

Ukrudtsmidler fra landbruget påvirker kun i ringe grad vandplanter i søer og vandløb

Små mængder af de sprøjtemidler, som anvendes til bekæmpelse af ukrudt på markerne, havner i vandløb og søer. Med moderne ukrudtsmidler og den nuværende landbrugspraksis, vil denne forurening næppe lægge vandløbsstrækninger øde. Sammensætningen af den neddykkede vegetation vil heller ikke ændres markant.

Af Nina Cedergreen og Jens C. Streibig

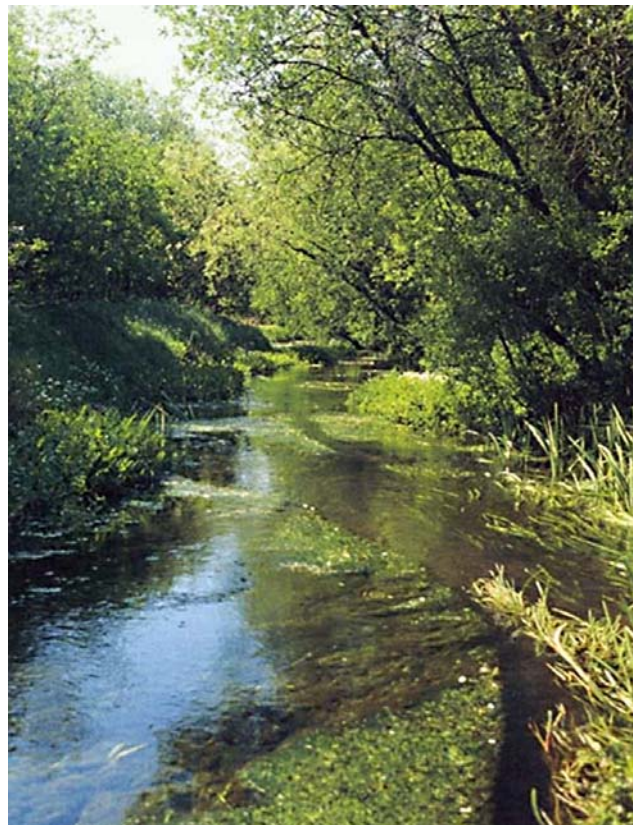
Nye undersøgelser foretaget på Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole tyder på, at ukrudtsmidler generelt påvirker vandplanterne mindre end man kunne forvente. De koncentrationer, der findes i overfladevand i Danmark som følge af den nuværende landbrugspraksis, er lave og påvirker ikke planternes vækst i målbar grad. Der er dog visse kemiske stoffer og visse situationer, der kan være problematiske og derfor kræver særlig opmærksomhed. Ligeledes kan det ikke afvises, at ukrudtsmidlernes effekt kan være større, når flere midler er til stede på samme tid.

Mange forskellige miljøfaktorer påvirker planterne i vandløb og søer. Nogle miljøfaktorer er velundersøgte, mens effekterne af andre faktorer er dårligt kendte. Det er velkendt at høj næringsstofforsyning kan medføre kraftig algevækst og efterfølgende plantedød pga. lysmangel. Derimod har der været meget lidt tilgængelig viden om, hvordan ukrudtsmidler fra landbrugsdrift påvirker planterne i vandmiljøet.

Af de 64.000 km vandløb i Danmark er næsten halvdelen menneskeskabte grøfter eller afvandingskanaler mv.

Vandplanter spiller en stor rolle for de fysiske forhold i ferskvandsøkosystemet. De påvirker sedimentation, strømforhold, iltudveksling og recirkuleringen af næringsalte. Vandplanter fungerer desuden som skjul for insekter, krebsdyr og fisk og bidrager som vækstoverflade for mikroorganismer, snegle og andre dyr.

Alger udgør en af hjørnesteenene i den akvatiske fødekæde og er dermed helt centrale. En forringelse af vand-



Figur 1. Et naturligt vandløb med klart vand, vekslende strømforhold, lys og skygge. Foto: Fra bogen „Planter i Vandløb – fortid, nutid og fremtid“.



Figur 2. Flydebladsplanten Liden andemad (*Lemna minor*) trives godt i næringsrigt, stillestående vand. Disse betingelser er ofte til stede i et gadekær. Foto: Henny Rasmussen.

planters og algers vækst og overlevelse påvirker derfor hele det akvatiske økosystem kraftigt.

Der er over 1000 større søer og et utal af „vandhuller“ i Danmark.

Vækstbetingelser som f.eks. vanddybde, strømforhold, surhedsgrad, mængde og sammensætning af næringsstoffer, lys og skygge har afgørende betydning for, hvilke planter der vokser i et vandløb eller en sø. Se figur 1 og 2.

Næringsstofindholdet er en af de faktorer, der påvirker udbredelsen af vandplanter i Danmark mest. Et højt indhold af næringsstoffer giver mulighed for stor algevækst. Algerne forhindrer lyset i at trænge i dybden, og bundplanterne dør pga. mangel på lys.

Udledning af spildevand med en høj koncentration af næringsstoffer fra byer og industri samt udsivning fra gødede marker har forårsaget algevækst og ødelæggelse af plante og dyreliv i mange danske søer.

Reduktion af fosforindholdet i bl.a. vaskepulver, etablering af effektive rensningsanlæg til byspildevand og reduktion af kvælstofudledningen fra landbruget har hjulpet meget, men pga. ophobede næringsstoffer i søerne tager det mange år før en sø igen får klart vand og naturlig vegetation.

Udretning af åer og afvanding af søer og fjorde har ændret floraen i mange danske vandmiljøer. Fra den sidste halv-

del af 1800-tallet til omkring 1980 ønskede man at inddrage så store arealer til landbrugsjord som muligt. „Hvad udad tabes må indad vindes“ blev slagordet efter 1864, hvor Schlesvig-Holstein blev tysk i stedet for dansk.

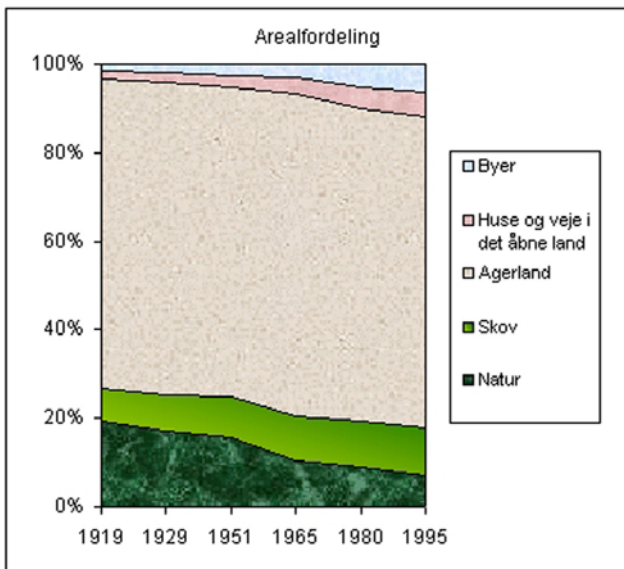
Heder blev opdyrket, enge blev drænet og dæmninger blev bygget, så lavvandede fjorde kunne blive til landbrugsjord. Omdannelse af Lammefjorden fra fjord til marker blev påbegyndt i 1873 og i dag dyrkes grønsager og kartofler på de godt 5000 ha, der blev afvandet.

Mange snoede vandløb er blevet rettet ud, så man kunne opdyrke engene. Et eksempel er Skjern Å, der blev rettet ud i 1960'erne med katastrofale følger for naturen. Skovle og gravemaskiner gjorde sit til at ødelægge vandplanterne, og ændrede vækstbetingelser gjorde det vanskeligt for planterne at etablere sig i det snorlige vandløb.

Skjern Å blev ført tilbage til sit naturlige leje i 1990'erne.

Siden vandløbsloven blev vedtaget i 1982 har man rettet op på nogle af de skader, som skete da store dele af den danske natur blev omdannet til landbrugsjord. Naturområder inkl. våde enge udgør dog stadig kun omkring 10 % af Danmarks samlede areal. Se figur 3.

Den intensive udnyttelse af arealerne til landbrug, betyder også at ca. halvdelen af Danmarks vandløb er afvandingkanaler, hvis primære formål er af lede vand væk fra markerne.



Figur 3. Udviklingen i arealfordelingen i Danmark gennem 1900-tallet fordelt på hovedkategorier. Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser. [Link](#).

Omkring 70 % af Danmarks areal er opdyrket.



Figur 4. Sikring af fri passage for overskydende vand kan have alvorlige konsekvenser for planterne i en grøft. Foto: Nina Cedergren

Afvandingskanaler er ikke effektive, hvis der er tæt bevoksning i dem, fordi planterne forhindrer vandet i at løbe væk hurtigt. Derfor skæres eller graves vandplanterne væk fra mange vandløb en eller flere gange om året. Det kaldes grødeskæring. Se figur 4.

Cirka 70 % af den totale mængde pesticid, der anvendes i Danmark, er ukrudtsmidler.

Ukrudtsmidler anvendes i landbruget for at begrænse tab som følge af, at ukrudtsplanter konkurrerer med afgrødeplanter om lys og næringsstoffer. Til bekæmpelse af skadedyr og svampesygdomme anvendes hhv. insekticider og fungicider. Der anvendes bekæmpelsesmidler (pesticider) på størstedelen af den dyrkede jord.

I et dansk overvågningsprogram blev 140 prøver fra 10 vandløb analyseret i løbet af 2000-2002. Man fandt ukrudtsmidler eller nedbrydningsprodukter af dem i over 95 % af de testede prøver.

Da ukrudtsmidler i sagens natur er udviklet til at slå planter ihjel, kunne man forvente, at selv de lave koncentrationer, man måler i søer og vandløb, ville kunne påvirke planter og alger, der lever under vandoverfladen.

Formålene med projektet på KVL var at belyse ukrudtsmidlers påvirkning af alger og vandplanter og vurdere, om de ukrudtsmidler, der findes i dansk overfladevand, påvirker vandlevende planter væsentligt i de koncentrationer, der måles i vandløb og søer.

Et projekt til undersøgelse af ukrudtsmidlers effekt på vandplanter blev støttet af Miljøstyrelsen i perioden 2001-2003. For at komme omkring nogle af de forskellige problemstillinger omhandlende ukrudtsmidler i vand, blev projektet opdelt i fire delspørgsmål:

- Hvad er giftigheden af ukrudtsmidler i vand sammenlignet med deres virkning på ukrudt på marken?
- Hvor stor er forskellen i forskellige ukrudtsmidlers virkning på forskellige arter af vandplanter?
- Hvad er virkningen af kortvarige pulseksponeringer i forhold til en langvarig eksponering til ukrudtsmidler?
- Hvad er effekten af tilstedeværelsen af flere mulige giftige stoffer på samme tid?

Giftigheden af et pesticid overfor forskellige organismer skal undersøges inden et nyt middel må markedsføres, og det testes bl.a. andet, hvor giftige stofferne er for alger. Vi studerede disse data, inden vi gik i gang med laboratorieundersøgelserne til vores projekt.

Databasestudiet viste, at for over halvdelen af 146 forskellige ukrudtsmidler gælder det, at en fuld markdosering udsprøjtet på 30 cm vand, enten ingen virkning har, eller maksimalt vil kunne sænke væksten af test-alger med 50 %. På baggrund af databasestudiet og en liste over de mest anvendte herbicider i Danmark, udvalgte vi ti herbicider, som vi vurderede kunne have stor effekt i vandmiljøet. Se tabel 1.

Vi undersøgte 10 centrale ukrudtsmidler i laboratoriet på både en alge (*Pseudokirchneriella subcabitata*) og på flydebladsplanten Liden andemad (*Lemna minor*). Se figur 5. Vores resultater på alger bekræftede databasestudiets resultater.

Tabel 1. Effekten af disse ti forskellige ukrudtsmidler blev undersøgt i laboratoriet.

Herbicid (aktivt stof)	Handelsnavn	Producent
MCPA	Hormotec	AH Marks
Mechlorprop	Optica	AH Marks
Glyphosate	Roundup	Monsanto
Triasulfuron	Logran	Syngenta
Metsulfuron-methyl	Ally	Du Pont
Terbutylazine	Gardoprim	Novartis
Bentazone	Basagran	BASF
Diquat	Reglone	Syngenta
Mesotrione	Callisto	Syngenta
Pendimethalin	Stomp 400	BASF



Figur 5. Dyrkning af vandplanter i laboratoriet. For at efterligne naturlige strømforhold, cirkuleres vandet (a). Andemad dyrkes enkeltvis, så vækstraten af den enkelte plante kan følges (b). Foto: Nina Cedergren.

Giftigheden af et ukrudtsmiddel overfor andemad viste sig dog at kunne være op til en faktor 1000 højere end giftigheden overfor alger. Det vil sige, at der skulle 1000 gange mindre af et ukrudtsmiddel til at stoppe væksten af andemad, end der skulle til at stoppe væksten af algerne.

Man må derfor udvise forsigtighed med at overføre resultater foretaget på alger til højere planter.

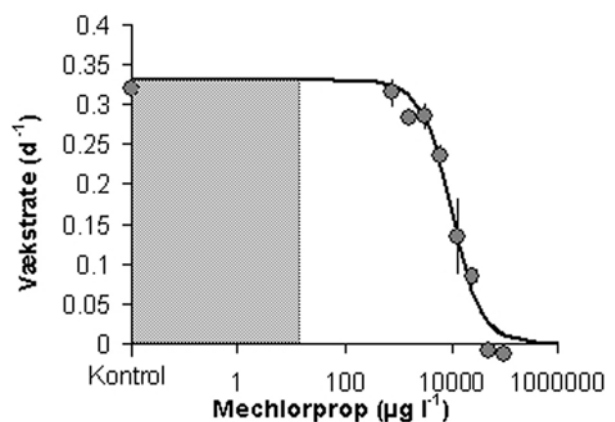
Den relativt lave virkning af herbiciderne i vand sammenlignet med på land skyldes formentlig den store fortynding, der sker af sprøjtevæske. Koncentrationen af herbicidet i et vandløb eller en sø bliver meget lille i forhold til koncentrationen i den sprøjtevæske, der normalt afsættes på planter på landjorden.

En stor fortynding vil sænke optagelsen af ukrudtsmidlet via diffusionen ind i planten. Hver for sig, vil de målte koncentrationer af ukrudtsmidler i dansk overfladevand ikke kunne påvirke væksten af hverken Liden andemad eller grønalgene *P. subcapitata*. Se figur 6.

Den samlede virkning af flere ukrudtsmidler, der er til stede på samme tid, kan beregnes.

Miljøfremmede stoffer i vandmiljøet forekommer sjældent alene. I over halvdelen af prøverne, analyseret i det landsdækkende overvågningsprogram, forekom mere end syv bekæmpelsesmidler samtidigt i målbare koncentrationer.

Både projektets egne forsøg med blandinger af ukrudtsmidler og data fra litteraturen viser, at der ikke findes nogen dokumenterede synergistiske effekter af miljøfremmede stoffer på alger eller vandplanter. Man kan derfor



Figur 6. Herbicidet mechlorprop påvirker kun vækstraten af andemad, hvis koncentrationen er væsentligt højere end den koncentration, der findes i overfladevand. Det skraverede felt angiver de koncentrationer, der er fundet i overfladevand.

tillade sig at skønne effekten af blandinger af bekæmpelsesmidler ved at bruge en model, hvor koncentrationerne af stofferne lægges sammen, efter at der er korrigeret for deres relative giftighed.

Et regneeksempel med koncentrationer af ukrudtsmidler målt i en bæk viste, at den samlede effekt ved tilstedeværelsen af flere stoffer samtidig, godt kunne nærme sig niveauer, der kunne have en effekt på plantesamfundet.

Forskellige plantearter er ikke lige følsomme overfor et herbicid.

Tolv arter af vandplanter blev testet for deres følsomhed overfor to kraftigt virkende ukrudtsmidler (aktivstofferne metsulfuron-methyl og terbuthylazin), som anvendes i Danmark. Variationen mellem de testede arter var mindre end en faktor 50. Det er en lille forskel i følsomhed sammenlignet med variationen mellem arter på landjorden. For landplanter kan følsomheden variere med over en faktor 1000, ligesom det også er set, når man sammenligner på tværs af flere arter af mikroalger.

En 10 % påvirkning af de mest følsomme planter forekom ved koncentrationer af metsulfuron-methyl på ca. 0.02 mikrogram pr. liter og terbuthylazin på ca. 5 mikrogram pr. liter. Disse koncentrationer ligger tæt på de højeste koncentrationer, man har fundet i miljøet. Det kan derfor ikke helt udelukkes, at realistiske koncentrationer kan påvirke nogle af de mest følsomme vandplantearter.

De højeste koncentrationer af ukrudtsmidler i vandmiljøet forekommer i kortere perioder (pulse). Projektet viste, at effekten af en puls er forskellig for forskellige stoffer.

Ukrudtsmidler, der påvirker fotosyntesen, havde en forholdsvis lille effekt, når eksponeringen kun var kortvarig. Ukrudtsmidler, der påvirker syntesen af aminosyrer eller celledelingen i planten, har en meget større effekt, selvom eksponeringen kun er af få timers varighed. Kraftige pulse af disse stoffer kan derfor potentielt have en stor effekt på vandplanter.

Indretning af de pladser, hvor sprøjterne fyldes op eller renses efter brug, er vigtig.

En kraftig puls med pesticider opstår sjældent efter ukrudtsprøjtning af en mark. En puls kan derimod ofte

føres tilbage til en punktfurening fra det sted, hvor landmænd renses marksprøjten efter brug.

Indretning af vaskepladser med fast bund og opsamling af spildevand er derfor meget vigtig. Dette er derfor nogle af de indsatsområder man har valgt at fokusere på i den seneste pesticidhandlingsplan (Pesticidplan 2004-2009) fra Miljøministeriet og Fødevarerministeriet.

Overordnet set er ukrudtsmidler relativt ugiftige i det neddykkede miljø, sammenlignet med det terrestriske. Det kan dog ikke udelukkes, at den samlede belastning med mange ukrudtsmidler, kombineret med andre stress-faktorer, kan medvirke til at påvirke udbredelsen og artsammensætningen af særligt følsomme arter.

For at få et helt billede af landbrugets påvirkning af floeraen i vandmiljøet, er det dog vigtigt at sammenholde pesticid belastningen med effekterne af kvælstof- og fosforforurening, vandløbsudretning og grødeskæring.

Videre læsning:

Baatrup-Pedersen, A. Planter i vandløb -fortid, nutid og fremtid. 34/2000, 1-33. 2000. Silkeborg.

Cedergreen N. et al. (2003) Er det synergi, når 0+0=1? Vand og Jord 10, 88-91.

Cedergreen, N., Streibig, J. C., and Spliid, N. H. Pesticiders påvirkning af planter og alger i vandmiljøet. 89, 1-84. 2004a. Copenhagen, Danish Environmental Protection Agency. Pesticide Research.

Windolf, J., Svendsen, L. M., Kronvang, B., Skriver, J., Oversten, N. B., Larsen, S. E., Baatrup-Pedersen, A., Iversen, H. L., Erfurt, J., Müller-Wohlfeil, D., and Jensen, J. P. Ferske Vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1996. Windolf, J. 214, 1-112. 1996. Silkeborg, Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 214.

Nina Cedergreen er lektor og Jens C. Streibig er professor ved Institut for Jordbrugsvidenskab, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.