærde.

## **Enkeltræer i dyrehaver**

Hjortevildt skræller gerne, og der opstår svære skader på bl.a. ask og bøg i dyrehaver. Man kan beskytte enkeltræer med maskinflet. Hegnet skal placeres sådan, at det går så langt ned som muligt, da hjortene også gnaver barken på træets udløbere. Er hegningen beregnet til vildsvin, skal der være to hegn med 5 m i mellem, hvoraf det inderste bør være et elektrisk hegn.

## **Elektrisk hegn**

I begyndelsen af 1980-erne blev der sat en del elhegn som beskyttelse mod råvildt omkring skovkulturer. Erfaringerne var ikke gode. Der var vanskeligheder med strømforsyning, hyppige tilsyn, tilgroning og nedfaldne grene. Dertil kom, at batterierne havde nedsat kapacitet i frostperioder, og at frosten »isolerede« dyrene fra jordforbindelse.

### **5.5.4.3 Led, låger og stenter m.v.**

Led er den mest almindelige form for lukning af en åbning i et hegn. Den består typisk af samme tråd som hegnet og er fastsiddende i den ene side af åbningen. I den modsatte side skal tråden overlape med ca. ½-1 m for, at sikre, at ledet forbliver tæt, også selv om hegnet strækkes ved nedfaldne grene eller træer. Led bliver let utætte efter nogen tid, da tråden bliver bulet. Der er også ofte huller, hvor harerne kan smutte ind i de dybe traktorspor i åbningen. Stenter er trin opsat i forbindelse med stolper, hjørner eller blot

fritstående. Hegn ødelægges først og fremmest af overbelastning. Der er mange brugergrupper i skoven og med omtanke kan stenter placeres på en måde, så hegningerne ikke lider overlast ved nedtrykning og klatring.

Skal en åbning bruges mange gange hvert år, bør man overveje at lave en låge, som når den er vellavet, bedre holder til belastningen.

Indspring består af en skrånende forhøjning på indersiden af en hegning, hvor hjortevildtet kan komme op i niveau med overkanten af denne og springe ud. Den afsluttes med en lodret væg i flugt med hegningen. Indspring må ikke etableres i forbindelse med skel.

#### **5.5.4.4 Tilsyn og nedtagning**

En hegning, hvor hjortevildt eller harer er kommet ind, vil alt andet lige medføre større skader, end hvis vildtet frit kunne forlade arealet. Det er derfor vigtigt med tilsyn, og at ansvaret for, at hegningen er vildtfri, påhviler én udvalgt person. Særligt skal der ske kontrol, så låger og led holdes lukkede.

Hegn bør fjernes, så snart formålet med dem ikke eksisterer mere. Herved opnås fri adgang for både vildt og mennesker. Rettidig nedtagning muliggør nogle gange genbrug, men frem for alt er arbejdsopgaven alt andet lige lettere, jo tidligere den sker. Hegnet frigøres fra stolper med en krampeudtrækker, lægtehammer og skævbider/bidetang. Hvor hegnet er groet fast, frigøres det fra græs, buske og løvtræsopvækst. Der skal udvises forsigtighed, hvis der bruges motorsav i nærheden af hegn. Efterfølgende kan hegnet trækkes fri, evt. ved hjælp af en traktor. Ved vanskelige strækninger klippes hegnet over i korte stykker. Hegnet rulles sammen. Er hegnet nogenlunde velbevaret, kan det være en idé at overveje, om nedtagning kan ske, mod at vedkommende person får hegnet for sin ulejlighed. Gammelt hegn bør køres i depot for ikke at blive glemt ude i naturen. Bortskaffelse kan normalt ske i samarbejde med en produkthandel.

## **5.6 Andre skadedyr**

*Paul Christensen, PC-Consult*

Af andre skadedyr i skov og juletræsdyrkning kan især nævnes en række forskellige fugle. Set fra skovens side kan visse fugle lejlighedsvis optræde som skadedyr, mens på andre tider af året kan de samme dyr optræde som nyttedyr eller »neutrale«. Der er næppe nogen arter, der udelukkende vil kunne nøjes med én af betegnelserne.

### **Knækkede topskud**

Den almindeligst forekommende »fugleskade« er knækning af de nye topskud på forskellige nåletræer kort efter udspring, mens skuddene endnu er grønne og sprøde. Denne skade kan have et meget stort, og økonomisk meget betydende omfang, især i juletræskulturer. Her vil knækkede topskud i over 1 m højde næsten sikkert medføre, at træet ikke vil kunne nå at blive et salgbart juletræ.



*Figur 5.13. Stente, der er hurtig at lave og fjerne (Foto: T. Wiberg, 1996).*

Det er tilsyneladende mest hannerne, der forsøger at sætte sig på topskuddet. Når toppen så knækker af under fødderne på fuglen, flagrer den forvildet op og forsøger at sætte sig på den næste top .. og den næste .. og så videre. Det kan være et meget stort antal toppe, der knækkes af i en juletræskultur, og det er oftest de højeste træer, det går ud over. Det kan tilsyneladende være forbavsende små fugle, der forvolder skaderne. Det er iagttaget, at mange arter og størrelser af fugle, lige fra gulspurve og opefter, kan være de skyldige.

Problemet kan elimineres ved i løbet af vinteren eller foråret på det gamle topskud at binde/spænde en pind, som rager op over træet. Fuglene vil så (muligvis) foretrække at sidde på disse pinde om sommeren i stedet for på de nybrudte topskud. Også opsætning af egentlige siddepinde rundt om i kulturen på pæle, der rager op over juletræerne, skulle kunne mindske problemet.

Der er endvidere iagttagelser af, at hvis man gennem nogle år konsekvent undlader at bekæmpe rovdyr som katte og især husskader i nærheden af juletræskulturer, bliver der markant færre fuglereder og småfugle på arealet. Herved kan risikoen for knækkede toppe nedsættes.

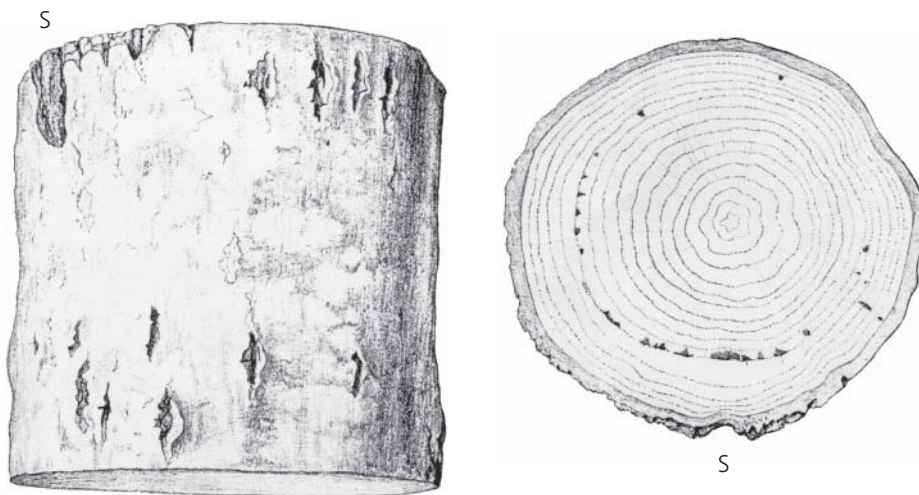
### **Frøedere**

Mange overvintrende fugle er om vinteren og foråret frøedende. Derved kan de komme til at fjerne selvsået eller udsået frø, især hvis det er dårligt dækket. Dette er med til at gøre små frøår mindre anvendelige; mens i store frøår er tabet helt uden betydning.

### **Spætteskader**

Spætter kan gøre skade ved at udhugge redehuller i træer, sortspætten også ved at hakke ind til stammelevende herkulesmyrer. I begge tilfælde går det helt overvejende ud over træer med svækkelser i veddet, og hullerne vil senere kunne give redemuligheder for insektædende fugle. Gamle træer, der alligevel er hullede, bør have lov at stå. Det gælder også træer, der kan huse ugle, flagermus m.v.

En anden, ganske hyppig skade udfører spætter på glatbarkede træer af mange arter, som f.eks. yngre eg, elm m.fl. Det drejer sig om hak ind i barken, placeret i kredse om stammerne. Formålet er antagelig at slikke saft af sårene. Disse sår, der også kan findes på nåletræer, overvokses ret hurtigt, men ses som ar på barken og desværre også som skader i veddet. Der kendes ingen forholdsregler mod disse skader.



Figur 5.14. Stykke og tværsnit af ung egestamme hakket i barken af spætter nogle år før fældning. S betegner samme sted på de to delfigurer (Efter Boas 1923).

## 5.7 Litteratur

Andersen, Mogens, 1986: Vildtheegn: Hjortevildt under hegn.

Bejer, B., 1979: Forstzoologi. Nucleus Forlag ApS. 247 s.

Bejer, B., 1982a: Insektbekæmpelse og insecticidanvendelse i skovbruget. - I: Skovsprøjtning '82. Skovteknisk Institut, s. 72-77.

Bejer, B., 1982b: Gnåverbekæmpelse og rodenticidanvendelse i skovbruget. - I: Skovsprøjtning '82. Skovteknisk Institut, s. 86-88.

Bejer, B., 1982c: Afværgeforanstaltninger mod vildtskade. - I: Skovsprøjtning '82. Skovteknisk Institut, s. 89-93.

Bejer, B., 1989: Forstzoologi I - Forstentomologi. DSR-forlag, Nr. 1190. DSR Tryk.

Bejer, B., Christensen, P. og Neckelmann, J., 1984: Snudebillebekæmpelse - en oversigt. - Skoven 16: 112-15.

Bejer-Petersen, B., 1965: Markmusebekæmpelsen i skovbruget. - Dansk Skovforenings Tidsskrift 50: 198-211.

Boas, J.E.V., 1923: Dansk Forstzoologi. 2. udg. København. 761 s.

Christensen, P., 1987a: Snudebillebekæmpelse. SI-rapport nr. 1-1987, 29 pp.

Christensen, P., 1987b: Musegift og museafværgning. - Skoven 19: 60.

- Christensen, P., 1995:* Musegnav i pyntegrøntkulturer. Musegift og afværingsmidler. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.7-1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Christensen, P., 1998:* Afsluttende rapport over GEP-forsøg VBM 6 / 97. Afprøvning af forskellige kemiske og ikke-kemiske metoder til vildtafværgning i rødgran på Gisselfeld Skovdistrikt. - PC-Consult, Borup, stencil 1998-07-28, 18 pp.
- Christensen, P., 1999:* Forsøg med vildtbidmidler. - Skoven 31: 538-540.
- Christensen, P., 2000:* Afprøvning af midler mod mus. - Skoven 32: 410-412.
- Christensen, P., 2002a:* Planteværn 2002. - PC Consult og Forskningscentret for Skov & Landskab, 20. udg., 2002-02-05.
- Christensen, P., 2002b:* Insektbekæmpelse med Fastac 50 i skov og juletræer. - Skoven 34: 12-14.
- Christensen, P. & Bejer, B., 1988:* Ædelgranlus 1988. - Skoven 20: 186-87.
- Christensen, P., J. Lodal & Lund, M., 1990:* Repellenter mod markmus. - Dansk Skovbrugs Tidsskrift 75: 46-57.
- Christensen, P. & Theilby, F., 1998:* Planteværn 1998. Sprøjtekompendium. - Forskningscentret for Skov & Landskab og PC-Consult, 16. udg., 1998-02-10.
- Eidmann, H.H. & Klingström, A., 1990:* Skadegörare i skogen. LTs forlag, Stockholm. 355 pp.
- Harding, S., 1993:* Tidlig ædelgrannålevikler. Skoven 4: 190-191.
- Harding, S. & Christensen, P., 1994:* Tidlig ædelgrannålevikler i juletræer og klippegrønt. PS Nåledrys 20: 48-51.
- Harding, S. & Ravn, H.P., 1984:* Typografens sværmning - konsekvenser for skoven. Skoven 2:50-52.
- Jensen, T.S., 1983:* Musene og skovbruget - forsøg på en status. - Dansk Skovforenings Tidsskrift 68: 332-48.
- Neckelmann, J. & Thormann, A., 1997:* Etablering af eg på landbrugsjord - forsøg med plantetyper og vildtafværgning. -FSL-rapport, Skovbrugs-serien, nr. 19. 65 pp.
- Pedersen, A.F. & Ravn, H.P., 2000:* Stor nåletræsnudebille - Biologi, modforholdsregler og strategi. Skovbrugsserien nr. 26, *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm. 49 s. ill.



- Ravn, H.P., 1999:* Alternative bekæmpelsesmidler mod almindelig ædelgranlus. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-7. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P., 2001:* Stor nåletræs-nudebille - bekæmpelse. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-13. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P., 2001:* Stor nåletræs-nudebille - biologi og forbyggende foranstaltninger. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-12. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P., 1999:* Ædelgrannåleviklere. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-11. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P., Bentsen, N.S. & Theilby, F., 2000:* Musegnav i pyntegrønt. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.7-1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P., Christensen, P. & Bejer B., 1986:* Beskyttelse af råtræ mod insekter. Skoven 4:184-185.
- Ravn, H. P. & Harding, S., 1985:* Barkbillestrategi 1985. Ugeskrift for Jordbrug 46:1318-1324.
- Ravn, H. P. & Harding, S., 2000:* Stormfald og opformering af barkbiller. Videnblade Skovbrug nr. 8.10-4. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H. P. & Harding, S., 2000:* Stormfald og vedlevende insekter. Videnblade Skovbrug nr. 8.10-5. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H. P. & Harding, S., 2000:* Stormfald og insektproblemer. Skoven 1:46-50.
- Ravn, H.P., S. Harding & Matkowski, A., 1999:* Bekæmpelse af galmider i juletræer – en orientering om foreløbige resultater. PS Nåledrys 30:36-39.
- Ravn, H.P., Larsen, S.U. & Lodal, J., 2000:* Bekæmpelse af mosegrise. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.7-2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P. & Matkowski, A., 1999:* Bekæmpelse af galmider i juletræer - en orientering om foreløbige resultater. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-8. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Ravn, H.P., Matkowski, A. & Riis-Nielsen, T., 2000:* Bekæmpelse af galmider i nordmannsgran – en orientering om de endelige resultater. PS Nåledrys 32:33-35.

- Ravn, H.P., Pedersen, A.F. & Nielsen, F., 2000:* Stor nåletræsnudebille – strategi for håndtering uden pesticider. SKOVEN, 5:249-253.
- Ravn, H. P. & Olesen, M., 1999:* Alternative bekæmpelsesmidler overfor alm. ædelgranlus. PS Nåledrys 29:45-47.
- Theilby, F. & Christensen, P., 1993:* Effektiv lusesprøjtning. - PS Nåledrys 9: 46-47, nr. 17.
- Thorbek, P. & Ravn, H.P., 1999:* Gråsnuder. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Thorbek, P. & Ravn, H.P., 1999:* *Barypeithes pellucidus* Boheman. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-9. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Thorbek, P. & Ravn, H.P., 1999:* Barkøresnudebille (*Otiorynchus singularis* L.). Videnblade Pyntegrønt nr. 5.5-10. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Wegge, P., 1941:* Hegnsarbejder: Lærebog for skovfogedelever, s. 236-245.
- Wiberg, Truls & Theilby, F., 1997:* Borede huller til hegnstolper. Erfaringsopsamling med Pflanzfuchs jordbor. Videnblade Pyntegrønt nr. 4.12-1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Wiberg, Truls & Theilby, F., 1997:* Færdsel på tværs af hegn - 1. Led og låger. Videnblade Pyntegrønt nr. 4.12-2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.
- Wiberg, Truls & Theilby, F., 1997:* Færdsel på tværs af hegn - 2. Stenter. Videnblade Pyntegrønt nr. 4.12-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2pp.

# 6. Svampesygdomme på skovtræer

Iben M. Thomsen, Skov & Landskab (FSL)

## 6.1 Introduktion

En syg plante - et sygt træ - har fået ændret sin normale fysiologiske aktivitet, hvorved der efter kortere eller længere tid fremstår karakteristiske symptomer. Mange forskellige symptomer udløst af den samme sygdom giver tilsammen sygdomsbilledet. For at kunne se dette, må man være helt fortrolig med, hvordan det sunde træ ser ud. Dette enkle iagttagelsesgrundlag må være i orden, hvis man skal være i stand til at gribe regulerende ind i en dyrknings-situation.

De udløsende årsager til sygdom kan være af en ikke levende (abiotisk) eller af en levende natur. Blandt de abiotiske årsager er klimatiske faktorer som temperaturekstremer, tørke, vindpåvirkninger og jordbundsmæssige som mangel på væsentlige næringsstoffer. Hertil kan så komme forurening af luft og jord med diverse kemikalier gennem emissioner eller gennem forkert brug af sprøjtemidler som f.eks. herbicider. Hvad der forener disse skader set fra et plantepatologisk synspunkt er, at de ikke er smitsomme. Blandt de levende sygdomsvoldere i skoven er de parasitiske svampe de vigtigste, men også angreb af bakterier (og virus) optræder i skoven. Sygdommene, som de forårsager, er smitsomme, dvs. de kan sprede sig fra træ til træ ved, at patogenet gennem mycelievækst, ved sporer eller ved brug af vektorer (f.eks. insekter) føres fra træ til træ og etablerer sig.

Kun sjældent vil en sygdom fra begyndelsen til afslutningen alene være styret af en enkelt skadevoldende faktor. Det almindelige vil være, at sygdommen udløses af ikke-levende omgivelsespåvirkninger, opfølges ved angreb af en eller flere patogener, der igen kan gøre planten følsom over for andre omgivelsesfaktorer, der da udløser ny sygdom, der atter kan bane vejen for nye patogener osv. Med tiden har sygdomme tilbøjelighed til at blive af en mere kompleks natur. Tilsvarende med en sygdom, der starter som følge af et angreb af et patogen. Det kan være vanskeligt i sådanne komplekse sygdomssituationer at finde frem til, hvad den til grundliggende årsag var, men det vil være nødvendigt for at kunne træffe netop de foranstaltninger, der skulle forhindre en gentagelse.

I det følgende skal omtales nogle sygdomme udløst ved angreb af svampe. De fleste er skadevoldende på et sådant niveau, at bekæmpelse eller fortrinnsvis forebyggelse kan komme på tale.

## 6.2 Udvalgte sygdomme

### 6.2.1 Frø og kimplanter

Rodfiltsvamp (*Rhizoctonia solani*) lever det meste af tiden som en uskadelig saprofyt (nedbryder) mellem visne bøgeblade i skovbunden. Her ses dens

gullighvide mycelium som strenge, der filtrer bladene sammen. I forbindelse med oldenfald i bøg optræder svampen imidlertid som parasit på de nedfaldne bog. Svampeangrebne bog spirer ikke, og *Rhizoctonia* er derfor sammen med mus den væsentligste årsag til, at selvforyngelse er meget begrænset på en bladdækket skovbund. Ved jordbearbejdning brydes bladlaget, så svampens mycelium rives i stykker og tørrer ud. I den blottede mineraljord er svampen ikke tilstede, og spiringsprocenten forøges markant. Ved indsamling af bog bør der anvendes presenninger eller net for at undgå smitte af *Rhizoctonia*, da svampen kan brede sig under senere lagring af frøene.

Bøgens kimbladskimmel (*Phytophthora cactorum*) er som skadevolder mest knyttet til løvtræ, og hos os er bøg hovedvært. Svampen er gerne lokal i sin forekomst. Den angriber rødder og nedre stængeldele ved vækst gennem jorden, eller med sporer, som selv kan bevæge sig i jordvandet, såkaldte »zoo-sporer«. Øvre stængeldele og blade smittes med luft- eller vandbårne sporer. Angreb på overjordiske dele finder sted fra omkring midten af maj, først på kimbladene, der får store sort-brune pletter, især ved bladgrunden (se figur 6.1). Siden kan misfarvningen brede sig til stængelen og hjerteskuddets blade.

Ødelæggende angreb optræder kun, når man i (april), maj og juni får regnfuldt og vedvarende fugtigt vejr i længere perioder. Den kritiske periode vil være fra det tidspunkt, hvor en større del af planterne udbreder kimbladene til måske hen i slutningen af juli. En periode med tørt og varmt vejr vil standse sygdomsudbredelse, så selvforyngelsen overlever med enkelte bare pletter. Ved udbredte angreb blev tidligere anbefalet beskyttelsessprøjtning med et kobbermiddel over bøgkimplanterne på de mest udsatte lokaliteter. Der er i øjeblikket (2002) ikke godkendte midler på markedet. Det bedste råd er



Figur 6.1. Sorte nekrotiske pletter på kimblade og stængler af bøgkimplanter, som følge af angreb af bøgens kimbladsskimmel (*Phytophthora cactorum*).

Foto: J. Koch.

faktisk at holde sig fra arealet, da enhver færdsel kan medvirke til at sprede svampens sporer.

Rodbrand kan optræde som en alvorlig sygdom på kimplanter, og da særlig på nåletræskimplanter. Hovedsymptomet er nøgne pletter i frøbedet, og på de enkelte planter drab af rod eller nederste del af kimstængel således, at planterne vælter. Man kan adskille 3 forløb i et angreb:

- 1) Før-frembruds-rodbrand, kimroden dræbes og fortæres. Angrebet ytrer sig som svigtende spireevne.
- 2) Rodbrand - på op til 6-7 ugers planter; stængelen under kimbladene, ofte først i jordoverfladen, bliver brunlig og får et vanddrukkent udseende, vævet skrumper, planten falder om - det hele i løbet af få dage.
- 3) Rodråd - på ældre planter; yngste roddele dræbes, planten bliver sat tilbage i væksten, roden busker.

De tre sygdomstyper kan være forårsaget af den samme svamp, men normalt er flere arter involveret (*Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*).

Angrebet modvirkes ved at give kimplanterne bedst mulige vækstvilkår (optimering af jordens næringsindhold, pH og struktur, samt ikke for meget vand). Hvis der anvendes såning, bør frøene bejdses. Et angreb i udvikling vil sjældent kunne standses. Rodbrand er fortrinsvis et problem i planteskolen, hvor jordsterilisation af inficerede arealer kan være nødvendigt. Eneste godkendte middel er dazomet (Basamid Granulat), som har dispensation i 2001/2002. Dampsterilisering er også en mulighed. For alle metoder gælder, at gunstige mikroorganismer også rammes af behandlingen.

### 6.2.2 Nåle

Gråskimmel (*Botrytis cinerea*) er allestedsnærværende som sporer i luften og som mycelier i henrådnende plantedele. Det er en svækkelsesparasit, der på mange forskellige værtplanter er årsag til nekroser på blade og skud samt til visnen af blade og skud. Den angriber under fugtige forhold ikke-afmodnet, sukkulent væv, der er svækket eller beskadiget, f.eks. af frost. I planteskoler ses angrebet hyppigt eftersommer og efterår i tætte frøbede af nåletræarter. På angrebne dele af planten udvikler svampen et tyndt, gråligt, spindelvævsagtigt net med rigelig sporedannelse; i skud og nåle dannes der gerne i løbet efteråret små (1-3 mm lange), knoldformede, sorte sklerotier (hvilelegemer). Angreb i udvikling kan kun sjældent stoppes. Der findes dog mange sprøjtemidler mod gråskimmel, men ingen er direkte godkendt til brug i skoven.

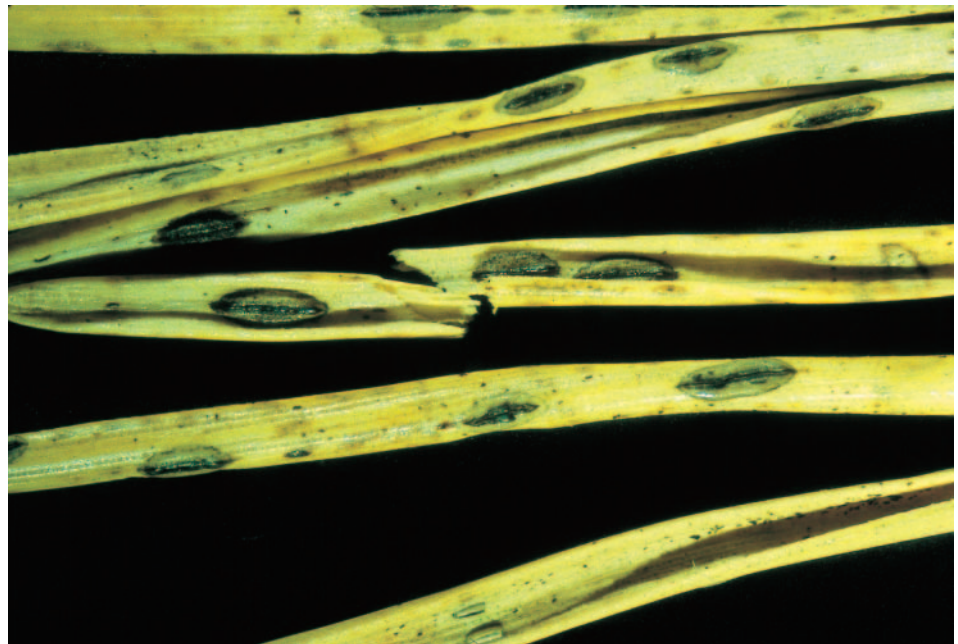
Fyrrens sprækkesvamp (*Lophodermium seditiosum*, tidligere *L. pinastri*) er årsag til nålefald hos vore almindeligt dyrkede fyrrearter. Betydende skader kan optræde på kulturarealer, inkl. juletræskulturer (indtil 10. år). Infektion af årsskuddets nåle finder sted fra slutningen af juli til begyndelsen af september, og de første symptomer kan sommetider ses på nålene i oktober som spredt siddende små, gule pletter. Ved tørt, blæsende og varmt vejr i april/maj visner de angrebne nåle under pludselig rødfarvning og tabes kort efter. Fra de kastede nåle smittes de nye årsskuds nåle igen omkring august. Flere års afnåling i træk - betinget af flere år med megen nedbør i juli og august - kan



medføre planternes død. Bekæmpelse kan bestå i at fjerne smitekilden (årgamle, nedfaldne nåle - se figur 6.2). Kraftig ukrudtsvækst kan øge sporedannelse pga. et fugtigt mikroklima. Renholdelse kan derfor mindske angreb af sprækkesvamp. Skadebilledet må ikke forveksles med det årlige kast af ældste nålegeneration i september-oktober.

Fyrrenål-blærerust (*Coleosporium*-arter) er en værtskiftende rustsvamp, der angriber nålene hos fyrrearter, almindeligvis skovfyr, samt bladene af forskellige urter. Fyrrenes overlevelse er normalt ikke truet, men svampen kan være et problem i pyntegrøntkulturer. Nålene smittes i sensommeren eller det tidlige efterår. De første symptomer viser sig i april året efter som række-stillede, gulbrune puder på nålene. I maj-juni fremkommer den karakteristiske blærerust i form af hvide hylstre med lasede flige (se figur 6.3a + 6.3b). Heri ligger de rødgyldne sporer, som smitter bladene på f.eks. skovbrandbæger, følfod, blåklokke og flere andre urter. Sporerne kan ikke smitte fyrrenåle. Stærkt angrebne nåle med mange sporehuse afkastes i løbet af sommeren, eller de yderste 2/3 af nålene visner.

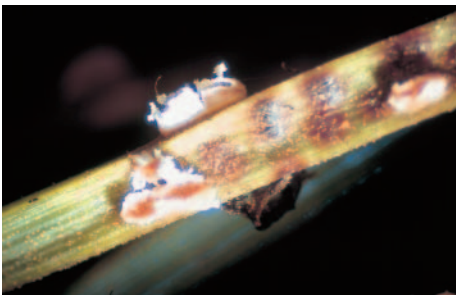
Undersiden af bladene på de angrebne urter får små, orange sporehuse, og sporerne herfra smitter de samme urter. I løbet af sommeren opformeres svampen således på brandbæger og andre urter som f.eks. følfod og svine-mælk. Sidst på sommeren dannes mørkerøde teliosporer (se figur 6.3c), og ud fra disse fremkommer basidiesporerne, som kan smitte fyr. Bekæmpelse sker bedst ved at udrydde de urter, som giver anledning til smitte (sikkerhedsafstand ca. 300 m). Dette kan ske mekanisk eller ved sprøjtning med herbicider. Udryddelse skal ske, inden fyrrene smittes, dvs. gerne inden 1. august eller senest ved fremkomst af de mørkerøde belægninger af teliosporer.



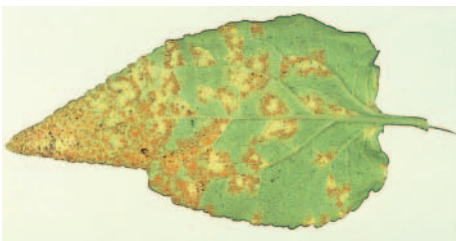
Figur 6.2. De karakteristiske bådformede frugtleger af fyrrens sprækkesvamp (*Lophodermium seditiosum*). Frugtlegerne fremkommer på de afkastede nåle og sidder nedsænket i nålene. Bemærk, at der ikke er sorte tværbånd (kendetegn for den saprofytiske art *L. pinastri*). Foto: I.M.Thomsen, 1995.



Figur 6.3a. Skovfyr med angreb af fyrrenål-blærerust (*Coleosporium* sp.) i maj på sidste års skud. Foto: J. Koch, 1969.



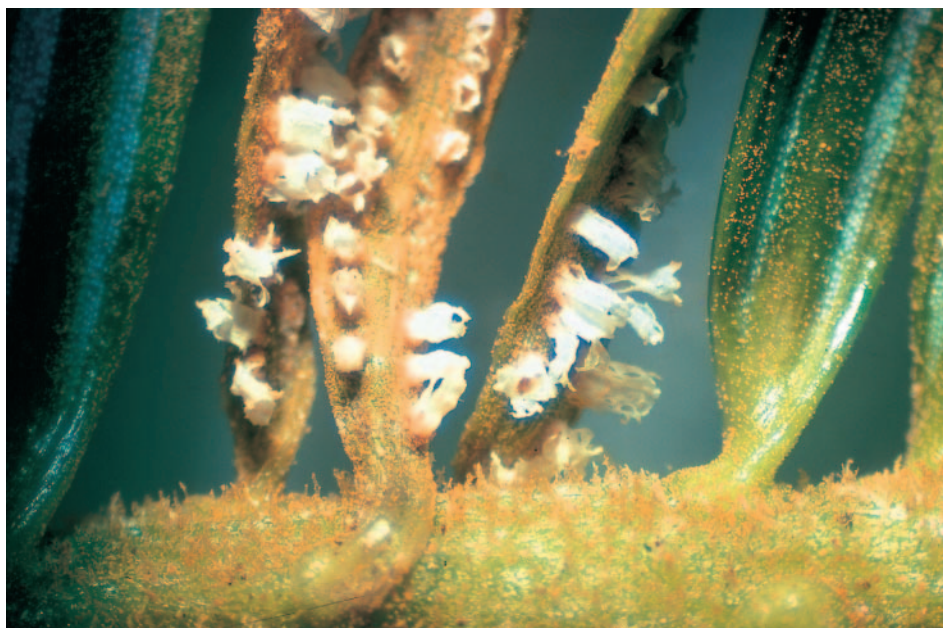
Figur 6.3b. Fyrrenål med de karakteristiske sporehuse med hvide flige. De orange sporer herfra smitter forskellige urter og kan ikke smitte fyr. Foto: J. Koch, 1969.



Figur 6.3c. Sporehobe på klokkeart (*Campanula* sp.), de røde pletter er teliosporehobene. Når de fremkommer, er det sidste chance for fjernelse af urterne for at forhindre smitte af fyr. Foto: J. Koch, juli 1981.

Ædelgran-gederams rust (*Pucciniastrum epilobii*) er også værtsskiftende og angriber nåle hos *Abies*-arter (dog ikke *A. procera*) og løvet af gederams. Nålene smittes i løbet af knopbrydningstiden, og fra midten af juni er angrebne kulturer præget af gulligt misfarvede, helt skævtvoksede nåle på årsskuddene. På dette tidspunkt er infektionen etableret, og der sker ingen yderligere smitte på ædelgranen. På nålenes underside ser man nu svampens skålruststadium som to iøjnefaldende rækker af hvide, rørformede millimeterlange sporehuse fyldt med orange sporemasser, der snart frigøres og ses som gule, støvede belægninger på nåle og skud (se figur 6.4). Disse sporer kan kun smitte gederams.

Smitten til årsskuddets nåle kommer fra sporer, der overvintrer på gederamsens visne blade. Normalt skal der vokse en større bestand af gederams mellem kulturens planter, før der opstår angreb af større omfang, men også fra gederamsbestande på naboarealer kan smitten komme (sikkerhedsafstand ca. 300 m). Bekæmpelsen kan udføres ved en bortsprøjtning eller mekanisk



Figur 6.4. De hvide sporehuse af ædelgran-gederamsrust (*Pucciniastrum epilobii*) på undersiden af ædelgrannåle. De orange-gule sporer herfra kan kun smitte gederams. Der kommer ikke nye angreb på ædelgranen, og bekæmpelse er derfor omsonst for dette års skud. Foto: J. Koch, 1989.

udryddelse af gederams. I princippet kunne også anvendes beskyttelsessprøjtning af ædelgran i knopbrydningstiden (to sprøjtninger), men der findes ikke i øjeblikket (2002) midler godkendt til dette formål. Endvidere er skaden af størst økonomisk betydning på nordmannsgran. Denne angribes imidlertid ikke hvert år pga. et generelt senere udspring end alm. ædelgran. En monitorering af tidspunktet for begge arters udspring, samt om vejrforholdene er gunstige for smitte, ville kunne give grundlag for en varsling om at sprøjte. Den nødvendige viden er dog i øjeblikket ikke til stede. Bekæmpelse af svampen på nordmannsgran i juni/juli, når symptomerne observeres, er teoretisk muligt, hvis der anvendes et systemisk fungicid, men der findes ingen dokumentation for en eventuel virkning. Sprøjtning med fungicider, som kun virker på nålenes ydersider, er spild af penge.

Ædelgrannålefiltsvamp (*Herpotrichia parasitica*) angriber nåle og skudakser af alm. ædelgran og til tider nordmannsgran. Det er karakteristisk, at nålene løsner sig men hænger fast i myceliet, som først er hvidt men senere brunt og silkeglinsende. Angreb er specielt hyppige i tætte bevoksninger, herunder selvfor yngelser af alm. ædelgran under skærm. Fugtige somre og milde, fugtige vintre vil fremme angreb, som da kan brede sig fra ældre skud ud på årsskuddene. Bekæmpelse består først og fremmest i at skabe lys og luft til kulturen ved tyndinger, fjernelse af skærm og evt. opstamning af juletræer.

Lærkens nålefaldssvamp (*Meria laricis*) angriber nåle af unge lærkeplanter fra tidlig forsommer. Nålene får gullig-brunlig misfarvning og visner snart. Angrebet ses først på lavest siddende skud og breder sig herefter op i planten, der til sidst blot har nogle grønne nåleduske i skudspidserne. De fleste visne nåle falder af. Stærke angreb kan forekomme i planteskolen og på kulturarealet i forbindelse med længere perioder af fugtigt vejr. Angrebet medfører utilstrækkelig afmodning af skud, hvilket disponerer for frostskafer samt



angreb af barkparasitter. Særligt angribes europæisk lærk, men også japansk lærk rammes. Sprøjtning kan principielt udføres i planteskolen og kulturer, når angrebet konstateres, men der er ingen godkendte midler på markedet.

### 6.2.3 Blade

Egemeldug (*Microsphaera alphitoides*) angriber helt overvejende Sankt Hansskuddets blade og skud, der i juli-september kan stå helt hvidpudrede af svampens mycelium og sporer (se figur 6.5). Bladene bliver svagt udviklede, de buler og bliver ofte brunplettede med tørre bladrande. Skuddene holder sig længe bløde, afmodner dårligt og fryser ofte tilbage i efteråret. Angrebet medfører svage, buskede planter. Da det stærke angreb er knyttet til Sankt Hansskuddene, aftager betydningen i takt med ophør af sommerskuddannelsen, der næsten er standset i 15-20 års alderen. Kun i forbindelse med afløvninger vil ældre træer danne sommerskud, der så angribes af egemeldug.

For at sikre sig en god overvintring af salgsplanter vil det i planteskolen utvivlsomt kunne betale sig at beskyttelsessprøjte, fra udviklingen af sommerskuddene begynder til hen mod slutningen af august. Kun i sjældne tilfælde, ved stærkt smittetryk fra stødskud, vil det være lønnende at sprøjte i skovkulturen. Der findes i øvrigt en lang række fungicider samt jordoliedestillater til bekæmpelse af meldug i korn, på æbletræer og andre afgrøder, men ingen af disse er godkendt til eg eller andre af skovens løvtræer.

Skorperust på pil og poppel (*Melampsora* arter) forårsages af værtskiftende rustsvampe. Mellemværter er ofte lærk eller forskellige urteagtige planter. Bladene på pil og poppel angribes om sommeren. Undersiden af bladene får små, gule sporehuse, og sporerne herfra smitter nye pile- eller poppelblade. Kraftige angreb medfører tilvæksttab og tidlig afkastning af blade. Skorperust vil fortrinsvis være et problem ved dyrkning af energiafgrøder i kort



Figur 6.5. Hvide belægninger af mycelium. Med lup kan ses små sorte, kugleformede frugtlegerer af egemeldug (*Microsphaera alphitoides*) sidst på sommeren.

Foto: J. Koch, 1980.

omdrift. Der bør anvendes mindre modtagelige kloner, og lærk bør ikke plantes i nærheden.

#### 6.2.4 Knopper og unge skud

Fyrrens knop- og grentørre (*Gremmeniella abietina* (= *Brunchorstia pinea*)). Alle vore fyrrearter kan angribes, men mest udsat er østrigsk fyr (se figur 6.6a). De første ydre tegn på angreb ser man om foråret efter nogle varme, tørre dage. Nålene på sidste årsskud bliver rødlige, begyndende ved endeknoppen, fulgt op af nålefald, ligeledes startende fra endeknoppen. I løbet af sommeren vil årsskuddene i deres længde stå mere eller mindre nøgne (se figur 6.6b), og fra levende kortskud vil skedeknopper udvikle sig og eventuelt samme år danne korte skud, således at skudsystemerne fremtræder buskede. Angrebet kan også være begrænset til skuddets endeknop eller til nogle sideknopper, som da ikke bryder. Angrebene vil starte i de laveste kronedele.

Sådanne angreb ses gerne i forbindelse med, at kulturen slutter sig og i forbindelse med opknebnede bevoksninger. Efter flere år med våde, kolde somre kan angrebene udvikle sig epidemisk, og bevoksningen kan gå til grunde. Når sygdommen optræder epidemisk i fyr, kan rødgran i nærheden også angribes. Den særligt truede østrigske fyr bør kun plantes, hvor den i hele sit udviklingsforløb kan sikres en stærk vindpåvirkning af kronen. Andre fyrrearter tyndes straks og med hyppige mellemrum, når begyndende epidemiske angreb konstateres.



Figur 6.6a. Østrigsk fyr med tynd krone som følge af angreb af fyrrens knop- og grentørre (*Gremmeniella abietina*). Foto: J. Koch, 1986.



Figur 6.6b. Østrigsk fyr med angreb af knop- og grentørre. Symptomer i august med røde eller manglende nåle på to årsskud. Foto: J. Koch, 1986.



Ødelæggende angreb kan også forekomme i planteskolen (frøbed, prikled). Smitten kommer fra nærstående angrebne fyr, og disse bør om muligt fjernes. Beskyttelsesprøjtning i juli-oktober er principielt en mulighed, men godkendte midler savnes.

Knækkesygerust (*Melampsora pinitorqua*) er årsag til skuddrab og skudkrumninger på indtil 30 årige fyr og tidligt bladfald på bævreasp. Den almindeligste vært er skovfyr. Contortafyr angribes ikke. Svampen inficerer lokalt på skudaksen af årsskuddene i maj-juni. Der udvikler sig på infektionsområdet centimeterstore gule sporepuder. Ofte knækker den yderste skuddel af, erstatningsknopper bryder frem, og der udvikles kostformede grensystemer. Brækker skuddelen ikke, vil den nu tage en buget S-form, der vil være vedvarende (se figur 6.7). Flere års gentagne angreb giver stærke formskader. Proveniensen og jordbunden har betydning, idet hurtig vækst (lange årsskud) giver øget risiko for angreb. Da smitten kommer fra bævreaspen, kan bekæmpelse ske ved at fjerne aspen i en afstand af indtil ca. 500 m. De nærmeste er de farligste. I planteskolen kan i 2. års frøbede eller i prikledede principielt udføres beskyttelsesprøjtning fra begyndende skudstrækning til midten af juni, men godkendte midler mangler.



Figur 6.7. Skovfyr med den karakteristiske S-formede krumning efter angreb af knækkesygerust (*Melampsora pinitorqua*). Tegning fra Rostrup, 1902.

### 6.2.5 Bark

Cinnobersvamp (*Nectria cinnabarina*) optræder som sårparasit på løvtræ. Lind, elm, avnbøg og ahorn (*Acer*) er mest udsat. Svampen er årsag til barknekroser på årsskud, drab af årsskud og større barkdrab på ældre grene og stammer, alt med udgangspunkt i en mere eller mindre tydelig beskadigelse, oftest såring. På dræbte barkpartier dannes rigeligt med knap millimeterstore, cinnoberrøde sporepuder (se figur 6.8). Særligt forekommer skader på vejtræer, samt træer i parker og haver. Nyplantede allétræer kan gå ud i stort omfang som følge af, at svampen vinder indpas i skadet bark i opbindings-



Figur 6.8. Frugtlegemer af cinnobersvamp (*Nectria cinnabarina*) på bøg. De lyserøde puder er det ukønnede stadie, og de røde kugler er det kønnede stadie.  
Foto: J. Koch.

stedet. Ved flytning og plantning af større træer af ømfindtlige arter (især *Acer*) bør barken beskyttes omhyggeligt mod tryk og slag. Skaderne kan reduceres ved at udføre beskæringer i august og april og i forbindelse med nyplantning at sørge for rigelig vandforsyning i de første år efter plantningen. Stressede træer vil nemlig have ringere modstandskraft overfor *Nectria* angreb.

Bøgekraftsvamp (*Nectria ditissima*) optræder som barkparasit på tynde bøgegrene og stammer af bøgekulturplanter. Indfaldsvejen er sår skabt af f.eks. frost, sugning af bøgeskjoldlus, beskæring eller afbrækkede småkviste. Gennem flere år dannes et kræftsår i barken, og i den dræbte bark ses svampens små (0,5 mm), røde frugtlegemer. Til slut kan grenen eller stammen ringes, så den ydre/øvre del dør. Bekæmpelse er ikke mulig, men smittefaren kan nedbringes på kulturarealer ved at fjerne angrebne grene eller planter.

Askekræftsvamp (*Nectria galligena*) optræder som barkparasit på unge stammer af ask, samt andre løvtræer. Smitten sker gennem sår eller afbrækkede grene. De opståede kræftsår er gerne symmetriske modsat de kræftsår, som forårsages af bakterien *Pseudomonas syringae*. Begge sygdomme bekæmpes ved fjernelse af syge træer.

Weymouthfyrrens blærerust (*Cronartium ribicola*) er en værtskiftende rustsvamp, der angriber de femnålede fyrrearter samt bladene på *Ribes*-arter som f.eks. solbær (solbærfiltrust). Svampen var årsag til, at dyrkning af den amerikanske Weymouthsfyr (*Pinus strobus*) blev opgivet i Europa. De europæiske, femnålede fyrrearter er mindre modtagelige, men svampen kan være et problem for dyrkningen af silkefyr (*Pinus peuce*) som pyntegrønt samt for avlere af solbær, stikkelsbær eller ribs nær sådanne arealer. Skaden på fyrren består af dræbt bark på grene eller stamme, som kan ringes, hvorefter gre-

nene eller hele træet går ud. Skaden på *Ribes*-arterne er nedsat bærproduktion som følge af angrebet på bladene.

Smitten af fyrren sker gennem nålene, som dog ikke udviser nogen symptomer. Først et - to år efter infektionen bryder svampens blæreruststadium frem på barken af den angrebne gren (se figur 6.9). De orange sporer smitter blade på *Ribes*-arter om foråret. Svampen opformeres på *Ribes*-bladene via sine sommersporer, og hen på sommeren eller til efteråret dannes teliosporer. Herfra dannes kort tid efter basidiesporerne, som smitter nålene på fyr, hvorved cyklus er sluttet. Imidlertid kan svampen også leve i barken på angrebne fyr, hvor den hvert år breder sig til et nyt område og igen danner blærerust. På den måde kan svampen efterhånden bevæge sig fra en gren ned på hovedstammen og angribe barken her.



Figur 6.9. Gren af weymouthsfyr med blærerust (*Cronartium ribicola*). Tegning fra Rostrup, 1902.

Bekæmpelse består i at undgå at dyrke femnålede fyrrearter og *Ribes*-arter i nærheden af hinanden. Sikkerhedsafstanden er mindst 500 meter. Dette gælder både planteskoler, skove og bærplantager. Angrebne grene på fyrren kan beskæres og brændes, før svampen har bredt sig til hovedstammen. Solbærfiltrust blev tidligere bekæmpet med forskellige sprøjtemidler, men dette bruges ikke længere.

#### 6.2.6 Rod - stamme

Rodmorkel (*Rhizina undulata*). Svampen optræder som rodparasit på nåletræer i nykulturer og bevoksninger i 20-50 års alderen. Blandt fyrrearterne synes østrigsk fyr at være meget modtagelig. Almindeligvis angribes også rødgran og sitkagran, sjældnere ædelgranarter og douglas.

Angrebet i kulturer af nåletræ forekommer, hvor nåletræ plantes efter nåletræ på sur bund efter kvasbrænding eller skovbrande. Skaden er begrænset til planter sat direkte i brandpletten eller i dennes rand og breder sig ikke ind i kulturen. Allerede i sensommeren efter tilplantningen vil man kunne finde døende og døde planter med gulligt-røde nåle, og den største skade vil ske





Figur 6.10. Frugtlegerer af rodmorkel (*Rhizina undulata*) i skovbunden.  
Foto: J. Koch, 1972.

de første 3 år efter tilplantningen, herefter klinger angrebet ud. I bevoksnin-  
ger viser angreb sig ved et drab af træer bredende sig koncentrisk ud fra en  
brandplet. Svampens skorpeformede, brune, 10-15 cm store frugtlegerer  
ses om efteråret i brandpletterne (se figur 6.10). Bekæmpelse sker ved at und-  
lade afbrænding i den beskrevne kultursituation eller plante løvtræ. Princi-  
pielt vil braklægning 3-4 år efter afbrænding mindske angrebsrisikoen. Dette  
vil dog medføre en stor udvaskning af især kvælstof. Endelig er sånings-  
kulturer en mulighed, idet rodmorkel typisk er fortrængt af andre svampe,  
inden planternes rødder kommer ned i den rette dybde.

Honningsvamp (*Armillaria* spp.) er årsag til rodråd, kerneråd og drab hos nåle-  
træ og løvtræ. Mest betydende er angrebet på nåltræer, der i kulturperioden  
kan dræbes i større omfang. På dræbte planter og dræbte roddele ses svampen  
som millimetertykke, hvide mycelflager mellem bark og ved. Fra angrebne  
rødder kan svampen vokse ind i kernen af bestandstræer og her udvikle et  
centraltstillet kerneråd, der selv i ældre træer ikke går højere op i stammen  
end ca. 1 meter. Smitten kommer fra jorden, hvor svampens rodlignende  
mycelstreng (rhizomorfer) vokser frit tagende næring fra stød og andre ved-  
dele. Svampen lever her som saprofyt, men ved kontakt med levende roddele  
kan den som parasit gennemvokse bark og rodved. Store knipper af frugt-  
legemer (paddehatte) ses i september/oktober på stød og fladtliggende ved-  
dele (se figur 6.11).

Der forekommer i Danmark 5 biologiske arter, af hvilke de to, *A. mellea* på  
løv og *A. ostoya* på nål, er de alvorligste parasitter. Den mest almindeligt fore-  
kommende er dog *A. gallica*, som angriber svækkede træer og nok er den  
største skadevolder på løv. Specielt på eg er der set alvorlige angreb med  
dræbte træer i kølvandet på f.eks. afløvninger. Under skovforhold findes in-  
gen bekæmpelsesmuligheder udover at holde træerne i god sundhedstilstand  
gennem skovdriften. Rensning af jorden for koloniserede veddele (stød og  
rødder) kan under have- og parkforhold være en mulighed.



Figur 6.11. Frugtlegerer af mørk honningsvamp (*Armillaria ostoya*) ved rødgranstød.  
Foto: J. Koch 1985.

Rodfordærveren (*Heterobasidion annosum*) er årsag til rodråd, kerneråd og drab overvejende hos nåletræ. Den hører sammen med honningsvampen og blødende lædersvamp til blandt de mest betydende skadevoldere i nåleskoven. Svampen kan vokse som saprofyt i døde roddele i jorden, men ved kontakt med levende, sunde rødder kan svampen inficere og gennemvokse disse. På kulturarealer vil angrebet ofte dræbe planterne (se figur 6.12). I bevoksnings-situationen er den inficerede rod indfaldsvej til stammeveddet, hvor der gennem årene udvikles en centralt placeret højtlobende kerneråd. Stærkt angrebne træer kan dø eller stormvælt.



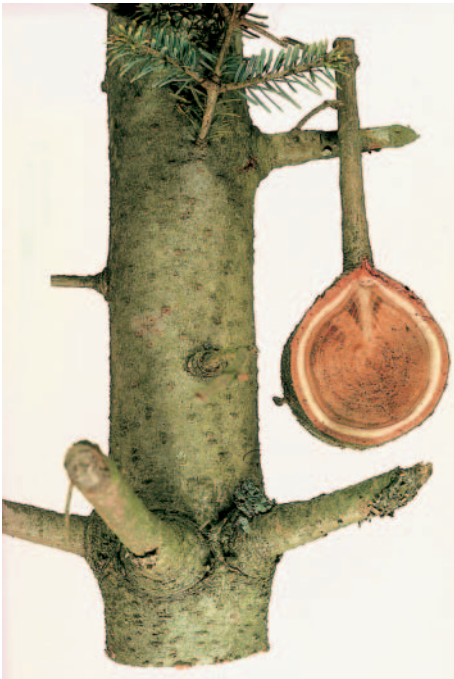
Figur 6.12. Frugtlegerer af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*) ved rodhalsen af en ung plante, som er dræbt af svampen. Foto: I.M. Thomsen, 1993.



Rodfordærveren vinder indpas i en bevoksning ved med sporer at smitte stødfladen af nyligt satte stød. Endvidere kan den inficere sår, farligst er store sår på nederste stammedel og store rødder tæt ved stammen. Fra infektionspunktet vokser svampen radiært ud i rodsystemerne, mens den ikke er i stand til at vokse direkte gennem jorden. Ved kontakt med sunde nabotræers rødder inficeres disse, og svampens vækst i træet fører til kerneråd og drab. Udbredelsesmåden fører til stadig større huller i bevoksningen (trameteshuller), vinden får indpas til skovbunden, stormfastheden reduceres, og tidlig renafdrift bliver ofte resultatet. Værtsplanter er alle nåletræer samt birk, men angrebet har størst økonomisk betydning i rødgran (*P. abies*). *A. alba* regnes som resistent i Danmark, fordi vi ikke har den type af rodfordærver, som i Syd- og Mellemeuropa angriber alm. ædelgran. *Nobilis* er meget modtagelig for angreb, og etablering af klippebevoksninger efter nåletræ med udbredt rodfordærverangreb må stærkt frarådes.

Vinterhugst i frostvejr kan reducere antal smittede stød, ligesom smittetrykket til 2. generation nåletræer kan reduceres gennem stødrydning. I bevoksninger med ingen eller begrænset råd bør stødsmøring foretages senest 4 timer efter fældning. Som bekæmpelsesmiddel kan anvendes 20 % urea eller Rotstop®, som består af sporer fra kæmpebarksvampen (*Phlebiopsis gigantea*). Det biologiske bekæmpelsesmiddel (Rotstop®) kan dog kun bruges ved temperaturer over +5°C og er indtil videre kun afprøvet på rødgran og en del fyrrearter. Desuden har det en begrænset holdbarhed, dvs. 6 måneder i køleskab i uåbnet pakning og 1 dag efter opblanding. Endelig er der en risiko for, at de skovede effekter angribes af svampen, som kan misfarve veddet. Urea er hidtil anvendt hele året og på alle træarter, men nye undersøgelser tyder på, at virkningen er bedst ved mindst +5°C. Urea kan give problemer med tilstopning og korrosion af sprøjteudstyret. Hvis det behandlede stød efterfølgende beskades under f.eks. udslæbning, kan virkningen af stødbehandlingen mindskes. Rotstop® har en midlertidig godkendelse som biologisk bekæmpelsesmiddel og afventer endelig godkendelse fra Skov- og Naturstyrelsen. Urea markedsføres ikke som et bekæmpelsesmiddel, da det er et gødningsstof. Blandingsforholdet er 1 kg urea til 4 liter vand, og der skal bruges varmt vand til opblanding for at opnå den nødvendige koncentration af midlet. Farvestof tilsættes normalt for at kunne kontrollere, at behandling er foretaget korrekt.

Blødende lædersvamp (*Stereum sanguinolentum*) er den alvorligste råddannende sårparasit i nåletræ. Alle typer af sår (grenkvistningssår, sår ved udslæbning og fældning, sår ved topbrud etc.) kan blive indfaldsvej for svampen (se figur 6.13a). Under sådanne sår udvikles en radiært stribet, rødlig misfarvning af splintveddet, og råddet kan herfra i brede tunger løbe op og ned i området ydre kerne og indre splint. I løbet af knap 3 år kan stammeved ud fra større sår blive gennemløbet i en længde af 2-3 m. Ved sårenes lukning gennem kallusdannelse stopper svampen gerne sin udbredelse. Den stærkt stigende mekanisering i skovdriften de sidste 20-30 år har betydet omfattende tab ved sårskader og efterfølgende råd, særlig i den tyndbarkede rødgran. Alt andet lige overvindes sårskader bedst, hvis træet efter såringen har en vækstsæson til at udbedre skaden i. Dårligst overvindes sårskader, om disse påføres lige før træets hvileperiode. Effekten af smøring eller overma-



Figur 6.13a. Råd af blødende lædersvamp (*Stereum sanguinolentum*) i nordmannsgran som følge af uhensigtsmæssig pyn-tegrøntklipping, hvor der er efterladt en lang stab uden grønne kviste.  
Foto: J. Koch, 1975.



Figur 6.13b. Frugtlegemer af blødende lædersvamp (*Stereum sanguinolentum*) på rødgran. Svampen kendes på de tynde skorper med lys brun underside, der farves rød ved såring.  
Foto: J. Koch, 1967.

ling af sår er tvivlsom. Bedst er forebyggelse ved påpasselig skovning og udkørsel. Svampens frugtlegemer fremkommer på skovede effekter, knækkede træer samt stående træer (se figur 6.13b).

## 6.3 Bekæmpelse

### 6.3.1 Modifikationer i skovdriften

Der vil sjældent være tale om noget absolut, når der tænkes på bekæmpelse af plantesygdomme. Ordet bekæmpelse vil almindeligt indebære, at der tilstræbes en reduktion til et tåleligt niveau af den skade, som en særlig sygdom kan forårsage. Midlerne hertil kan være mange. I de fleste bekæmpelsesforanstaltninger vil indgå forsøg på at gøre omgivelserne ugunstige for patogenet, reducere smittetrykket eller øge værtens modstandsdygtighed. Nogle af bekæmpelsesmetoderne er af *indirekte* natur, f.eks. hvor skovdyrkeren undgår angreb af rodmorklen ved ikke at afbrænde kvas på gamle nåletræsarealer, der igen skal bære nåletræ. Man kan også reducere omfanget af råd med indfaldsvej gennem sår ved påpasselighed ved tynding og udslæbning. Resistensforædling er en indirekte metode til beskyttelse mod plantesygdomme på længere sigt; hybridlærk synes således mindre modtagelig for angreb af lærkekræftsvampen end den europæiske lærk. Lovgivning til hindring af indslæbning af patogener er en indirekte form for bekæmpelse.

Ved nogle angreb kan *direkte* bekæmpelse komme på tale, og her er én metode udryddelse af patogenet på lokalt eller større plan. Det har i nogle få tilfælde været forsøgt inden for skovtræs sygdomme, f.eks. i større omfang ved fældning og brænding af elmesyge træer og ved udryddelse af (inficerede) alternative værter for de værtskiftende rustsvampe, f.eks. *Ribes*-arter i forbindelse med Weymouthfyrrens blærerust. Hvis den alternative vært fjernes inden svampens etablering, er det i princippet en indirekte bekæmpelse. Mindre ambitiøse programmer indeholder i bortskæring af lokale infektioner på grene og afbrænding af diverse smittebærende materiale. Stødrydning til nedsættelse af smittetryk fra rodfordærveren eller honningsvampen er ligeledes en form for direkte bekæmpelse.

### 6.3.2 Bekæmpelsesmidler

Blandt de direkte bekæmpelsesmetoder hører også anvendelsen af fungicider, der hyppigst er kemiske forbindelser, som er svampedræbende eller hæmmende for svampenes vækst og formering. Men det må påpeges, at anvendelsen af fungicider til bekæmpelse af svampesygdomme på skovtræer kun er én af de ofte flere muligheder (tabel 6.1). En løsning af et sygdomsproblem må i videst mulig udstrækning være at foretrække gennem en kombination af bekæmpelsesmuligheder uden fungicidanvendelse. For at kunne gøre dette kræves:

- en nøjagtig identificering af patogenerne, der er årsag til økonomiske tab,
- en enkel og nøjagtig metode til vurdering af niveau for de enkelte patogener involveret i skadebilledet,
- kendskab til forholdet mellem patogenets niveau i bevoksningen og de økonomiske tab,
- indvirkningen af skovdyrkningsmæssige foranstaltninger på de enkelte patogener.

Vores viden om ovenstående punkter i skovbruget er meget begrænset, og opgørelse af tab hviler stort set på grove skøn. Det vil dog næsten altid vise sig, at de indirekte bekæmpelsesmetoder vil være billigere end de direkte og derfor mere anvendelige i en produktion af ret lav værdi. Under omstændigheder, hvor akutte eller omfattende økonomiske tab kan forudses, kan anvendelse af fungicider (eller herbicider) imidlertid være berettiget.

Kun få af de principielt anvendelige bekæmpelsesmidler er godkendt til brug på skovtræer. Derfor er der i praksis meget få muligheder for at bruge fungicider mod svampesygdomme på vedplanter. Når der i den foranstående gennemgang af svampesygdomme står, at der kan sprøjtes mod en given svampesygdom, er det således i hovedparten af eksemplerne kun en teoretisk mulighed. Årsagen er i de fleste tilfælde, at producenterne ikke har søgt godkendelse af de relevante midler til brug på vedplanter. I andre tilfælde er midlerne forsvundet fra markedet, uden at der er kommet alternativer frem. Muligheden for bekæmpelsesprøjtning er imidlertid nævnt, hvis der i fremtiden skulle komme relevante godkendte midler, evt. i form af nye biologiske bekæmpelsesmidler eller de såkaldte »off-label« godkendelser af eksisterende midler.

Tabel 6.1. Teoretiske muligheder for bekæmpelse af ædelgran/gederams-rust (*Puccinia-strum epilobii*) på ædelgran og nordmannsgran. Ofte vil det være formålstjenligt at kombinere flere bekæmpelsestyper.

	<b>Gederams</b>	<b>Bemærkninger</b>
<b>Indirekte bekæmpelse</b>	Vælg om muligt løvtræs-arealer	Mindre fremvækst af gederams end på gamle rødgranarealer
	Undgå kvasafbrænding. Begræns kørsel på arealer	Blottet mineraljord giver hurtigt tætte bestande af gederams
	Skærm	Ringe lysintensitet hæmmer udvikling af gederams
	Slåning af gederams	Fjerner gederams inden smitte
<b>Direkte bekæmpelse</b>	Sprøjtning af gederams - herbicid	Udryddelse af inficerede gederamsplanter
	Sprøjtning af gederams - fungicid	Beskyttelsessprøjtning for at mindske rustens opformering på gederams
	<b>Ædelgran</b>	<b>Bemærkninger</b>
<b>Indirekte bekæmpelse</b>	Valg af proveniens	Sent udspringende provenienser af <i>A. nordmanniana</i> angribes mindst
	<b>Direkte bekæmpelse</b>	Sprøjtning - fungicid

Det er vigtigt at være helt sikker på, hvad man vil bekæmpe og hvornår, og hertil er det nødvendigt at kende svampens ytring og livsmåde. F.eks. kunne angreb af rodfordærver i nåletræ først forebygges, da det blev erkendt, at smitten skete ved sporeinfektioner af stød fra tyndinger og efterfølgende vækst gennem rødder. Ved nogle svampeangreb, f.eks. ved angreb af ædelgranrust og fyrrens sprækkesvamp, sker de afgørende infektioner, længe før de første symptomer ses, ved andre kan man vente med at starte en bekæmpelse, til de første symptomer viser sig, som f.eks. ved angreb af lærkens nålefeldssvamp. Beslutter man sig til en bekæmpelse ved anvendelse af fungicider, kan det være nyttigt, om man lader et areal være ubehandlet kontrol. Dette gælder dog ikke for stødbehandling mod rodfordærver. Et kontrolareal vil afsløre, om svampeangrebet også ville være forsvundet uden brug af bekæmpelse, som dermed kunne være sparet.

De enkelte fungicider har forskellig virkemåde. Kontaktfungicider eller beskyttelsesmidler er rettet mod svampen, før denne har inficeret planten, og beskytter planten mod infektion. Midlerne har i reglen ingen virkning over for dybereliggende infektioner. Midlerne har i almindelighed en tilstrækkelig selektivitet, men en uspecifik virkemåde ved at ødelægge svampenes cellestruktur eller hæmme energiproduktionen. Systemisk virkende fungicider optages af planterne og udøver fortrinsvis deres virkning, efter at svampen er trængt ind i plantevævet, og mange af midlerne er i stand til at hæmme (evt. dræbe) selv veletablerede mycelier. De systemiske fungicider indvirker på bl.a. svampenes åndingsprocesser og på proteinsyntesen. Biologiske bekæmpelsesmidler virker enten ved at udkonkurrere patogenet i kampen om substratet eller direkte undertrykkende på patogenets vækst.

## 6.4 Litteratur

- Bentsen, N. S. & Thomsen, I.M., 2001:* Phlebiopsis gigantea. Brugs- og Sikkerhedsvejledning. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.6-51. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Bentsen, N. S. & Thomsen, I.M., 2001:* Urea. Brugs- og Sikkerhedsvejledning. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.6-52. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Bilde Jørgensen, B. & Thomsen, I.M., 2000:* Rodfordærveren – Skovdriften og træartsvalgets betydning. Videnblade Skovbrug nr. 8.7-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Butin, H., 1995:* Tree Diseases and Disorders. Causes, Biology, and Control in Forest and Amenity Trees. Oxford University Press, Oxford, 252 s.
- Hartmann, G.; Nienhaus, F. & Butin, H., 1989:* Skader på skovens træer – en billedhåndbog. Skov-info, skov- og Naturstyrelsen, 256 s.
- Koch, J., 1985:* Skovtræs sygdomme. - DSR forlag, 214 s.
- Koch, J., 1986:* Grønkvistning og råd. - Skoven 2, 68-69.
- Koch, J., 1986:* Fyrrens knop- og grentørre - et stærkt element i skovdød. - Skoven 11: 482-484.
- Koch, J., 1989:* Edelgran-gederamsrust. - PS Nåledrys 9, 20-22.
- Koch, J. & Harding, S., 1988:* Usædvanligt svampeangreb på nåle af alm. edelgran og nordmannsgran. - Skoven 5, 190-191.
- Miljøstyrelsen, 2000:* Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler 2000. – Orientering fra Miljøstyrelsen. Nr. 2, 131 s.
- Paaske, K. & Jensen, P.E., 2001:* Plantebeskyttelsesmidler. Anerkendt til bekæmpelse af plantesygdomme, skadedyr og ukrudt, til nedvisning af frøafgrøder og kartoffeltop, til vækstregulering samt til desinfektion. Danmarks JordbrugsForskning, 84 s.
- Rostrup, E., 1902:* Plantepatologi. Haandbog i Læren om Plantesygdomme for Landbrugere, Havebrugere og Skovbrugere. Nordisk Forlag, København, 640 s.
- Thomsen, I.M., 2000:* Nålefald i fyr – fyrrenål-blærerust. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.6-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.
- Thomsen, I.M., 2000:* Rodfordærveren – Skader og biologi. Videnblade Skovbrug nr. 8.7-1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.



*Thomsen, I.M., 2000: Rodfordærver – Betydning for dyrkning af pyntegrønt. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.6-4. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

*Thomsen, I.M., 2000: Nålefald i fyr - fyrrens sprækkesvamp. Videnblade Skovbrug nr. 8.7-15. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

*Thomsen, I.M., 2001: Fyrrens knækkesygerust. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.6-5. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

*Thomsen, I.M., 2001: Weymouthsfyrrens blærerust. Videnblade Skovbrug nr. 8.7-17. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

*Thomsen, I.M. & Bilde Jørgensen, B., 2000: Rodfordærveren – Bekæmpelsesmidler og effekten af stødbehandling. Videnblade Skovbrug nr. 8.7-4. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.*

*Thomsen, I.M.; Ravn H.P., Dalsgaard, M., 2000: Skader på eg. Grønt Miljø, 2, 54-56.*

# 7. Foranstaltninger mod alger

*Paul Christensen, PC-Consult*

På både skud og nåle vil der ofte kunne sætte sig et smudsiggrønt lag, der i fugtig tilstand er slimet og i tør tilstand pulveragtigt. Det drejer sig om en lille, encellet grønalge, der især trives under fugtige og beskyggede forhold. Alger og algesporer er til stede i enhver bevoksning og spredes med vind og regn. I tætte bevoksninger, hvor luften er stillestående, og hvor den relative luftfugtighed er høj, vil der være stor risiko for, at der kommer algebelægninger på de inderste, mest beskyggede grene.

Algebelægningerne skader ikke i sig selv træerne; men de kan alligevel medføre en betydelig økonomisk skade ved at forringe træernes anvendelighed til både juletræer og klippegrønt. Hvis disse produkter har algebelægninger i mere end et beskedent omfang, bliver både træer og grønt usælgeligt. Der er derfor hos juletræs- og pyntegrøntdyrkere stor interesse for at kunne forebygge eller bekæmpe grønalger.

## 7.1 Kemisk bekæmpelse

Der er gennem årene udført en del forsøg med kemisk bekæmpelse af algebelægninger på både stående nåltræer og på afklippede grene, hvor det har vist sig, at algerne generelt er lette at slå ihjel med de gængse algemidler (albicider). Forsøgene viser dog samstemmende, at de dræbte algebelægninger ændrer farve fra smudsiggrøn til gråviolet eller grålig, hvilket absolut ikke bedrer på grøntprodukternes udseende eller salgbarhed. Desværre sidder de dræbte algebelægninger også ret godt fast, og der går lang tid efter en sprøjtning, før belægningerne begynder at skalle af. Hvis der ikke sprøjtes mindst én gang årligt, fremkommer der blot nye algebelægninger.

Nyere forsøg synes at vise, at visse oliemidler også kan få algebelægningerne til at forsvinde. Forsøgene har også vist, at flere af algemidlerne kunne give anledning til større eller mindre svidninger og nålemisfarvninger på de sprøjtede træer. Hvis der sprøjtes uden for træernes vækstsæson, er risikoen for sprøjteskader mindst.

Der er i skrivende stund (december 2002) ingen algemidler på markedet, der er godkendt til bekæmpelse på nåltræer.

## 7.2 Tynding

Den bedste og i dag eneste metode til begrænsning af algeproblemet er ved at forringe algernes levevilkår i bevoksningen. Hvis man mindsker luftfugtigheden ved at bringe mere luftbevægelse og lys ind i bevoksningen og i de tætte træer, bliver risikoen for nye algeangreb betydelig mindre.

En sådan oplukning af bevoksningen kan udføres på flere måder afhængig af forholdene. Der kan blive tale om en generel tynding i bevoksningen, om stabklipping i tætte juletræskulturer, om tidlig fjernelse af overstandere eller ammetræer eller om hård beskæring af tætsiddende grene, der er algebefængte og alligevel tabt for pyntegrøntproduktionen.

Da risikoen for algeangreb tilsyneladende svinger noget fra år til år måske afhængig af det enkelte års nedbørsforhold m.v., vil man ofte opleve, at de tyndinger m.v. i bevoksningen, der hjælper på problemet ét år, ikke virker tilstrækkelig godt andre år. Der er derfor ikke andet at gøre end at tynde så kraftigt, som man har hjerte til og ikke have et større stamtal i bevoksningerne end, at der til stadighed er god luftbevægelse også inderst i træerne.

## 7.3 Litteratur

*Christensen, P., 1983:* Afsluttende rapport over kemikalieforsøg A 3. Bekæmpelse af grønalger på nordmannsgran på Humleore Skovdistrikt. - Skovteknisk Institut, stencil 1983-12-28, 9 s.

*Christensen, P., 1985:* Afsluttende rapport over kemikalieforsøg A 4. Bekæmpelse af grønalger på afklippede nordmannsgran-grene fra Humleore Skovdistrikt. - Skovteknisk Institut, stencil 1985-01-23, 7 s.

*Honoré, S., 1979:* Rapport over kemikalieforsøg A 2. - Skovteknisk Institut, stencil, 13 s.

*Kjærboølling, L., 1982:* Algebekæmpelse og algicidanvendelse i skovbruget. - I: Skovsprøjtning '82. Skovteknisk Institut, s. 84-85.

*Kofod, E.O., 1982:* Alger på ædelgran. - Skoven 14, 78.

*Matkowski, A., 2001:* Algebekæmpelse - resultater fra en pilotundersøgelse. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.19-3. *Skov & Landskab* (FSL), Hørsholm, 2 pp.

*Matkowski, A., 2001:* Algebekæmpelse - resultater fra en pilotundersøgelse. PS Nåledrys, 29-32.

*Yde-Andersen, A., 1964:* Kemisk bekæmpelse af grønalger på ædelgran. - Dansk Skovforenings Tidsskrift 49, 12-15.

# 8. Pesticidernes skæbne i miljøet

Arne Helweg, Danmarks JordbrugsForskning

## 8.1 Indledning

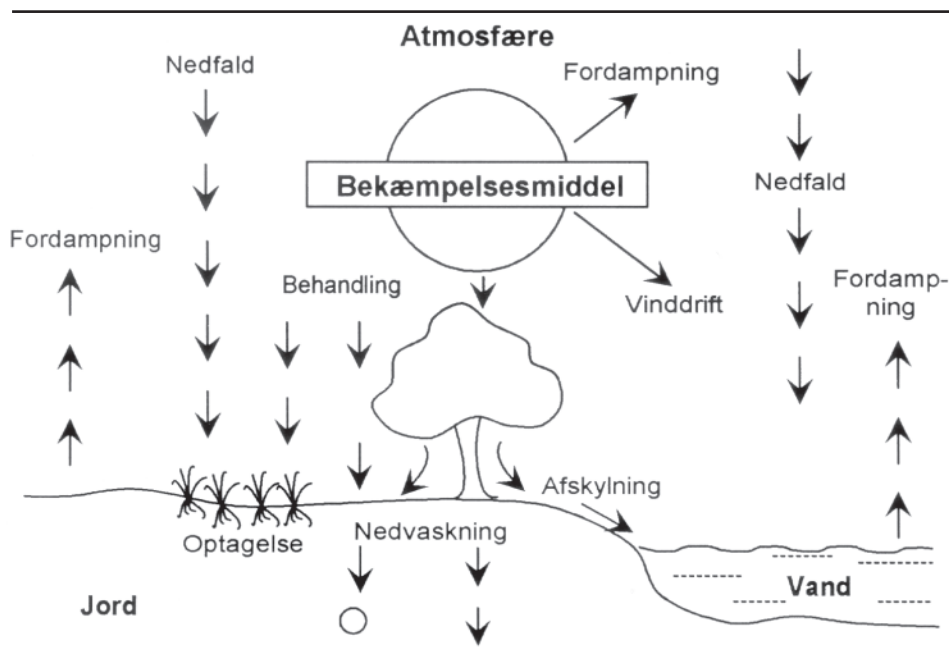
Der er store betænkeligheder ved at anvende kemiske bekæmpelsesmidler (pesticider) i skovbruget. Årsagerne hertil er dels risikoen for at bekæmpelsesmidler skal skade kulturplanterne, dels, at skoven udgør et økosystem, som af flere grunde skal behandles med forsigtighed og endelig, at offentlige myndigheder ofte regner med, at skovområder skal kunne udlægges til »beskyttede områder«, hvor man f.eks. kan indvinde rent grundvand.

En af forudsætningerne for en sikker anvendelse af kemiske midler er, at man kender de midler, man bruger, altså at man ved, hvor længe de virker, om de har utilsigtede virkninger på skovens flora og fauna, og om de transporteres fra skoven til omgivelserne, herunder er der særlig interesse for at vide, om midlerne kan vaskes ned til grundvandet. To af de ukrudtsmidler som har været mest anvendt i skovbruget - Atrazin og hexazinon (Velpar) har vist sig at udgøre en risiko for grundvandsforurening (se tabel 9.2), de optræder også i analyser af vand fra skovvandløb (se figur 9.1). Yderligere kan insektmidlet DDT, som tidligere blev brugt til dypning af småplanter før udplantning, stadig findes i jorden nogle af de steder i skoven, hvor man har stået og dyppet planterne, fordi dette stof er ualmindeligt stabilt i jorden.

### Spredning af bekæmpelsesmidler

Det kan ikke tages for givet, at et bekæmpelsesmiddel kun rammer det træ eller det jordareal, man ønsker, ofte vil der ske en utilsigtet spredning i miljøet. Figur 8.1. viser skematisk spredningen af et bekæmpelsesmiddel mellem forskellige miljøer. Af den mængde sprøjtevæske man har tiltænkt træer eller buske, kan man f.eks. regne med, at ca. halvdelen (ofte mere) vil lande i jorden på grund af afdrypning, vinddrift og med tabte blade.

Den globale spredning af DDT og lindan gennem luften kan nævnes som eksempel på flytning over større afstande. I regnvand har man også påvist små rester af Atrazin, Simazin, dichlorprop og mechlorprop. Midler som Prefix og Casoron G kunne også fjernes fra det behandlede område ved fordampning, dog nedsatte granuleringen denne fordampning væsentligt. Hvor meget, der fjernes gennem luften med vinddrift, afhænger af, hvordan udsprøjtningen sker. F.eks. er risikoen for, at sprøjtevæsken skal drive langt væk størst, hvis udsprøjtningen sker med højt tryk, fordi det giver mange små dråber.



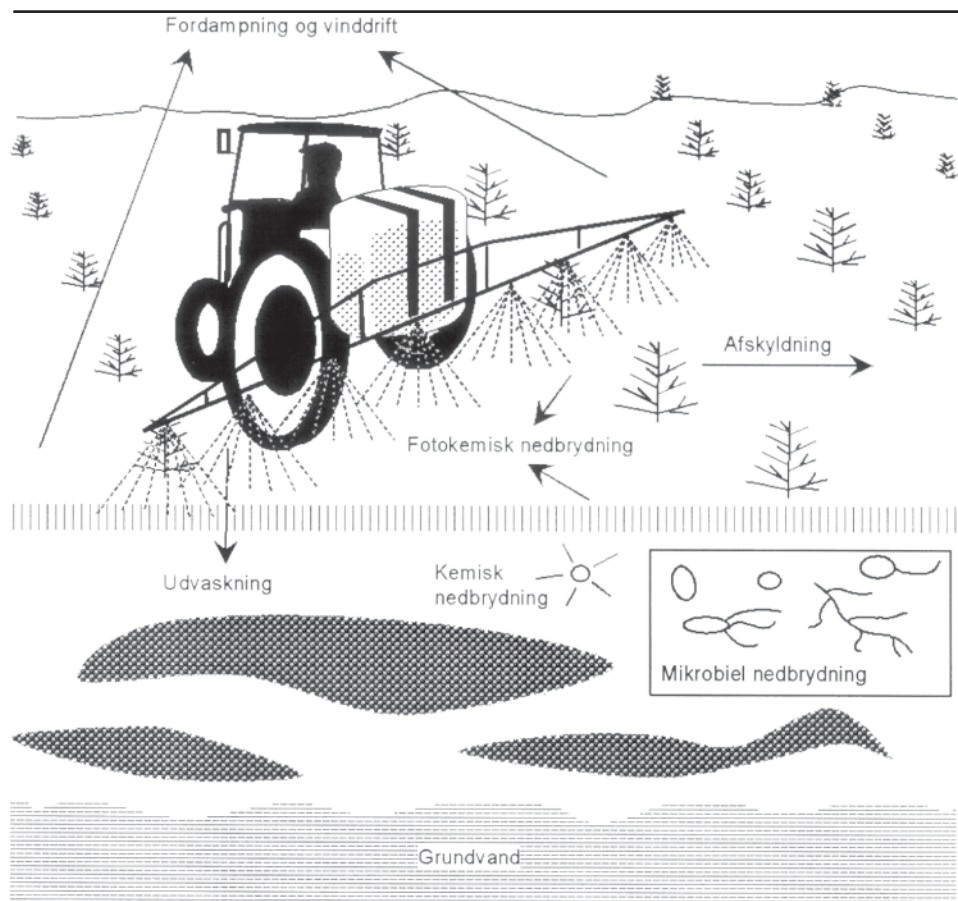
Figur 8.1. Transport af bekæmpelsesmidler i et skovmiljø. Når bekæmpelsesmidler anvendes i skovbruget, må man være opmærksom på, at ikke kun det område eller de træer, man ønsker at behandle, kommer i kontakt med midlerne. Som figuren viser, kan der ske transport både ved vinddrift, fordampning, afskylning og nedvaskning (Helweg, 1980).

## 8.2 Fjernelse af bekæmpelsesmidler fra jorden

Både i jorden og på overfladen af jord og planter bliver et bekæmpelsesmiddel udsat for påvirkninger, som kan tjene til at fjerne eller nedbryde midlet. Figur 8.2. viser, at en egentlig nedbrydning forårsages af 3 faktorer. På overfladen af jord og planter kan sollyset spalte nogle bekæmpelsesmidler (fotokemisk nedbrydning). Ved kontakten med jordvæske og aktive overflader i jorden kan der også ske nedbrydning, og endelig kan nogle af jordens svampe og bakterier producere enzymer, som kan spalte bekæmpelsesmidlerne (biologisk nedbrydning). Denne sidste type nedbrydning er langt den vigtigste årsag til, at bekæmpelsesmidlerne bliver gjort uvirksomme i vore omgivelser.

Figur 8.2. viser også, hvordan midlerne kan blive utilgængelige i de behandlede områder uden at blive nedbrudt. Ved fordampning fra jordoverfladen og fra overfladen af behandlede plantedele kan nogle midler som allerede nævnt fjernes. Binding til jordpartikler kan have stor betydning for, hvor tilgængeligt et bekæmpelsesmiddel er i jorden. Normalt er det særlig jordens indhold af organisk stof, som har betydning i denne sammenhæng, men der er også pesticider som bindes til lerminerale. Ukrudtsmidlet glyphosat er eksempel på et stof, som bindes så stærkt til specielt lerminerale, at det bliver praktisk talt utilgængeligt for optagelse i planter. Desuden hæmmer denne binding også glyphosats nedbrydning i jorden.





Figur 8.2. I jorden udsættes et bekæmpelsesmiddel for en lang række forskellige påvirkninger, hvorved midlet nedbrydes, flyttes eller bindes. Hastigheden vil afhænge af midlets opbygning og af omgivelserne (Delvis efter Helweg, 2000).

Det har vist sig, at små rester af bekæmpelsesmidler kan vaskes ned i jorden eller skylles af jordoverfladen med forurening af grundvand eller søer og vandløb til følge. Afskyldning foregår sædvanligvis i forbindelse med jorderosion, og risikoen herfor vil være størst i kuperede områder under kraftige regnskyl. Risikoen for nedvaskning i jorden er størst, hvor man har behandlet med stabile midler på jordtyper med lavt indhold af organisk stof. Hvis et bekæmpelsesmiddel først er vasket ned i 0,5 til 1 m's dybde, så vil nedbrydningen være endnu langsommere, fordi midlet nu er nede i jordlag, hvor temperaturen er lav, og hvor der kun er en lav mikrobiel aktivitet. Det har vist sig, at ukrudtsmidlerne hexazinon (Velpar) og Atrazin udgjorde en risiko for forurening af grundvand (se tabel 9.1 og 9.2). Disse herbicider er derfor nu blevet forbudt.

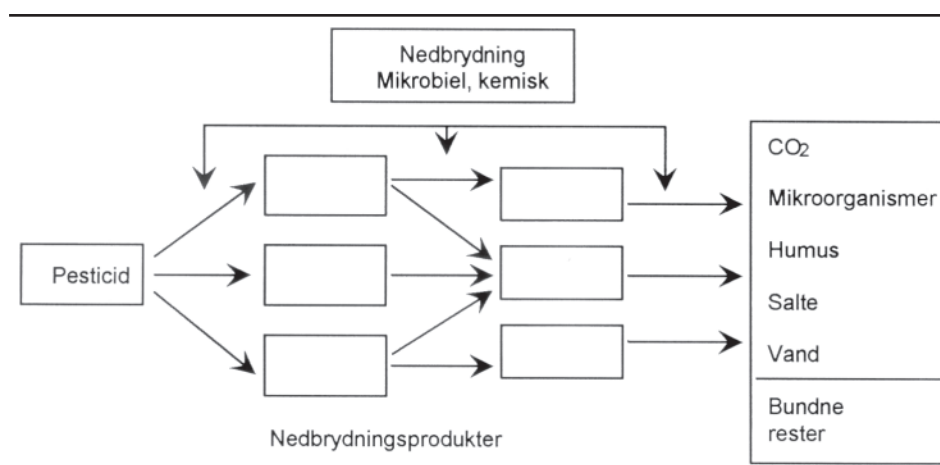
## 8.3 Nedbrydning af bekæmpelsesmidler

### 8.3.1 Hvad er nedbrydning?

Nedbrydning af bekæmpelsesmidler sker som nævnt ved, at molekylet spaltes af enten lysets påvirkning, af kemisk påvirkning i jorden, eller fordi mikroorganismers enzymer spaltes molekylet. Man må her skelne mellem om midlet nedbrydes fuldstændigt (mineraliseres) til  $\text{CO}_2$  og indbygges i det organiske stof i jorden, herunder i humus og mikroorganismer, eller om der kun sker en delvis spaltning, således at der efterlades nedbrydningsrester (meta-

bolitter), som stadig har en del til fælles med det oprindelige molekyle, selv om det ikke behøver at have dets egenskaber.

Figur 8.3 viser skematisk, hvordan forløbet af nedbrydningen af et bekæmpelsesmiddel (pesticid) kan foregå. Som følge af forskellige påvirkninger i miljøet spaltes pesticidmolekylet i stadig mindre dele for til sidst at ende i en fuldstændig mineralisering til  $\text{CO}_2$ , vand, uorganiske salte som f.eks.  $\text{Cl}^-$ -forbindelser, indbygning i organisk stof som humus og i biomassen i jorden, f.eks. i jordens mikroorganismer. Desuden kan der være små rester af pesticidet, som kan være meget vanskeligt tilgængelige for nedbrydning, f.eks. fordi stoffet er trængt ind i mikroporer i jordpartiklerne (se figur 8.5).

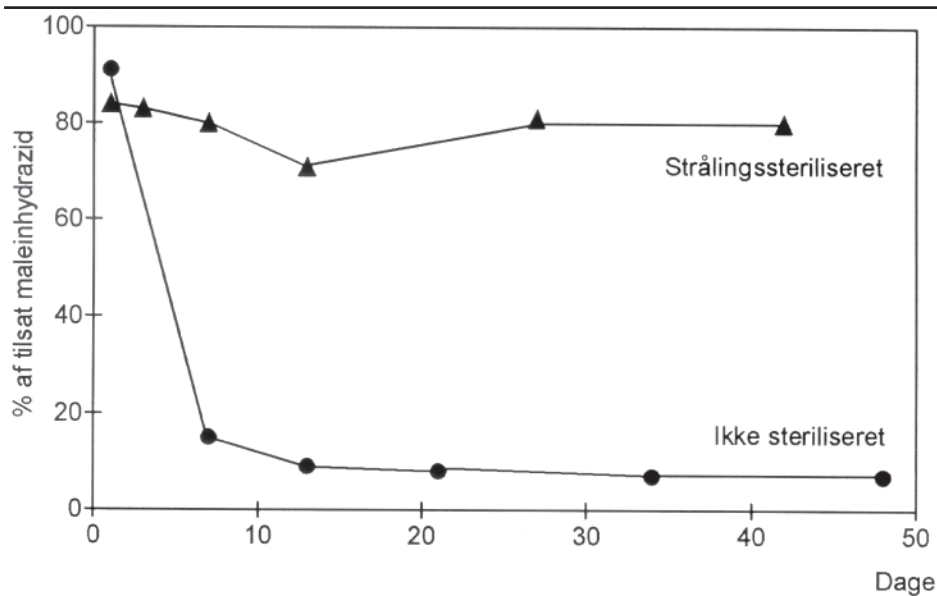


Figur 8.3 Skematisk fremstilling af et nedbrydningsforløb, som først viser dannelsen af nedbrydningsprodukter og derefter den fuldstændige nedbrydning til  $\text{CO}_2$ , organisk stof, biomasse (mikroorganismer), salte og vand (Helweg, 2000).

Et eksempel på et sådant nedbrydningsforløb kan ses med f.eks. glyphosat. Figur 8.4 viser, at glyphosatmolekylet i jord spaltes under dannelse af AMPA (aminomethylphosphonsyre), som igen spaltes videre og endelig via uorganisk phosphat ( $\text{Pi}$ ), methylammoniumion og glyoxylsyre indgår i mikroorganismernes naturlige stofskifte.

AMPA har nogenlunde de samme egenskaber som glyphosat med hensyn til at bindes i jorden, dette nedbrydningsprodukt ser altså ikke ud til at udgøre en større udvaskningsrisiko end glyphosat. Imidlertid er dette ikke altid tilfældet. Således nedbrydes Atrazin til mindst 3 nedbrydningsprodukter, som tilsyneladende lettere udvaskes end udgangsstoffet (se tabel 9.2). Metabolitterne DEA, DIA og HA opstår ved, at sidekæder fjernes fra atrazinmolekylet. Tilsvarende kan det nært beslægtede terbuthylazin nedbrydes til DET og HT, som i enkelte tilfælde er fundet i grundvand. Tilsyneladende endnu mere problematisk er det, at ukrudtsmidlet dichlobenil (Prefix og Casoron) omdannes til et nedbrydningsprodukt (BAM), som nu dukker op mange forskellige steder i grundvandet (se tabel 9.1 og 9.2).



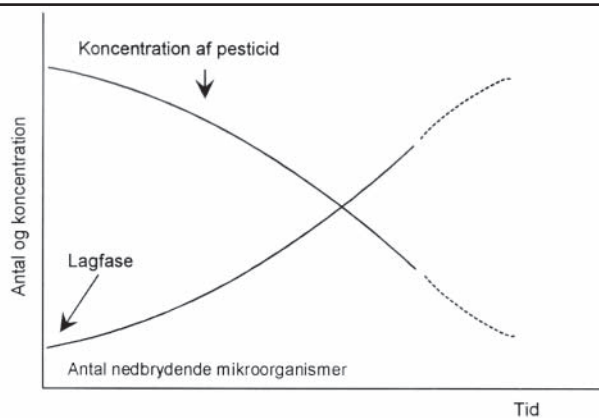


Figur 8.5. Nedbrydning af ukrudtsmidlet maleinhydrazid (MH, Antergon 80) i jord. Figuren viser hurtig nedbrydning i de ikke steriliserede jordprøver, men ingen nedbrydning i de jordprøver, hvor jordens mikroorganismer er dræbt ved radioaktiv bestråling. (Helweg, 1971).

### 8.3.3 Metabolisk og cometabolisk nedbrydning

Hvis bekæmpelsesmidlet kan udnyttes som nærings- og energikilde i mikroorganismene, kalder man nedbrydningen metabolisk. Det typiske nedbrydningsforløb vil være, at der kun er få nedbrydende mikroorganismer og derfor en langsom nedbrydning umiddelbart efter, at stoffet er landet i jorden. Derefter vil nedbrydningshastigheden forøges, fordi der sker en forøgelse i antallet af nedbrydere, indtil midlets koncentration er så lav, at den bliver begrænsende for nedbrydningshastigheden.

Den metaboliske nedbrydning fremgår af figur 8.6., som viser, hvordan antallet af de nedbrydende mikroorganismer og nedbrydningen udvikler sig med tiden. Den nederste kurve viser antallet af nedbrydende mikroorganismer med lag-fasen, hvor mikroorganismene skal vænnes til at nedbryde midlet og forøges så meget i antal, at man kan måle en nedbrydning. Derefter kommer den eksponentielt stigende kurve, som viser væksten af nedbryderne. Til sidst er vist fasen, hvor midlets koncentration er så lav, at den bliver begrænsende for mikroorganismernes vækst (kurven bøjer af). Kurven skulle egentlig også begynde at falde, når de nedbrydende organismer begynder at dø, fordi de ikke har mere at leve af. Tilsvarende viser den øverste kurve, hvordan koncentrationen kun ændres meget lidt under lag-fasen og derefter falder samtidig med, at antallet af mikroorganismer stiger. Nedbrydningshastigheden vil så være afhængig af, hvor mange nedbrydende organismer, der er, når stoffet lander i jorden, og hvor hurtigt de nedbrydende organismer vokser (generationstiden).

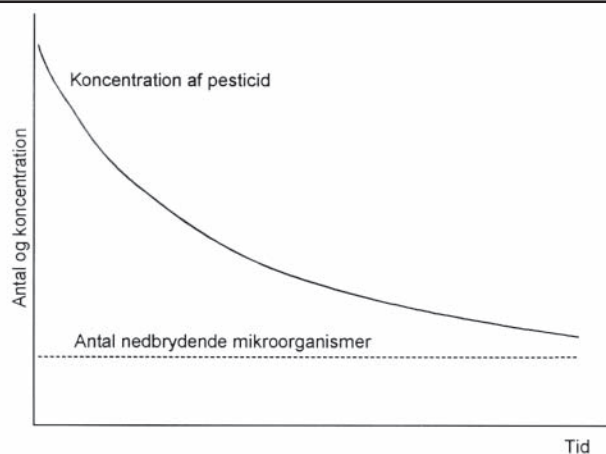


Figur 8.6. *Metabolisk nedbrydning. Kurverne viser princippet for, hvordan antallet af mikroorganismer og nedbrydningen forløber ved en metabolisk nedbrydning (Torstensson, 1977).*

Ukrudtsmidler som hormonmidlerne 2,4-D, dichlorprop og mechlorprop er typiske eksempler på stoffer, som kan nedbrydes metabolisk. Normalt vil nedbrydningen af denne type stoffer derfor være relativt hurtig, selv om jorden fra starten ofte indeholder mindre end 100 mikroorganismer pr. gram, som kan nedbryde disse midler.

Udtrykket cometabolisering beskriver en biologisk nedbrydning, som ikke giver noget udbytte for de nedbrydende organismer, og som derfor heller ikke fremmer deres vækst. De mikroorganismer, der foretager den cometaboliske nedbrydning, skal altså have deres energi fra andre substrater (primærsubstrater), og man må formode, at deres antal ikke vil påvirkes synderligt af pesticidet.

Figur 8.7 viser stofkoncentrationen og de nedbrydende mikroorganismer ved en cometabolisk nedbrydning. Antallet af organismer og dermed enzymproduktionen vil være afhængig af andre næringskilder, og er i princippet konstant. Nedbrydningshastigheden vil derfor aftage med faldende koncentration af bekæmpelsesmiddel, som det er vist ved den krumme kurve, fordi der stadig sjældnere bliver kontakt mellem midlet og den begrænsede enzymmængde.

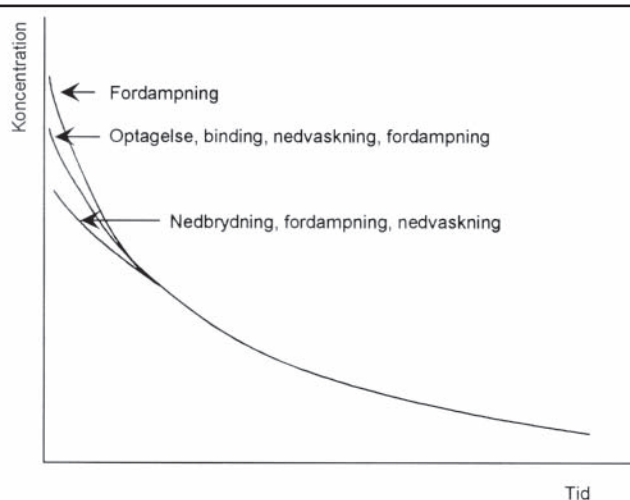


Figur 8.7. *Cometabolisk nedbrydning. Kurverne viser princippet for, hvordan antallet af mikroorganismer og nedbrydningen forløber ved en cometabolisk nedbrydning (Torstensson, 1977).*



Nedbrydningen af langt de fleste af de pesticider som anvendes eller har været anvendt i skovbruget kan bedst karakteriseres som cometabolisk, således f.eks. Atrazin, Simazin, propyzamid (Kerb 50), og insektmidlerne i gruppen syntetiske pyrethroider.

Enten nedbrydningen forløber metabolisk eller cometabolisk, så skyldes »fjernelsen« af et pesticid fra et areal en række forskellige faktorer, som også er illustreret på figur 8.2. Fjernelsen vil derfor ofte se ud som vist på figur 8.8, hvor man må forestille sig, at der under og lige efter udbringning vil ske en fjernelse ved fordampning og afdrift. Samtidig, og lige efter sker der fotokemisk nedbrydning, optagelse i plantevæksten, binding til jordpartikler og eventuelt nedvaskning. Endelig vil der efterhånden, som pesticidet kommer i kontakt med jorden, ske en biologisk nedbrydning, som derefter normalt vil være den vigtigste for fjernelsen.



Figur 8.8. Fjernelse af pesticiders virkning i jord. Både afdrift, fordampning fra jord og planter, optagelse i plantevæksten, binding til jordpartikler, nedvaskning i jorden og nedbrydning er medvirkende ved fjernelsen.

#### 8.3.4 Beregning af halveringstiden ( $DT_{50}$ )

Når nedbrydningen forløber som vist på figur 8.7 og 8.8, så vil nedbrydningen ofte følge det, man kalder en »første ordens reaktion«. Det betyder, at man kan udregne pesticidets »halveringstid«, som er den tid, det tager, til halvdelen af stoffet er forsvundet. I praksis afsætter man logaritmen til koncentrationen af bekæmpelsesmiddel i jorden som funktion af tiden. Man får så ofte en tilnærmet ret linje og beregner hældningen på denne. Halveringstiden kan så beregnes ved hjælp af nedenstående formel:

$$\text{Halveringstiden } (DT_{50}) = \log 2 / \text{hældningen.}$$

## 8.4 Omgivelsernes betydning for nedbrydningen

Om et bekæmpelsesmiddel fjernes ved en kemisk eller en biologisk nedbrydning, og hvad enten nedbrydningen er metabolisk eller cometabolisk, så er der flere forhold i jorden, som har betydning for, hvor hurtigt det foregår. Nedenfor nævnes de forhold, som i en skovjord vil have størst betydning for, hvor hurtigt et middel forsvinder.

- Temperaturen i jorden (afsnit 8.4.1)
- Vandindholdet i jorden (afsnit 8.4.2)
- Jordtypen (afsnit 8.4.3)
- pH (afsnit 8.4.3)
- Koncentrationen af midlet (afsnit 8.4.4)
- Sammensætningen af midlet (afsnit 8.5)

### 8.4.1 Temperaturens indflydelse

Jordens temperatur er en af de omgivelsesfaktorer, som har størst indflydelse på, hvor hurtigt et bekæmpelsesmiddel bliver nedbrudt, og jo lavere temperaturen er, des længere er nedbrydningstiden, hovedsageligt fordi mikroorganismernes (og enzymernes) aktivitet i jorden hænger nøje sammen med temperaturen. Selv om der findes mikroorganismer, som er aktive helt nede omkring frysepunktet, så er den generelle aktivitet i jorden lav ved lave temperaturer.

Jordens gennemsnitstemperatur i det øverste jordlag vil gennem et år i Danmark variere fra 20 til 23°C i sommerperioden til omkring 0 til 5°C i vinterperioden. Fra oktober til april er temperaturen under 10°C. Det betyder, at pesticider bragt ud i vinterhalvåret kun vil blive meget langsomt nedbrudt, og hvis det er stoffer, som bindes dårligt, så vil denne anvendelse forøge risikoen for, at pesticidet udvaskes.

Et eksempel på temperaturens indflydelse på nedbrydningshastigheden fremgår af tabel 8.2. Tabellen viser, hvor lang tid der går, før halvdelen af ukrudtsmidlet propyzamid (Kerb 50) er forsvundet fra jordprøver opbevaret ved henholdsvis 23°C (svarende til sommertemperatur), ved 8°C (svarende til forår og efterår) og ved 3°C (svarende til vintertemperaturen). Som tabellen viser, sker der kun meget ringe nedbrydning i den kolde jord i vinterperioden.

*Tabel 8.2. Temperaturens indflydelse på nedbrydningen af ukrudtsmidlet propyzamid (Kerb 50). Tabellen viser, hvor mange dage der forløber, til halvdelen af den tilsatte propyzamid er nedbrudt ved temperaturer på henholdsvis 23, 8 og 3°C. Vandindhold 12 % (efter A. Walker, 1978)*

Temperatur (°C)	Halveringstid (dage)
23	29
8	120
3	245

#### **8.4.2 Vandindholdets indflydelse på nedbrydningshastigheden**

Den indflydelse vandindholdet har på nedbrydningshastigheden, hænger sammen med både kemiske og biologiske faktorer og har noget at gøre med, at vandindholdet både påvirker mikroorganismernes aktivitet samt binding, transport og kemisk nedbrydning af pesticidet i jorden. Normalt vil der være tilstrækkeligt vand i jorden til, at nedbrydning kan finde sted, idet nedbrydningen først blokeres fuldstændig, når jorden er helt tørret ud.

#### **8.4.3 Indflydelse af jordtype og pH på nedbrydningshastigheden**

Skovjorder afviger på væsentlige områder fra markjorder. For det første er der ofte et meget højt indhold af organisk stof i det øverste jordlag, som dog er væsentlig tyndere end markjordenes pløjelag. For det andet har nogle skovjorder meget lave pH-værdier.

Et højt indhold af organisk stof giver sædvanligvis grobund for mange mikroorganismer, og man skulle vente, at nedbrydningen derfor ville være hurtigst i sådan en jord. Imidlertid kan et højt indhold af organisk stof også hæmme nedbrydningen gennem en forøget binding af midlerne, idet det organiske stof i jorden, specielt humus, har en udpræget evne til at binde de fleste bekæmpelsesmidler. Samtidig med at en sådan binding kan hæmme et middels nedbrydning, vil bindingen dog sædvanligvis også have gjort midlet uvirksomt i jorden.

Nedbrydningen af ukrudtsmidlet glyphosat (Roundup) er et eksempel på, at bindingen kan hæmme nedbrydningen, idet nedbrydningstiden for dette middel kan være mellem 1 måned og mere end 1 år (se tabel 8.3), afhængig af omgivelser og jordtype. Her er det dog lerminerale, som stoffet primært bindes til, og når midlet alligevel har en ret lav plantegiftig virkning i jorden, hænger det sammen med midlets binding til lerminerale og lave optagelse gennem rødderne (Torstensson, 1978).

Jordens pH har også i flere tilfælde vist sig at påvirke nedbrydningshastigheden. Et svensk forsøg af Stark og Torstensson (1978) har således vist, at 2,4-D var helt nedbrudt efter 3 måneders forløb i en birkebevoksning med pH 5,5 og 6,6, medens der stadig var rester af 2,4-D 9 måneder efter behandling i et område med tidligere granskov, hvor pH kun var 4,6. Jordens indhold af organisk stof var i øvrigt væsentligt større i sidstnævnte jord, hvilket også har haft betydning for nedbrydningshastigheden.

#### **8.4.4 Koncentrationens indflydelse på nedbrydningshastigheden**

Hvis der af en eller anden grund er benyttet en væsentligt større mængde af et kemisk bekæmpelsesmiddel end normalt, så vil nedbrydningstiden ofte blive væsentligt forlænget. Hvis det drejer sig om et ukrudtsmiddel, kan det betyde risiko for langvarig skadevirkning på kulturen, eller en langvarig forurening af et område.

Den forlængede nedbrydningstid vil normalt skyldes, at mikroorganismene kun har mulighed for at nedbryde en begrænset mængde af midlet, fordi de ikke egentlig lever af det, men blot producerer enzymer, der kan nedbryde midlet, samtidig med deres øvrige livsfunktioner (nedbrydningen er cometa-

bolisk). Som eksempel på et insektmiddel, der nedbrydes langsomt og endnu langsommere ved høj koncentration, kan nævnes DDT. Det vurderes, at nedbrydningstiden kan være over 10 år, og det har vist sig, at der stadig kan findes store mængder af DDT på nogle lokaliteter, hvor man tidligere stod og dyppede småplanter før udplantning. Ifølge Miljøstyrelsens oversigt har DDT ikke været godkendt i Danmark siden 1983, og mindst siden 1973 måtte det kun benyttes til dykning af småplanter indendørs.

En anden årsag til kraftig overdosering kan være, at man har tømt sprøjten for overskydende sprøjtevæske på et lille område, som dermed belastes uforholdsmæssigt stærkt; man skal derfor udsprøjte et eventuelt overskud på et større område for at nedsætte mængden pr. arealenhed. Risikoen for, at midlet skal blive vasket ned i dybere jordlag, er også væsentlig større ved en kraftig overdosering.

## 8.5 Nedbrydningstider for bekæmpelsesmidler

Da både temperatur, vandindhold, jordtype og koncentration har stor indflydelse på nedbrydningstiden, er det umuligt at give nøjagtige tider for bestandigheden af de enkelte midler, fordi forholdene varierer fra år til år og fra det ene skovområde til det andet.

Den kemiske opbygning af et bekæmpelsesmiddel viser sig ikke uventet at være afgørende for midlets stabilitet. Under de samme forhold kan to midler have så forskellige nedbrydningstider som fra flere år for diurons vedkommende til få uger for 2,4-D's vedkommende.

I tabellerne 8.3. og 8.4. er det alligevel forsøgt at give en oversigt over nedbrydningstiden for nogle aktuelle og nogle nu forbudte midler. Tallene angiver hvor lang tid, der antages at forløbe, til 90-95 % af det tilførte stof er nedbrudt, idet der er taget nogen højde for variationer i omgivelserne. Det skal dog bemærkes til tallene, at de fleste resultater stammer fra undersøgelser i markjorder, og at de hovedsageligt er baseret på udenlandske undersøgelser.

Vurdering af et bekæmpelsesmiddels nedbrydningstid kompliceres yderligere af, at uanset om midlets virkning er ophævet ved nedbrydning, så behøver det som tidligere nævnt ikke at betyde, at det er helt spaltet, idet man ofte ser, at rester af et bekæmpelsesmiddelmolekyle kan optræde som stabile nedbrydningsrester. Dette forhold er der ikke taget højde for i de to tabeller, men det tages med i den vurdering af et middel som Miljøstyrelsen foretager, før midlerne godkendes. Trods de mange forbehold overfor de to tabeller, så kan de alligevel tjene til at vise, hvor forskellig nedbrydningstiden for de mange midler er.

Tabel 8.3. Nedbrydningstider for nogle af de ukrudtsmidler, som anvendes eller har været anvendt i skovbruget (Delvis efter Helweg, 1993 og ARS Pesticide Properties (www.arsusda.gov)).

AKTIVT STOF <b>Aktuelle midler, 1998</b>	ANDRE NAVNE	NEDBRYDNINGSTID <sup>*)</sup> <b>Måneder</b>
CLOPYRALID	MATRIGON	6-12
DIURON	KARMEX	12-36
FLUAZIFOP-BUTYL	FUSILADE	2-4
GLYPHOSAT	ROUNDUP, GRASSAT	1-12
PROPYZAMID	KERB 50	6-24
TERBUTHYLAZIN	INTER-TERBUTHYLAZIN	6-18
<b>»Gamle midler«</b>		
ATRAZIN	PRAMITOL AT	6-18
2,4-D og andre hormonmidler		0,5-1
DICHOLOBENIL	CASORON, PREFIX	6-24
HEXAZINON	VELPAR	6-18
SIMAZIN	GEIGY	10-20

\*) svarende til 4 halveringstider

Tabel 8.4 Nedbrydningstider for nogle af de insektmidler, som anvendes eller har været anvendt i skovbruget (Delvis efter Helweg, 1993 og ARS Pesticide Properties (www.arsusda.gov)).

AKTIVT STOF <b>Aktuelle midler 1998</b>	ANDRE NAVNE	NEDBRYDNINGSTID <sup>*)</sup> <b>Måneder</b>
CYPERMETHRIN	RIPCORD/CYMBUSH	3-9
DELTAMETHRIN	DECIS	3-9
FENITROTHION	SUMITHION 20 FW	1-3
MALATHION	MALADAN	<8 dage
PERMETHRIN	GORI 920	3-9
<b>»Gamle midler«</b>		
DDT		MANGE ÅR
LINDAN	LINDASECT	FLERE ÅR
PARATHION		3 - 12 måneder

\*) svarende til 4 halveringstider

Anvendelsen af det stabile insektmiddel lindan (Tabel 8.4) til dypning af frøplanter før udplantning har været en del diskuteret; der kan derfor være grund til at knytte et par kommentarer til det, selv om det ikke længere må anvendes. En svensk undersøgelse (Eidmann et al., 1979) har vist, hvordan lindan opfører sig på frøplanter af skovfyr og rødgran, når planternes overjordiske dele var dyppet i en suspension (1 %) lindan.

Frøplanter af rødgran fastholdt ca. 15 mg lindan lige efter dypningen. Efter 11 uger var denne rest faldet til 0,4 mg og efter 1 år til 0,2 mg. Skovfyr tilbageholdt noget mindre lindan efter dypningen, men tallene faldt i øvrigt som vist for rødgran.

Ved vækstsæsonens afslutning (ca. 5 måneder efter plantning) fandt man ca. 20 % af det lindan, som havde siddet på planterne i jorden lige omkring stammen. Midlet spredte sig kun lidt vandret i jorden fra frøplanterne, men der blev fundet små mængder af lindan ned til 17-20 cm's dybde i jorden (2-10 % af indholdet i det øverste jordlag). Det skal dog bemærkes, at forsøget



blev udført på en mineraljord, hvor nedvaskningen sker væsentlig lettere end i jordtyper, som øverst er beskyttet af et humuslag, hvor midlerne i højere grad bindes.

Forfatterne konkluderer, at nok kan de fundne rester af lindan påvirke organismer tæt ved frøplanterne, men de fundne rester er så små og dækker et så lille område, at de kun skønnes at påvirke en mindre del af organismerne i det tilplantede område.

## 8.6 Konklusion

Kemiske bekæmpelsesmidler fjernes fra jorden med vidt forskellig hastighed afhængig af jordtype, temperatur, vandindhold og ikke mindst afhængig af hvilket middel, der er tale om. Nedbrydningstiderne varierer fra få dage til flere år, og en sikker anvendelse i de danske skove kræver derfor, at brugeren har gjort sig klart, hvor lang tid det middel han anvender, vil findes i skoven.

## 8.7 Litteratur

- Eidmann, H.H., Bergmann, O., Henningsen, B. & Møller, C., 1979:* DDT and Lindane Residues on Treated Conifer Seedlings and in Soil. *Ambio*, 8, 214-217.
- Franz J.E., Mao M.K. & Sikorski J.A., 1997:* Behaviour of Glyphosate in Soil, Hydrosols and Water - Methods for Glyphosate Analysis. In *Glyphosate: A Unique Global Herbicide ACS Monograph 189*, Washington, DC., 65-101.
- Helweg, A., 2000:* Kap. 4, Pesticider og Kap. 8, Jordmiljøet og kemiske stoffer i jord. I »Kemiske stoffer i miljøet«. Red. Arne Helweg, Gads Forlag, p. 77 og 170.
- Helweg, A., 1993:* Herbicidernes transport, binding og nedbrydning i miljøet. I »Ukrudtbekæmpelse i landbruget«. Planteværnscentret, 2. udgave, 1993, p. 366.
- Helweg, A., 1984:* Udvaskning af pesticider. En risikovurdering med forslag til et måleprogram. *Ugeskr. f. Jordbrug*, 129, 617-624.
- Helweg, A., 1980:* Nedbrydning og transport af pesticider i terrestriske systemer. *Ugeskrift f. Jordbrug*, 125, 103-107.
- Helweg, A., 1975:* Biologisk nedbrydning af pesticider i jord og deres indflydelse på jordbundens mikroflora. *Tidsskr. f. Planteavl*, S 1275, pp. 23-24.
- Helweg, A., 1971:* Maleinhydrazids nedbrydning og indflydelse på respirationen i jord. *Tidsskr. f. Planteavl*, 75, 84-89.

- Holm, E. & Jensen, V., 1972:* Aerobic chemoorganotrophic bacteria of Danish beech forest. *Oikos*, 23, 248-260.
- Stark, J. & Torstensson, N.T.L., 1978:* Persistens av 2,4-D i skogsjord. 19:e Svenska Ogräskonferense N7-N11.
- Torstensson, N.T.L., 1977:* Herbiciders inverkan på marken. Sveriges Skogvårdsförb. *Tidsskr.*, 75, 201-211.
- Torstensson, N.T.L., 1978:* Glyphosat: nedbrytning samt effekter på markens mikroorganismer. 19:e Svenska Ogräskonferense N12-N19.
- Walker, A., 1978:* Simulation of Herbicide Persistence in Soil. In *Simulation of Herbicide Persistence in Soil*, Symp. at The Weed Science Society of America. 36 pp.

## 9. Pesticidernes effekt på miljøet

### 9.1 Pesticidforurening af overfladevand og grundvand

*Arne Helweg, Danmarks JordbrugsForskning*

#### Kilder til forurening af vandmiljøet

Vandløb og søer kan forurenes med pesticider som følge af vinddrift og overfladisk afstrømning fra de sprøjtede skovområder. En anden væsentlig kilde til forurening af overfladevand kan være drænafløb fra gårdspladser, hvor man foretager fyldning og skylning af sprøjteudstyr.

Der knyttes en ganske særlig interesse til at beskytte vandmiljøet, fordi mange vandlevende organismer er meget følsomme overfor pesticider, og specielt fordi der er fastsat en meget lav grænseværdi for, hvor store rester af pesticider, der tolereres i drikkevand. Siden 1980 har der været fælles EU-regler, som angiver, at pesticidindholdet i drikkevand ikke må overstige 0,1 mikrogram pr liter (samlet indhold af alle pesticider skal være under 0,5 mikrogram pr. liter). Disse grænseværdier søger man i Danmark at overholde i grundvand, fordi alt grundvand i Danmark i princippet skal kunne anvendes til drikkevand. En koncentration på 0,1 mikrogram pr. liter svarer til 1 g i 10.000 m<sup>3</sup>.

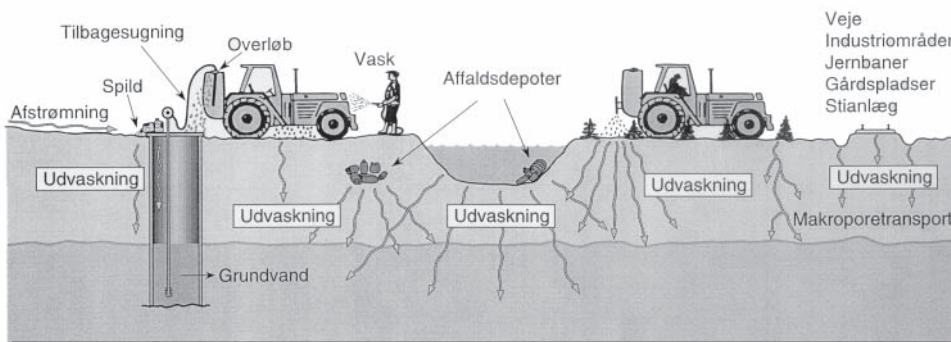
Man kan både få 0,1 mikrogram pr. liter til at virke af lidt og af meget, det gælder blot om at vælge det rigtige sammenligningsgrundlag. Nedenfor er givet et par eksempler (fra Helweg, 2000).

- 0,1 mikrogram pr. liter vand svarer i størrelsesforhold til 4 cm af de 400.000 km, der er til månen.
- 0,1 mikrogram pr. liter er også den sukkerkoncentration, der vil opstå, hvis man opløser 15 stk. sukkerknalder i Damhussøens 450 mio. liter vand.
- Endelig vil man indtage 10<sup>13</sup> molekyler af f.eks. et hormonmiddel, hvis man drikker en slurk vand med 0,1 mikrogram pr. liter.

Figur 9.1 viser den lange række af forskellige forureningskilder, som skønnes vigtige for forureningen af grundvandet. Opsummeret viser figuren følgende forureningsveje:

- Direkte forureninger af brønde og borer
- Udvaskning fra de pladser som anvendes til at skylle og fylde sprøjter og vaske udstyret
- Udvaskning fra offentlige lossepladser og fra små private lossepladser
- Udvaskning af udsprøjtede pesticider
- Udvaskning fra gårdspladser, jernbaneanlæg, veje stier mm.

Forurening af grundvand med sprøjtemidler kan stamme fra flere kilder:



Figur 9.1 Forurening af grundvand med pesticider kan stamme fra en række forskellige kilder (efter Helweg, 1994).

### Direkte forureninger af brønde og boringer

Det er vigtigt, at enhver håndtering af koncentrerede sprøjtemidler samt skylning, fyldning og vask ikke sker i nærheden af brønde og boringer. Dels kan der ske spild, som let kan forurene brønden direkte, dels kan spildt pesticid vaskes ned langs med boringen eller brønden. Man skal også sørge for, at påfyldningsslangen ikke dykker ned i sprøjtevæsken, idet det kan give en alvorlig forurening af hele vandforsyningsanlægget ved tilbagesugning, hvis dykumpen stopper. Der må ikke overfladebehandles med ukrudtsmidler i nærheden af brønde og boringer. Blot den mængde middel, der er brugt på et jordareal på 1m<sup>2</sup>, bliver skyllet af og ender i brønden, så kan det bringe 5.000 m<sup>3</sup> vand op på grænseværdien i drikkevand.

### Udvaskning fra håndteringspladser

På de steder, hvor man har fyldt og skyllet sprøjteudstyr gennem flere år, kan der være sket store spild. På disse pladser er der derfor en særlig risiko for udvaskning, både fordi store mængder pesticider kan lande på et lille areal, og fordi overfladen ofte er dækket af grus, som tillader hurtig afdræning. I nogle tilfælde fortsætter vandet ned mod grundvandet, i andre kan vandet løbe i en kloak, eller der kan ligge et dræn under vaskepladsen, som kan lede vaskevandet til et nærliggende vandløb eller en sø. For at begrænse forureningsrisikoen fra fylde- og vaskepladsen er det vigtigt, at der i det mindste er et muldlag og f.eks. et græsdække på pladsen. Endnu bedre er det at fylde og skylle sprøjten i skoven eller at indrette en speciel vaskeplads, f.eks. et biobed, udviklet af den svenske mikrobiolog Lennart Torstensson.

Biobedet består af en 60-70 cm dyb udgravning, som fores med en vandtæt plastmembran og et 10 cm tæt lerlag og fyldes med en blanding bestående af 50 % snittet halm, 25 % sphagnum og 25 % lerfattig overfladejord. Biobedet dækkes med et lag græstørv, og der lægges en kørerampe henover, således at traktor og sprøjte kan køre hen over det. Med dette anlæg vil man have skabt sig et lukket anlæg for det forurenede vand, som både giver bedre binding og bedre nedbrydning. Biobedet må dog ikke bruges til at hælde større rester af ufortyndede eller fortyndede sprøjtevæsker ud, de skal fortsat fordeles over

et større areal. For nærmere beskrivelse se Helweg & Hansen (1997) og Hansen & Helweg (2000).

### Udvaskning fra lossepladser

Før man fik muligheden for at aflevere kemikalieaffald til destruktion på de kommunale modtagestationer, rådede man brugere af pesticider til at skaffe sig af med mindre mængder af pesticidaffald ved at grave det ned (private lossepladser), medens større mængder skulle deponeres på offentlige lossepladser. Hvilken betydning disse punktkilder af pesticider har for de forureninger af grundvandet, vi ser i dag, kan vanskeligt vurderes, men en stor mængde pesticid samlet på et sted vil kunne udgøre en potentiel forureningskilde i mange år.

### Pesticider i vandløb

Vandløb i skovene kan også forurennes med pesticider, enten ved uagtsomhed eller ved, at man har anvendt pesticider, som kan tilføres til vandløbene via udvaskning. Væsentlige kilder til forurening af vandløb er:

- Vinddrift
- Oversprøjtning ved kørsel for tæt på vandløbet
- Deponering fra luften ved fjerntransport
- Transport til vandløbet via dræn eller grundvand
- Overfladisk afstrøming
- Forurening fra punktkilder (fyldepladser mm.)

Der er i følge Bichel-rapporten (1999) påvist 32 forskellige pesticider i vandløb i Danmark. I landbrugsområderne gøres de fleste fund i sprøjteperioderne og i forbindelse med kraftig nedbør. Der er ikke fundet mange pesticider i skovvandløb, men nogle af de pesticider, der har været anvendt hyppigst i skoven optræder. Tabel 9.1 viser kun enkelte fund af Atrazin og dimethoat, mens der var flere påvisninger af Hexazinon (Velpar) og BAM, som er en nedbrydningsrest af ukrudtsmidlet Prefix. Hexazinon blev påvist i 16 af 25 undersøgte prøver fra vandløb i skove, og BAM blev fundet i 4 af 25.

*Tabel 9.1. Fund af pesticider og pesticidnedbrydningsprodukter i skovvandløb. Tabellen angiver de fundne koncentrationer. Hvor der kun er en koncentration, er der kun en påvisning (Bicheludvalgets rapport, Miljø og Sundhed, 1999).*

Pesticid	Påviste koncentrationer (mikrogram pr. liter)
Atrazin	0,07
BAM fra Prefix	0,08 - 0,5
Dimethoat	0,1
Hexazinon	0,07 - 0,3

### Udvaskning af udsprøjtede pesticider

Nogle af de pesticider, som har været anvendt i skovbruget, har vist sig også at udgøre en udvaskningsrisiko til grundvand. Tabel 9.2 viser således en lang række fund af Atrazin og dets nedbrydningsprodukter (DEA, DIA og HA)



Tabel 9.2. Pesticider fundet i grundvandet ved amternes og vandværkernes udvidede analyseprogrammer (GEUS, 1997).

Pesticid/nedbryd- ningsprodukt	Analyserede filtre	Filtre med fund	Filtre med fund %	Filtre med over 0,1 mg/l	Overskridelse af grænse- værdi %
Atrazin	1.501	114	7,6	11	0,7
DIA	1.172	207	17,7	39	3,3
DEA	1.155	158	13,7	30	2,6
HA	202	29	14,4	12	6,9
2,4-D	1.496	13	0,9	0	-
Dichlobenil	313	5	1,6	0	-
BAM	644	240	37,3	118	18,3
Diuron	333	3	0,9	1	0,3
Hexazinon	1.162	14	1,2	5	0,4
Simazin	1.489	111	7,5	5	0,3
Terbuthylazin	1.070	14	1,3	0	-
DET	114	1	0,9	1	0,9
HT	114	6	5,3	0	-

DIA, DEA og HA er nedbrydningsprodukter af Atrazin, BAM er nedbrydningsprodukt af dichlobenil (Prefix og Casoron), og DET og HT er nedbrydningsprodukter af terbuthylazin (Gardoprim, Folar og Laddok).

og af hexazinon (Velpar). Om de påviste forureninger stammer fra anvendelse i skove, eller på andre arealer er ikke klarlagt, men fundene og den påviste mobilitet af de to stoffer i forsøg har forårsaget, at begge ukrudtsmidler nu er forbudt i Danmark. Pesticider testes løbende, og hvis de findes mobile, vil Miljøstyrelsen sørge for, at de nægtes godkendelse.

### Udvaskning fra andre arealer

Det har vist sig, at de ukrudtsmidler, som anvendes særlig udbredt til total ukrudtsbekæmpelse på gårdspladser, jernbaneanlæg, veje, stier mm., er fundet i jordvandet i langt de fleste tilfælde. Tabel 9.2 viser en række fund af Atrazin og dets nedbrydningsprodukter og af dichlobenil (Prefix) og dets nedbrydningsprodukt 2,6-dichlorbenzamid (BAM). Når områderne, hvor man ønsker at foretage en total bekæmpelse, er særlig udsatte for udvaskning, så skyldes det flere forhold: Humusindholdet er oftest lavt eller mangler helt. Man anvender meget store doseringer her, fordi man ikke tåler et græsstrå, og økonomisk er anvendelsen her sjældent en belastning. Der er ikke mange stoffer, som egner sig her, men tilsyneladende vil glyphosat (Roundup) være det bedst egnede, fordi glyphosat bindes til lerminerale og ikke behøver humus for at blive bundet.

## 9.2 Indflydelse på jordens mikroorganismer, jordbundsfauna og jordstruktur

Susanne Elmholt, Danmarks JordbrugsForskning

I det foregående afsnit redegøres for spredning, nedbrydning og udvaskning af bekæmpelsesmidler i skovmiljøet. Sprøjtevæske, som når jorden, kan påvirke mikroorganismer og fauna, hvis den ikke borttransporteres eller bindes til jordpartikler. Påvirkningen afhænger af midlet (art, mængde) og af

den pågældende organismes følsomhed. Langt de fleste pesticider er så bredspektrede, at de kan ramme både skadelige og gavnlige organismer.

### 9.2.1. Nyttige organismer

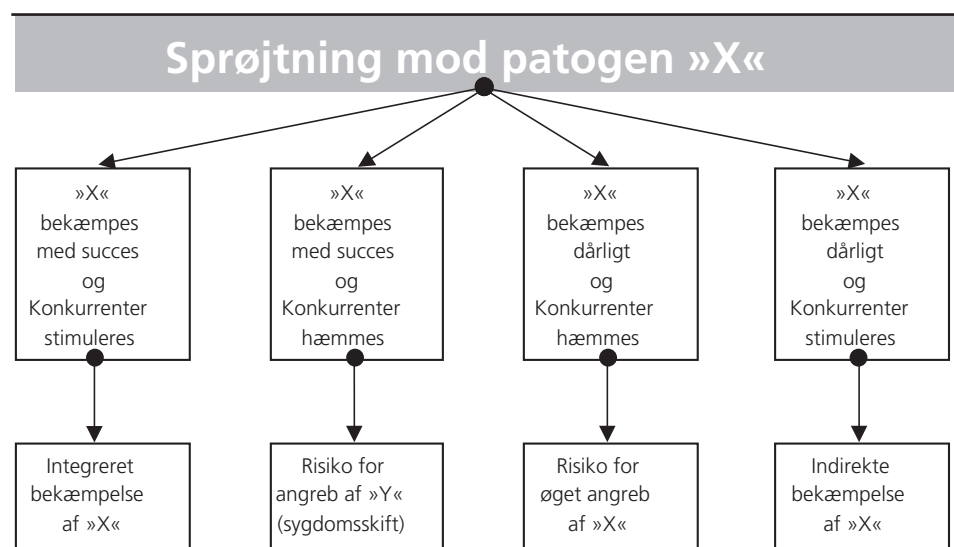
Skovjorden har et rigt liv af mikroorganismer (bakterier og svampe, jf. tabel 8.1), alger, mikrofauna (protozoer, nematoder), mesofauna (springhaler, mider) og makrofauna (regnorme). Nedenfor beskrives nogle af jordbundsorganismernes vigtigste funktioner:

#### Omsætning/nedbrydning af organisk stof og pesticider

Jordens organismer spiller en væsentlig rolle ved omdannelse af planterester og organisk gødning til uorganiske næringsstoffer, der kan optages af planterne (Swift, 1976). Det er vigtigt at sikre en stor mangfoldighed (diversitet) af forskellige organismer, så skovjorden som økosystem ikke bliver sårbar over for pludselige ændringer i driftspraksis. Mikroorganismernes betydning for nedbrydning af pesticider er beskrevet i afsnit 8.3.

#### Naturlig bekæmpelse af plantesygdomme

En god jord kan i en vis udstrækning hæmme jordbårne plantesygdomme. Hæmningen kan skyldes forekomst af forskellige rov-organismer (f.eks. svampeædende springhaler og mider) eller svampeædende svampe (hyperparasitter). Hæmningen kan også skyldes, at nogle mikroorganismer bekæmper andre ved »kemisk krigsførelse« (antibiosis). Endelig kan alene en stor aktiv pulje af mikroorganismer hæmme et plantepatogen ved at konkurrere med det om tilgængelige næringsstoffer, så patogenet ikke opformeres (Lockwood, 1986). Den balance, som eksisterer mellem patogene mikroorganismer og disses konkurrenter (antagonister), kan ændres og skades på flere måder ved sprøjtning. Figur 9.2 viser hvordan.



Figur 9.2. Illustration af, hvordan sprøjtningens direkte effekt (hovedvirkning) og indirekte effekt på antagonistiske konkurrenter (bivirkning) kan påvirke det samlede sygdomsangreb, dels for det patogen, midlet er rettet mod (»X«), og dels for andre patogener (»Y«) (efter Bollen, 1982).

## Dannelse og stabilisering af jordstruktur

Mange undersøgelser har vist, at en god jordstruktur har en gunstig indflydelse på jordens mikroorganismer. Omvendt spiller jordens mikroorganismer også en afgørende rolle for dannelse og især stabilisering af jordaggregater (Burns & Davies, 1986). Det sker dels ved, at svampe sammenvæver jordens sand-, silt- og lerpartikler til aggregater, og dels ved at mikroorganismer sammenkitter partikler ved hjælp af bestemte kemiske stoffer. Vigtigst er de extracellulære polysaccharider (Tisdall & Oades, 1982). Disse stoffer dannes også af planter, men fortrinsvis af mikroorganismer, og de udgør en af de vigtigste grupper af letomsætteligt kulstof i jorden.

### 9.2.2. Måling og vurdering af pesticideffekter

Man kan undersøge effekt af bekæmpelsesmidler på jordens mikroorganismer i markforsøg eller laboratorieforsøg. Begge dele har fordele og ulemper, læs evt. mere i Elmholt et al. (1993). Fordelen ved laboratorieforsøgene er, at de kan standardiseres. Derfor bruger man sådanne undersøgelser til dokumentation i forbindelse med godkendelse af midlerne. Ulempen er, at de kan være utilstrækkelige og i værste tilfælde misvisende for, hvad der sker i mark- og skovjord, fordi de gennemføres uden planter og større dyr og under helt andre temperatur- og fugtighedsforhold, end der råder i skoven (Chakravarty & Chatarpaul, 1990).

Når man vurderer betydningen af de målte effekter, bør resultaterne sammenholdes med de mange »naturlige« påvirkninger, mikroorganismene konstant udsættes for (Domsch et al., 1983). Disse påvirkninger kan være hæmmende eller stimulerende: De skyldes især årtidsbetingede svingninger i temperatur, nedbør, pH, indhold af CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub>, næringsstoffer m.m. Hvis mikroorganismene »kommer sig« lige så hurtigt efter en pesticidpåvirkning, som f.eks. efter en kraftig tørkeperiode, er der ikke grund til at tro, at pesticidpåvirkningen er kritisk. Med dette som udgangspunkt, opdeles pesticideffekter i »ubetydelige«, »tolerable« og »kritiske«.

Selv om man under laboratorieforhold normalt kun finder ubetydelige effekter på jordens mikroorganismer, kan man ikke konkludere, at så vil det forholde sig på samme måde under naturlige forhold, hvor mikroorganismene fungerer i tæt samspil med det omgivende miljø (klima, jordbund, plantevækst, dyreliv og driftsforanstaltninger). For eksempel vil mange mikroorganismer i perioder, hvor der hersker høje jordtemperaturer, lav vandtilgængelighed og/eller en begrænset mængde næring befinde sig i et hvilestadium, hvor de kan have en anden følsomhed over for et pesticid, end når de er aktive i jorden. Man får et mere nuanceret og et mere realistisk indtryk af bekæmpelsesmidlernes effekt, hvis man supplerer laboratorieundersøgelser med markforsøg. Det gælder især, fordi man kun i markforsøg kan måle mange af de indirekte effekter af en sprøjtning. Indirekte effekter kan »føres gennem skovens/markens økosystem« og optræde i andre sammenhænge og på andre steder end der, hvor midlet har ramt. Den disciplin, der beskæftiger sig med disse effekter, kaldes økotoksikologi, læren om giftvirkninger på hele økosystemer.

### 9.2.3. Eksempler fra skovbruget

Generelt gælder, at for pesticider, som er godkendt til brug i Danmark, er det dokumenteret, at de kun forårsager mindre, kortvarige effekter på mikroorganismers aktivitet (respiration) og på kvælstofomsætning. For de skovbruksrelevante pesticider (tabel 8.3 og 8.4) findes der kun meget få undersøgelser i skovmiljøet af side-effekter på jordens organismer, og de undersøgelser, der findes, stammer fra udlandet. Nedenfor gives et par eksempler:

#### 9.2.3.1 Ukrudtsmidler

Hexazinon: Blandt skovjordens vigtige svampe er forskellige arter af ectomycorrhiza, som indgår i symbiose med skovtræerne. De findes især i træernes rhizosfære (jorden tæt ved rødderne), hvor de har stor betydning ved etablering og udplantning af småplanter. I en canadisk undersøgelse fandt man, at forskellige mycorrhiza arter, knyttet til *Pinus* spp., havde forskellig følsomhed over for hexazinon, mens man ikke kunne måle effekter på svampe- og bakterieforekomst og CO<sub>2</sub>-udvikling (Chakravarty & Chatarpaul, 1990). En stærk hæmning fandtes dog kun i de parceller, som var behandlet med doser langt over det anbefalede. Som nævnt i afsnit 7.1 kan en sådan situation opstå på steder, hvor midlerne håndteres (skylning, tømning).

Tabel 9.3. Toxicitetsforsøg. Tre arter af encellede organismer (protozoer) er tilført anbefalede koncentrationer (AK) af fem pesticider. Efter ni timer opgøres ved hvilken koncentration, 10 % er døde (Schreiber & Brink, 1989).

Pesticide	AK	9-timer LC10		
		Colpoda cucullus	Blepharisma undulans	Oikomonas termo
Chlorex	1000	110	110	1000
MCPA	3	1	<0,1	0,12
Benlate	1	0,14	0,11	0,10
Matrigon	0,5	1,4	0,01	1,0
Sumicidin	2	0,10	0,18	0,10

Glyphosat: Chakravarty & Chatarpaul (1990) testede glyphosat i samme undersøgelse og fandt lignende resultater, dog havde glyphosat en større virkning på kort sigt (efterfulgt af en stigning) på kimaltal af svampe og bakterier, end hexazinon havde.

Clopyralid: I et laboratorie-testsystem kunne Schreiber & Brink (1989) vise, at jordens encellede organismer (protozoer) har forskellig følsomhed over for forskellige pesticider (tabel 9.3). For clopyralid (Matrigon) skulle der f.eks. ca. 100 gange mere til at slå 10 % af *C. cucullus* ihjel end *B. undulans*.

#### 9.2.3.2 Insektmidler

DDT: Et af de pesticider, som har forvoldt de største miljøskaer, er DDT. Det blev tidligere anvendt i stor udstrækning i skovbruget, som beskrevet i afsnit 9.1. Omfattende amerikanske undersøgelser har vist, at selv 30 år efter, at brugen er indstillet, kan både selve stoffet og dets vigtigste nedbrydningsprodukter (DDE, DDD) stadig findes i jorden, også i områder, som aldrig er behandlet. Det skyldes transport via regn og støv. Stofferne er dog så stærkt knyttet til jordens organiske stof, at de næppe udgør en større risiko for jordens organismer (Moore & Loper, 1980; Dimond & Owen, 1996).

Cypermethrin: Et af de insekticider, der anvendes i skovbruget indtil fornylig er cypermethrin (f.eks. Cympha-Ti). En tysk undersøgelse i fyrreskov viser, at stoffet hæmmer jordens population af springhaler (Vogel et al., 1989). Effekten er størst på de arter, der lever i førnelaget. Dette vil man ofte se i skovmiljøet, hvor der lettere sker en ophobning af pesticidrester i det øverste blad- og jordlag, fordi jorden ikke vendes maskinelt som i marken.

### 9.2.3.3 Særlig bevågenhed

Bivirkninger på organismer med samhørende funktioner

Økotoxikologiske undersøgelser kan f.eks. omfatte tæt koblede organismer, som uden hinandens hjælp ikke kan nedbryde et givent organisk stof eller pesticid. Sådanne »konsortier« af mikroorganismer kendes bl.a. fra omsætning af cellulose og fra nedbrydning af pesticider (Ljungdahl & Eriksson, 1985; Lappin et al., 1985). Det er f.eks. i litteraturen beskrevet, hvordan nedbrydning af ukrudtsmidlet mecoprop kunne udføres af en gruppe af 5 forskellige bakteriearter, der var isoleret fra hvederødder. Ingen af arterne kunne på egen hånd udnytte stoffet (Lappin et al., 1985). Eksemplet viser, at »ingen kæde er stærkere end det svageste led«: Rammes én af organismene, uden at en anden art kan erstatte den, kan det gå ud over nedbrydningen af det pågældende stof eller materiale, i skovmiljøet f.eks. omsætning af nedfaldne blade.

Bivirkninger på fødekædeniveau

Et andet eksempel: Når svampe rammes af fungicider, forringes fødegrundlaget for de insekter, der helt eller delvist lever af svampe. DMU og DJF har f.eks. i fællesskab undersøgt, hvordan sprøjtning med fungicidet Tilt top påvirker saprofytiske bladsvampe og svampeædende insekter (Reddersen et al., 1998). Resultater fra to år viste en tydelig sammenhæng mellem effekterne på bladsvampene i hvede (især *Cladosporium*-arter, kendt som sortskimmel på korn) og på de insekter, der lever af svampene. Det drejer sig især om en nedgang i antallet af skimmelbiller. Både larver og voksne individer blev ramt, og det fremgik, at såvel sprøjtetidspunkt som dosering har betydning.

Agro forestry

I systemer, hvor man kombinerer skov- og landbrugsdrift, vil der opstå særlige forhold for jordens organismer. F.eks. viser en undersøgelse fra New Zealand (McMillan, 1981), at regnormebestanden faldt med stigende tilplantning af et græsningsareal med *Pinus radiata* (50, 100, 200 og 400 træer/ha). Man kan forestille sig, at side-effekter af pesticidbehandling kan vekselvirke med sådanne resultater, men der foreligger ikke undersøgelser heraf.

Jordstruktur

Jordens mikrofauna (protozoer og nematoder) har en størrelse, som tillader dem at græsse på bakterier og svampe i meget små porer, som er utilgængelige for andre græssende organismer. Det drejer sig om nøgne amøber og flagellater, der kan være aktive i 2-3 mm porer, mens ciliater og nematoder har brug for porer med en diameter på 20-30 mm. I sin søgen efter føde er mikrofaunaen derfor følsom for enhver jordbearbejdning, som påvirker porestørrelsesfordelingen, som f.eks. pakning.



## 9.3 Plantebeskyttelse og anden fauna

*Broder Bejer (rev. af Hans Peter Ravn, Skov & Landskab (FSL))*

Med overskriften menes, at det er hensigten at belyse, i hvilken grad den øvrige fauna generes ved anvendelse af kemiske plantebeskyttelsesmidler. Denne gennemgang vil især beskæftige sig med insektgiftene (insekticiderne). Dels er disse ofte mere giftige i sig selv overfor fauna end de langt mere anvendte ukrudtsmidler (herbicer). Dels benyttes insekticiderne langt mere end svampegiftene (fungiciderne).

Emnet begrænses desuden her til den overjordiske fauna, den der lever på og over jordoverfladen og på vegetationen. Jordbundsfaunaen er behandlet i afsnit 9.2.

### 9.3.1 Herbicerne

Det er ovenfor nævnt, at herbicerne generelt set er af meget beskeden giftighed overfor dyrelivet. Det kan måske derfor undre, at de alligevel reelt må vurderes som værende af langt større betydning for faunaen end insekticiderne. Sagen er imidlertid den, at ganske vist kan, som det nedenfor skal ses, insekticiderne ved forskellige lejligheder påføre faunaen akut tab, men tab som ifølge naturens orden ret hurtigt dækkes, når blot levestedet, biotopen, fortsat består uændret. I modsætning hertil skaber en vellykket ukrudtsbekæmpelse på de behandlede arealer en helt forandret situation, hvor vegetationen, ukrudtet i dette tilfælde, helt eller delvis mangler i en længere periode. Livsbetingelserne for dyr, der er knyttet til denne vegetation, forsvinder dermed. Det er muligvis kun for en tid, nemlig hvis ukrudt senere kommer igen. Herbicidspøjtede kulturarealer vil have nedsat fødemængde, også for f.eks. hjortevildt. Derimod er risiko for hjortenes liv ved forgiftning højst usandsynlig.

### 9.3.2 Insekticider

Om insekticider og deres mulige indflydelse på skovens fauna møder man lejlighedsvis stærkt overdrevne formodninger, men i reglen netop kun formodninger. De begrundes sig i den tro, at det er meget let, ved at slå nogle, evt. mange dyr af en lokal bestand ihjel, da at påvirke bestanden varigt.

Som det tidligere er beskrevet er forholdet imidlertid, at det måske nok lejlighedsvis kan være let at slå mange dyr af en bestand ihjel, hvis man med grundig viden sigter på netop den med bekæmpelsen. Men det er nærmest umuligt at fastholde bestanden på lavt niveau selv ved et sådant indgreb.

Mens herbicerne ændrer biotopen fundamentalt, er det helt væsentlige ved insektbekæmpelsen, at biotopen efter bekæmpelsen består. Så vil de tilhørende arter nemlig meget hurtigt genetablere sig, hvis forholdene i øvrigt er uændrede.

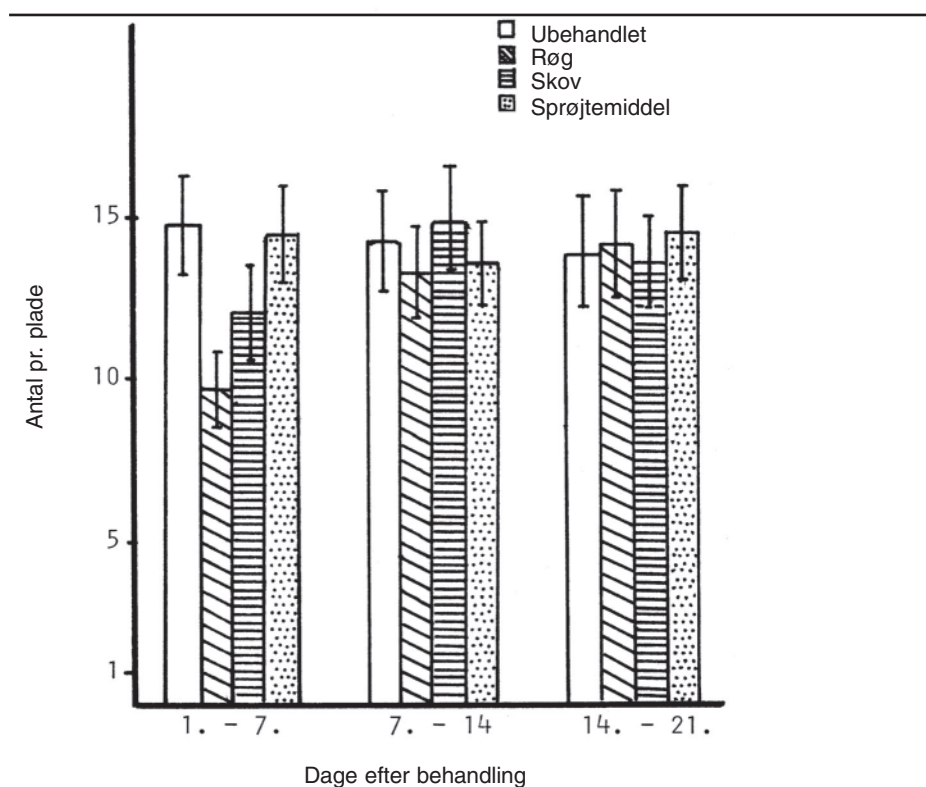
### Insekticider og andre insekter

Ved insektbekæmpelsen sigtes der ved tilrettelæggelsen specielt på skadedyret, som derfor også må forventes at være blandt de hårdest ramte insekter. Selve skadeinsektet genetablerer sig imidlertid meget hurtigt på sit nor-

male niveau. Der er ikke rimelig grund til at tro, at andre almindelige arter, der måtte blive ramt i samme grad, ikke, ligesom skadeinsektet, skulle genopnå deres bestand i løbet af én til to generationer (år). På langt sigt, forstået som nævnte tid, (et til to år), vil bestanden have genetableret sig, med mindre det drejer sig om særlige arter med reduceret spredningsevne. Dette sker væsentligst, fordi de færre overlevende har færre artsfæller at konkurrere med i kampen for føde og skjulesteder. En anden årsag er, at fåtallige bestande i mindre grad efterstræbes af en del fjender end mere talrige bestande, der udgør et bedre mål for disses efterstræbelse.

De fleste tilstedeværende insekter rammes dog af insekticidet i langt mindre grad end skadeinsektet. Mange generes overhovedet ikke, enten fordi giften ikke er rettet/egnet mod dem, eller fordi de slet ikke er udsat for den. Det sidste kan være, fordi de på bekæmpelsestidspunktet f.eks. endnu ikke er kommet frem fra deres overvintringssted (ofte jordbunden).

På kort sigt, umiddelbart efter bekæmpelsen, vil der være færre levende insekter på bekæmpelseslokaliteten end normalt. Det udenlandske eksempel, figur 9.3, viser, at det er en ganske kort periode. Ganske lignende erfaringer er indhøstet i danske forsøg i skoven.



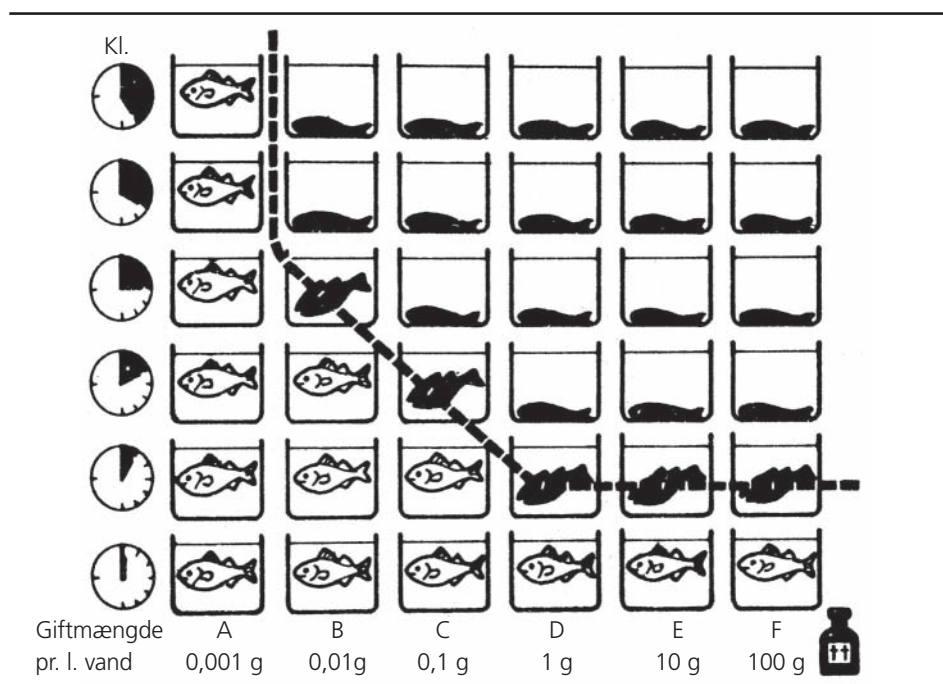
Figur 9.3. Fangsten af levende dyr på lodret ophængte limede glasplader i parceller, hvor der var bekæmpet oldenborrer med forskellige typer lindan. Fangsten drejer sig om de andre arter end oldenborrerne, og den angives som middelværdi for 25 fælder i hver parcel. Desuden er med lodret streg angivet 95 % sikkerhedsintervallet. Søjler i diagrammet, hvor disse streger ikke når sammen, er altså med 95 % sandsynlighed virkelig forskellige gennemsnit. Figuren viser, at visse behandlinger medfører reduceret insektbestand i første uge efter bekæmpelsen, men allerede i 2. og i særdeleshed i 3. uge er der ingen forskel fra den ubehandlede parcel. (Fra Cramer 1957).

## Insekticider og fisk

Kommer insektgift ud i vandet, vil fisk og vandinsekter være stærkt udsat, idet de ikke kan undslippe berøring og indtagelse af giften. Visse insekticider f.eks. nogle pyrethroider er meget giftige for fisk. Eksempelvis er permethrin over 1.000 gange så giftigt overfor ørred som overfor rotte.

Udspreddning over søer og vandløb må derfor absolut undgås, hvilket under danske forhold i reglen er ret nemt. Insekticiders mulighed for med regn via jorden at udvaskes til grundvand eller vandløb er omtalt i afsnit 9.1.

Der kendes fra Danmark ingen tilfælde af fiskedrab i forbindelse med regelret insektbekæmpelse. Derimod er tilfælde af grov uagtsomhed f.eks. ved afvaskning og emballagetømning i vandløb beklageligvis bekendt.



Figur 9.4. Skematisk fremstilling af, hvordan man finder tærskelværdien for en gift. Er giftmængden pr. liter vand tilstrækkelig lav (1. lodrette kolonne), påvirkes fiskene ikke, selv efter 5 timers forløb (øverst). Med større giftkoncentration i vandet fremkaldes fiskenes død efter længere eller kortere tids forløb. Tærskelværdien ( $LD_{50}$ ) ligger i dette tilfælde mellem 0,001 og 0,01 gram gift pr. liter vand. (Fra Boëtius 1963).

## Insekticider og fugle

Dette er et ret velundersøgt emne på grund af den store interesse, der er for fuglene. Det kan generelt nævnes, at store fuglearter er mindre udsatte end små, og fugleunger mere end voksne fugle. Virkningen fremkommer næsten aldrig ved, at giften rammer fuglene, men ved at de optager forgiftet føde, især insekter. Ved flertallet af insektbekæmpelser med normal dosering konstateres slet ikke nogen virkning på de voksne fugle. Dette er også bekræftet i danske forsøg og andre iagttagelser i skov. Fugleunger er som nævnt mere udsatte for forgiftning end forældrefugle. Dette skyldes, at de vejer mindre og har et relativt større stofskifte pr. g legemsvægt, hvilket giver en højere og hurtigere giftoptagelse.

Tabel 9.3. Indflydelsen af insekticidsprøjtninger i skov på musvitter (*Parus major*). 1) Ægantal, 2) Ynglesucces %, 3) Ungetab efter sprøjtning (antal) og 4) %. På ungerne klækningstid behandlede fra helikopter i 1965 og igen i 1967 et antal arealer med forskellige insekticider, mens areal C og O i alle år var ubehandlede. Arealerne A, C og F var i størrelsesordenen 15-20 ha, de øvrige 2-5 ha. Sprøjtningerne var: Paration A 1965; Malation F og N 1965 og A og H 1967; DDT H og K 1965 og N 1967; Lindan F og K 1967. (Fra Bejer-Petersen, Hermansen og Weihe, 1972).

År	1964				1965				1966				1967				1968			
	Parceller	1)	2)	3)	4)	1)	2)	3)	4)	1)	2)	3)	4)	1)	2)	3)	4)	1)	2)	3)
A	73	100	0	0	211	84	17	9	89	99	0	0	62	98	0	0	104	77	0	0
C - kontrol	68	97	0	0	204	87	18	10	88	98	1	1	90	88	10	11	67	94	0	0
F	43	100	0	0	165	88	7	4	81	89	8	10	102	93	1	1	108	86	3	3
H	62	97	0	0	95	84	9	10	29	97	0	0	36	100	0	0	44	91	1	2
K	52	100	0	0	87	49	33	43	19	100	0	0	40	95	2	5	49	90	0	0
N	34	97	0	0	92	89	7	8	47	98	0	0	21	100	0	0	35	97	0	0
O - kontrol	41	98	1	2	105	90	7	7	0	-	-	-	65	88	8	12	37	97	0	0

For at undersøge virkningen på fuglelivet af kemisk insektbekæmpelse i skov iværksattes i 1964 i samarbejde med Dansk Ornitologisk Forening en serie forsøg i Grib Skov.

Virkningen af diverse standard sprøjtninger undersøgte bl.a. på musvitter i redekasser ophængt til formålet. Der benyttedes nogle af de på det tidspunkt anvendte gifte. Bekæmpelsen blev, for at få mest tydelig virkning, iværksat på det for fuglene mest ugunstige tidspunkt. Det er, når der er et maksimum af nyklækkede unger. Resultatet ses for musvitternes vedkommende i tabel 9.3. Sprøjtningensårene var 1965 og 1967. Arealerne C og O var i samtlige år ubehandlet kontrol.

Som det ses af tabellen, er der i sprøjtningensåret 1967 intet udslag på musvitterne. Tværtimod var ungetabet på de sprøjtede arealer 0-5 %, mod 11-12 % på de ubehandlede arealer. I 1965 derimod er dødeligheden højere på alle parceller, også de ubehandlede. Dette skyldes antagelig den meget tætte mejsebestand dette år. På en enkelt bekæmpelsesparcel (K) var der i 1965 en tydelig overdødelighed. Det skyldes rimeligvis bekæmpelsen, selv om en analyse af de døde unger ikke viste dødelige eller nær dødelige insekticidmængder i ungerne.

På de samme parceller i de samme år for sortmejsler var dødeligheden således:

Tabel 9.4. % unger døde efter sprøjtningen.

	1965	1967
Gns. ubehandlede	10	0
Gns. Giftsprøjtet	22	2

Altså et lidt større udslag i »trængselsåret«.

Den normale dødelighed er f.eks. for musvitter inden næste ynglesæson ca. 90 %. De anførte tab er derfor ikke betydelige. Men selv hvis der på bekæmpelsesarealet skulle indtræffe 100 % mortalitet, viser det sig, at arealet næste år er normalt besat med den pågældende art. Dette skyldes dels forældrefuglenes overlevelse, dels tilvandring af ungfugle fra naboarealer til de

ledige yngleterritorier. Det er derfor vigtigt, hvis der anvendes fuglefarlige insekticider, at de dermed behandlede arealer er så små og pletvise som muligt.

Det kan her tilføjes, at i forbindelse med nonnebekæmpelse, hvor det på de værst truede arealer var nødvendigt at bruge endosulfan, indtraf der nær 100 % ungemortalitet. Hvor der på de i svagere grad truede arealer kunne anvendes difluron, var dødeligheden derimod nær 0. Året efter bekæmpelsen var ynglebestanden normal på begge arealer.

Betydelig interesse knytter der sig til de jagtbare fugles stilling ved insektbekæmpelse i skov. Der er i Danmark aldrig iagttaget dødelighed blandt sådanne fugle. Da det i sagens natur drejer sig om ret store arter, er risikoen ifølge ovenstående for de voksne fugles vedkommende minimal. Det kan dog ikke af den grund anses for at være hensigtsmæssigt at sprøjte arealer, hvor der f.eks. fouragerer nyklækkede fasankyllinger, hvis dette på nogen måde kan undgås.

På den anden side kan insekticidanvendelse i nogle tilfælde sikre skovens beståen, mod alternativet, store tomme renafdrifter. Det er en selvfølge, at en insekticidanvendelse, der har biotopens beståen til følge, langt bedre sikrer bestanden af egentlig skovtilknyttede dyr end fjernelse af bevoksningen, et synspunkt der oftest også er stor forståelse for.

### **Insekticider og pattedyr**

Der kendes ingen danske og næppe nogen vesteuropæiske tilfælde af pattedyrdødelighed ved insekticidanvendelse i skov. Det viser sig da også, at hvis man virkelig ville dræbe pattedyr ved udsprøjtning af insekticider, kræves der for det første »stærke« insekticider. Dernæst kræves en dosering, der er ca. 5 gange stærkere end insektbekæmpelsens (f.eks. til at dræbe mus).

Det skal her blot nævnes, at musegifte nødvendigvis må være pattedyrfarlige og tillige for andre varmblodede dyr. De må derfor kun udlægges - ikke udsprøjtes - hvor andre dyr ikke kan få fat i dem, en regel, der ikke altid er blevet fulgt.

### **Konklusion insekticider**

Såvel det foregående afsnit som denne konklusion må ses i lyset af skovbrugets generelt beskedne pesticidanvendelse.

Det følger nemlig af det foregående, at virkningerne på anden fauna af enkeltbehandlinger med insekticider af flere grunde må anses for meget beskedne uanset, at der umiddelbart kan dræbes især en del andre insekter.

Hvor der derimod på samme areal med kort tids mellemrum, måske endda årligt, foretages insektbekæmpelse, muligvis fordi man har at gøre med den på figur 5.1, side 97, som type D omtalte skadedyrsituation, må virkningerne imidlertid bedømmes anderledes. Dels når den normale genetablering af den øvrige fauna måske ikke at ske. Dels vil nogle faunagrupper genetablere sig langsommere, eller til stadighed bliver mere generet end andre. Endvidere



vil der for insektædende arter kunne blive tale om - ikke forgiftning men - fødemangel. Der opstår herved mere permanente faunaforringelser og -forskydninger. Sådanne forskydninger behøver ikke nødvendigvis at have økonomiske konsekvenser, men det er tænkeligt, at de får det. Således kan de arter, der generes mest, være skadedyrets fjender. F.eks. er snyltehvepse og -fluer relativt sårbare for insekticider. Hertil kommer naturligvis, at enhver faunaforringelse i sig selv er uønsket.

En anden ulempe ved stadig brug af samme insekticid kan imidlertid være, at den i løbet af et antal generationer fører til resistens hos skadeinsektet, altså mindre påvirkelighed af giften. En meget hyppig bekæmpelse vil derfor have tendens til at gøre sig selv endnu hyppigere eller med andre ord blive mindre virksom. I økologisk henseende er denne type problemer oplagte emner for anvendelse af alternative, f.eks. skovdyrkningsmæssige, forebyggelsesmetoder.

### **Ændringer i pesticidvalget**

I årenes løb bliver der af Miljøstyrelsen gennemført stadige justeringer i listen over tilladte insekticider. Tendensen har været at erstatte stærke gifte med svagere, men især at eliminere de langsomt nedbrydelige (persistente) insekticider. Samtidig er der udviklet en del mere hensigtsmæssige insekticider. For eksempel er nogle af de tidligere nævnte syntetiske pyrethroider (s. 106) ca. 8000 gange mindre giftigt for rotter end parathion, men lige så effektivt mod insekter. Der fremstilles endvidere midler, der generer visse specielle livsprocesser i insekter, f.eks. deres huddannelse. Sådanne insekticider, f.eks. difluron, er derfor meget lidt giftige for varmblodede dyr. Man kan håbe, at denne type insektgifte eller biologiske bekæmpelsesmidler, der på lignende måde kan anvendes til hurtig indsats efterhånden erstatter de traditionelle insektgifte.

## **9.4 Litteratur**

*Bejer, B., 1979:* Forstzoologi. Nucleus Forlag. 247 pp.

*Bejer, B., 1982:* Insecticider og fauna. I »Miljøforvaltning«. DSR forlag, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. (Flere udg.).

*Bejer-Petersen, B., Hermansen, P.R. & Weihe, M., 1972:* On the effects of Insecticide Sprayings in Forests on Birds Living in Nest Boxes. Da. Ornith. Foren. Tidsskrift 66: 30-50.

*Bicheludvalget, 1999:* Rapport fra Underudvalget for Miljø og Sundhed, Miljøstyrelsen, 243 sider.

*Boëtius, J., 1963:* Vandforurening og fiskeforgiftning. I Dansk Natur Dansk Skole: 51-64.

- Bollen, G.J., 1982:* Fungicide resistance and microbial balance, pp. 161-176. In: Dekker, J. & S.G. Georgopoulos (eds). Fungicide resistance in crop prod Commonwealth Mycological Institut. Surrey, England.
- Burns, R.G., Davies, J.A., 1986:* The microbiology of soil structure. Biological Agriculture and Horticulture, 3, 95-113.
- Chakravarty, P. & Chatarpaul, L., 1990:* Non-target Effect of Herbicides: I. Effect of Glyphosate and Hexazinone on Soil Microbial Activity, Microbial Population, and In-Vitro Growth of Ectomycorrhizal Fungi. Pesticide Science, 28, 233-241.
- Cramer, H.H., 1957:* Zur Frage der Insektizid, Auswirkung auf Wald-biozönos. Merck Blätter, 62 pp.
- Dahl, J. & Bejer-Petersen, B., 1960:* Om virkningen af kemisk skadedyr-bekæmpelse på insekter og spindlere i en granskov. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 26: 273-312.
- Dimond, J.B. & Owen, R.B., 1996:* Long-term residue of DDT compounds in forest soils in Maine. Environmental Pollution, 92: 227-230.
- Domsch, K.H., G. Jagnow & Anderson, T.-H., 1983:* An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil microorganisms. Residue Reviews, 86: 65-105.
- Elmholt, S., Frisvad, J.C. & Thrane, U., 1993:* The side-effects of fungicides on soil mycoflora with special attention to tests of fungicide effects on soil-borne pathogens, pp. 227-243. In: Altman, J. (ed.) Pesticide Interactions in Crop Production: Beneficial and Deleterious Effects. CRC Press, New York
- GEUS, 1997:* Pesticider og nedbrydningsprodukter i Grundvandsovervågning 1997, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Thoravej 8, 2400 København NV.
- Helweg, A., 2000:* Pesticider og talmagi, Jord og Viden, nr. 14, p. 15-17.
- Helweg, A., 1994:* Mange kilder til grundvandsforurening med bekæmpelsesmidler, Vandteknik, 1994, 3, 110-117.
- Helweg, A. & Hansen, L.S., 1997:* Fremtidens fyldeplads. Landsbladet Mark, 1997, 4: 4-6.
- Holm, E. (Red.) (1977):* Biologisk bekæmpelse af skadedyr. Kaskelot-Biologforbundets Forlag. 144 pp.
- Lappin, H. M.; Greaves, M. P. & Sargent, J. H., 1985:* Degradation of the herbicide mecoprop (2(2-methyl-4-chlorophenoxy)propionic acid) by a synergistic community. Applied and Environmental Microbiology 49: 429-433.

- Ljungdahl L. G. & Eriksson, K-E., 1985: Ecology of Microbial Cellulose Degradation, pp 237-299. In: Marshall, K. C.(ed.), Advances in Microbial Ecology. Plenum Press, New York.*
- Lockwood, L.H., 1986: Soilborne plant pathogens: Concepts and connections. Phytopathology, 76: 20-27.*
- McMillan, J.H., 1981: Biological studies of the effects of farm-forestry management of pasture: Earthworms. Journal of Agricultural Research, 24, 259-265.*
- Miljøstyrelsen (årlig): Oversigt over godkendte bekæmpelsesmidler.*
- Moore, D.G. & Loper, B.R., 1980: Soils. DDT Residues in Forest Soils and Soils of Western Oregon, September-November 1966. Pesticides Monitoring Journal, 14: 77-85.*
- Perring, F.H. & Mellanby, K. (Red.), 1977: Ecological Effects of Pesticides. Academic Press. 193 pp.*
- Reddersen, J.; Elmholt, S. & Holm, S., 1998: Danish Environmental Protection Agency, editor. Indirect Effects of Fungicides and Herbicides on Arthropods. Copenhagen, 44. Pesticides Research.*
- Schreiber, B. & Brink, N., 1989: Pesticide toxicity using protozoans as test organisms. Biology and Fertility of Soils, 7, 289-296.*
- Stenvang, L. & Helweg, A., 2000: Kan risikoen for punktforureninger med pesticider minimeres? 17. danske Planteværnskonference, Under publicering.*
- Swift, M.J., 1976: Species diversity and the structure of microbial communities in terrestrial habitats, pp. 185-222. In: Anderson, J.M. and A. Macfadyan (eds), 1976. The role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes. Blackwell Scientific Publications, Oxford.*
- Tisdall, J.M., & Oades, J.M., 1982: Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, 33: 141-163.*
- Vogel, J., Funke, W. & Wilhelm, N., 1989: Reaktionen euedaphischer Collembolen eines Fichtenforstes auf Pflanzenschutzmittel. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band XVIII: 469-472.*

# 10. Udbringning af plantebeskyttelsesmidler

*Frans Theilby, Skov & Landskab (FSL)*

## 10.1 Beslutningsparametre

Formålet med brugen af plantebeskyttelsesmidler er at opnå en bestemt effekt i forhold til kulturen. Det er ikke nødvendigvis det samme som 100 % effekt imod ukrudt og skadedyr. Meget ofte vil et økonomisk optimum for en behandling ligge på 70-80 % virkning i forhold til skadegørerne.

For at opnå den ønskede effekt med den lavest mulige dosering af plantebeskyttelsesmiddel, skal man kende til en række faktorer som:

- Ukrudtets sammensætning og udviklingstrin
- Skadedyrenes biologi og population
- Klimaforhold på udbringningstidspunktet
- Udbringningsteknik

I landbruget har man opbygget et beslutningsstøttesystem (PC-Planteværn), hvor landmanden via sin PC'er kan trække på en lang række forsøgs- og forskningsresultater med forskellige midler og doseringer, og derefter kombinere dette materiale med de faktiske forhold omkring den aktuelle sprøjtning. Afprøvninger af PC-Planteværn som beslutningsstøttesystem i kornafgrøder viser, at det er muligt i gennemsnit at reducere doseringen til det halve uden at tabe udbytte og uden at efterlade uønskede ukrudtsproblemer.

I skovbruget har vi ikke sådanne avancerede beslutningsstøttesystemer, men der foreligger et stort erfaringsmateriale, som kombineret med rigtig udbringningsteknik vil kunne give den ønskede effekt ved et reduceret forbrug af plantebeskyttelsesmidler.

### 10.1.1 Ukrudtets sammensætning og størrelse

For enårigt ukrudt gælder generelt, at jo mindre ukrudtet er, jo lettere er det at bekæmpe. Det skyldes bl.a., at i unge planter er en større procentdel af cellerne i vækst, hvilket gør de unge planter mere sårbare. Endvidere vil unge planter ofte have færre næringsreserver at tære på end ældre planter.

Unge blade har et mindre veludviklet vokslag og kutikula end ældre blade, og der er med en række herbicider fundet en større optagelse i unge end i ældre blade. På de tidlige udviklingstrin udgøres en større del af bladmassen af unge blade end på senere udviklingstrin, hvilket er en medvirkende årsag til den bedre effekt på de tidlige udviklingstrin.

Flerårigt ukrudt er som regel mest følsomt på de udviklingstrin, hvor der er den største transport af kulhydrater ned til formeringsorganerne, det vil sige rødderne eller udløberne. Det betyder, at det optimale sprøjtetidspunkt ofte er på et senere udviklingstrin end for en-årige ukrudtsarter. For eksempel bør sprøjtninger med glyphosat (Roundup o.a.) mod Alm. kvik ikke udføres før 4-5 bladstadiet. Det skyldes, at på dette udviklingstrin vender transporten af kulhydrater i planten fra at være fra »rod til top« til at være fra »top til rod«. Flerårige tokimbladede ukrudtsarter som f.eks. Ager-Tidsel, Ager-Svinemæk og Grå Bynke er ligeledes mest følsomme på senere udviklingstrin.

### **10.1.2 Skadedyrenes biologi og population**

*Hans Peter Ravn, Skov & Landskab (FSL)*

#### **Bekæmpelsestærskler**

I de beslutningsstøttesystemer, man anvender indenfor for land- og havebrug, opererer man med anvendelsen af bekæmpelsestærskler - det vil sige, hvor stor tæthed af skadedyr skal være, for at bekæmpelse kan anbefales. Bekæmpelsestærsklen fastlægges ud fra et kendskab til den skade, som det enkelte skadedyr forvolder på planter afhængig af det udviklingstrin, sort mv. samt ud fra kendskab til den aktuelle udviklinghastighed i skadedyrpopulationen. Ud fra forsøg har man beregnet sig frem til den såkaldte økonomiske skadetærskel. Det er den tæthed af skadedyr (eller andre skadevoldere), hvor udgiften til bekæmpelse netop modsvarer værdien af det tab, man ville lide ved at undlade bekæmpelse. Bekæmpelsestærsklen er det niveau af skadevoldere, hvor bekæmpelse bør iværksættes for at undgå, at tætheden af skadedyr udvikler sig over den økonomiske skadetærskel. I skovbrug og pyntegrøntproduktion har man endnu ikke udviklet egentlige bekæmpelsestærskler for skadedyr. Ofte kan man høre, at »ved én alm. ædelgranlus pr. kvist, bør man iværksætte bekæmpelse i nordmannsgran«. Dette er ikke korrekt. Reproduktionspotentialet hos hunnerne af alm. ædelgranlus er stort - måske 300 æg pr. hun. Men en række naturlige reguleringsmekanismer påvirker udviklingen således, at det jo faktisk ikke er alle træer eller alle kulturer, der kræver behandling hvert år.

#### **Behovsvurdering**

Principielt bør der forud for enhver bekæmpelse ske en bedømmelse af behovet. Ellers udfører man »plansprøjtning«. Dette er en praksis, som er uhen-sigtmæssig såvel økonomisk som miljømæssigt, og som andre grene af jordbruget er gået bort fra for årtier siden.

Bedømmelsen bør ske så tæt på tidspunktet, hvor skaden formodes at indtræffe. Dog kan hensynet til hvilke livsstadier hos skadedyret, som er modtagelige for sprøjtemidlet, berettige et andet bekæmpelsestidspunkt. Dette gælder f.eks., når man anbefaler efterårsbehandlinger med pyrethroider mod alm. ædelgranlus i nordmannsgran. Dette skyldes, at midlet ikke har effekt på æggene. Man søger derfor at placere bekæmpelsen på et tidspunkt, hvor æg ikke er til stede i populationen.



### **Vejl. bekæmpelsestærskler**

Behovbaseret bekæmpelse af skadevoldere forudsætter, ud over simple og sikre bedømmelsesmetoder, at man har en velunderbygget bekæmpelsestærskel. I mangel af egentlig forskningsbaserede bekæmpelsestærskler anvender man ofte en erfaringsbaseret, vejledende skadetærskel.

Som eksempler på vejledende skadetærskler i juletræsproduktion kan nævnes:

- Galmider i nordmannsgran: Ved tætheder over 100 galmider pr. 100 nåle i perioden april-oktober.
- Viklere i nordmannsgran/nobilis: Ved »mange« ( f.eks. > 5 pr. gren) små sommerfugle med hvide vinger i april-maj samt forekomst af brune »nåle-reder« i efteråret forinden.
- Ædelgranlus i nordmannsgran: Hvis der ved undersøgelse af træer de sidste tre år før høst umiddelbart før udspring findes mere end 5 æglæggende hunner ved undersøgelse af de øverste grenkranse.
- Gråsnuder i nordmannsgran/nobilis: Ved mere end 5 biller pr. træ på de øverste grenkranse og topskuddet i august-november.

### **Andre forhold**

Andre forhold vedrørende dyrenes biologi kan have betydning i forbindelse med udbringningen af bekæmpelsesmidler. For de fleste bekæmpelsesmidler gælder det, at deres effektivitet øges væsentligt, hvis de rammer dyrene direkte. Dette kan eksemplificeres ved, at flere har gjort den erfaring, at anvendelse af pyrethroider i doseringer som mod ædelgranlus også har effekt på gråsnuder, hvis midlet udbringes i timerne umiddelbart efter solnedgang, hvor billerne er mest aktive. Udbragt om dagen har denne dosis ringe effekt, da billerne her sidder stille og mere skjult.

Hvis det skadelige livsstadium lever skjult, indskrænkes mulighederne for bekæmpelse, og timingen bliver overordentlig vigtig. Hvis man f.eks. under klipningen af nobilis i efteråret har konstateret tiltagende tæthed af brune nåle spundet sammen i reder af ædelgrannåleviklere, gælder det om at holde øje med viklernes flyvning i foråret. Dette sker ved fra midten af april jævnlige ryste grenene. Hvis der herved flyver mange små sommerfugle op med hvide bagvinger, drejer det sig højst sandsynligt om tidlig ædelgrannålevikler. Bekæmpelsen retter sig mod larverne. Disse klækker af æggene ca. 2-3 uger efter begyndende flyvning. Sprøjtningen bør derfor udskydes til dette tidspunkt - som varierer fra år til år afhængig af de aktuelle vejrforhold. For de sprøjtninger, der for at virke kræver kontakt med skadedyret, gælder det naturligvis, at udbringningen sker, så dækning bliver så effektiv som muligt. Ædelgranlus og galmider sidder ofte på skudaksen på begge sider af nålene, og for galmidernes vedkommende i nogle tilfælde i de indre dele af træet. Især for de alternative midler, der har været under afprøvning (feks. sæbeolie, gelatine og svovl), gælder det, at disse for at virke skal udbringes, så de rammer dyrene direkte. Man skal derfor passe på ikke at gå for langt ned i de vandmængder, der anvendes til udbringningen.

## 10.2 Udbringningsteknik

Når man har valgt middel og sprøjtetype, består opgaven i valg af vandmængde, dysetype- og størrelse, tryk- og kørehastighed. Normalt vil der være angivet forslag til disse på kemikalieetiketten. Alligevel bør man kende de vigtigste sammenhænge mellem dysestørrelse, tryk, forstøvning, afsætning og vinddrift for at kunne gennemføre sprøjtningen optimalt. En udførlig gennemgang af disse sammenhænge, herunder også beregning af sprøjtemiddel samt kalibrering af de forskellige sprøjtetyper findes i »Grundbog for sprøjteførere« fra Landbrugets Informationskontor. Bogen benyttes som undervisningsmateriale ved undervisningen til sprøjtecertifikat- og sprøjtebeviskurser, og indeholder ligeledes grundlæggende viden om sprøjtekomponenter.

I »Grundbog for sprøjteførere« findes ligeledes en gennemgang af mark-sprøjter, tågesprøjter, rygsprøjter og CDA-sprøjter. Den følgende gennemgang koncentrerer sig derfor om de afskærmede specialsprøjter, der anvendes i skovbruget.

### 10.2.1 Afskærmede sprøjter

*Håndsprøjter* med forskellige former for afskærmning fremstilles i mange varianter. Fælles for de fleste er, at de ikke er fremstillet til professionel brug. Skærmen bør være forstærket omkring befæstigelsen, fordi belastningen på dette sted er betydelig, når skærmen føres gennem vegetation. Sprøjteskærmen fra ICI og CP3-rygsprøjten opfylder disse krav, og er de mest anvendte i skovbruget.

En variant af CDA-sprøjten i form af håndtrukne afskærmede sprøjter findes i THT sprøjteskærmen og Flexspray-sprøjten. THT sprøjteskærmen består af en glasfiberskærm med ramme og skinner af galvaniseret jern for montage af CDA-Sprøjten. Skærmen trækkes på 2 meder. Den findes i 2 versioner med en bredde på henholdsvis 50 og 80 cm. Med en vægt på 15 kg er



Figur 10.1. Rygsprøjte med udstyr til afskærmet sprøjtning.

den dog tung at trække. Flexspray-sprøjten er opbygget over en ramme af PVC-rør, påmonteret en fleksibel skærm med en afskærmningsdug. Bredden er variabel fra 90 til 140 cm via en forskydelig stangforbindelse bagest på sprøjten. Trækstangen kan ligeledes forskydes trinløst, hvorved højden kan afpasses til brugeren. De to rotationsforstøvere drives af et opladeligt 6 volts batteri, som er befæstet med en clipsanordning foran på sprøjten. Rotationsforstøvernes frihøjde er 20 cm, og de er afskærmede med grenafvisere, så stød og kraftig vegetation ikke beskadiger spredhovederne. Sprøjtevæsken medbringes i en 10-liters ryggtank, som via en adapter forbindes med slangerne på sprøjten. Flexspray-sprøjten vejer 9 kg inkl. batteri.

*Kærresprøjter* findes i flere udgaver, hvoraf den simpleste er en rygsprøjte med en stempelpumpe, der drives via en exentrik på kærrens hjul. Spredbredden er justerbar mellem 20-120 cm vha. fjederpåvirkede metalskærme. Flere typer af kærresprøjter arbejder med CDA- rotationsdyser. Den mest avancerede af disse kærresprøjter er Mancar 110 GP sprøjten til udbringning af ufortyndet Roundup.

Kærren består af et redskabsstativ med styr, 1 hjul med diameter på 560 mm, 2 rotationsdyser monteret i en justerbar sprøjteskærm, beholder (1 l) med stophane og sugesi, justerbar doseringspumpe med 2 trykledninger samt batteri. Den justerbare doseringspumpe er monteret på hjulets nav, hvorved doseringen er gjort hastighedsafhængig. Fra pumpen føres væsken videre til de to batteridrevne rotationsdyser, hvorfra den slynges ud i vegetationen. Rotationsdyserne er monteret lodret, og overskydende væske opsamles i et reservoir, hvorfra den »genbruges«. Reservoirkapaciteten er 0,05 l. Sprøjtevinklen og dermed spredbredden for rotationsdyserne kan justeres ved hjælp af to trinløst justerbare skærme ved hver rotationsdyse. Kærresprøjten afgiver ved hjælp af den hastighedsafhængige doseringspumpe fra 1-4 l pr. ha i traditionelle kulturer med rækkeafstand fra 0.8-1.2 m.



Figur 10.2. Afskærmet CDA sprøjte af typen Flexspray.

*Smalle rækkegående traktorsprøjter* er udviklet af flere firmaer i de senere år med Silvatecs specialsprøjte som en af de første. Fælles for disse små traktorer med en sporvidde på 80-100 cm er den dårlig førerergonomi med meget stor rygbelastning af traktorføreren.

*Portaltraktorer* med frihøjder fra 2-3 m anvendes i stigende grad dels med traditionelle bomsprøjter og dels med forskellige former for afskærmet sprøjtning. Generelt er førerergonomien væsentligt bedre på disse maskiner end på de smalle rækkegående traktorsprøjter.

### 10.3 Litteratur

*Kjærbølling, L., 1995:* Dækafgrøder som alternativ ukrudtsbekæmpelse. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.3-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Kjærbølling, L., 1997:* Jorddækning som alternativ til kemisk ukrudtskontrol. Pyntegrøntserien nr. 6-1997. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 66 s. ill.

*Kjærbølling, L., 1998:* Jorddækning som alternativ til kemisk ukrudtskontrol. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.3-1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Keller, B., 1995:* Mekanisk kulturrenholdelse ved jordbearbejdning - I. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.2-2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Keller, B., 1995:* Langfingerharve. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.2-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Keller, B., 1995:* Hydraulisk skuffejern. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.2-4. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Keller, B., 1997:* Mekanisk kulturrenholdelse på »husmandsniveau«. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.2-5. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F., 1994:* Fåregræsning i pyntegrøntkulturer. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.3-2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F., 1994:* »Kriska« Universalmaskine. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F., 1995:* Afskærmet sprøjtning. Erfaringsopsamling med specialsprøjten. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-4. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F., 1997:* Teknisk afprøvning. Mankar 110 GP kærresprøjte. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-6. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F., 1997:* Flexspray-sprøjten. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-7. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F. & Christensen, P., 1995:* Tågesprøjtning med Hardi Combi-3. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.1-5. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F. & Keller, B., 1995:* Specialtraktorer til renholdelse i juletræskulturer - I. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.0-1. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.

*Theilby, F. & Keller, B., 1995:* Specialtraktorer til renholdelse i juletræskulturer - II. Videnblade Pyntegrønt nr. 5.0-2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 2 pp.



# 11. Arbejdsmiljø og værnemidler

*Frans Theilby, Skov & Landskab (FSL)*

## 11.1 Lovgivning

I Arbejdstilsynets bekendtgørelse om brug af personlige værnemidler hedder det, at hvis arbejdet ikke på anden måde kan planlægges, tilrettelægges og udføres sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarligt, må arbejdsgiveren kun lade arbejdet udføre, såfremt der anvendes personlige værnemidler.

I forbindelse med udbringning af plantebeskyttelsesmidler har arbejdsgiveren således pligt til:

- at forsyne den ansatte med personlige værnemidler.
- at afholde udgifter til anskaffelse, vedligeholdelse og renholdelse af de personlige værnemidler.
- at sørge for, at den ansatte får instruktion og oplæring i brugen af udstyret samt oplyses om de risici, der er forbundet med at undlade benyttelsen.
- at sørge for, at personlige værnemidler benyttes straks ved det pågældende arbejdes begyndelse og under hele arbejdets udførelse.

Arbejdslederens pligter er tilsvarende.

- at påse og medvirke til, at personlige værnemidler er tilstede, hvor det er påkrævet, og at de bliver benyttet på sikkerheds- og sundhedsmæssigt forsvarlig måde.

Den ansatte skal:

- bruge de udleverede personlige værnemidler straks ved arbejdets begyndelse og under hele dets udførelse.
- medvirke til at udstyret virker efter hensigten og meddele evt. fejl og mangler til sikkerhedsrepræsentant, arbejdsleder eller arbejdsgiver.

### 11.1.1 Krav om uddannelse

Ved erhvervs-mæssig anvendelse af bekæmpelsesmidler kræves en dokumentation for, at den ansatte har modtaget undervisning i miljø- og sundhedsmæssig forsvarlig anvendelse af bekæmpelsesmidler.

Uddannelserne består af to typer kurser med tilhørende prøver. Sprøjtetifikat (14-dages kursus på 74 timer) og sprøjtebevis (2 dages kursus på 12 timer). Alle brugere af bekæmpelsesmidler skal have en af de 2 uddannelser, og man kan ikke bare vælge den korteste. Uddannelsen afhænger af, hvem brugeren er, og hvordan midlerne skal anvendes. Kurser og prøver afholdes af Skovskolen, AMU-centre, landbrugsskoler m.fl.

For skovbruget vil reglerne i praksis betyde følgende:

- skovarbejdere, skovfogeder, entreprenører og andre, der i praksis håndterer og udbringer bekæmpelsesmidler, må kun gøre dette, hvis de har sprøjtecertifikat.
- ansatte skovarbejdere og skovfogder, der arbejder mindre end 4 timer pr. år med bekæmpelsesmidler, skal have et sprøjtebevis.
- personer, der kun udbringer vildtafværgningsmidler ved påsmøring og ikke ved udsprøjtning, skal have et sprøjtebevis.
- elever under uddannelse behøver hverken certifikat eller bevis for at sprøjte, hvis de er under instruktion af en person, der har certifikat/bevis.

Nogle af de eksisterende jordbrugsuddannelser skønnes at kunne modsvare sprøjtecertifikat-kurserne. Personer, der har gennemført f.eks. EFG-Skovbrug eller skovtekniker uddannelsen efter den 1. januar 1991, behøver således hverken at gennemgå certifikat-kurser eller bestå prøver. Personer, der har gennemført en af Landbohøjskolens uddannelser, behøver ikke gennemgå certifikatkurser, men de skal dog aflægge og bestå prøverne.

### **X-middel certifikat**

Anvendelse og køb af »Meget giftige« og »Giftige« midler kræver et X-middel certifikat, som udstedes, når man har gennemgået et specialkursus. Et sprøjtecertifikat kan ikke erstatte et X-middel certifikat - og heller ikke omvendt.

#### **11.1.2 Sprøjtejournaler og eftersyn af sprøjteudstyr**

Med en bekendtgørelse om sprøjtejournaler og eftersyn af sprøjteudstyr i jordbruget (Bek. nr. 492 af 7. juni 1994) fastsatte Landbrugsministeriet i 1994 regler om, at de allerfleste jordbrugere fremover skal føre sprøjtejournaler. Samtidig blev det bestemt, at der skal udføres stikprøvevise kontroller af det anvendte sprøjteudstyr. Det er Plantedirektoratet og dets kontrollanter, der står for administration og kontrollen efter denne bekendtgørelse.

Næsten alle ejere og brugere af jordbrugsbedrifter er omfattet. Dog er registrerede skovejendomme samt landbrugsbedrifter med et samlet jordtilliggende inkl. forpagtede arealer under 10 ha fritaget. Det samme gælder arealer, der udelukkende anvendes til skovbrug. Det betyder i praksis, at **næsten alle arealer med juletræer og pyntegrønt under 10 år fra plantning er omfattet**, uanset om dyrkningen foregår indenfor eller udenfor skovgården, med mindre bedriften totalt er under de nævnte 10 ha.

Med andre ord er **bl.a. følgende omfattet:**

- alle landbrugsbedrifter på 10 ha og derover
- de fleste fredskovspligtige arealer med juletræer og pyntegrønt under 10 år fra plantning
- alle planteskoler

mens følgende **ikke er omfattet**:

- landbrugsbedrifter under 10 ha
- arealer tilplantet med træarter, der kun anvendes til skovbrug
- busketter og grønne områder hos kommuner og amter m.v.
- arealer med juletræer og pyntegrønt på 10 år eller derover
- arealer med juletræer og pyntegrønt på registrerede skovejendomme (Told- og Skattestyrelsens benyttelseskode 06)

I praksis kan det være besværligt eller umuligt at skelne mellem juletræs- og pyntegrøntarealer under eller over 10 år, så det må anbefales, at man betragter alle juletræsarealer og i hvertfald kulturstadier af klippegrøntbevoksningerne som omfattet af reglerne.

### **Sprøjtejournal**

Der er ikke nogle formelle krav til sprøjtejournalens udseende; den skal blot indeholde mindst følgende oplysninger:

- den enkelte kulturs identifikation (f.eks. afdelings- og litranummer)
- kulturens areal i ha med en decimal
- kulturtræart
- anvendt middel og dosering (for hvert bekæmpelses-, vækstregulerings- og vildtafværgningsmiddel)
- dato for udbringningen
- ejerens eller brugerens navn

Disse oplysninger vil de fleste juletræsdyrkere have registreret i forvejen, eventuelt sammen med diverse klimaoplysninger, i sprøjteplaner eller kulturkartoteker, så reglerne vil normalt ikke give øget arbejde for den enkelte skovfoged eller juletræsdyrker. I bilag 5 er vist en formular til sprøjtejournal, der også kan bruges som sprøjteplan.

Ifølge reglerne skal journalen føres løbende og senest 7 dage efter udbringningen. Journalerne skal opbevares i mindst 5 år. I de tilfælde, hvor man får udført sprøjtearbejdet af entreprenører, er det stadig ejeren/brugeren, der har pligt til at registrere oplysningerne.

### **Eftersyn af sprøjteudstyr**

På de samme ejendomme, der er omfattet af reglerne om sprøjtejournaler, kan Plantedirektoratets kontrollører stikprøvevis, efter forudgående aftale, henvende sig for at efterse, om sprøjteudstyret er i forsvarlig tilstand.

De nugældende regler er kun rettet mod de traditionelle marksprøjter med bom, og der er for tiden ikke fastsat regler om kontrol af de mange andre typer sprøjteudstyr, der anvendes i skovbruget.

Hvis man får henvendelse fra Plantedirektoratet med ønske om eftersyn af sprøjteudstyret, har man pligt til at stille det til rådighed på ejendommen i rengjort stand og fyldt med rent vand. Eftersynet er gratis for ejeren.

### **11.1.3 Arbejdspladsbrugsanvisning**

Arbejdsgivere, der har ansatte, der arbejder med stoffer og materialer, der kan være farlige for eller i øvrigt forringe sikkerhed eller sundhed, skal udarbejde arbejdspladsbrugsanvisninger til brug for arbejdet med disse stoffer og materialer. Alle bekæmpelsesmidler hører ind under den gruppe af stoffer og materialer.

Formålet med arbejdsgiverens brugsanvisninger er bl.a., at ansatte skal kende de farer, der er forbundet med brugen af midlet, og især kende foranstaltningerne mod disse farer. De ansatte skal derfor have brugsanvisningen udleveret og skal instrueres effektivt.

Brugsanvisningerne udarbejdes i samarbejde med sikkerhedsorganisationen, der derfor skal kende leverandørbrugsanvisningerne.

Arbejdsgiveren skal holde brugsanvisningerne ajour med ændringer i leverandørens brugsanvisninger. Erfaringer af sikkerheds- eller sundhedsmæssig betydning, der fås under arbejdet, skal tilføjes brugsanvisningerne, som bør være daterede og evt. nummererede.

Når de ansatte er blevet sat grundigt ind i brugsanvisningerne, kan disse f.eks. slås op i kemikalierummet eller samles på et sted, som de ansatte har let adgang til.

#### **11.1.3.1 Hvordan skal en arbejdspladsbrugsanvisning se ud?**

En arbejdspladsbrugsanvisning kan være

- en brugsanvisning udarbejdet specielt til arbejdspladsen
- en leverandørbrugsanvisning, hvor der er plads til tilføjelser under de enkelte punkter, suppleret med oplysninger, beregnet til den aktuelle arbejds-situation
- et tillæg, som beskriver forholdene på virksomheden, hæftet samme med en leverandørbrugsanvisning

#### **11.1.3.2 Arbejdspladsbrugsanvisningens indhold**

En arbejdspladsbrugsanvisning skal indeholde oplysninger om nedenstående 16 punkter, såfremt det er teknisk og fagligt muligt. Der stilles ikke noget krav til arbejdspladsbrugsanvisningens udformning, brug af bestemte overskrifter eller særlig rækkefølge af oplysningerne. Brugsanvisningerne skal være let forståelige, og oplysningerne skal gives på en overskuelig måde. Hvis der for et stof eller materiale ikke stilles særlige krav til de enkelte punkter, skal det tydeligt angives, f.eks. med teksten »ingen særlige«.

Leverandørbrugsanvisning og evt. teknisk datablad for det aktuelle middel indeholder generelle oplysninger om de 16 punkter. Det er arbejdsgiverens ansvar at tilføje de oplysninger, der gælder specifikt på den enkelte virksomhed.

1. Identifikation af stoffet/materialet og leverandøren, herunder oplysninger om handelsnavn samt et eventuelt produktregistreringsnummer tildelt af Arbejdstilsynet.

*Derudover skal arbejdsgiveren tilføje evt. interne navne, der bruges om produktet på virksomheden.*

2. Oplysning om indholdsstoffer og sammensætning, herunder de stoffer og materialer, der er klassificeringspligtige efter Miljøministeriets regler samt oplysninger om indholdsstoffer i form af organiske opløsningsmidler.

3. Fareidentifikation (fare for sundhed, sikkerhed og miljø).

4. Førstehjælpsforanstaltninger.

*Arbejdsgiveren skal tilføje oplysninger om, hvor førstehjælpsudstyr findes på virksomheden, og hvordan det anvendes samt evt. et telefonnummer, hvorpå der kan tilkaldes hjælp.*

5. Brandbekæmpelse, herunder oplysninger om forholdsregler ved brand.

*Arbejdsgiveren skal tilføje oplysninger om slukningsmateriellets placering på virksomheden.*

6. Forholdsregler overfor spild på virksomheden.

*Arbejdsgiveren skal tilføje oplysninger om, hvor hjælpemidler mv. til opsamling af spild findes på virksomheden samt evt. telefonnummer til lokale myndigheder i tilfælde af udslip til omgivelserne.*

7. Håndtering og opbevaring, herunder oplysninger om sikkerhedsforskrifter ved oplagring på virksomheden.

*Derudover skal arbejdsgiveren angive steder for oplagring på virksomheden samt evt. krav til emballage ved omhældning.*

8. Eksponeringskontrol (forebyggende foranstaltninger/personlige værnemidler), herunder oplysninger om forholdsregler ved udsættelse for stoffet eller materialet, og om særligt arbejdstøj og personlige værnemidler.

*Arbejdsgiveren skal tilføje oplysninger om nødvendige foranstaltninger på virksomheden samt hvilke værnemidler, der skal bruges i den aktuelle arbejdsituation (kvalitet og type), og hvor i virksomheden de opbevares.*

9. Fysisk-kemiske egenskaber.

10. Stabilitet og reaktivitet, herunder oplysninger om egenskaber ved opvarmning og brand.

11. Toksikologiske oplysninger, herunder oplysninger om evt. symptomer ved indtagelse eller optagelse i organismen.

12. Miljøoplysninger.



13. Bortskaffelse, herunder oplysninger om forholdsregler ved bortskaffelse.

*Arbejdsgiveren skal desuden oplyse om, hvor affald skal afleveres og hvor særlige beholdere er placeret.*

14. Transportoplysninger.

*Der skal tilføjes oplysninger om forholdsregler ved intern transport på virksomheden.*

15. Oplysninger om regulering, herunder oplysninger om anvendelsesbegrænsninger, krav om særlig uddannelse, særlige krav til alder mv.

16. Andre oplysninger, herunder anvendelsesområder på virksomheden.

*Arbejdsgiveren skal tilføje oplysninger om anvendelse i virksomheden samt evt. særlig uddannelse eller instruktion på virksomheden.*

Arbejdstilsynet har udarbejdet et standardskema med forslag til udformning af arbejdspladsbrugsanvisninger. Skemaet er indsat som bilag 1.

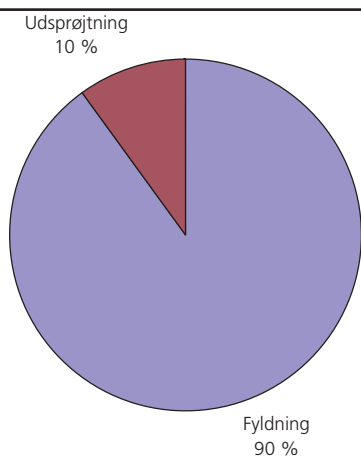
*Kilde: At-meddelelse nr. 3.02.2, 1997*

## **11.2 Sprøjteførerens pesticidbelastning**

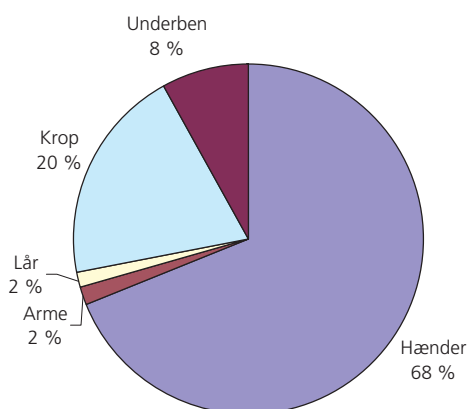
Både danske og udenlandske undersøgelser viser, at den største pesticidbelastning ved arbejde med alm. traktormonterede sprøjter stammer fra arbejdet med opblanding af midler og påfyldning af sprøjter. I de danske undersøgelser stammer ca. 90 % af den totale pesticidbelastning fra arbejdet med opblanding og tilberedning.

Fordelt på kroppen er det navnlig hænderne, der er udsat, idet samme undersøgelser viser, at 60 - 85 % af pesticidbelastningen afsættes på hænderne ved brug af traktormonterede sprøjter.

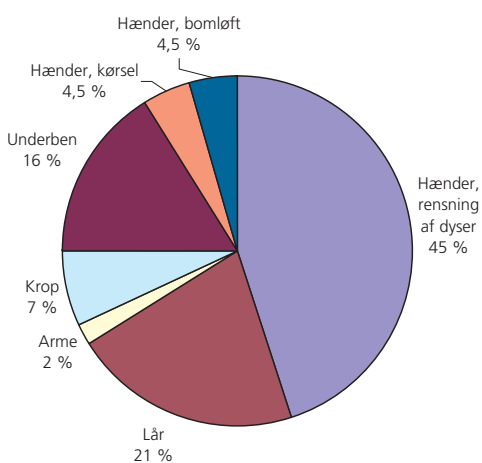
Ved arbejdet med ryg sprøjter ændrer billedet sig, idet 60 - 90 % af pesticidbelastningen rammer benene, fordi sprøjteførereren går i den sprøjtede vegetation.



Figur 11.1 viser, hvor stor en del af den belastning, som sprøjteføreren udsættes for, der stammer fra fyldning, og hvor stor en del, der stammer fra udsprøjtning. (Kirknel og Thellesen 1990 - Kilde: Grundbog for sprøjteførere 1992).



Figur 11.2 viser, hvilke dele af kroppen der er mest udsat ved tilberedning af sprøjtevæske. (Kirknel og Thellesen 1990 - Kilde: Grundbog for sprøjteførere 1992).



Figur 11.3 viser, hvilke dele af kroppen der er mest udsat ved udbringning. (Kirknel og Thellesen 1990 - Kilde: Grundbog for sprøjteførere 1992).

### 11.3 Krav til personlige værnemidler

Ved indkøb af personlige værnemidler skal man sikre sig, at det pågældende udstyr er CE mærket eller på anden måde kvalitetssikret til arbejdet med bekæmpelsesmidler. Der er imidlertid ikke nok, at værnemidlerne er i orden ud fra et sikkerhedsmæssigt synspunkt. Ofte opfattes værnemidlerne som hæmmende og besværlige at bruge, hvorfor der bør lægges stor vægt på bekvemmelighed, ergonomi og praktisk anvendelighed ved indkøbet.

Personlige værnemidler og arbejdstøj bør ikke opbevares sammen med bekæmpelsesmidler. Personlige værnemidler, der har været brugt ved opblanding, bør ikke medtages i førerkabinen.

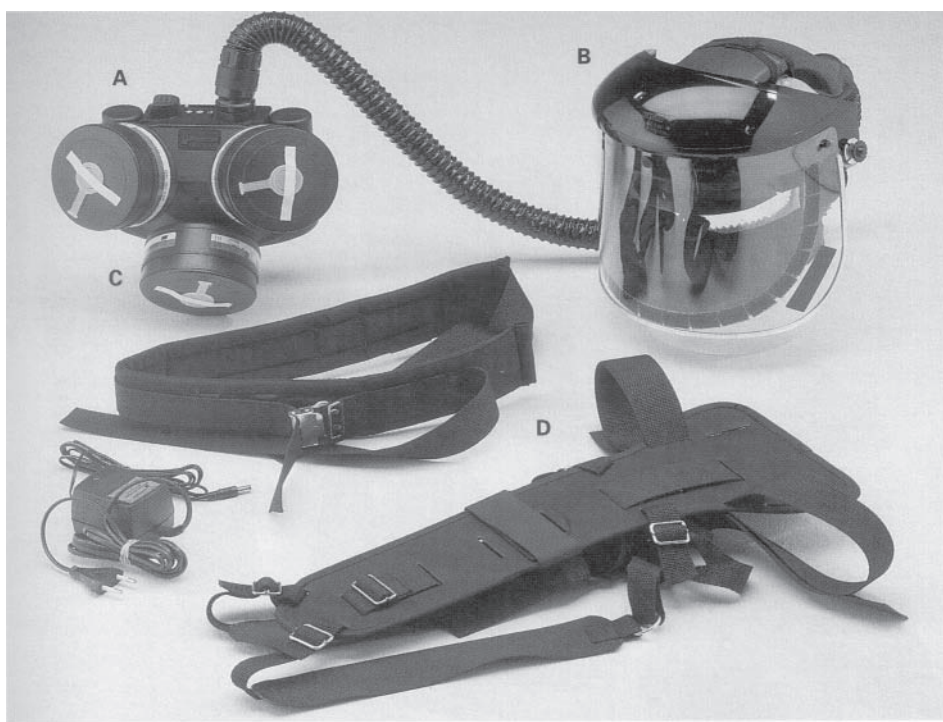
## 11.4 Valg af personlige værnemidler

Bekæmpelsesmidlets giftighed og udbringningsmetoden er bestemmende for, hvilke personlige værnemidler der kræves.

Det skal understreges, at anvendelsen af personlige værnemidler altid er en ekstra belastning for brugeren, hvorfor man ved valg af sprøjtemiddel bør inddrage de nødvendig personlige værnemidler i overvejelserne. Af etiketten vil fremgå, hvad der skal anvendes af værnemidler. Ud fra R- og S-sætningerne på etiketten må man derudover vurdere, om der, afhængigt af udbringningsteknikken, er behov for yderligere personlige værnemidler eller særligt arbejdstøj.



Nærmere detaljer om reglerne kan ses i Arbejdstilsynets vejledning »Sikkerhed og bekæmpelsesmidler«, der kan købes hos Arbejdstilsynet, tlf. 39 15 20 00.



Figur 11.4. Komplet åndedrætsværn med blæserenhed og batteri monteret i bælte. (Foto: Hedeselskabet).

### 11.4.1 Handsker

Beskyttelseshandsker bør benyttes ved al håndtering af bekæmpelsesmidler. Mange kemiske stoffer trænger igennem gummi og plast, og det er derfor ikke tilstrækkeligt at kræve af handskens, at den ikke går i stykker, går i opløsning eller bliver våd indeni.

Handskerne skal være af nitril- eller butylgummi eller andet lige så uigennemtrængeligt materiale og være så smidige, at man kan udskifte dyser med dem på.

Polyvinylalkohol-handsker (PVA) er uegnede til arbejde med bekæmpelsesmidler, som udbringes i vand, idet de er gennemtrængelige for vand. Ligeledes er polyvinylchlorid (PVC) handsker heller ikke velegnede. Generelt kan siges, at en kraftig handske er bedre end de helt tynde, f.eks. bør »opvaskehandsker« aldrig anvendes ved arbejde med bekæmpelsesmidler.

Handskerne bør have et langt skaft, og jakkens ærmer skal gå ud over dette skaft. Vær opmærksom på, at arbejde med beskyttelsehandsker medfører fugtige hænder, som gør huden lettere gennemtrængelig for kemikalier. Det vil derfor være en fordel at anvende en tynd bomuldshandske inden i gummihandsken.

**Der bør altid medbringes ekstra handsker ved udførelse af sprøjtearbejde.**

#### **11.4.2 Beskyttelsescreme**

Beskyttelsescreme som f.eks. Kerodex og Debba fås i forskellige typer til vådt og tørt arbejde. Ved arbejde med bekæmpelsesmidler må den kun benyttes som supplement til handskerne. De forskellige typer af beskyttelsescreme kan ikke forhindre optagelse af opløsningsmidler igennem huden; men de kan beskytte huden mod affedtning. Generelt er beskyttelsescreme af praktiske årsager ikke velegnet til arbejde med bekæmpelsesmidler.

#### **11.4.3 Støvler**

I stedet for at anvende dyre og tunge skovstøvler i forbindelse med sprøjtearbejdet, kan man med fordel bruge billige nitril-gummistøvler, som så kasseres efter sprøjtesæsonen.

#### **11.4.4 Overtrækstøj/sprøjtedragt**

Ved arbejde med bekæmpelsesmidler kan benyttes almindeligt regntøj i en svær kvalitet.

Til sprøjteopgaver af kortere varighed findes lettere engangsdragter af kunstfiber-materialer. Ved valg af engangsdragter til sprøjtearbejde skal vælges væsketætte typer.

Hvor der benyttes åndedrætsværn under sprøjtearbejdet, kan sprøjtedragten suppleres med en lille hætte, som dækker de dele af hovedet, som ikke beskyttes af masken. I visse hættetyper er der fra fabrikanten fastmonteret en halvmaske.

#### **11.4.5 Ansigtsskærm**

For at undgå at få stænk af sprøjtevæske i ansigtet kan man benytte en gennemsigtig skærm af f.eks. cellon eller polycarbonat (netvisir duer ikke). For at undgå dugdannelse på indersiden af skærmen, bør denne smøres regelmæssigt med et antidugmiddel. Visse typer fås til montage på hjelmen, mens andre har egen befæstigelsesanordning.

#### 11.4.6 Øjenværn

Hvor der på etiketten foreskrives brug af tætsluttende øjenværn, kan man ikke nøjes med en ansigtsskærm eller almindelige briller. Øjenværnet bør være dugfrit. De fleste typer fås i udgaver, som er beregnet til at bære over almindelige brillestel. Ofte passer tætsluttende øjenværn ikke sammen med en halvmaske, hvorfor helmasken bør anvendes i stedet. En øjenskylleflaske, fyldt med mindst 1 liter saltvand, bør altid medbringes ved sprøjtearbejde. Flasken er udformet, så man nemt kan skylle øjenæblet.

#### 11.4.7 Åndedrætsværn

Dersom luften på arbejdsstedet er forurennet, må man anvende åndedrætsværn for at tilbageholde forureningen inden indånding. Åndedrætsværn opdeles i filtermasker og luftforsynede åndedrætsværn.

Filtermasker opdeles i halv- og helmasker. Halvmasker beskytter næse og mund og kan kombineres med øjenværn. Helmasker beskytter øjne, ansigtshud, mund og næse og har væsentlig mindre lækage end halvmaskerne. For begge masketyper vedkommende filtreres den indåndede luft igennem et eller to filtre, hvor den renses. Den udåndede luft ledes ud af masken gennem en eller flere udåndingsventiler.

Uanset om man vælger helmaske eller halvmaske, er det filterindsatsen, som er afgørende for beskyttelseeffekten i masken. Filtrene, som anvendes, opdeles i støvfiltere, gasfiltere og kombinationsfiltere.

Støvfiltere må kun anvendes mod støv, røg og tåge fra midler, som ikke afgiver skadelige gasser eller dampe. Filtrene godkendes i tre klasser:

P1: Laveffektfiltere

P2: Middeffektfiltere

P3: Højeffektfiltere

Støvbelægning på filtret vil efterhånden øge åndedrætsmodstanden. Når denne bliver belastende, udskiftes filtret. Beskadede filtre skal omgående udskiftes.

Gasfiltere værner brugeren imod skadelige gasser og dampe. Efter deres anvendelses-formål opdeles gasfiltere i forskellige typer, betegnet med bogstaver og farvekoder. Filtertypen A (brun farvekode) beskytter mod organiske dampe og opløsningsmidler, og det er denne filtertype, der skal anvendes ved arbejde med bekæmpelsesmidler, som afgiver skadelige gasser og /eller dampe. Efter deres kapacitet inddeles filtrene i tre klasser:

A1: Laveffektfiltere

A2: Middeffektfiltere

A3: Højeffektfiltere

A1 filtre kan kun anvendes til kortvarige opgaver med mindre skadelige midler i lave koncentrationer. A2 skal benyttes, hvis opgaven er langvarig og / eller der benyttes farligere midler og /eller høje koncentrationer.



Gasfiltre er pakket i lufttætte pakninger, og de har efter udpakning en begrænset levetid. Til forskel fra støvfiltre bliver gasfiltre mindre effektive ved brugen, og filtret skal skiftes efter fabrikantens forskrifter.

### **Der skal altid skiftes filtre, når man kan begynde at lugte de kemikalier, der arbejdes med.**

Vær opmærksom på, at brugte støv- og gasfiltre ikke kan gøres brugbare igen, men skal kasseres. Det er ikke tilladt at arbejde med åndedrætsværn mere end sammenlagt tre timer på én arbejdsdag.

Kombinationsfiltre består af både støv- og gasfilter og anvendes ofte i halvmasker ved udbringning af bekæmpelsesmidler, som afgiver skadelige dampe. Kombinationen af disse filtre består som oftest af et støvfilter af klasse P2 eller P3 yderst og et gasfilter af klasse A2 inderst mod masken. Kombinationsfiltre benævnes f.eks. A2P2. Dråber af sprøjtevæsken opfanges i støvfiltret, og dampene, som afgives derfra, opfanges af gasfiltret. Ligesom gasfiltrene har kombinationsfiltrene en begrænset levetid og skal være pakket i lufttætte pakninger med angivelse af sidste salgsdato.

Branchesikkerhedsrådet for Jordbruget har udarbejdet vejledninger til personlige værnemidler, dels for udbringning med marksprøjte og lignende samt for særlige udbringningsmetoder. På to fold-ud blade gives et samlet overblik over de mange krav om værnemidler ved forskellige sprøjtetyper og arbejdsopgaver.

Vær opmærksom på, at andre stoffer kan kræve andre typer filtre. F.eks. syrer eller ammoniak og nitrose gasser, der opstår ved brand i kunstgødning.

Filtermasker er livsfarlige i gylletanke og lukkede rum, hvor der sker iltfortrængning eller ved større udslip af f.eks. ammoniak, da de ikke beskytter mod iltmangel.

**Luftforsynede åndedrætsværn** anvendes i væksthuse og andre steder, hvor der forekommer høje koncentrationer, samt hvor åndedrætsværn skal anvendes i mere end tre timer dagligt. Luftforsynede åndedrætsværn findes i forskellige typer:

- Trykluftforsynet åndedrætsværn hvor en kompressor, placeret i ikke forurenede luft, pumper luft frem gennem en slange til masken, der således hele tiden får tilført frisk ren luft. Overskudsluften samt udåndingsluften ledes ud gennem en ventil i masken. Bevægelsesfriheden er her begrænset af slangens længde.
- Trykluftforsynet åndedrætsværn, hvor luften medbringes i trykflasker, i øvrigt i samme system som før. Her er bevægelsesfriheden ubegrænset, til gengæld er trykflaskerne tunge at bære på, og typen er dyr og omstændelig i brug.
- Endelig findes en type, der består af en batteridrevet blæser, der suger luften ind gennem påmonterede filtre og blæser den gennem en slange til masken. Denne type har opnået stor popularitet blandt traktorførere. Væg-

ten ligger på et par kilo, og batterierne kan genoplades. Da luftgennemstrømningen er kontinuerlig, vil levetiden på filtre være kortere end ellers. Typen svarer ellers til filtermaskerne og er ligeledes farlig under omstændigheder, hvor der mangler ilt i luften.

Det er tilladt at arbejde med luftforsynet åndedrætsværn en hel arbejdsdag.

Masker er personlige, idet de efterhånden tager form efter ansigtet. Fuldskæg forhindrer en maske i at slutte tæt til ansigtet. Hel- og halvmasker kan kontrolleres for tæthed ved at holde hænderne eller et stykke plastik for filterene og ånde kraftigt ind. Masken skal, hvis den slutter tæt, da suges indad, uden at der kommer falsk luft ind mellem maske og ansigt.

## 11.5 Litteratur

*Christensen, P., 1993: Ændrede regler for sprøjtecertifikat. - Skoven 25: 313.*

*Christensen, P., 1994: Krav om sprøjtejournal og kontrol af sprøjteudstyr. - Skoven 26: 408.*

*Christensen, P. & Bentsen, N.S., 2000: Planteværn 2000. Sprøjtekompendium. - Forskningscentret for Skov & Landskab og PC-Consult, 18. udg., 2000-02-07.*



# Bilag 1. Sprøjtejournal

Skov & Landskab (FSL) 2002									
Sprøjteplan og-journal	Ejendom	+	År 2002	Filnavn	side				
Afdeling/litra									
Areal, ha.									
Kulturtræart									
Hjælpetræart									
Overstandere									
Ukrudt									
Metode									
Kemikalie									
Kr / liter (kg)									
V. stof / liter i %									
Kg. v. stof / ha									
I væske / ha									
Mandtimer / ha									
Traktortimer / ha									
Entreprentimer /ha									
<b>Registreret forbrug</b>									
Handelsvare									
Liter vædske									
Mandstimer									
Traktortimer									
Entreprentimer									
<b>Udførelse</b>									
Dato									
Hvem									
Vejr									
Vind									
Temperatur									
Virkning									
Bemærkning									

Sprøjtejournalens obligatoriske oplysninger er markeret med "+"