



**Vlaanderen**  
is wetenschap




# Naar minder impact van pesticiden op natuur en mens

## Kennisintegratiestudie

Filip Debruyne, Laura Lauwers, Camelia El Bakkali, Carine Wils, Myriam Dumortier

INSTITUUT  
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

**Auteurs:**

Filip Debruyne, [Laura Lauwers](#) , Camelia El Bakkali, [Carine Wils](#) , [Myriam Dumortier](#)   
*Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*

**Reviewers:**

Peter Van Gossum, Lieve Vriens

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

**Vestiging:**

Herman Teirlinckgebouw  
INBO Brussel  
Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel  
[vlaanderen.be/inbo](https://vlaanderen.be/inbo)

**e-mail:**

[myriam.dumortier@inbo.be](mailto:myriam.dumortier@inbo.be)

**Wijze van citeren:**

Debruyne F., Lauwers L., El Bakkali C., Wils C., Dumortier M. (2023). Naar minder impact van pesticiden op natuur en mens. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2023 (28). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.  
[doi.org/10.21436/inbor.95590309](https://doi.org/10.21436/inbor.95590309)

**D/2023/3241/252**

**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2023 (28)**

**ISSN: 1782-9054**

**Verantwoordelijke uitgever:**

Maurice Hoffmann

**Dit onderzoek werd uitgevoerd via een samenwerkingsovereenkomst:**

tussen het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, het Agentschap Natuur en Bos, de Vlaamse Milieumaatschappij en het Departement Omgeving



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

NAAR MINDER IMPACT VAN PESTICIDEN OP  
NATUUR EN MENS  
**Kennisintegratiestudie**

Filip Debruyne, Laura Lauwers, Camelia El Bakkali, Carine Wils, Myriam  
Dumortier

[doi.org/10.21436/inbor.95590309](https://doi.org/10.21436/inbor.95590309)

## DANKWOORD

Dit rapport is het resultaat van een samenwerking tussen het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, het Agentschap voor Natuur en Bos, de Vlaamse Milieumaatschappij en het Departement Omgeving. We danken graag Maurice Hoffmann, Carl De Schepper, Tom Goetmaeckers en Ludo Holsbeek voor hun actieve inbreng in de stuurgroep.

We danken ook Sabine De Mulder en Ingrid De Veen van de Vlaamse Landmaatschappij voor het aanleveren van de kaart van bufferzones binnen het ontwerp zevende Mestactieplan, alsook Jeroen Bot van het Agentschap Natuur en Bos voor het aanleveren van de kaart inzake habitattype 3260.

Verder ook dank aan collega's Peter Van Gossum en Lieve Vriens voor het snelle nazicht van de tekst.

Dit rapport diende op drie maanden te worden opgeleverd, hetgeen mogelijk was dankzij de zeer vlotte samenwerking met alle betrokkenen.

We hopen dat het rapport zijn doel niet heeft gemist en dat het intensief wordt gebruikt!

De auteurs





## SAMENVATTING

Dit rapport is het resultaat van een snelle kennisintegratiestudie over de impact van pesticiden op de Vlaamse natuur en de te behalen (Europese) natuurdoelen in Vlaanderen. Er gaat ook aandacht naar de impact op de mens. De studie werd uitgevoerd van april tot juni 2023 door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, in samenwerking met het Agentschap voor Natuur en Bos, het Departement Omgeving en de Vlaamse Milieumaatschappij.

Het rapport focust op de impact van gewasbeschermingsmiddelen. Gemakshalve wordt verder de term pesticiden gebruikt. Pesticiden worden gespreid of gestrooid of als coating rond zaden aangebracht, om de gewasproductie te ondersteunen. Bij onzorgvuldig gebruik kan er ook puntvervuiling optreden. Via lucht, water en levende organismen worden ze verder verspreid, ook in natuurgebieden. Drainage en irrigatie kunnen de verspreiding versnellen. Opname door levende organismen gebeurt via voedsel, water, lucht of de huid.

Sommige pesticiden zijn selectief, andere hebben een breedspectrumwerking en treffen veel taxa. Bij systemische pesticiden neemt het organisme het pesticide op, waardoor het doorheen het hele organisme aanwezig is, en dus meer impact kan hebben. Sommige pesticiden zijn persistent en blijven dus lang aanwezig. Andere breken sneller af, maar ook hun afbraakproducten kunnen blijvend effect hebben. Pesticiden kunnen acuut toxisch zijn of toxisch na langdurige blootstelling. Er is ook synergetische toxiciteit mogelijk van meerdere pesticiden samen, inclusief van residuen van persistente pesticiden. Langdurige blootstelling aan lage concentraties van verschillende pesticidenresiduen, elk afzonderlijk in veilige dosis, kan schadelijker zijn dan kortstondige blootstelling aan een hogere dosis van één pesticide.

Pesticiden doorlopen een toelatingsprocedure om op de markt te mogen. Tijdens de ecotoxicologische testen wordt de complexe realiteit sterk vereenvoudigd. Potentiële langetermijneffecten worden beoordeeld op basis van kortlopend onderzoek. De potentiële impact op het terrein wordt in labo-omstandigheden beoordeeld. Specifieke soorten worden getest, en geen gemeenschappen. Individuele producten worden getest, en geen synergetische effecten. Er wordt getest op letaliteit en niet op andere effecten op levensnoodzakelijke functies (bijvoorbeeld oriëntatie- of voortplantingsvermogen). Veel producten worden eerst toegelaten en na verloop van tijd weer verboden omdat de negatieve effecten dan pas duidelijk worden. De procedures sluiten dus niet aan bij het voorzorgsbeginsel. Veel studies pleiten voor grondiger toxicologisch onderzoek.

Pesticiden worden in risicogroepen ingedeeld, maar via noodtoelatingen kunnen verboden, risicovolle pesticiden toch nog tijdelijk gebruikt worden, onder meer wanneer nog geen alternatieven beschikbaar zijn. Ook om de voorraad op te maken, kunnen verboden pesticiden nog tijdelijk worden gebruikt. Er wordt dus op legale wijze gebruik gemaakt van risicovolle pesticiden, waarvan de schadelijkheid bewezen is en waarvoor alternatieven beschikbaar zijn.



## Impact op natuur en menselijke gezondheid

De impact van pesticiden is dikwijls moeilijk te onderscheiden van andere invloedsfactoren, omdat ze tegelijk inwerken. Toch vonden we tal van studies die zorgwekkende verbanden aantonen tussen het gebruik van pesticiden en schade aan de natuur of aan de menselijke gezondheid.

De studies over impact op natuur hebben betrekking op zoogdieren, vogels, amfibieën, vissen, ongewervelden, planten en schimmels, en komen uit verschillende delen van Europa of zijn op Europees niveau uitgevoerd. Pesticiden worden doorgegeven binnen het voedselweb. Ze treffen niet alleen de doeltaxa, maar ook niet bedoelde taxa, en dan vooral de hogere trofische niveaus, zoals roofvogels, insectenetters en ander primaire en secundaire carnivoren, waar de pesticiden en hun derivaten accumuleren. Pesticiden worden opgeslagen in het vetweefsel, hetgeen lipofiele pesticiden extra schadelijk maakt. Landschappelijk is er ook een hogere impact in laaggelegen gebieden, zoals estuaria. Pesticiden leiden bij niet-doelorganismen niet alleen tot directe sterfte, maar kunnen er ook essentiële functies aantasten, zoals het oriëntatievermogen van vleermuizen of de voortplanting bij vissen. Pesticiden slaan gaten in het voedselweb, waardoor sommige taxa hun voedselbronnen mislopen. Een voorbeeld is de impact van insecticiden op insectenpopulaties en vervolgens ook op insectenetende vogelsoorten. Pesticiden kunnen de samenhang binnen ecosystemen aantasten. Zo hebben fungiciden impact op bodemschimmels, wat vervolgens doorwerkt op de planten waarmee ze symbiotische relaties hebben, en op bodemprocessen, zoals strooiselafbraak. Bij dit alles zijn zeldzame specialistische soorten veel kwetsbaarder dan generalistische soorten. Wanneer bestuivers achteruitgaan, gaan planten die van specifieke bestuivers afhankelijk zijn mee achteruit, en omgekeerd, wanneer waardplanten achteruitgaan, zal er ook impact zijn op de daarvan afhankelijke dieren.

De risico's voor de mens zijn veel intensiever onderzocht dan de risico's voor de overige biodiversiteit. We mogen ervan uitgaan dat veel van die humane risico's ook een risico inhouden voor die overige biodiversiteit, in het bijzonder de gewervelden. Pesticiden worden gelinkt aan een verhoogd risico op chronische ziekten, verschillende soorten kanker (non-Hodgkin lymfoom, multipel myeloom, eierstok-, borst-, hersen- en prostaatkanker), achterstand in de ontwikkeling van kinderen, ademhalingsproblemen, cognitieve stoornissen, neurologische aandoeningen zoals de ziekte van Parkinson en de ziekte van Alzheimer, hart- en vaatziekten en vruchtbaarheidsproblemen.

## Bufferzones als risicoverlagende maatregel

In het kader van deze studie wordt een bufferzone gedefinieerd als de grenszone tussen agrarisch landgebruik en niet-agrarisch landgebruik, waarbinnen geen pesticiden gebruikt mogen worden. Bufferzones moeten een rol spelen in een verminderende verspreiding van pesticiden. Wat betreft de effectiviteit van bufferzones zijn er vooral gegevens over de effectiviteit tegenover af- en uitspoeling beschikbaar. Er zijn veel minder studies over de vermindering van drift. Volgens de literatuur over de schade aan de menselijke gezondheid heeft pesticidendrift een negatieve impact tot op meerdere kilometers ten opzichte van de bron. Indien de drift zo ver doorwerkt op mensen, is dat vermoedelijk ook zo voor de (gewervelde en andere dierlijke) biodiversiteit.

De bufferbreedte is een belangrijke, maar niet enige factor die de effectiviteit van bufferzones bepaalt. Ook de kenmerken van de bufferzone, van de pesticiden en van het aanpalende landbouwgebied spelen een rol. Inzake de bufferzone zelf zijn het soort vegetatie, de vegetatiedichtheid, het organisch koolstofgehalte in de bodem, en de



aanwezigheid van erosiegeulen bepalend voor de effectiviteit van de bufferzone. Wat betreft het pesticide, zijn onder andere de affiniteit voor bodemdeeltjes, het debiet (aantal liter per uur) en de timing (in relatie tot een regenbui) van de toediening, alsook de halfwaardetijd van het pesticide van belang. Inzake het landbouwgebied bepalen de oppervlakte landbouwgebied ten opzichte van de oppervlakte van de buffer, de helling van de velden, en het drainagesysteem mee de bufferwerking. Voor teelten als fruitboomgaarden, wijngaarden en hopvelden, waarbij hoog wordt gesproeid, blijkt buffering met bomen en struiken belangrijk.

### **Impact van buffers op landbouwgebruiksoppervlakte**

Voor meerdere scenario's van te beschermen natuur en kwetsbare groepen en voor meerdere bufferbreedtes werd berekend hoeveel oppervlakte landbouwgebruik daarin zou liggen. Van die buffers, werden de buffers afgetrokken die al voorzien zijn bij toepassing van het ontwerp zevende Mestactieplan, omdat deze bij toepassing van dit plan pesticidenvrij zouden worden. Bovendien werd het habitatype 3260 aan de Habitatrictlijngebieden toegevoegd.

Er ligt 20.000 tot 75.000 ha landbouwgebruik (of 3 tot 11% van de Vlaamse oppervlakte in landbouwgebruik) binnen de hier beschouwde beschermde gebieden. De oppervlakte varieert naargelang alleen Habitatrictlijngebieden, of heel Natura 2000 of ook Vlaams Ecologisch Netwerk en groene bestemmingen, of ook kwetsbare groepen worden meegenomen. Indien binnen die beschermde gebieden geen pesticiden zouden worden toegestaan, dan zou dit de oppervlakte zijn waar die beperking zou gelden.

Met een beperkte buffer rond die beschermde gebieden (bijvoorbeeld 20 meter), breed genoeg om afspoeling te verminderen, vergroot deze oppervlakte naar 23.000 tot 86.000 ha landbouwgebruik (of 3 tot 13% van de Vlaamse oppervlakte in landbouwgebruik). Bredere buffers (0,5 tot 8 km) bieden in toenemende mate ook bescherming tegen drift en tegen verspreiding van pesticiden via levende organismen. Bij een bufferbreedte van 500 meter wordt 109.000 tot 408.000 ha landbouwgebruik getroffen (of 17 tot 62% van de Vlaamse oppervlakte in landbouwgebruik). Bij een bufferbreedte vanaf 2 km valt ongeveer alle Vlaamse landbouwgebruik binnen de pesticidenvrije buffers.

### **Andere risicoverlagende maatregelen**

Naast de buffers zijn er ook andere risicoverlagende maatregelen mogelijk. Het helpt om niet te sproeien op winderige dagen, de gebruiksaanwijzingen goed op te volgen en het materiaal voor het gebruik van pesticiden correct te reinigen en te onderhouden. Ook mag de sproeiboom niet hoger dan een halve meter boven het gewas worden gebruikt. Driftreducerende sproeidoppen kunnen ook bijdragen tot een verminderde drift. In Nederland is 75 tot 90% driftreductie al langer verplicht, in België is pas sinds 2023 75% driftreductie verplicht, waarbij dan nog de in de gebruiksaanwijzing voorgeschreven buffer mag worden verkleind.

De Europese Richtlijn Duurzaam Pesticidegebruik legt overal geïntegreerde gewasbescherming op. Dit houdt in dat de landbouwer inzet op preventie en het monitoren van eventuele gewasschade, en pas zal optreden als de schadedrempel overschreden wordt. De nadruk ligt dus op voorkomen en enkel in te grijpen indien nodig. Preventief spuiten wordt vermeden. Het is niet duidelijk in welke mate dit door landbouwers wordt toegepast.



Het verminderen van de afhankelijkheid van pesticiden door agro-ecologische technieken krijgt steeds meer aandacht. Agro-ecologische technieken proberen ziekten en plagen te voorkomen, door op een andere manier zorg te dragen voor het landbouwecosysteem. Via een doordachte gewasrotatie, eventueel ook gewasmenging, voldoende variatie aan gewassen en het gebruik van lokale variëteiten wordt de veerkracht tegenover ziekten en plagen vergroot. Via al dan niet stikstoffixerende groenbemesters, boerderijcompost en niet-kerende bodembewerking, wordt zorg gedragen voor het bodemleven, wat bijdraagt tot de bescherming tegen ziekten. Door zorg te dragen voor natuur in het landbouwlandschap, onder meer via bredere perceelsranden, hagen en houtkanten, wordt de aanwezigheid van natuurlijke plaagbestrijders gestimuleerd. Via valse zaaibedden kan onkruid worden voorkomen en vervolgens kan met wieden het later opkomende onkruid mechanisch worden verwijderd.

### **Landbouw en pesticiden binnen Speciale Beschermingszones**

Binnen de Speciale Beschermingszones zijn een aantal habitats en soorten voor hun voortbestaan afhankelijk van extensieve landbouwpraktijken. Het gaat vooral om grasland- en heidehabitats en hun typische soorten. De belangrijkste maatregelen zijn begrazen, en maaien en hooien.

Landbouw heeft een plaats binnen Speciale Beschermingszones. De Europese Commissie ontwikkelde zelfs een handleiding om er landbouwgebruik te ondersteunen. Op Europees niveau is 40% van de oppervlakte Speciale Beschermingszone in landbouwgebruik. In Vlaanderen gaat het om 32%. In deze gebieden is ondersteuning nodig om enerzijds de juiste maatregelen te nemen om de instandhoudingsdoelen voor de betrokken soorten en habitats te realiseren en anderzijds de landbouwbedrijfsvoering leefbaar te houden. Het Europese Gemeenschappelijke Landbouwbeleid voorziet daarvoor middelen. Momenteel bestaat de helft van de Vlaamse oppervlakte in landbouwgebruik uit grasland, waarbij niet duidelijk is hoe intensief of extensief deze wordt gebruikt. Een vijfde bestaat uit maisakker.

Dit rapport beschrijft hoe pesticiden doorheen het voedselweb en doorheen ecosystemen worden doorgegeven, alsook de diverse mechanismen waarmee ze impact hebben op de biodiversiteit. Op basis daarvan kunnen we er vanuit gaan dat het gebruik van pesticiden binnen Natura 2000 er sowieso gevolgen heeft voor de biodiversiteit.





## AANBEVELINGEN VOOR BEHEER EN/OF BELEID

Uit deze studie blijkt dat buffers die breed genoeg zijn om de drift van pesticiden naar beschermde natuur en naar kwetsbare groepen op te vangen, bijna heel Vlaanderen zouden innemen. Er zijn evenwel ook andere maatregelen mogelijk, die mee de impact kunnen verkleinen. Op basis van deze studie stellen we volgende hiërarchie aan maatregelen voor:

1. verminder pesticidegebruik via agro-ecologische praktijken en geïntegreerde gewasbescherming, zoals ook de *Farm to Fork Strategy* van de Europese Commissie voorschrijft;
2. verminder pesticidenverliezen door, wanneer pesticiden toch nog worden gebruikt, alle voorzorgen te nemen om hun verspreiding minimaal te houden, zoals driftreducerende sproeidoppen, lage sproeihoogtes, precisielandbouw, nauwgezette opvolging van gebruiks- en onderhoudsaanwijzingen, en andere;
3. verminder pesticidenverspreiding door de resterende verliezen zo goed mogelijk op te vangen met buffers, met aandacht voor de inrichting van de buffers.

Volgende beleidsinstrumenten kunnen daarvoor worden ingezet:

Vermindering pesticidegebruik:

- nog meer voorlichting bij landbouwers en bij andere betrokkenen in de voedselketen over de gevaren van pesticiden, over geïntegreerde gewasbescherming, over agro-ecologische alternatieven en over de ondersteuning die het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid hiervoor biedt;
- betere handhaving van de Europese verplichting om geïntegreerde gewasbescherming toe te passen;
- meer aandacht voor agro-ecologische alternatieven in onderzoek en onderwijs;
- verstrenging van de toelatingsprocedures voor pesticiden;
- verhoging van de belastingen op pesticiden;
- verbod op pesticidegebruik binnen Speciale Beschermingszones.

Vermindering pesticidenverliezen:

- permanente vorming, gericht op vermindering van pesticidegebruik en vermindering van pesticidenverliezen, voor personen met fytolicensie;
- verstrenging en handhaving van regels inzake minimaliseren van verliezen (bijvoorbeeld sproeidoppen);
- vermijden puntvervuiling door verplicht gebruik van schoonwatertank op spuitvoertuigen, voor het nareinigen spuittank en leegspuiten op behandeld veld.

Vermindering pesticidenverspreiding:

- afbakening bufferzones, met minimumvoorwaarden voor inrichting en onderhoud ervan.

## ENGLISH SUMMARY

This report is the result of a quick scientific literature review on the impact of pesticides on Flemish nature and (European) nature objectives in Flanders. It also addresses impact on humans. The review was conducted from April to June 2023 by the Research Institute for Nature and Forest (INBO), in cooperation with the Agency for Nature and Forest (ANB), the Department of Environment (Departement Omgeving) and the Flemish Environment Agency (VMM).

This report focuses on the impact of plant protection products. For the sake of convenience, we use the term pesticides. Pesticides are sprayed, sprinkled or applied as seed coatings, in order to support crop production. Careless handling may also cause source pollution. Through air, water and living organisms, pesticides are spread into the environment, also into protected areas. Drainage and irrigation may accelerate the spread. The uptake of pesticides by living organisms occurs through food, water, air and skin contact.

Some pesticides act selectively, while others have broad spectrum effects, thus impacting many taxa. Systemic pesticides spread throughout entire organisms, magnifying their impact. Some pesticides are persistent and remain toxic over a long time. Others degrade more rapidly, although their metabolites may still have effects. Pesticides may cause acute toxicity, or may only become toxic after chronic exposure. The combined use of pesticides may cause synergetic toxicity, which is higher than the sum of the individual products. This also applies to residues of persistent pesticides. Chronic exposure to low concentrations of different pesticides, each of them in a safe dose, may be more harmful than short term exposure to one pesticide at high risk level.

Before being admitted to the market, active ingredients undergo an approval procedure. During the ecotoxicological tests, the complex reality is over-simplified. The potential long term effects are estimated on the basis of short term tests. The impact in field conditions is extrapolated from the results in laboratory tests. Individual species are tested, no species communities. Active ingredients are tested as individual products, not in combination with other active ingredients to include their synergistic effects. Lethality is tested, but other effects on crucial functions, such as orientation and reproduction capacity, are ignored. Very often, active ingredients are first approved and later withdrawn from the market, based on reports on their harmful impact. These procedures thus do not comply with the precautionary principle. Many studies insist on more thorough ecotoxicological testing.

Pesticides are classified in different categories, according to their risks. The use of banned risky products may be prolonged for a limited time under the emergency authorisation clause, for instance in case of absence of alternatives. Also stocks of banned pesticides may continue to be used during a temporary transition period. This means that banned risky pesticides are used legally, even when their toxicity is obvious and alternatives are available.



## Impact on nature and human health

It is difficult to separate the impact of pesticides from other influences, because they act simultaneously. Still, there are many publications raising the alarm on the connection between the use of pesticides and damage to nature or human health.

Publications on the impact on nature reveal evidence regarding mammals, birds, amphibians, fish, invertebrates, plants and fungi. The evidence originates from different European regions or from the European level. Pesticides affect target and non-target organisms. They are passed within the food web towards higher trophic levels, such as birds of prey, insectivorous species and other primary or secondary carnivorous species, where the pesticides or their derivatives accumulate. Pesticides are stored in fatty tissues, making lipophilic pesticides more harmful than others. At the landscape level, there is more impact on lowlands, such as estuaries. Pesticides do not only cause death, but may also affect essential functions of living organisms, such as orientation of bats and reproduction of fish. Pesticides may remove segments in the food web, affecting taxa dependent on these segments. An example is the impact of insecticides on insectivorous bird species, subsequently affecting bird populations. Pesticides may disturb the coherence within ecosystems, such as fungicides affecting soil fungi, subsequently also affecting plants, with which they have symbiotic relationships, as well as soil processes, such as litter decomposition. Specialist species are more likely to be affected than generalist species. When pollinators decline, plants that are pollinated by specific pollinators decline as well, and vice versa, when plants decline, specific animals will be affected.

The risks for humans have been researched more extensively than the risks for other biodiversity. We may assume that some of the many possible threats to humans can also negatively affect other biodiversity, particularly vertebrate species. Pesticides are linked to an increased risk for chronic diseases, many types of cancers (Non-Hodgkin Lymphoma, multiple myeloma, ovarian, breast, prostate and brain cancer), deficient development in young children, respiratory diseases, cognitive impairment, neurological diseases like Parkinson and Alzheimer, heart diseases and fertility problems.

## Buffer zones as a risk reducing measure

In the light of this study, a buffer zone is defined as the border area between agricultural land use and non-agricultural land use, where pesticide use is not allowed. Buffer zones need to play an important role in reducing the spread of pesticides. There is a lot of evidence on the effectiveness of buffer zones in reducing the spread of pesticides through run-off and infiltration. Far less research was done on the reduction of pesticide drift. The literature on the impact on human health reveals evidence on impacts several kilometres away from the source. If that is the case for human health, one can assume that this is also the case for (vertebrate and other animal) biodiversity.

Regarding effectiveness, the width of a buffer zone is an important factor but not the only one. The effectiveness is also influenced by the characteristics of the buffer zone, the pesticide and the adjoining agricultural land. Regarding the buffer zone itself, the most important parameters are the type of vegetation, the organic matter content of the soil and the presence of erosion gullies. Regarding the pesticide, amongst others the timing of the spraying (before the next rain shower), the flow rate (liter per hour), the binding capacity of the pesticide to soil particles and the half-life time of the pesticide play a role. Regarding the agricultural land, the ratio surface of buffer zone compared to surface in

agriculture use, the slope of the land and the drainage system all have their influence. For fruit orchards, vineyards and hop fields that are sprayed sidewise and high above the ground, the buffer zone should contain trees or high hedges.

### **Impact of buffer zones on the area for agricultural use**

According to different scenarios regarding the type of protected area and the area occupied by people at risk, and different widths of buffer zones, we calculated the area of agricultural use involved. From these buffer zones, the buffer zones for the protection of surface waters foreseen in the draft seventh Manure Action Plan were deducted, and habitat type 3260 was added to the Special Areas of Conservation.

About 20.000 to 75.000 ha of land in agricultural use (or 3 to 11% of the Flemish area in agricultural use) is located inside protected area under the different scenarios. The surface varies according to the categories of protected area involved: Special Areas of Conservation, Natura 2000, Natura 2000 + Flemish Ecological Network (VEN), Natura 2000 + VEN + areas with green spatial destination, finally also including the area occupied by people at risk. If no pesticides were allowed inside these areas, this would be the area of agricultural land affected.

With a limited buffer zone (for example 20 meter) around these areas, wide enough to reduce run-off, the area in agricultural use that would be implicated increases towards 23.000 to 86.000 ha (or 3 to 13% of the Flemish area in agricultural use). Wider buffer zones (0,5 to 8 km) would also, increasingly, provide protection against pesticide drift and spread of pesticides through living organisms. For a 500 m width 109.000 to 408.000 ha land in agricultural use would be implicated (or 17 to 62% of the Flemish area in agricultural use). For a buffer width of 2 km or more the whole area of Flanders in agricultural use would be covered.

### **Other risk reducing measures**

Besides the buffer zones, there are other potential measures that can reduce the risks of pesticides. No spraying in windy conditions, careful implementation of the safety instructions and correctly cleaning and maintaining spraying equipment may help. The spraying beam should be positioned more than 50 cm above the crop. Drift reducing spray nozzles are also contributing to the reduction. In The Netherlands 75% to 90% drift reducing nozzles are already compulsory, but in Belgium the compulsory use of 75% drift reducing nozzles was only introduced in 2023. Moreover, the buffer zone indicated in the instructions can be reduced when using reduction nozzles.

The European Directive on the Sustainable Use of Pesticides is already making the use of Integrated Pest Management (IPM) compulsory. This implies that farmers try to prevent pests and diseases first and only resort to spraying if the monitoring shows that damage exceeds the level whereby it is necessary to apply pesticides. It is not clear to what extent this directive is applied by farmers.

Agro-ecological farming practices are increasingly acknowledged for their contribution towards reducing the dependence on pesticides. These practices contribute to preventing pests and diseases by taking care of the farming ecosystem in another way. By carefully applying crop rotation, mixed cropping, increasing crop diversity and using local resistant varieties, the resilience of the farming system increases. Using green manure crops, increasing the use of compost and reducing soil tillage, ameliorates soil life and contributes to healthier plants. Providing space for nature, for instance through



wider edges, hedges and wooded edges, favours natural pest control. False seed bed and mechanical weeding is applied to control weeds.

### **Agriculture and pesticides inside the Natura 2000**

Within Natura 2000, a number of habitats and species are depending on extensive agriculture, in particular grassland and heather habitats and their typical species. The most important management practices are grazing, and mowing and making hay.

Agriculture has a role to play inside Natura 2000. The European Commission even published guidelines on agriculture in Natura 2000. At the European scale, 40% of Natura 2000 is currently in agricultural use. In Flanders this area amounts to 32%. In these areas appropriate measures are needed to achieve the favourable conservation status of the habitats and species of community importance, while at the same time support is needed to keep farming viable. The Common Agriculture Policy foresees resources for this purpose. Currently half of the area in agricultural use inside Natura 2000 in Flanders is covered by grassland. The data do not disclose the proportion used intensively or extensively. One fifth is covered by maize. This report illustrates the negative impact of pesticides on biodiversity. On this basis, we can conclude that the use of pesticides inside Natura 2000 definitely negatively impacts biodiversity.

### **Policy recommendations**

This review shows that buffer zones wide enough to capture the drift of pesticides towards Natura 2000 and vulnerable groups, would cover almost the entire Flemish territory. However, other complementary measures are available that can reduce the impact. On the basis of this review of available scientific evidence the following hierarchy of measures is proposed:

1. decrease the use of pesticides by applying agro-ecological practices and Integrated Pest Management (IPM) as prescribed by the Farm to Fork Strategy of the European Commission;
2. decrease the loss of pesticides by taking all possible precautions to minimise the loss of pesticides in case of pesticides application, such as drift reducing nozzles, low positioning of spray beam, precision agriculture, precise application of use and maintenance instructions, and others;
3. decrease the spread of pesticides by containing the loss of residues by well-designed buffer zones.

Following policy tools are available:

Decrease pesticide use:

- more extension towards farmers and stakeholders of the total food chain on the risks of pesticides and their residues, on IPM, on agro-ecological alternatives and on supporting measures available under the Common Agriculture Policy;
- better enforcement of the implementation of IPM;
- more attention for agro-ecological alternatives in research and education;
- stricter approval procedures for pesticides;
- increased taxes on pesticides;
- ban on pesticide use inside the Natura 2000.

Decrease pesticide losses:





- permanent formation and training, directed at reduction of pesticide use and the reduction of pesticide losses, for professionals with a license to use pesticides;
- stricter rules and more enforcement of the rules on minimising the loss of pesticides (for example on drift reducing nozzles);
- avoid source pollution by compulsory use of a clean water tank on the spraying vehicles, to be used for cleaning the tank after spraying on the treated field.

Decrease pesticide spread:

- delineation of buffer zones, with minimum standards for design and maintenance.



# INHOUDSTAFEL

Dankwoord .....	2
Samenvatting .....	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid .....	7
English abstract .....	8
Inhoudstafel .....	13
Lijst van figuren .....	15
Lijst van tabellen .....	16
1. Opdracht.....	17
1.1 Zoekopdracht wetenschappelijke literatuur .....	17
1.2 GIS-opdracht bufferbreedtes .....	18
2. Inleiding.....	21
2.1 Focus .....	21
2.2 Verspreiding van pesticiden .....	22
2.3 Accumulatie in de omgeving .....	24
2.4 Toxiciteit.....	25
3. Juridisch kader.....	26
3.1 Europese goedkeuring van werkzame stoffen.....	26
3.2 Belgische toelating van pesticiden .....	26
3.3 Indeling pesticiden volgens risicogroepen .....	27
3.4 Naar een duurzamer pesticidegebruik.....	29
4. Meest gebruikte pesticiden.....	31
4.1 Herbiciden .....	31
4.2 Fungiciden .....	32
4.3 Insecticiden .....	33
4.4 Nematociden .....	35
4.5 Rodenticiden .....	35
4.6 Mollusciciden .....	35
5. Impact op natuur.....	36
5.1 Impact op terrestrische natuur .....	36
5.1.1 Impact op vogels .....	36
5.1.2 Impact op zoogdieren .....	38
5.1.3 Impact op ongewervelden .....	38
5.1.4 Impact op bodemschimmels .....	38



5.2 Impact op aquatische natuur .....	39
5.2.1 Impact op vissen.....	40
5.2.2 Impact op amfibieën .....	40
5.2.3 Impact op waterplanten.....	40
5.3 impact op wilde bestuivers .....	41
6. Impact op de menselijke gezondheid .....	42
7. Bufferzone als risicoverlagende maatregel .....	45
7.1 Bufferzone rond natuurgebied.....	45
7.1.1 Eigenschappen van de bufferzone .....	46
7.1.2 Eigenschappen van het pesticide .....	49
7.1.3 Eigenschappen van het landbouwgebruik .....	50
7.2 Bufferzone rond kwetsbare groepen .....	51
7.3 Impact van bufferzones op oppervlakte in landbouwgebruik .....	52
8. Andere risicoverlagende maatregelen .....	55
9. Agro-ecologische alternatieven .....	57
9.1 Gewasbeheer .....	58
9.2 Bodembeheer.....	59
9.3 Onkruidbeheersing.....	59
10. Landbouw binnen Natura 2000.....	60
10.1 Afhankelijkheid van extensieve landbouw.....	60
10.2 Huidige landbouw in Natura 2000 .....	62
10.3 Pesticiden binnen Natura 2000 .....	63
Referenties .....	64
Bijlage 1: Zoekacties in Web of Science .....	68
1. Zoektermen pesticiden .....	68
2. Zoektermen dier- en plantensoorten uit de bijlagen van de Habitat- en Vogelrichtlijnen.....	68
3. Zoektermen Speciale Beschermingszones .....	70
4. Zoekstringen.....	76
Bijlage 2: GIS-opdracht.....	77
Bijlage 3: Landbouwgebruik binnen Natura 2000.....	81



## Lijst van figuren

Figuur 1. Aantal teruggevonden herbiciden in functie van de afstand tot de rand tussen landbouwgebied en natuurgebied (transect vanaf 25 m binnen het veld tot 75 m in het natuurgebied). <sup>13</sup>	23
Figuur 2. Trends van pesticiden in oppervlaktewater uitgedrukt in het percentage meetplaatsen met een overschrijding van de norm. De figuur toont enkel de pesticiden waarvoor op minstens 10 meetplaatsen een uitspraak gedaan kon worden. <sup>6</sup>	23
Figuur 3. Evolutie van de gemiddelde Harmonised Risk Indicator 1 (HRI1) in België. <sup>1</sup>	28
Figuur 4. Evolutie van de Harmonised Risk Indicator (HRI1) per risicogroep in België. <sup>17</sup>	28
Figuur 5. Evolutie van het aantal noodtoelatingen (HRI2) in België. <sup>3</sup>	29
Figuur 6. Trend in multispeciesindex voor 19 landbouwgerelateerde vogelsoorten tussen 1996 en 2016, voor landen die deelnemen aan het Pan European Common Bird Monitoring Scheme (PECBMS) (n = 28, niet-PECBMS landen in grijs). Voor elk land staat de kleur voor de helling (rood voor afname, blauw voor toename). <sup>23</sup>	37
Figuur 7. Percentage gerapporteerde monitoringlocaties in Europa met ten minste één pesticide dat de drempelwaarde voor oppervlaktewater (links) of grondwater (rechts) overschrijdt, afgestemd op de oppervlakte van het land. <sup>22</sup>	39
Figuur 8. Druk op het waterleven door pesticiden (Vlaanderen 2011 - 2019). <sup>22</sup>	40
Figuur 9. Procentuele bijdrage van fungiciden (30 werkzame stoffen), herbiciden (24 werkzame stoffen) en insecticiden (13 werkzame stoffen) aan humaan toxische classificaties, gedetecteerd met passieve luchtmonsters. <sup>51</sup>	43
Figuur 10. Detectie van residuen van verschillende fungiciden, herbiciden en insecticiden, in honingbijen, wilde bijen, planten, bodem en lucht in akkerranden. <sup>55</sup>	46
Figuur 11. De fysische processen (rode boxen), de parameters die de fysische processen beïnvloeden (zwart gestippelde boxen), de karakteristieken van de buffer (zwarte pijlen) en de karakteristieken van het landbouwgebied (zwart gestippelde pijlen) die invloed hebben op de vangefficiëntie van bufferzones. <sup>57</sup>	47
Figuur 12. Effecten van windbuffers op de vermindering van de drift van pesticiden. Hoeveelheid drift gemeten via luchtstalen genomen met de wind mee op verschillende afstanden van de windbuffers. <sup>58</sup>	49
Figuur 13. Eenvoudige schematische weergave van de landbouwoppervlakte (Source Area) ten opzichte van de bufferoppervlakte (Buffer Strip Area). <sup>61</sup>	50
Figuur 14. Oppervlakte in landbouwgebruik binnen buffers rond kwetsbare natuur, in functie van de bufferbreedte, uitgedrukt als % van de oppervlakte in landbouwgebruik in Vlaanderen (SBZ-H = Habitatrichtlijngebied; SBZ-V = Vogelrichtlijngebied; VEN = Vlaams Ecologisch Netwerk; groen op GWP = groene bestemming op het Gewestplan)	53
Figuur 15. Oppervlakte in landbouwgebruik binnen buffers rond kwetsbare groepen en kwetsbare natuur, in functie van de bufferbreedte, uitgedrukt als % van de oppervlakte in landbouwgebruik in Vlaanderen (SBZ-H = Habitatrichtlijngebied; SBZ-V = Vogelrichtlijngebied; VEN = Vlaams Ecologisch Netwerk; groen op GWP = groene bestemming op het Gewestplan)	53
Figuur 16. Oppervlakte binnen verschillende bufferbreedtes rond Natura 2000	54

Figuur 17. Oppervlakte binnen verschillende bufferbreedtes rond kwetsbare groepen	54
Figuur 18. Percentage gedetecteerde residuen van pesticiden met bijzondere gevaren voor de menselijke gezondheid volgens de officiële gevarenclassificaties van werkzame stoffen. <sup>64</sup>	56
Figuur 19. Percentage gedetecteerde residuen van pesticiden op niet-agrarische locaties met acute toxiciteit voor honingbijen en acute of chronische toxiciteit voor regenwormen ( <i>Eisenia fetida</i> ). Informatie over chronische toxiciteit voor honingbijen was niet beschikbaar. <sup>64</sup>	56
Figuur 20. Oppervlakte van de verschillende gewasgroepen binnen Natura 2000	63

## Lijst van tabellen

Tabel 1. Meest verkochte herbiciden in België in 2020 volgens Fytoweb.	32
Tabel 2. Meest verkochte fungiciden in België in 2020 volgens Fytoweb.	33
Tabel 3. Meest verkochte insecticiden in 2020 volgens Fytoweb.	34
Tabel 4. Impactradius en effect van verschillende pesticiden op verschillende blootgestelde groepen.	51
Tabel 5. Lijst van Bijlage I habitats uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen (*: prioritaire habitat) en van landbouw afhankelijk zijn. In de laatste drie kolommen wordt aangegeven of de habitat volledig, deels of marginaal van landbouw afhankelijk is. <sup>69,70</sup>	60





Het was een uitdaging om studies te vinden over de impact van pesticiden op Speciale Beschermingszones. Het gebruik van de letterlijke benoemingen voor de habitats uit Bijlage I uit de Habitatrictlijn die in Vlaanderen voorkomen, in combinatie met zoektermen voor de pesticiden, resulteerde enkel in studies over estuaria. Daarom hebben we bijkomend meer generieke zoekacties uitgevoerd en ook gezocht op soorten gerelateerd aan deze habitats (zie Bijlage 1). Relevante zoekresultaten bleven over het algemeen heel beperkt.

De lijst aan artikelen voortkomend uit de verschillende zoekopdrachten werd eerst op titel en indien nodig op abstract gescreend om tot een eerste selectie te komen.

Deze gestructureerde zoekopdracht werd aangevuld met snelle zoekopdrachten in Web of Science of Google Scholar, gerelateerd aan specifieke vragen die nog opkwamen tijdens de studie.

## 1.2 GIS-OPDRACHT BUFFERBREEDTES

Na overleg met het Agentschap Natuur en Bos, de Vlaamse Milieumaatschappij en het Departement Omgeving werd onderstaande GIS-opdracht vastgelegd. De bedoeling is te weten te komen hoeveel landbouwgrond wordt getroffen bij verschillende scenario's inzake bufferzones. De scenario's hebben betrekking op de te bufferen gebieden en op de bufferbreedte rond die gebieden. Het gaat zowel over gebieden met kwetsbare natuur als gebieden met kwetsbare groepen (mensen). Meer details over de berekening staan in Bijlage 2.

Er zijn vier scenario's inzake kwetsbare natuur, opgebouwd uit Habitatrictlijngebied (SBZ-H), Vogelrichtlijngebied (SBZ-V), VEN (Vlaams Ecologische Netwerk) en groene bestemmingen (op basis van de ruimteboekhouding):

- SBZ-H;
- SBZ-H + SBZ-V;
- SBZ-H + SBZ-V + VEN;
- SBZ-H + SBZ-V + VEN + groene bestemmingen.

Het vijfde scenario heeft betrekking op kwetsbare groepen. Het gaat tegelijk om:

- [Zorgvoorzieningen](#) (adhoc bijzonder jeugdbijstand, gemeenschapsinstellingen, integrale gezinszorg, pleegzorg bijzondere jeugdbijstand, voorzieningen bijzondere jeugdbijstand);
- [Kind en Gezin](#) (kinderopvang);
- [Zorgvoorzieningen](#) (Algemene ziekenhuizen - Psychiatrische ziekenhuizen - Psychiatrische verzorgingstehuizen - Samenwerkingsverbanden beschut wonen - Centra voor geestelijke gezondheidszorg – Ouderenvoorzieningen - Thuiszorg);
- [Onderwijs](#) (Gewoon kleuteronderwijs - Buitengewoon kleuteronderwijs - Gewoon lager onderwijs - Buitengewoon lager onderwijs - Voltijds gewoon secundair onderwijs - Buitengewoon secundair onderwijs - Deeltijds beroepssecundair onderwijs - Deeltijdse vorming - Leertijd - Hoger beroepsonderwijs (hbo5) in het volwassenenonderwijs - Hogescholen – Universiteiten – Baseducatie - Secundair volwassenenonderwijs - Deeltijds kunstonderwijs).

Dit zijn puntgegevens (adressen). Voor de analyse werden de kadasterpercelen gebruikt waar deze punten in gelegen zijn.

In het zesde tot negende scenario worden de kwetsbare natuur en de kwetsbare groepen gecombineerd:

- SBZ-H + kwetsbare groepen;
- SBZ-H + SBZ-V + kwetsbare groepen;
- SBZ-H + SBZ-V + VEN + kwetsbare groepen;
- SBZ-H + SBZ-V + VEN + groene bestemmingen + kwetsbare groepen.

Voor elk van de negen scenario's worden volgende bufferbreedtes doorgerekend:

- 0 meter;
- 5 meter;
- 20 meter;
- 50 meter;
- 100 meter;
- 250 meter;
- 500 meter;
- 1000 meter;
- 2000 meter;
- 3000 meter.

De GIS-analyse levert volgende resultaten:

- totale oppervlakte grond (gebufferd gebied én buffer) bij elk van de scenario's;
- totale oppervlakte grond (gebufferd gebied én buffer) met landbouwbestemming (op basis van de ruimteboekhouding) bij elk van de scenario's.

Na bespreking van de eerste versie van de analyse bleken verfijningen mogelijk, deze werden in de tweede versie van de analyse doorgevoerd:

- Vervanging landbouwbestemming door landbouwgebruik: Niet alle gronden met landbouwbestemming zijn in landbouwgebruik. Daarom werd bij de tweede analyse, in plaats van de ruimteboekhouding, de eenmalige perceelsregistratie (landbouwgebruikspcelen 2021) gebruikt. Dit zijn gronden in landbouwgebruik. Van die gronden werden volgende teelten/gewasgroepen afgetrokken (elders ook niet-effectief landbouwgebruik genoemd):
  - begraasde niet-landbouwgrond;
  - heide in natuurbeheer;
  - natuurlijk grasland;
  - landbouwinfrastructuur;
  - water.
- Aftrekken van buffers rond waterlopen: In het ontwerp zevende Mestactieplan (MAP 7) zijn buffers rond waterlopen van minstens drie meter (of meer naargelang de situatie) voorzien, waarin het gebruik van pesticiden niet is toegelaten. Deze oppervlakte werd afgetrokken van de oppervlakte in landbouwgebruik binnen de gebufferde gebieden en buffers binnen deze analyse, aangezien daar sowieso geen pesticiden mogen worden gebruikt. De kaart werd ons door de Vlaamse Landmaatschappij bezorgd.

////////////////////////////////////

- Op vraag van het Agentschap Natuur en Bos werd het habitatype 3260 aan de Habitatrichtlijngebieden toegevoegd. Het gaat om het habitatype Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorend tot het *Ranunculion fluitans* en het *Callitrichio-Batrachion*, langs alle waterlopen van de Vlaamse Hydrografische Atlas, waar dit habitatype als een instandhoudingsdoelstelling voor een Speciale Beschermingszones is vastgesteld. De kaart werd ons door het Agentschap Natuur en Bos aangeleverd.



## 2. INLEIDING

### 2.1 FOCUS

De term pesticiden omvat gewasbeschermingsmiddelen en biociden.

Gewasbeschermingsmiddelen beschermen gewassen tegen schadelijke organismen of bestrijden onkruid. Ze worden vooral in de landbouw gebruikt, maar ook in tuinen.<sup>1</sup> Soms spreekt men over bestrijdingsmiddelen. De producenten geven hun recente verkoopcijfers niet vrij, omdat dit hun concurrentiepositie zou verzwakken.<sup>1</sup> Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen wordt voor 2018 op 3,1 miljoen kg werkzame stoffen geschat, wat een stijging met 14% betekent ten opzichte van 2011.<sup>2</sup>

Biociden bestrijden eveneens schadelijke organismen, maar ze hebben geen betrekking op levende planten. Voorbeelden zijn ontsmettingsmiddelen, muizengif, houtbeschermingsmiddelen en afweermiddelen.<sup>1</sup> In 2021 werden in België 6 miljoen kg biociden verkocht, waarvan 3,9 miljoen kg diergeneeskundige middelen, 1,5 miljoen kg insecticiden en acariciden en 0,7 miljoen kg rodenticiden.<sup>3</sup> Let op, in tegenstelling tot de cijfers voor gewasbeschermingsmiddelen, waar het gewicht werkzame stoffen wordt weergegeven, gaat het hier over het totale gewicht van de producten.

Deze kennisintegratiestudie focust op de impact van gewasbeschermingsmiddelen, omdat dit de middelen zijn die op grote schaal in de open ruimte worden toegepast en daardoor veel impact hebben op natuur en mens. De impact van biociden is nochtans ook niet te onderschatten. Zo is het gebruik van imidacloprid (een neonicotinoïde) niet meer toegelaten in de landbouw, maar wel nog in vlooiën- en tekenbanden voor huisdieren, waardoor zelfs kinderen aan het product worden blootgesteld. Instrumenten om de impact van biociden te beperken hebben eerder betrekking op de toelating op federaal niveau.

Naast gewasbeschermingsmiddelen worden ook andere producten toegediend aan gewassen, bijvoorbeeld om grotere vruchten te bekomen. Deze komen ook niet aan bod in deze studie.

In het dagelijks taalgebruik wordt het woord pesticide gebruikt als synoniem voor gewasbeschermingsmiddel. Voor de leesbaarheid van het rapport zullen we dit hier ook doen, maar moet het woord pesticide dus als gewasbeschermingsmiddel worden geïnterpreteerd.

Deze studie focust op de impact van pesticiden op de Vlaamse natuur en de te behalen (Europese) natuurdoelen in Vlaanderen.





## 2.2 VERSPREIDING VAN PESTICIDEN

Pesticiden beperken verliezen in de landbouwproductie en laten toe conform de verwachtingen van markt en consument voedsel in grote hoeveelheden te produceren. Telen zonder pesticiden zou voor tarwe een opbrengstverlies van 19% en voor aardappelen een opbrengstverlies van zelfs 42% veroorzaken.<sup>4</sup> Let wel, dit is zonder toepassing van agro-ecologische benaderingen (zie Hoofdstuk 9).

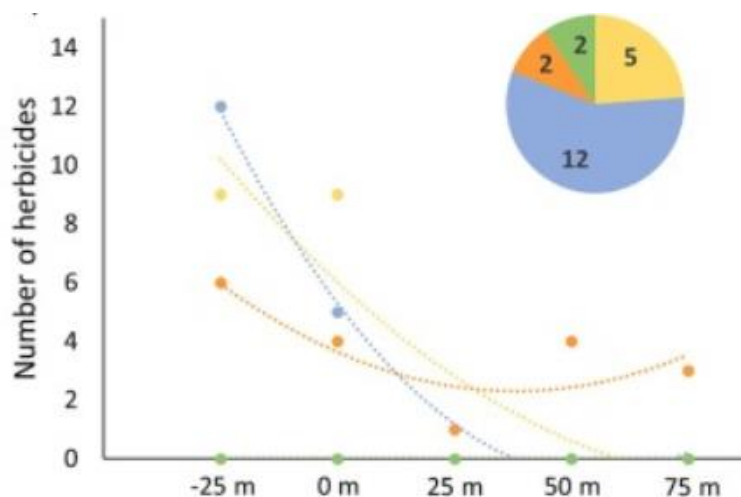
Pesticiden worden meestal met een spuittoestel toegediend. Soms worden ze als granulaat rond de te beschermen planten gestrooid of als coating rond zaden aangebracht. In het laatste geval gaat het ofwel om zaadontsmettingsmiddelen ofwel om systemische pesticiden. Bij systemische pesticiden neemt de plant het product op, waardoor het aanwezig is in alle plantendelen. Het onzorgvuldig reinigen van pesticidentanks kan tot puntvervuiling leiden.

In een studie op Europees niveau werd gemiddeld in 80% van de bodemanalyses op landbouwpercelen residuen van verschillende pesticiden gevonden.<sup>22</sup>

Wanneer pesticiden met een spuittoestel over de gewassen worden verneveld, komt het product niet alleen op de landbouwpercelen terecht, maar kan het ook wegwaaien en in de omgeving terechtkomen. Dit noemt men drift. De hoeveelheid drift hangt onder meer af van hoe fijn de druppels worden verneveld, de hoogte en richting van de spuitboom en de aanwezigheid van wind.

Op die manier komen pesticiden ook in omliggende gebieden terecht, in voorkomend geval ook in natuurgebieden. Bij onderzoek in 21 natuurgebieden in Duitsland (Figuur 1), die grenzen aan landbouwvelden, werden ook binnen die gebieden herbiciden teruggevonden.<sup>13</sup> In 12 gebieden verliep de afname van het aantal herbiciden geleidelijk over het onderzochte transect (blauwgrijze kleur), in vijf gebieden verliep de afname trager en drongen de herbiciden dus dieper in het gebied door (gele kleur), in twee gebieden was er nauwelijks een afname en waren er ook op 75 meter nog herbiciden aanwezig (oranje kleur) en in twee gebieden werden noch in landbouwgebied noch in natuurgebied herbiciden gevonden (groene kleur) (Figuur 1).<sup>13</sup> Dit toont aan dat de penetratie van herbiciden sterk kan verschillen naargelang de omstandigheden.

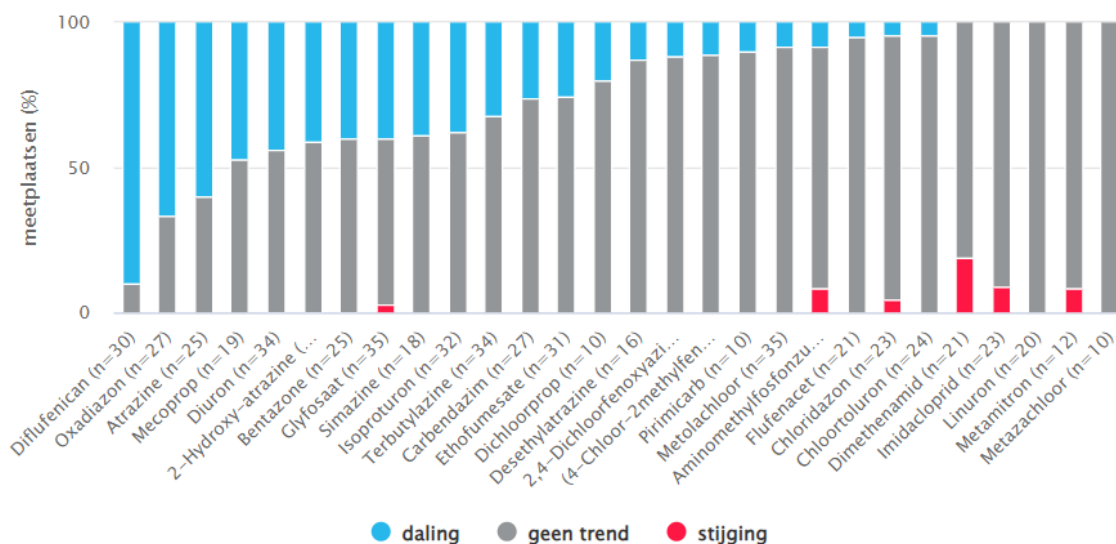




Figuur 1. Aantal teruggevonden herbicides in functie van de afstand tot de rand tussen landbouwgebied en natuurgebied (transect vanaf 25 m binnen het veld tot 75 m in het natuurgebied).<sup>13</sup>

Naast drift is er ook af- en uitspoeling van pesticiden naar oppervlaktewater en infiltratie naar grondwater. Afwatering via drainagebuizen en bewatering door irrigatiesystemen versnellen de verspreiding van pesticiden.

In uitvoering van de Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC) monitort de Vlaamse Milieumaatschappij de aanwezigheid van pesticiden in het oppervlakte- en grondwater. Er is een dalende trend in het aantal meetpunten met overschrijding van de norm voor pesticiden. Toch is er nog in 62% van de meetpunten in oppervlaktewater een overschrijding voor imidacloprid, een neonicotinoïde die verboden is wegens toxiciteit voor bijen en andere insecten. Voor het herbicide diflufenican wordt in 35% van de meetpunten de norm overschreden (Figuur 2).<sup>6</sup>



Figuur 2. Trends van pesticiden in oppervlaktewater uitgedrukt in het percentage meetplaatsen met een overschrijding van de norm. De figuur toont enkel de pesticiden waarvoor op minstens 10 meetplaatsen een uitspraak gedaan kon worden.<sup>6</sup>

Ten slotte komen mobiele soorten uit natuurgebieden ook in contact met pesticiden in landbouwgebied en geven ze die vervolgens door binnen het voedselweb. Het vliegbereik van de meeste solitaire bijensoorten bedraagt 150 – 600 meter.<sup>7</sup> Een Duitse studie vond pesticiden terug in insecten tot op 2 km van het landbouwgebied.<sup>21</sup> De blootstelling van de honingbij, met een foerageerbereik van 3 km, is nog groter. De meeste vogels hebben een nog veel groter vliegbereik.

## 2.3 ACCUMULATIE IN DE OMGEVING

Wanneer pesticiden op onbedoelde plaatsen aanwezig zijn, spreekt men van pesticidenresiduen. Ze bevinden zich in de leefomgeving (bodem, water, lucht) of in organismen (wilde fauna en flora). Levende organismen kunnen de pesticiden samen met voedingsstoffen of water opnemen. Ze kunnen ook besmet worden via inademing of via de huid. Pesticiden treffen zo niet alleen schadelijke organismen. Ook niet-doelorganismen aanwezig in of rond behandelde terreinen ontvangen een dosis.

Binnen het voedselweb assimileren de hogere trofische niveaus de pesticidenresiduen die aanwezig zijn in de planten of prooidieren die ze eten. De meeste pesticiden worden na opname opgeslagen in het vetweefsel. Lipofiele pesticiden hebben dan ook een verhoogde schadelijkheid.

Het INBO onderzocht of vroeger gebruikte pesticiden ook via dood hout en zijn afbraakorganismen zouden kunnen worden doorgegeven. Tijdens een verkennend onderzoek op 14 zomereiken werden evenwel geen residuen gevonden (Arno Thomaes, in voorbereiding).

Omdat water heel mobiel is, lopen waterlopen en waterrijke gebieden een verhoogd risico op transport en accumulatie van pesticiden. Pesticidenresiduen accumuleren vooral in estuaria omdat ze meest stroomafwaarts gelegen zijn (accumulerend effect), en omdat ze sedimenten opvangen.

De werkzame stoffen van pesticiden kunnen afbreken in kleinere moleculen die minder giftig zijn, maar toch nog een effect kunnen blijven uitoefenen. De snelheid waarmee die afbraak plaatsvindt is de DT50. De halfwaardetijd wordt uitgedrukt in dagen en geeft de tijd aan die nodig is om 50% van het product af te breken.<sup>8</sup> Als de halfwaardetijd meer dan 30 dagen bedraagt, spreekt men van persistente pesticiden. Dan is de kans groot dat die producten in het voedselweb verder verspreid worden. DDT is een bekend voorbeeld van een persistent insecticide met een DT50 van tientallen jaren. Ondanks het verbod op DDT dat al van 1974 dateert, wordt het nu nog altijd teruggevonden in oppervlaktewater en bij mensen.<sup>14</sup> Sommige moderne neonicotinoïden, zoals imidacloprid, zijn ook persistent.



## 2.4 TOXICITEIT

Selectieve pesticiden werken enkel in op de beoogde schadeverwekker. Ze zijn minder gevaarlijk voor natuur en mens dan breedspectrumpesticiden, die een veel breder taxonomisch bereik hebben. Breedspectrumpesticiden treffen daardoor meer niet-doelorganismen en vormen een hoger risico voor zowel natuur als mens.

Bij systemische pesticiden neemt het organisme het product op, waardoor het aanwezig is in heel het organisme en er toxisch is voor schadelijke en andere organismen (bijvoorbeeld insecten die nectar of pollen van de bloemen verzamelen).

De acute toxiciteit van een stof is de giftigheid bij onmiddellijke blootstelling aan een stof. Meestal wordt die uitgedrukt door de EC50 waarde (mediaan acuut effect concentratie). Die geeft aan bij welke dosering van de stof tijdens het ecotoxicologisch onderzoek de helft van de testorganismen observeerbare aantasting vertonen. Ze wordt uitgedrukt in mg/kg levend lichaamsgewicht van die organismen.<sup>8</sup>

De chronische toxiciteit is de giftigheid bij langdurige blootstelling. Ze wordt weergegeven door de ADI waarde (de aanvaardbare dagelijkse inname) en wordt uitgedrukt in mg/kg lichaamsgewicht/dag. Proefdieren (ratten of muizen) krijgen twee jaar lang elke dag verschillende dosissen pesticide toegediend en na hun dood wordt er gecontroleerd op celafwijkingen, misvormingen of kanker. De NOEL (No Observable Effect Level) of NOEC (No Observable Effect Concentration) waarde is de dosis waarbij geen waarneembare effecten te zien zijn. Uit veiligheidsoverwegingen wordt die met een factor 100 vermenigvuldigd en dat geeft dan de ADI waarde.<sup>8</sup>

Dikwijls zijn er talrijke residuen van pesticiden aanwezig in de omgeving. Onderzoek door Wageningen University and Research toonde aan dat residuen van 170 verschillende soorten pesticiden, waarvan een kwart nu verboden middelen, werd teruggevonden in haar- en bloedstalen bij mensen.<sup>5</sup> Er is een toenemende bezorgdheid over het synergetisch effect van die residuen.<sup>9</sup> Ook wanneer de concentratie van elke stof afzonderlijk onder de gevarendrempel ligt, kunnen mengsels toch een gevaar vormen voor natuur en mens.<sup>9</sup> De langdurige blootstelling aan lage concentraties van verschillende pesticiden, elk afzonderlijk in een veilige dosis, kan fysiologisch meer schadelijk zijn dan kortstondige blootstelling aan een hogere dosis.<sup>15,16</sup>

Pesticiden kunnen niet alle schadelijke organismen uitschakelen. De overlevende individuen en hun nakomelingen kunnen na enkele generaties resistentie tegen een bepaald pesticide ontwikkelen. Daardoor neemt de effectiviteit van het middel af. Er wordt aangeraden regelmatig te wisselen tussen middelen op basis van verschillende werkzame stoffen om resistentieontwikkeling te vermijden. Het vermijden van resistentie is ook een argument om bespuitingen te beperken tot enkel wanneer het nodig is en geen preventieve bespuitingen meer uit te voeren.



## 3. JURIDISCH KADER

### 3.1 EUROPESE GOEDKEURING VAN WERKZAME STOFFEN

De Verordening EG 1107/2009 bepaalt de voorwaarden voor het op de markt brengen van werkzame stoffen in de Europese Unie. Ze heeft het dubbele doel om enerzijds een hoog niveau van bescherming voor mens, dier en leefomgeving te waarborgen en anderzijds het concurrentievermogen van de Europese landbouw te vrijwaren.

Toelatingen zijn geldig voor 10 jaar, met kans op verlenging van hoogstens 15 jaar, als er geen aanwijzingen zijn dat het product schadelijk is en als de werkzame stof nog steeds effectief is tegen de beoogde schadelijke organismen (geringe resistentie). Beslissingen tot verlenging worden gebaseerd op ervaringen met het gebruik van het product in de praktijk.

Het voorzorgsprincipe is van toepassing, met speciale aandacht voor kwetsbare groepen als zwangere vrouwen, ouderen, zieken en kinderen. Dit houdt in dat de industrie vooraf via toxicologisch onderzoek moet aantonen dat de werkzame stoffen geen enkel schadelijk effect kunnen hebben op de gezondheid van mens en dier of op de leefomgeving. Er zijn talrijke voorbeelden van pesticiden die eerst als veilig beschouwd werden, maar achteraf toch carcinogeen bleken of endocriene bijwerkingen of fertiliteitsproblemen bleken te veroorzaken, waardoor ze dan toch werden verboden (bijvoorbeeld DDT, Lindaan, Malathion en Paraquat).<sup>5</sup> Vier van de vijf in 2020 meest gebruikte fungiciden werden ondertussen verboden (zie Hoofdstuk 4.2). Hierbij werd dus gefaald in de toepassing van het voorzorgsprincipe.

Er is veel discussie over de gebruikte methodieken bij toxicologisch onderzoek. Heel wat literatuur beklemtoont de nood aan procedures die de ecologische complexiteit beter in beeld brengen.<sup>10-12</sup> Toxiciteit wordt beoordeeld aan de hand van kortetermijnonderzoek op testdieren op niveau van individuen/populaties, dikwijls in labo-omstandigheden. De resultaten daarvan worden gebruikt om risico's op lange termijn in complexe ecosystemen in te schatten.<sup>9</sup> De toxicologische proeven onderzoeken doorgaans elke werkzame stof afzonderlijk, terwijl er nauwelijks onderzoek is naar synergetische effecten. Bij de toelatingsprocedure wordt enkel gekeken naar welke dosis dodelijk is voor het testorganisme en wordt geen rekening gehouden met een sub-lethale dosis die het gedrag van dieren verandert en op die manier de populatie aantast.

### 3.2 BELGISCHE TOELATING VAN PESTICIDEN

De afgeleide pesticiden volgen een toelatingsprocedure op nationaal niveau. Op [fytoweb.be](http://fytoweb.be) staat alle informatie over welke pesticiden in België toegelaten zijn, voor welke teelten en onder welke voorwaarden ze gebruikt mogen worden.



### 3.3 INDELING PESTICIDEN VOLGENS RISICOGROEPEN

Richtlijn (EU) 2019/782, bijlage IV inzake geharmoniseerde risico-indicatoren, classificeert pesticiden in vier risicogroepen met stijgende risico-coëfficiënten:

- risicogroep 1 - goedgekeurde werkzame stoffen met laag risico (risico-coëfficiënt x1), bestaande uit micro-organismen met laag risico en chemische stoffen met laag risico;
- risicogroep 2 - goedgekeurde werkzame stoffen die niet onder groep 1 of 3 vallen (risico-coëfficiënt x8), bestaande uit micro-organismen die niet onder andere categorieën vallen en chemische stoffen die niet onder andere categorieën vallen;
- risicogroep 3 - goedgekeurde werkzame stoffen die in aanmerking komen voor vervanging (risico-coëfficiënt x16), bestaande uit niet-CMR<sup>1</sup> stoffen die in aanmerking komen voor vervanging en CMR-stoffen, die in aanmerking komen voor vervanging;
- risicogroep 4 - niet goedgekeurde werkzame stoffen (risico-coëfficiënt x64), bestaande uit chemische stoffen die niet meer goedgekeurd zijn.

Particulieren mogen enkel producten uit de laagste risicogroep 1 gebruiken. Professionele gebruikers mogen ook de pesticiden uit groep 2 en 3 gebruiken mits ze in het bezit zijn van een fyto-licentie en alle veiligheidsmaatregelen in acht nemen.

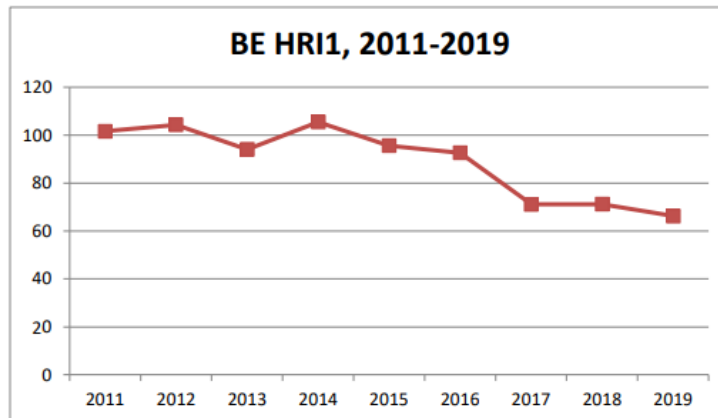
Producten uit groep 4 zijn verboden, behalve in bepaalde specifieke situaties. Dit kan bijvoorbeeld wanneer nog geen nieuwe werkzame stoffen als alternatief gevonden werden (bijvoorbeeld imidacloprid voor suikerbieten). Lidstaten kunnen voor dergelijke situaties een noodtoelating van maximaal 120 dagen aanvragen bij de Europese Commissie. Daarnaast worden aan het beëindigen van de toelatingen ook termijnen voor uitverkoop en opgebruik verbonden, tijdens welke de stocks mogen worden opgemaakt. Op die manier komen nog pesticiden in de omgeving terecht, waarvan het schadelijke effect is aangetoond en waarvoor soms zelfs alternatieven bestaan.

De *Harmonised Risk Indicator 1* (HRI1) is een maat voor het gebruik en de risico's van pesticiden in een bepaald gebied. Het gaat om de hoeveelheid verkochte pesticiden, gecorrigeerd met de risicocoëfficiënten van de risicogroepen waartoe de pesticiden behoren. De statistieken tonen dat in België de gemiddelde HRI1 gedaald is (Figuur 3).<sup>17</sup>

---

<sup>1</sup> CMR = Kankerverwekkende, mutagene en reprotoxische stoffen

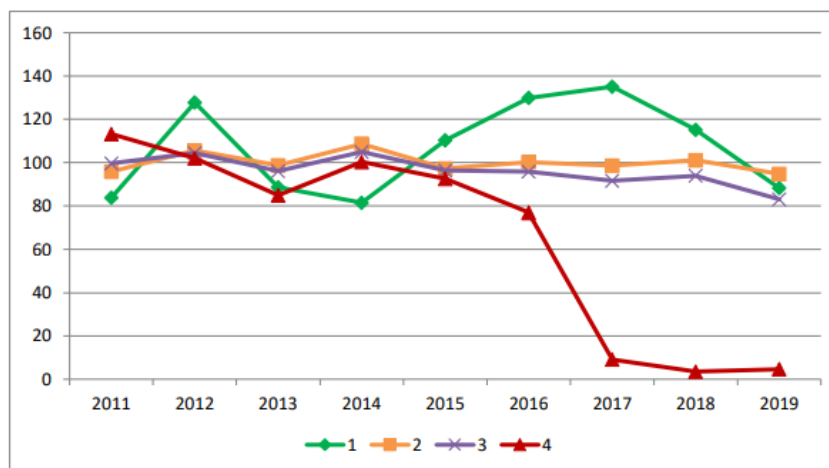
	2011-2013	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
BE HRI1, 2011-2019	100	102	104	94	106	96	93	71	71	66



Figuur 3. Evolutie van de gemiddelde Harmonised Risk Indicator 1 (HRI1) in België.<sup>1</sup>

Figuur 4 toont de HRI1 per risicogroep. Daar blijkt een daling van 95% in het gebruik van groep 4 pesticiden. In België wordt, wanneer pesticiden na herevaluatie doorschuiven naar een hoger risico, de volledige tijdsreeks verschoven naar de nieuwe risicogroep. Dit heeft tot gevolg dat, wanneer een pesticide wordt verboden, de gemiddelde HRI1 sterker daalt dan wanneer de volledige tijdsreeks niet zou worden verschoven. De sterke daling tussen 2016 en 2019 is te danken aan het verbod op onder meer Mancozeb, Thiram en Diquat. Voor groep 3 is er slechts een daling van 17%.

Group	2011-2013	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	100	84	128	89	81	110	130	135	115	88
2	100	96	106	99	109	97	100	99	101	95
3	100	100	104	96	105	96	96	92	94	83
4	100	113	102	85	100	92	77	9	4	5



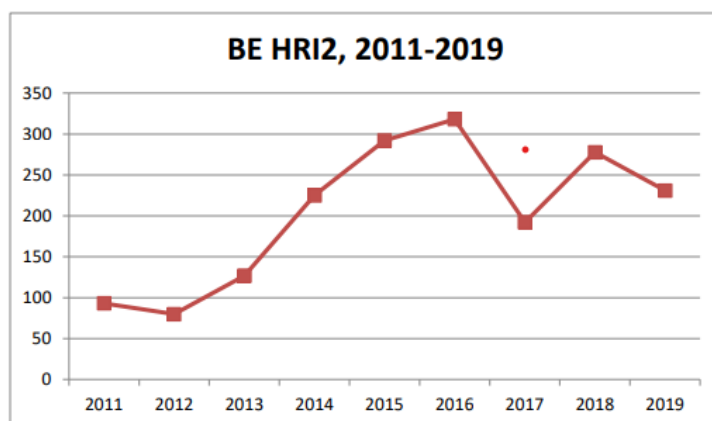
Figuur 4. Evolutie van de Harmonised Risk Indicator (HRI1) per risicogroep in België.<sup>17</sup>

De HRI2 staat voor het aantal noodtoelatingen dat jaarlijks wordt afgeleverd. Het aantal noodtoelatingen in België is in diezelfde periode toegenomen (Figuur 5). Een deel van



de noodtoelatingen dient voor de verlening van het gebruik van verboden pesticiden waarvoor nog geen alternatieve werkzame stoffen beschikbaar zijn. Andere noodtoelatingen dienen om een product uit te testen voor een nieuwe situatie, zoals bijvoorbeeld pelargonzuur als herbicide op de treinsporen.

	2011-2013	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
BE HRI2, 2011-2019	100	93	80	127	225	292	318	192	278	231



Figuur 5. Evolutie van het aantal noodtoelatingen (HRI2) in België.<sup>3</sup>

Er is veel discussie over de methodiek om het gebruik en de risico's van pesticiden op te volgen. Zelfs binnen Europa berekenen de lidstaten de HRI1 op verschillende manieren. In Duitsland werd de TAT indicator (*Total Applied Toxicity*) uitgetest, een indicator die ook in de Verenigde Staten wordt gehanteerd.<sup>18</sup> De resultaten tonen, voor de periode van 1995 tot 2005, een variatie aan trends. Voor gewervelde landdieren is de toxiciteit met 20% is gedaald. Voor bodemorganismen is de toxiciteit verdubbeld ten gevolge van de gebruikte fungiciden en insecticiden. Voor vissen is de toxiciteit zelfs verdrievoudigd, ten gevolge van de gebruikte insecticiden. Ook voor planten was er toename van de toxiciteit, ten gevolge van de gebruikte herbiciden.<sup>18</sup> We mogen er dus van uitgaan dat de HRI1 heel wat deeltrends maskert.

### 3.4 NAAR EEN DUURZAMER PESTICIDEGEBRUIK

Volgens Richtlijn 2009/128/EG moeten lidstaten een Nationaal actieplan opmaken om een duurzaam gebruik van pesticiden na te streven. Voor België resulteerde dit in het NAPAN (Nationaal Actieplan Pesticiden).<sup>3</sup> De FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu heeft, in navolging van het FRPG (Federaal Reductie Plan Gewasbeschermingsmiddelen), een nieuw NAPAN ontworpen voor de periode 2023 – 2027.<sup>3</sup> Het plan bevat onder andere volgende actiepunten:

- toepassen van het “Charter voor aanpak overschrijdingen toetsingswaarden gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater in België”;
- gezamenlijke aanpak voor het opstellen van emissiereductieplannen voor probleemstoffen waarvoor de toetsingswaarden worden overschreden;
- implementatie van een nieuw bufferzonebeleid ten opzichte van waterorganismen (implementatie voor 2025);

- globale indicatoren van de druk van gewasbeschermingsmiddelen op bestuivers opstellen en hun correlatie met de karakteristieke indicatoren van de ecosysteemdienst bestuiving verifiëren, in samenwerking met de experts die betrokken zijn bij de nationale strategie inzake bestuivers.

Op Vlaams niveau is er een Vlaams actieplan duurzaam pesticidegebruik (2023-2027) in voorbereiding.

Verder voorziet het Decreet Integraal Waterbeleid (2018) bufferzones rond waterlopen met een verbod op het gebruik van pesticiden. Voor neerwaarts gerichte bespuitingen moet minimaal één meter gevrijwaard worden en voor zijwaartse bespuitingen moet de buffer minimaal drie meter breed zijn. Bij verschillende producten kan de bufferzone echter gereduceerd worden door gebruik van driftreducerende doppen. Het ontwerp zevende Mestactieplan (in voorbereiding) voorziet buffers van minstens drie meter.



## 4. MEEST GEBRUIKTE PESTICIDEN

Naargelang het doelorganisme, worden pesticiden ingedeeld in:

- herbiciden bestrijden onkruid;
- fungiciden bestrijden schimmelziekten;
- insecticiden bestrijden insecten;
- nematociden bestrijden nematoden
- mollusciciden bestrijden slakken;
- rodenticiden bestrijden knaagdieren.

De meest gebruikte middelen zijn herbiciden in de lente, en fungiciden en insecticiden in de zomer.

Het grootste deel van de pesticiden komt slechts op enkele gewasgroepen terecht. In 2018 wordt 31% gebruikt voor fruit, 21% voor aardappelen, 13% voor groenten, 12% voor graan, 9% voor maïs en 8% voor bieten. Sierplanten zijn goed voor 3% en overige gewassen en weiden elk voor 2%. De aandelen van gewasgroepen zijn vrij stabiel over de jaren heen. Ten opzichte van hun areaal kennen vooral fruitteelt, aardappelteelt, groententeelt en sierteelt een hoog pesticidegebruik, door de grotere druk van schimmels en plaaginsecten op deze gewassen. Ondanks de grote arealen grasland, maïs en granen is hun aandeel in het totale gebruik van pesticiden relatief beperkt.<sup>17</sup>

### 4.1 HERBICIDEN

Herbiciden zijn in volume de meest gebruikte pesticiden.<sup>3</sup> Glyfosaat staat op de eerste plaats (Tabel 1). Glyfosaat is een systemisch en breedspectrumherbicide. Het treft dus een brede range aan taxa en is na toepassing in alle plantendelen terug te vinden, zowel boven- als ondergronds. In Nederland werden zowel glyfosaat als zijn afbraakmetaboliet aminomethylfosfonzuur (AMPA) in het haar van de meerderheid van kinderen en volwassenen teruggevonden. Bij kinderen was de concentratie hoger dan bij volwassenen.<sup>5</sup> De groeiende aanwijzingen dat glyfosaat een hormoonverstoorder is, heeft ertoe geleid dat het product niet langer in de handel is voor particulier gebruik. Voor professionele gebruikers met fytolicensie is het wel nog beschikbaar. Ook bij de overige herbiciden zijn er ernstige waarschuwingen.

Bij veel herbiciden raadt de gebruiksaanwijzing aan om te spuiten als de bodem vochtig is, omdat het product dan beter wordt opgenomen door de wortels van de te bestrijden planten. Regen versnelt echter de af- en uitspoeling naar het oppervlaktewater en de insijpeling naar grondwater. Het volgen van de gebruiksaanwijzing kan dus ook ongewenste verspreiding in de hand werken.



Tabel 1. Meest verkochte herbiciden in België in 2020 volgens Fytoweb.

Naam	Waarschuwingen	Risicoverlagende maatregelen uit de gebruiksaanwijzing
Glyfosaat	Schadelijk voor de gezondheid, giftig voor in water levende organismen met langdurige gevolgen	1 m bufferzone
Prosulfocarb (Defi, Syngenta)	Acuut toxisch (kan dodelijk zijn bij inademing), chronisch toxisch, giftig voor in water levende organismen met langdurig gevolg	1 m bufferzone, 90% driftreductie doppen, 100 dagen wachttijd na spuiten vooraleer producten op de markt mogen komen
Dimethenamid-P (Frontier-1)	Acuut toxisch (kan dodelijk zijn bij inademing), chronisch toxisch, zeer giftig voor in water levende organismen	20 m bufferzone, wachttijd 80 dagen
Aclonifen (Challenge)	Chronisch toxisch, veroorzaakt kanker, zeer giftig voor in water levende organismen	10 m bufferzone, wachttijd 70 dagen
Metamitron <i>Verboden sinds 14/12'23</i>	Acuut toxisch, zeer giftig voor in water levende organismen	2 m bufferzone

## 4.2 FUNGICIDEN

De tweede meest toegepaste groep pesticiden zijn de fungiciden. Vooral in de aardappelteelt worden er veel fungiciden gebruikt voor het bestrijden van de aardappelplaag. Ook buiten de landbouw worden soms fungiciden gebruikt, bijvoorbeeld op golfterreinen. Van de top 5 van meest verkochte fungiciden in 2020 is er slechts één dat nu nog toegelaten is (Tabel 2).



Tabel 2. Meest verkochte fungiciden in België in 2020 volgens Fytoweb.

Naam	Waarschuwingen	Risicoverlagende maatregelen uit de gebruiksaanwijzing
Mancozeb <i>Verboden sinds 4/1/22</i>	Acuut en chronisch giftig, kanker bij ratten (2002), giftig bij voortplanting (2018); link met Parkinson (2019), giftig voor in water levende organismen met langdurige gevolgen	
Anorganische Zwavel (bijvoorbeeld Thiovit)	Geen toxiciteitsproblemen gekend	Mag ook in biologische landbouw worden gebruikt
Captan (Merpan) <i>Verboden sinds 31/7/22</i>	Mogelijk carcinogeen, zeer toxisch voor in water levende organismen	
Propamocarb (Infinito, Boreso Flex) <i>Verboden sinds 1/12/21</i>	Toxisch voor bijen	
Cymoxanil (Tanos) <i>Verboden sinds 30/11/20</i>	Systemisch fungicide, dikwijls toegepast in combinatie met Mancozeb	

#### 4.3 INSECTICIDEN

Insecticiden vormen in volume de derde meest gebruikte groep pesticiden. Ze worden dus minder toegepast dan herbiciden en fungiciden, maar hebben wel meer impact op natuur.<sup>51</sup> De meeste insecticiden zijn weinig selectief en tasten ook niet-doelsoorten aan, inclusief bestuivers en insecten van belang voor natuurlijke plaagbeheersing.

Vooraf het gebruik van neonicotinoïden is controversieel. Ze worden meest gebruikt als coating op het zaad en worden als systemisch pesticide vanaf de kieming door de plant opgenomen. Vervolgens zijn ze in alle plantendelen in voldoende dosis aanwezig om schadelijke organismen te doden. In de ochtend kunnen planten, door guttatie, sapdruppels beladen met pesticiden uitscheiden, die ofwel door dieren worden opgenomen of in het milieu terecht komen. Ook in stuifmeel en nectar worden neonicotinoïden teruggevonden. Wanneer bijen stuifmeel van behandelde planten verzamelen, is er gevaar dat hun zenuwstelsel dusdanig wordt aangetast dat ze hun kast



niet meer terugvinden.<sup>19</sup> In Italië werd aangetoond dat het zogenaamd “*Colony Collapse Disorder*” van honingbijen, waarbij de bijenkasten leeg achterblijven, kan toegeschreven worden aan het gebruik van neonicotinoïden.<sup>20</sup> Bij de toelatingsprocedure wordt geen rekening gehouden met een sub-lethale dosis die het gedrag van dieren verandert en alsnog de populatie aantast.

De ondertussen verboden neonicotinoïde thiacloprid werd als residu teruggevonden in 16 van 21 onderzochte natuurgebieden in Duitsland.<sup>21</sup>

Tabel 3. Meest verkochte insecticiden in 2020 volgens Fytoweb.

Naam	Waarschuwingen	Risicoverlagende maatregelen uit de gebruiksaanwijzing
Paraffineolie (Paraffinelco)	Kan dodelijk zijn als het bij inslikken in de luchtwegen terechtkomt, giftig voor in water levende organismen	Bufferzone van 10 m t.o.v. oppervlaktewater, toegelaten in bio-landbouw
Sulfuryl Fluoride (ProFume)	Zowel acuut als chronisch giftig, dodelijk bij inademen, schade aan organen, zenuwen en nieren, zeer giftig voor in water levende organismen	Gebruikt in opslagplaatsen van granen, gasvormig insecticide, na gebruik 1 dag verluchting als sperperiode
Sinaasappelolie (Orocide plus)	Irriterend voor ogen, schadelijk voor bijen, hommels, giftig voor in water levende organismen	Bufferzone van 10 m t.o.v. oppervlaktewater, toegelaten in bio-landbouw
Pirimacarb (VSM Pirimicarb)	Acuut en chronisch giftig, verdacht van het veroorzaken van kanker, zeer giftig voor in water levende organismen met langdurige gevolgen, gevaarlijk voor bijen en bestuivers	Bufferzone van 1 tot 3 m t.o.v. oppervlaktewater, tot 35 dagen wachttijd vooraleer te oogsten
Spirotetramat (VSM Spirotetramat) <i>Vergunning eindigt op 30/10/2025 en wordt niet verlengd</i>	Schadelijk, gezondheidsschade op lange termijn, milieugevaarlijk, irritatie van de luchtwegen, verdacht van schaden van vruchtbaarheid en ongeboren kind, giftig voor in water levende organismen met langdurig gevolg	Bufferzone tot 10 m t.o.v. oppervlaktewater, tot 21 dagen wachttijd vooraleer te oogsten, zwangere vrouwen moeten contact vermijden

#### 4.4 NEMATOCIDEN

Nematociden worden ingezet voor de bestrijding van aaltjes. In vergelijking met vorige categorieën is hun gebruik en impact geringer.

Behalve enkele schadelijke soorten nematoden, zijn er vooral veel nuttige soorten nematoden die andere schadelijke soorten uitschakelen en een schakel vormen in het bodemleven. Zij worden mee door de nematociden vernietigd.

#### 4.5 RODENTICIDEN

Voor de bestrijding van knaagdieren gebruikt men soms rodenticiden. Dit valt meestal onder de categorie van biociden en gebeurt minder in het kader van gewasbescherming. Rodenticiden accumuleren in de roofdieren die knaagdieren als voedsel nuttigen (bijvoorbeeld vossen en roofvogels).

#### 4.6 MOLLUSCICIDEN

Mollusciciden, zoals metaldehyde, worden in de landbouw gebruikt ter bestrijding van weekdieren. Metaldehyde komt in vrij hoge concentraties voor in de meetgegevens die drinkwaterexploitanten aan de Vlaamse Milieumaatschappij bezorgen in het kader van de opvolging van de kwaliteit van ruwwater.<sup>6</sup> Slakkenverdelging gebeurt ook courant in tuinen en rond huizen.





## 5. IMPACT OP NATUUR

Er zijn minder data over residuen van pesticiden beschikbaar in terrestrische natuur dan in aquatische natuur. In tegenstelling tot de Kaderrichtlijn Water, bestaat er voor terrestrische natuur geen monitoringsverplichting.

Pesticiden worden gelinkt aan de achteruitgang van talrijke taxa.<sup>22</sup> Doorgaans is de afname van een populatie toe te schrijven aan een combinatie van factoren, waaronder habitatverlies, versnippering, pesticiden, klimaatverandering en andere. Dit beperkt de beschikbaarheid van literatuur die causale verbanden aantoont.

Ecosystemen zijn complex en vele soorten zijn met elkaar verbonden via het voedselweb en/of symbiotische relaties. Elke aantasting van een soort heeft gevolgen voor andere soorten die ermee verbonden zijn. Zo komt het geheel onder druk te staan. Pesticiden kunnen lethaal zijn voor bepaalde taxa, of ze kunnen essentiële functies verstoren. Wanneer die taxa verdwijnen komen andere taxa die van de getroffen taxa afhankelijk zijn eveneens in de problemen. Specialistische soorten zijn daarbij kwetsbaarder dan generalistische soorten.<sup>26</sup>

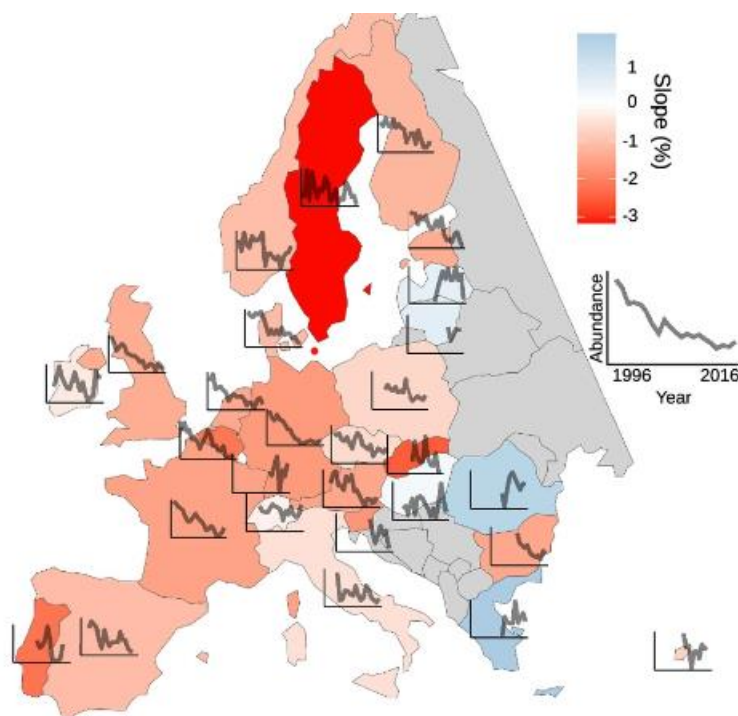
Er zijn voorbeelden waar na het instellen van een verbod op bepaalde pesticiden een populatie zich spectaculair herstelt. In deze gevallen is een causaal verband tussen het gebruik van pesticiden en de toestand van de betrokken soorten aannemelijk.

Een grootschalig onderzoek over herstel van natuurgebieden na schade door pesticiden, toont aan dat er gemiddeld vijf generaties nodig zijn voor een duurzaam herstel van de populatie van de getroffen soort, op voorwaarde dat de blootstelling ophoudt.<sup>27</sup> Voor soorten die zich traag voortplanten is meer tijd nodig dan voor soorten die zich snel voortplanten. Niet alle soorten kunnen zich herstellen. Bij sommige taxonomische groepen herstelt zich slechts de helft van de getroffen soorten.

### 5.1 IMPACT OP TERRESTRISCHE NATUUR

#### 5.1.1 Impact op vogels

Een uitgebreide studie naar vogelpopulaties in Europa (170 soorten in 28 landen van 1980 tot 2016) toonde aan dat grasland- en akkervogelsoorten een aanhoudende achteruitgang vertonen (Figuur 6).<sup>23</sup> Een statistische analyse wees pesticiden en bemesting aan als hoofdoorzaken.<sup>23</sup>



Figuur 6. Trend in multispeciesindex voor 19 landbouwgerelateerde vogelsoorten tussen 1996 en 2016, voor landen die deelnemen aan het Pan European Common Bird Monitoring Scheme (PECBMS) (n = 28, niet-PECBMS landen in grijs). Voor elk land staat de kleur voor de helling (rood voor afname, blauw voor toename).<sup>23</sup>

Na het verbod op het gebruik van DDT en organochloorpesticiden in 1974, was er een algemeen herstel van roofvogelpopulaties. Dit werd onder meer aangetoond in een Duits onderzoek naar havik, sperwer en slechtvalk.<sup>24</sup> Toppredatoren lopen meer kans op vergiftiging door pesticiden, door de accumulatie bovenaan de voedselpiramide. Daarom wordt soms voorgesteld om de druk van pesticiden op natuur te monitoren door de residuwaarden bij veel voorkomende roofvogels op te volgen.

In Frankrijk werd aangetoond dat het gebruik van het rodenticide bromadiolon, ter bestrijding van woelratten, bij rode wouw tot pesticideresiduen leidde die 137 keer de toegelaten norm halen. De verhoogde mortaliteit bij deze vogels werd waarschijnlijk veroorzaakt door secundaire vergiftiging omdat hun dieet voor 95% uit woelratten bestaat.<sup>72</sup>

De achteruitgang van de roodhalsgans in Europa wordt dan weer gelinkt aan de blootstelling aan het fungicide thiram in de Donauvallei.<sup>39</sup>

Door tijdens het broedseizoen het gebruik van breedspectruminsecticiden te reduceren, konden populaties geelgors in Engeland zich herstellen.<sup>25</sup> Deze studie toonde een verband tussen het gebruik van insecticiden en het aanbod aan ongewerveld voedsel. Vroeg in het seizoen, wanneer de jongen uitsluitend ongewerveld voedsel krijgen, tastte het insecticidegebruik de foerageerkansen van geelgors aan.<sup>25</sup> Er was ook een negatief verband tussen het gebruik van insecticiden en de lichaamsconditie van de jongen.<sup>25</sup>

Bij onvoldoende voedselaanbod, vooral in de broedperiode, zal bij insectenetende vogels de kans op succesvolle voortplanting en grootbrengen van de jongen afnemen. Het verband tussen de concentratie van neonicotinoïden in insecten en de afname van insectivore vogelpopulaties werd statistisch aangetoond.<sup>28</sup>

### 5.1.2 Impact op zoogdieren

Ook vleermuizen krijgen via de insecten die ze eten pesticideresiduen binnen. Een deel daarvan wordt via urine en uitwerpselen uitgescheiden, maar de rest wordt in het lichaam opgeslagen. De hormonale werking van pesticiden kan de voortplanting van vleermuizen verstoren of andere fysiologische afwijkingen veroorzaken. Zo is aangetoond dat neonicotinoïden de echolocatie van vleermuizen aantasten.<sup>30,31</sup>

Onderzoek naar otterpopulaties in Wales en Engeland wijst op een verband tussen de concentratie aan organochloor-pesticideresiduen en de leefbaarheid van otterpopulatie na herintroductie.<sup>40,41</sup> Waar in de bovenloop van rivieren, met minder landbouw, otterpopulaties zich konden herstellen, was er in de benedenloop geen kans op leefbare populaties.<sup>40,41</sup>

### 5.1.3 Impact op ongewervelden

Een grootschalig onderzoek in natuurgebieden in Duitsland wijst op een algemene daling van de biomassa van vliegende insecten met bijna 80% gedurende de laatste decennia. In de insectenstalen werden gemiddeld 17 verschillende pesticiden teruggevonden. Voor de hogere trofische niveaus betekent dit zowel een verminderd voedselaanbod als een ongewenste blootstelling aan pesticiden.

Regenwormen verbeteren de waterhuishouding en structuur van de bodem, bevorderen de humusvorming en zijn belangrijke prooidieren voor dassen, egels, vossen en vele andere vogel- en zoogdiersoorten. Herstel van regenwormpopulaties na toepassing van pesticiden bleek afhankelijk van de persistentie van het betreffende pesticide. Hoe persistenter het product, hoe langer en minder volledig het herstel.<sup>29</sup>

### 5.1.4 Impact op bodemschimmels

Het leven ondergronds is even belangrijk voor terrestrische ecosystemen als het zichtbare bovengrondse leven. De afwezigheid van licht en de hoge vochtigheid bevorderen de ontwikkeling van schimmels. De meeste schimmelsoorten hebben een belangrijke rol in het bodemleven. Ze zorgen voor de afbraak van organisch materiaal en stellen zo nutriënten ter beschikking van de aanwezige planten en de microfauna in de bodem. Symbiotische mycorrhiza schimmels verbinden zich met de haarwortels van planten en vormen zo een uitgebreid netwerk dat de opnamecapaciteit van de planten voor water en nutriënten verhoogt. In ruil daarvoor ontvangen de schimmels suikers die de planten via fotosynthese produceerden.<sup>32</sup>

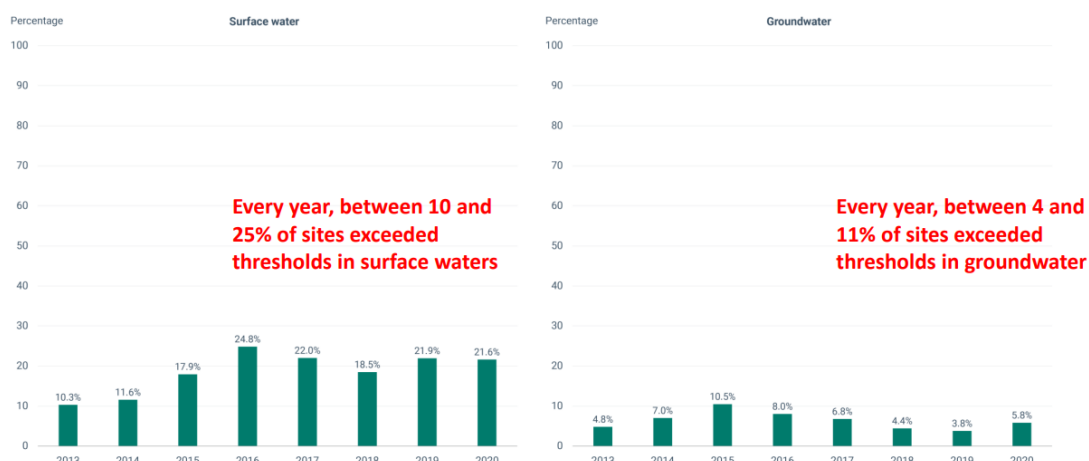


Fungiciden zijn de tweede meest gebruikte groep pesticiden. De residuen ervan zijn prominent aanwezig in water en bodem, en ze hebben er een negatief effect op het ecosysteem.<sup>33</sup> Bedoeld als pesticide tegen plantenziekten, zoals aardappelplaag en meeldauw, tasten ze ook niet-doel schimmelsoorten aan. Blootstelling aan lage concentraties van fungicide onderdrukt de groei van planten door de aantasting van het mycorrhizanetwerk.<sup>34</sup> Persistentie is een bijkomende risicofactor die kan leiden tot zeer langdurige aantasting. Blootstelling aan fungicideresiduen verzwakt het myceliumnetwerk en vermindert zijn capaciteit om ecologische diensten te leveren.

Onderzoek naar herstel van beschermde natuurgebieden na schade door pesticiden toont aan dat intense voedselweb-interacties natuurherstel ondersteunen.<sup>10</sup> Hierbij spelen bodemschimmels een cruciale rol.

## 5.2 IMPACT OP AQUATISCHE NATUUR

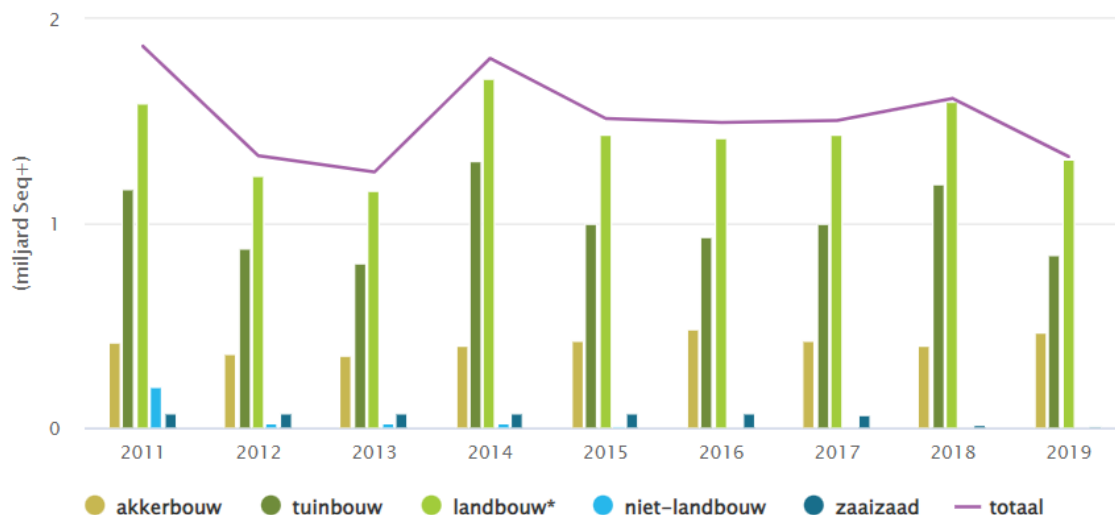
In Europa is er op 10 tot 25% van de meetpunten in oppervlaktewater en op 4 tot 11% van de meetpunten in grondwater een overschrijding van de drempelwaarde voor minstens één pesticide (Figuur 7).<sup>22</sup>



Figuur 7. Percentage gerapporteerde monitoringlocaties in Europa met ten minste één pesticide dat de drempelwaarde voor oppervlaktewater (links) of grondwater (rechts) overschrijdt, afgestemd op de oppervlakte van het land.<sup>22</sup>

Afhankelijk van de hoeveelheid pesticiden die stroomopwaarts gebruikt wordt en hun persistentie, komen deze via waterlopen en grondwaterstromen in lager gelegen natuurgebieden terecht. Bij deze verplaatsing spelen irrigatie en drainage op stroomopwaartse landbouwpercelen een versnellende rol, alsook verharding van de bodem en rechtgetrokken waterlopen. Met de klimaatverandering wordt een toename in piekneerslag en overstromingen verwacht, hetgeen het probleem nog zal verergeren. Bij langdurige droogte kan dan weer de concentratie pesticiden in het oppervlaktewater verhogen.

Om de risico's van pesticiden voor het waterleven te monitoren wordt de SEQ+ indicator gebruikt: die geeft de som van de verspreidings-equivalenten weer voor pesticiden. In 2019 is de SEQ+ indicator voor het eerst licht gedaald na een periode van stijging of stagnatie tussen 2013 en 2018 (VMM, 2022) (Figuur 8).



Figuur 8. Druk op het waterleven door pesticiden (Vlaanderen 2011 - 2019).<sup>22</sup>

### 5.2.1 Impact op vissen

De impact van pesticiden als hormonale verstoorders bij vissen is herhaaldelijk aangetoond: de helft van de mannelijke blankvoornindividuen vertoont tekenen van interseks en zijn in zekere mate vervrouwelijkt.<sup>35</sup>

Het migratiepatroon van Atlantische zalm wordt verstoord door de hormoonverstorende werking van atrazine: de reukzin van de vissen vermindert en de bevruchting van eitjes verlaagt.<sup>36</sup>

### 5.2.2 Impact op amfibieën

Bij de trek van amfibieën naar water om zich voort te planten, doorkruisen ze behandelde landbouwpercelen. De opname van pesticideresiduen heeft een negatieve invloed op hun populaties: padden en kikkers nemen via hun vochtige huid meer pesticiden op dan zoogdieren bij het doorkruisen van akkers en die chemische stoffen veroorzaken mortaliteit of hersenletsels.<sup>33</sup>

### 5.2.3 Impact op waterplanten

Herbiciden kunnen een negatieve invloed hebben op waterplanten. De toevoer van water brengt zowel pesticiden als meststoffen van stroomopwaarts landbouwgebruik mee. Voor de bedreigde zoetwatervarensoort *Marselia quadrifolia* (uitgestorven in Frankrijk, vermoedelijk door herbicidegebruik, en bedreigd in Italië en Portugal) werd de impact van herbiciden op experimentele wijze aangetoond.<sup>42</sup> Acht herbiciden werden, in een

gangbare dosis, op testplanten toegediend. Voor vier van de acht geteste herbiciden was er 100% sterfte bij deze varen.<sup>42</sup>

Estuaria vormen reservoirs voor allerlei polluenten afkomstig uit het bovenstroomse terrestrische milieu.<sup>37</sup> Een experimentele studie op zeegrassen (*Zostera marina*), die voorkomen in het brakke tot zoute deel van estuaria, toonde aan dat herbiciden de groeisnelheid van zowel de lengte als het gewicht halveren.<sup>38</sup> De effecten van herbicidenmengsels op zeegras waren veel groter dan die van de afzonderlijke stoffen.<sup>38</sup>

In kusthabitats vormen met groot zeegras begroeid kustbanken een belangrijke voortplantingsplaats voor vele organismen. Onderzoek naar het effect van de herbiciden glyfosaat, bentazone en MCPA toonde aan dat elk van deze producten de groei van groot zeegras met de helft reduceerde en dat er al bij een lage dosis een synergetisch effect optreedt bij de blootstelling aan deze drie producten samen.<sup>73</sup>

### 5.3 IMPACT OP WILDE BESTUIVERS

Bestuiving is essentieel voor de voortplanting van 80% van de bloeiende planten.<sup>43</sup> De economische waarde van de bestuiving van voedingsgewassen door insecten wordt in Europa op 22 miljard EUR per jaar geschat.<sup>44</sup> De diversiteit aan wilde bestuivers geeft in tijden van extreme weersomstandigheden door klimaatverandering een betere garantie voor effectieve bestuiving, dan wanneer dit door honingbijen alleen zou moeten gebeuren.

Een studie over de impact van fenbuconazol (een licht toxische fungicide) op solitaire wilde bijen toonde aan dat het gedrag van de mannelijke bijen werd beïnvloed. Dit leidde tot verminderd succes bij het paren. De studie beveelt aan meer rekening te houden met gedragsverandering bij chronische toxiciteitstesten.<sup>74</sup>

Wilde bestuivers, zoals wilde bijen, hommels, dag- en nachtvlinders en zweefvliegen, leveren een belangrijke bijdrage aan de bestuiving van planten. De meer behaarde hommels vliegen al in koude perioden. Andere soorten zijn meer actief bij warme en droge omstandigheden, wanneer hommels dan weer minder actief zijn. Nachtvlinders specialiseren zich op plantensoorten waarvan de bloemen 's nachts bloeien. Sommige zeldzame plantensoorten kunnen slechts door specifieke insecten worden bestoven, waardoor het schaarse pollen op de juiste plaats terechtkomt. Een onderzoek in Groot-Brittannië en Nederland toonde aan hoe de achteruitgang van wilde bestuivers zich weerspiegelt in een parallele achteruitgang van door die insecten bestoven plantensoorten.<sup>45</sup>

## 6. IMPACT OP DE MENSELIJKE GEZONDHEID

Over de invloed van pesticiden op mensen bestaat veel meer literatuur dan over de invloed van pesticiden op natuur. In tegenstelling tot de intensieve literatuurzoektocht voor de rest van dit rapport, is dit hoofdstuk gebaseerd op een beperkt aantal reviewartikelen.

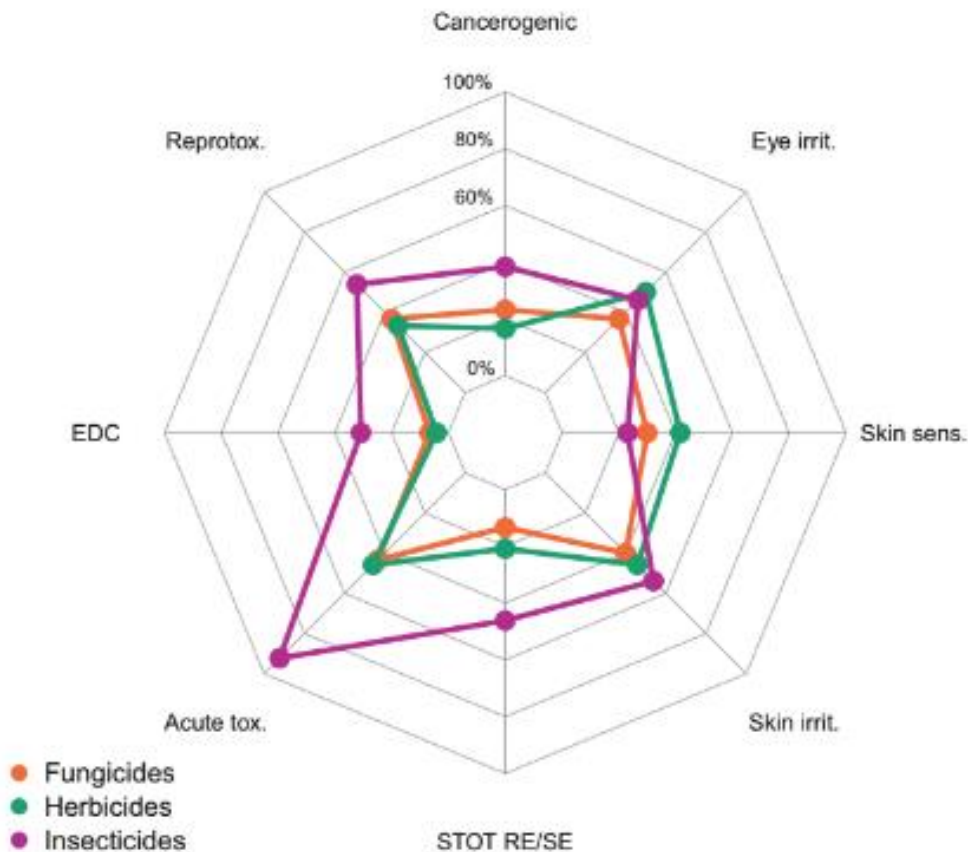
Tegen plaagorganismen bedoelde werkzame stoffen kunnen ook invloed hebben op mensen, omdat zij inwerken op gemeenschappelijke eigenschappen. Dit is vooral merkbaar bij neurotoxische organochloor-, organofosfaat- en pyrethroïde pesticiden.<sup>47</sup> Werkzame stoffen die de functie van het mitochondriaal complex I belemmeren (een cruciaal enzym in de ademhalingsketen), worden steeds vaker gebruikt in pesticiden tegen mijten en teken. Hoewel herbiciden en fungiciden niet gericht zijn tegen zoogdieren, is er bewijs dat sommige invloed uitoefenen op de hersenen van zoogdieren.<sup>47</sup>

In de literatuur is er heel wat bewijsmateriaal over het verband tussen beroepsmatige blootstelling aan pesticiden en ziekten zoals kanker, neurologische aandoeningen en complicaties bij zwangerschap of vruchtbaarheidsproblemen.<sup>48</sup> Onderzoek stelde vast dat landbouwers pesticiden mee naar huis nemen op hun kleding, met blootstelling van hun families tot gevolg.<sup>22</sup>

Over niet-beroepsmatige blootstelling zijn minder data beschikbaar.<sup>48,49</sup> Mensen die op het platteland wonen, lopen meer risico op blootstelling vanwege hun nabijheid tot landbouwpercelen.<sup>48,50</sup> De invloed hangt af van de gebruikte stoffen, de manier waarop ze worden toegediend en de methoden die gebruikt worden om de blootstelling te beoordelen.<sup>49</sup> Omwonenden zijn mogelijk onderhevig aan pesticiden als gevolg van de drift van de spuitnevel tijdens de toepassing of via verdamping van pesticiden na de toediening. De blootstelling kan optreden via verschillende routes, zoals inademing, absorptie via de huid of inname via de mond (voedsel of overdracht naar de mond).<sup>48</sup> Verschillende studies toonden de aanwezigheid van pesticiden aan in drinkwater.<sup>22</sup> Ook in de lucht kunnen concentraties in landbouwgebieden aanzienlijk zijn.<sup>22</sup>

Alhoewel insecticiden qua toegepast volume pas op de derde plaats komen, na herbiciden en fungiciden, zijn ze qua impact op de menselijke gezondheid, door verspreiding via de lucht, de meest schadelijke (Figuur 9).<sup>51</sup>





Figuur 9. Procentuele bijdrage van fungicides (30 werkzame stoffen), herbicides (24 werkzame stoffen) en insecticides (13 werkzame stoffen) aan humaan toxische classificaties, gedetecteerd met passieve luchtmonsters.<sup>51</sup>

Volgens de Onafhankelijke Ziekenfondsen is het verminderen van de impact van milieu op onze gezondheid één van de tien grote prioriteiten voor het gezondheidsbeleid in België.<sup>52</sup> Daarbij is bijzondere aandacht nodig voor hormoonverstoorders: extern geproduceerde chemische stoffen die eens in ons lichaam de endocriene stofwisseling verstoren.<sup>52</sup> Sinds 2002 werkt het Steunpunt Milieu en Gezondheid aan de ontwikkeling van een biomonitoring netwerk inzake menselijke gezondheid in Vlaanderen.<sup>52</sup> Daarbij werd in 42% van de urinestalen glyfosaat aangetroffen. Deze stof mag sinds 2018 niet meer aan particulieren verkocht worden, maar het is nog altijd het meest gebruikte herbicide bij professionele gebruikers.<sup>52</sup>

Op Europees niveau, heeft het *European Human Biomonitoring Initiative* (HBM4EU) tussen 2014 en 2021 een grootschalig onderzoek uitgevoerd bij volwassenen en kinderen in vijf Europese landen.<sup>22</sup> Daarbij werden 46 pesticiden en hun metabolieten gevonden. Minstens twee pesticiden werden in 84% van de stalen aangetroffen.<sup>22</sup> Glyfosaat, en zijn metaboliet AMPA, kwamen vaak in lage concentraties voor. Pyrethroiden en het nu verboden chlorpyrifos werden in meer dan 90% van de stalen gedetecteerd. Zorgwekkend is dat alle onderzochte pesticiden in hogere concentraties werden gedetecteerd bij kinderen dan bij volwassenen.<sup>22</sup> Er is aangetoond dat blootstelling, zelfs in zeer kleine dosissen, nadelig is voor de vroege ontwikkelingsstadia van de mens. De fysiologie, het gedrag en de fysieke bouw van kinderen maakt hen vatbaarder voor de effecten van pesticiden dan volwassenen.<sup>46</sup> Consumptie van

biologische fruit en groenten zou bij zowel kinderen als volwassenen tot lagere niveaus van pesticiden in het menselijk lichaam leiden.<sup>53</sup> Er werd een verband gelegd tussen blootstelling aan pesticiden en een verhoogd risico op verschillende chronische ziekten. Het betreft verschillende soorten kanker (non-Hodgkin lymfoom, multipel myeloom, eierstok-, borst-, hersen- en prostaatkanker), achterstand in de ontwikkeling van kinderen, aantasting van de ademhalingswegen, cognitieve stoornissen, neurologische aandoeningen zoals de ziekte van Parkinson en de ziekte van Alzheimer, hart- en vaatziekten, en effecten op de mannelijke en vrouwelijke vruchtbaarheid.<sup>22</sup>

Het Franse Nationaal Instituut voor Gezondheid en Medisch Onderzoek (Inserm) liet een groep experts een uitgebreide beoordeling uitvoeren van de effecten van pesticiden op de menselijke gezondheid.<sup>49</sup> Verbanden met bovengenoemde ziekten worden hier ook vermeld. Dit rapport is gebaseerd op meer dan 5.300 studies. Een aantal daarvan rapporteren een verhoogd risico op intellectuele beperkingen en gedragskenmerken die verband houden met autismespectrumstoornissen bij kinderen die in de nabijheid (<1,5 km) van landbouwvelden wonen. Vooral producten uit de organofosfaat-, pyrethroïden- en carbamaatfamilies worden vermeld.<sup>49</sup> Andere studies wijzen op een verband tussen blootstelling aan pesticiden en de ziekte van Parkinson.<sup>49</sup> Verder blijkt ook een verband tussen blootstelling aan pesticiden (vermoedelijk organofosfaten en pyrethroïden) en het risico op neuropsychologische en motorische ontwikkelingsstoornissen bij kinderen.<sup>49</sup> De experts van Inserm concludeerden dat er een sterk vermoeden van een verband bestaat tussen de blootstelling van moeders aan pesticiden tijdens de zwangerschap en het risico op leukemie bij kinderen.<sup>49</sup> Ook werd een sterk vermoeden van verband gevonden tussen beroepsmatige blootstelling van ouders aan pesticiden tijdens de prenatale periode en het risico op tumoren in het centraal zenuwstelsel bij kinderen.<sup>49</sup> Bovendien is ook een positieve associatie gevonden tussen het huishoudelijk gebruik van pesticiden (voornamelijk insecticiden) door moeders tijdens de zwangerschap en het risico op tumoren in het centrale zenuwstelsel bij kinderen en volwassenen. Er bleek een risicotoename van 40% voor alle soorten tumoren in het centrale zenuwstelsel (ependymomen, embryonale tumoren en gliomen).<sup>49</sup> De experts bevestigen een sterk vermoeden van een verband tussen blootstelling aan pesticiden en zes specifieke aandoeningen: multiple myeloom, prostaatkanker, de ziekte van Parkinson, non-Hodgkin-Lymfoom (NHL), bepaalde ademhalingsaandoeningen zoals chronische obstructieve longziekte of chronische bronchitis en cognitieve stoornissen.<sup>49</sup> Tevens is er een sterk vermoeden dat NHL geassocieerd is met stoffen zoals malathion, diazinon, lindaan en DDT, evenals met organofosfaten. Deze bevindingen zijn voornamelijk gebaseerd op studies die gebruik hebben gemaakt van biomarkers om de blootstelling aan pesticiden te kwantificeren.<sup>49</sup>

Hoewel het niet altijd mogelijk is om de specifieke werkzame stoffen te identificeren, zijn bepaalde groepen pesticiden soms in verband gebracht met een verhoogd risico op bepaalde gezondheidseffecten.<sup>22</sup> Residuen van nu verboden organochloorverbindingen (bijvoorbeeld DDT en lindaan), evenals organofosfaten en pyrethroïden worden in relatie gebracht met neurologische ontwikkelingsstoornissen en prostaatkanker.<sup>22</sup> Betreffende het herbicide glyfosaat is er een matig vermoeden van verband gevonden met een verhoogd risico op non-Hodgkin lymfoom (NHL).<sup>22,49</sup>



## 7. BUFFERZONE ALS RISICOVERLAGENDE MAATREGEL

In het kader van deze studie wordt een bufferzone gedefinieerd als de grenszone tussen agrarisch landgebruik en niet-agrarisch landgebruik, waarbinnen geen pesticiden gebruikt mogen worden. Bufferzones vervullen zo een belangrijke rol in een vermindering van de toevoer van pesticiden. Daarnaast bieden begroeide buffers ook habitat aan planten en dieren. Door de creatie van habitat voor bepaalde nuttige soorten spelen ze ook een rol in plaagbeheersing en bestuiving in het aanpalend landbouwgebruik. Afhankelijk van de inrichting van de bufferzone kunnen verschillende bufferzones onderscheiden worden: bufferzones met landbouwgebruik, gras, ruigten, hagen, bomen, bloemen, of andere.

### 7.1 BUFFERZONE ROND NATUURGEBIED

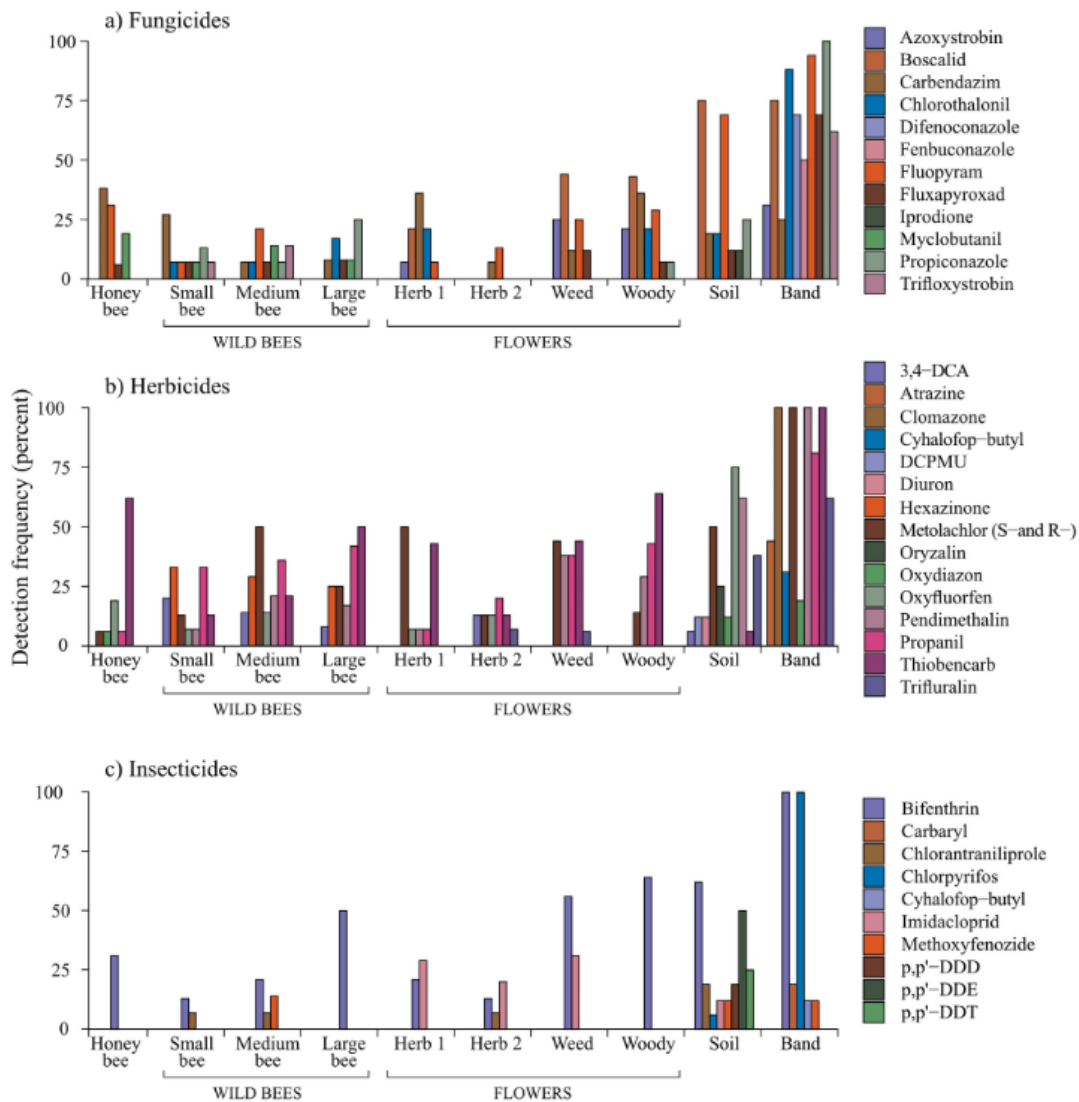
Voor dit hoofdstuk leverde de uitgebreide zoekactie in wetenschappelijke databases vooral literatuur op over bufferzones tussen landbouwgebruik en oppervlaktewateren, dus bufferzones die af- en uitspoeling van pesticiden opvangen. De breedte is een belangrijke factor in het functioneren van deze bufferzones.<sup>57,60</sup> Een gemiddelde bufferbreedte van 18 meter kan de negatieve effecten op kwetsbare aquatische organismen (ongewervelden, vissen, algen en waterplanten) voor 95% voorkomen.<sup>60</sup> Deze studie toont verder aan dat bij een reductie van 50% van het pesticidegebruik, zoals voorgesteld in de Europese *Farm to Fork Strategy*, nog steeds 39% van de bestudeerde stromen de wettelijke normen zouden overschrijden, en dus dat buffers belangrijk zijn.<sup>60</sup>

Bufferzones die drift opvangen zijn vooral beschreven in relatie tot kwetsbare groepen (zie Hoofdstuk 7.2), ook al treft die drift onvermijdelijk ook de natuur. Het gaat hierbij soms over meerdere kilometers.

Ook het vliegbereik van sommige insecten van meerdere kilometers is relevant. Om verspreiding via levende organismen op te vangen zou een bufferzone van een veelvoud van honderden meter nodig zijn.<sup>21</sup>

Figuur 10 toont de aanwezigheid van residuen van verschillende fungiciden, herbiciden en insecticiden, in honingbijen, wilde bijen, planten, bodem en lucht in akkerranden.<sup>55</sup> Een andere studie toonde over een termijn van drie jaar een verandering in de vegetatie van akkerranden, inclusief het verdwijnen van een aantal soorten, hetgeen gelinkt wordt aan herbiciden in combinatie met aangevoerde meststoffen.<sup>56</sup>



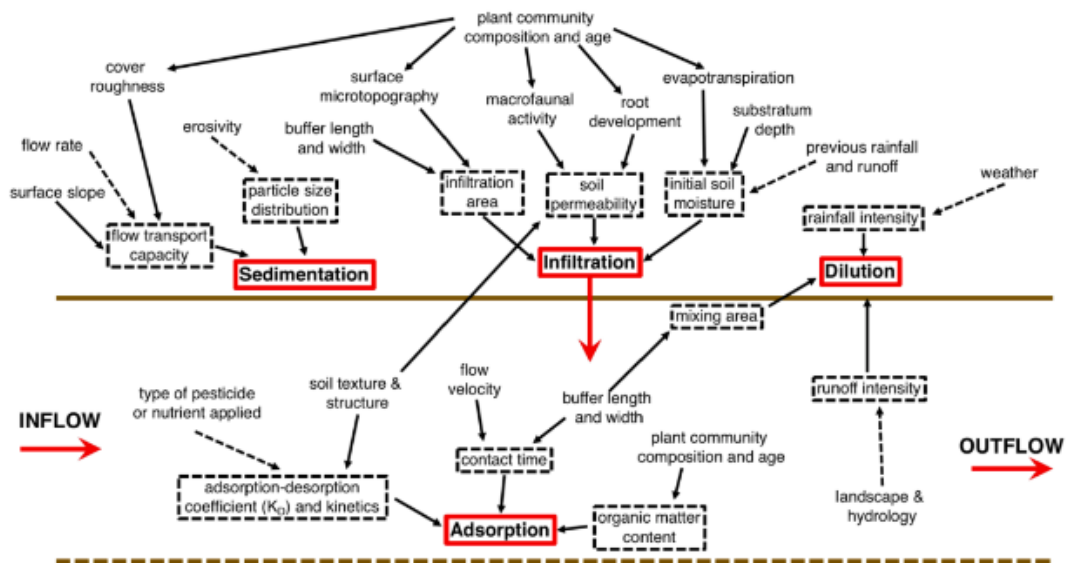


Figuur 10. Detectie van residuen van verschillende fungiciden, herbiciden en insecticiden, in honingbijen, wilde bijen, planten, bodem en lucht in akkerranden.<sup>55</sup>

De effectiviteit van bufferzones in het opvangen van pesticiden hangt verder af van de eigenschappen van de bufferzone, van de pesticiden en van het aanpalend landbouwgebied.<sup>60</sup>

### 7.1.1 Eigenschappen van de bufferzone

Er zijn een aantal factoren die de fysische processen van bodeminfiltratie, bodemabsorptie, verdunning en sedimentatie kunnen beïnvloeden die bijdragen tot het vasthouden van pesticiden in buffers (Figuur 11).<sup>57</sup>



Figuur 11. De fysische processen (rode boxen), de parameters die de fysische processen beïnvloeden (zwart gestippelde boxen), de karakteristieken van de buffer (zwarte pijlen) en de karakteristieken van het landbouwgebied (zwart gestippelde pijlen) die invloed hebben op de vangefficiëntie van bufferzones.<sup>57</sup>

Een buffer kan worden verdeeld in drie componenten: vegetatie, wortelzone en ondergrond. Een dichte vegetatie in de buffer kan sedimenten opvangen of vertragen, waardoor ze worden afgezet. Een bodembedekkende vegetatie zal ook de secundaire drift van pesticiden door evaporatie verminderen.<sup>57</sup> Bufferzones met hogere vegetatie, zoals hagen of bomen, kunnen ook fungeren als windschermen en zo een barrière vormen voor de drift van pesticiden via de wind door enerzijds pesticiden op te vangen en anderzijds de windsnelheid en aldus de winderosie te reduceren.<sup>58</sup> Pesticiden kunnen ook worden verdund wanneer ze een begroeide buffer binnenkomen, aangezien buffers een gebied vormen waar geen pesticiden worden toegepast.<sup>57</sup> Percolatie binnen de wortelzone en infiltratie in de bodem vormen de belangrijkste processen voor het bufferen van de pesticidenverliezen. Na infiltratie in de bodem kunnen pesticiden zich aan bodemdeeltjes en organisch materiaal binden, door de microbiële gemeenschap worden omgezet, door planten en schimmels worden vastgelegd en/of dieper in de ondergrond doorsijpelen.<sup>57,59</sup> Dit alles zorgt ervoor dat er minder pesticiden in het oppervlaktewater of te beschermen zone terecht komen.

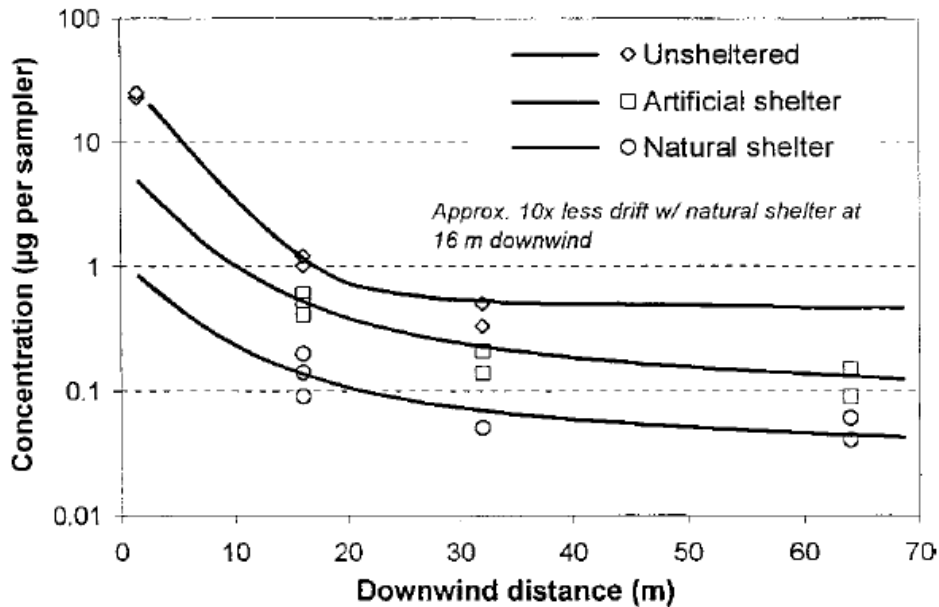
Een recent experiment toont aan dat populieren en essen in staat zijn om zonder zichtbare schade relatief hoge concentraties aan chlorpyrifos (een belangrijk bestanddeel in veel insecticiden) op te nemen, maar dat dit wel gepaard gaat met een verhoogde activiteit van antioxidanten en een verhoogd gehalte aan galluszuur, beide tekenen van stress.<sup>54</sup> Het is ook belangrijk om te vermelden dat, wanneer toegepast op substraatmedium, de translocatie van chlorpyrifos plaatsvond van wortels naar scheuten, maar wanneer het werd toegepast met behulp van een bladspray deze translocatie van bladeren naar wortels verliep, vanwaar het mogelijks terug vrijgegeven werd in de bodem.<sup>54</sup>

Het organisch koolstofgehalte (plantenresten, organische mest, compost, ...), de bodemtextuur, de vegetatiestructuur en de samenstelling van de bufferzones vormen belangrijke factoren in het vermogen van de buffer om pesticiden op te vangen. Een buffer met een hoger organisch koolstofgehalte heeft een hogere bindingscapaciteit en kan zo beter pesticiden vasthouden. Wanneer een buffer erosiegeulen, kraken of macroporiën in de bodemtextuur vertoont, zal de afvoerstroam versnellen en dus de bindings- en infiltratiecapaciteit verlagen. De aanwezigheid van vegetatie in de bufferzone verhoogt het organisch koolstofgehalte en aldus de bindingscapaciteit van de buffer. Hoe hoger de densiteit van de vegetatie, hoe effectiever de buffer. Ook de plantensamenstelling blijkt een rol te spelen in de bufferefficiëntie. Een studie toonde aan dat buffers met 25 jaar oude gemengde grassen de grootste vermindering van uitstromende pesticiden toonden, in vergelijking met buffers met 2-jarige gemengde grassen, buffers met voor de helft gras en de helft bomen en struiken, en buffers met een jaarlijks ingezaaid sorghum. Vermoedelijk houdt dit resultaat verband met een verhoogde infiltratie door een meer gevestigde plantengemeenschap, een dichtere doorworteling van de bodem en een betere bodemkwaliteit. Een andere studie toonde aan dat inheemse zomerbloeiende grassen de afbraak van het herbicide atrazine bevorderen, in vergelijking met inheemse lentebloeiende grassen. Grassen zijn bekend voor het produceren van benzoxazinone verbindingen die chloro-triazines omzetten tot minder toxische gehydroxyleerde triazine metabolieten. Inzake bufferzones met bomen blijkt dat het beheer van de zone (uitdunnen, kappen, ongemoeid laten) geen significante impact heeft op de werking van de buffer. Bovendien blijkt dat een heraangeplante bomenbuffer na twee jaar even efficiënt is als een volgroeide bomenbuffer.<sup>57</sup>

Wat betreft het ontwerp van bufferzones voor het reduceren van pesticidedrift via de wind is nog onvoldoende onderzoek beschikbaar. Zoals af te lezen in Figuur 12, is wel aangetoond dat natuurlijke windbuffers effectiever zijn in pesticidedriftreductie dan artificiële buffers. Inzake de natuurlijke windbuffers spelen de lengte, de breedte, de vegetatiedensiteit, het aantal rijen met hoge vegetatie, de continuïteit, de oriëntatie en de soortensamenstelling een rol in hun effectiviteit. Zo toont een studie naar de effectiviteit van een natuurlijke windbuffer rond een boomgaard een 68-90% reductie in de depositie van pesticidedeeltjes op de bodem achter de windbuffer en een 84-90% reductie in de lucht (op 0 tot 4 meter hoogte). Tenslotte is er ook een studie waarbij slechts 2% van het pesticide de boomgaard had verlaten die omgeven was met een 8 à 10 meter hoge buffer van wilg en Casuarinabomen. Windbuffers met populieren waren minder effectief. De verminderde pesticidedrift door windbuffers komt blijkbaar door (1) vermindering van de windsnelheid binnen het gewas, die verantwoordelijk is voor de verplaatsing van druppels buiten het doelgebied, en (2) verhoogde druppelvangst binnen het doelgewas en de windbuffer.<sup>58</sup>







Figuur 12. Effecten van windbuffers op de vermindering van de drift van pesticiden. Hoeveelheid drift gemeten via luchtstalen genomen met de wind mee op verschillende afstanden van de windbuffers.<sup>58</sup>

### 7.1.2 Eigenschappen van het pesticide

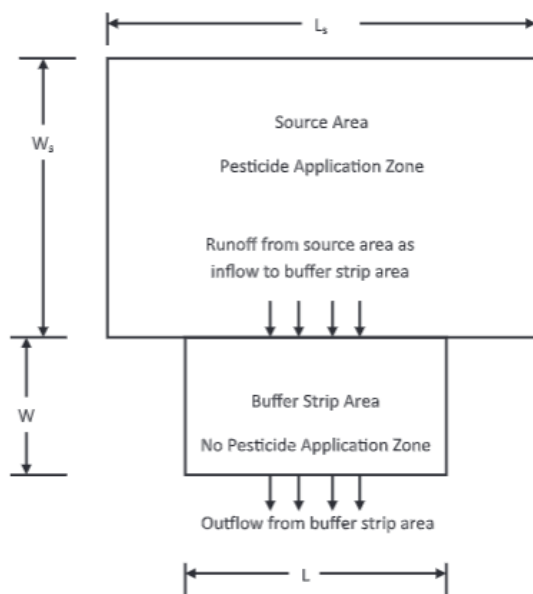
Naast eigenschappen van de buffer zelf, spelen de fysisch-chemische eigenschappen van pesticiden ook een bepalende rol in de doeltreffendheid van bufferzones. De meeste studies geven aan dat pesticiden met een grotere affiniteit voor bodemdeeltjes (bijvoorbeeld organische koolstof, kleideeltjes) en een lagere affiniteit voor water heel effectief worden gevangen door bufferzones. Toch blijken bufferzones ook heel belangrijk en doeltreffend voor het opvangen van pesticiden met een hogere oplosbaarheid in water en lage bindingscapaciteit aan de bodem als de karakteristieken van de bufferzones bijdragen aan een hogere infiltratie- en bindingscapaciteit.

In combinatie met de fysisch-chemische eigenschappen van pesticiden is de timing van de toepassing van pesticiden een belangrijke factor waarmee rekening moet worden gehouden voor de doeltreffendheid van de buffer. Naarmate de tijd tussen de toepassing en een regenbui korter is, is het waarschijnlijker dat een grotere hoeveelheid pesticide in de bufferzone terechtkomt. De halfwaardetijd van een pesticide in de bodem en de intensiteit van de regenbui die afspoeling veroorzaakt, zullen van invloed zijn op de hoeveelheid pesticide die in de buffer terechtkomt. Ook het debiet van toediening van het pesticide (aantal liter per uur), bepaalt mee de effectiviteit van de bufferzone. In een studie waar terbutylazine, isoproturon en dichloorprop toegediend werden op een perceel met 10 meter brede grasbuffers hield de bufferzone meer dan 90% vast, tot het debiet verhoogde van 400 liter tot 1500 liter per uur. Daarbij daalde de reductiecapaciteit tot 46%.<sup>57</sup>



### 7.1.3 Eigenschappen van het landbouwgebruik

Ten slotte speelt ook de aard van het landbouwgebruik een rol in de bufferwerking. Zo blijkt dat de verhouding tussen de oppervlakte van het agrarisch landgebruik en de oppervlakte van de buffer een belangrijkere factor vormt dan de bufferbreedte zelf.<sup>57</sup> Een studie toont aan dat als de landbouwoppervlakte maximum tweemaal de bufferoppervlakte bedraagt, de pesticideretentie gemiddeld 60% is, terwijl bij een verhouding van meer dan 50, de pesticideretentie daalt tot 20% (Figuur 13).<sup>57,61</sup> Daarnaast blijkt de relatie tussen pesticideretentie en ratio landbouw-/bufferoppervlakte minder uitgesproken te zijn voor pesticiden die sterk binden aan sediment. Ook de helling van het landbouwgebied kan een rol spelen bij de doeltreffendheid van de buffer, maar de helling zou enkel een significante impact hebben wanneer een zekere neerslagintensiteitsdrempel wordt overschreden.<sup>57</sup> Daarnaast werd aangetoond dat de aanwezigheid van erosiegeulen en grachten naast velden of wegen, die tijdens droge perioden geen water vervoeren, in het aanpalend landbouwgebruik, gepaard gaan met een hogere influx van pesticiden in de bufferzones.<sup>60</sup>



$W_s$  = Width of source area in the direction of flow  
 $W$  = Width of buffer strip area in the direction of flow  
 $L_s$  = Length of the source area perpendicular to flow  
 $L$  = Length of buffer strip area perpendicular to flow  
 Area Ratio = Source Area / Buffer Strip Area

**FIGURE 1. Simplified Schematic Showing Source Area and Buffer Strip Area Dimensions Under a Typical Field Application of Buffer Strips.**

Figuur 13. Eenvoudige schematische weergave van de landbouwoppervlakte (Source Area) ten opzichte van de bufferoppervlakte (Buffer Strip Area).<sup>61</sup>

## 7.2 BUFFERZONE ROND KWETSBARE GROEPEN

Onderstaande tabel geeft enkele resultaten weer van de CHAMACOS-studie (Center for the Health Assessment of Mothers and Children of Salinas), die sinds 1999 onderzoek doet naar de mogelijke invloed van pesticiden op de gezondheid van zwangere vrouwen en kinderen in de agrarische gemeenschap aan de centrale kust van Californië (Tabel 4).<sup>62</sup>

Tabel 4. Impactradius en effect van verschillende pesticiden op verschillende blootgestelde groepen.

Pesticide	Blootgestelde groep	Effect	Impactradius
Fumigant methyl bromide	Zwangere vrouwen	Lager geboortegewicht bij hun kinderen	5 tot 8 km
Organofosfaten en andere pesticiden	Zwangere vrouwen	Lagere scores op IQ testen bij kinderen van 7 jaar oud	1 km
Fumigants methyl bromide en chloropicrin	Kinderen van geboorte tot 7 jaar	Lagere scores op IQ testen bij kinderen van 7 jaar oud	8 km
Organochlorine pesticiden dicofol en endosulfan	Zwangere vrouwen	Hogere kans op autisme bij kinderen	0,5 km
Organofosfaten of pyrethroid pesticiden	Zwangere vrouwen	Hogere kans op autisme bij kinderen	1,5 km
Metam sodium and dicofol	Zwangere vrouwen	Hogere kans op leukemie bij kinderen	0,8 km

Bovenstaande tabel geeft een indicatie voor de grootteorde waarover nagedacht kan worden, bij het aanleggen van bufferzones rond scholen en andere faciliteiten gerelateerd aan kwetsbare doelgroepen. Deze resultaten sluiten aan bij een recente review over de blootstelling aan pesticiden uit de naburige landbouw, waarbij de invloedszone tussen 25 tot 3000 meter lag. Het merendeel van de epidemiologische studies vond een significante associatie tussen minstens één gezondheidsaspect en de blootstelling aan pesticiden binnen de 500 tot 1000 meter.<sup>50</sup>



## 7.3 IMPACT VAN BUFFERZONES OP OPPERVLAKTE IN LANDBOUWGEBRUIK

Met de GIS-opdracht berekenden we hoeveel landbouwgrond wordt getroffen bij verschillende scenario's inzake bufferzones. De scenario's hebben betrekking op de te bufferen gebieden en op de bufferbreedte rond die gebieden. Het gaat zowel over gebieden met kwetsbare natuur als gebieden met kwetsbare groepen (mensen). Meer details over de berekening, alsook de tabellen met alle bufferbreedtes bevinden zich in Bijlage 2.

De bufferbreedte nul (0 meter) geeft de oppervlakte grond en landbouwbestemming / landbouwgebruik ingesloten binnen de beschermde natuur en percelen met kwetsbare groepen weer. Indien er binnen de beschermde natuur geen pesticiden mogen worden gebruikt, dan heeft dit naargelang het scenario betrekking op 18.000 tot 55.000 ha landbouwbestemming, of 20.000 tot 75.000 ha landbouwgebruik (of 3 tot 11% van de oppervlakte in landbouwgebruik).

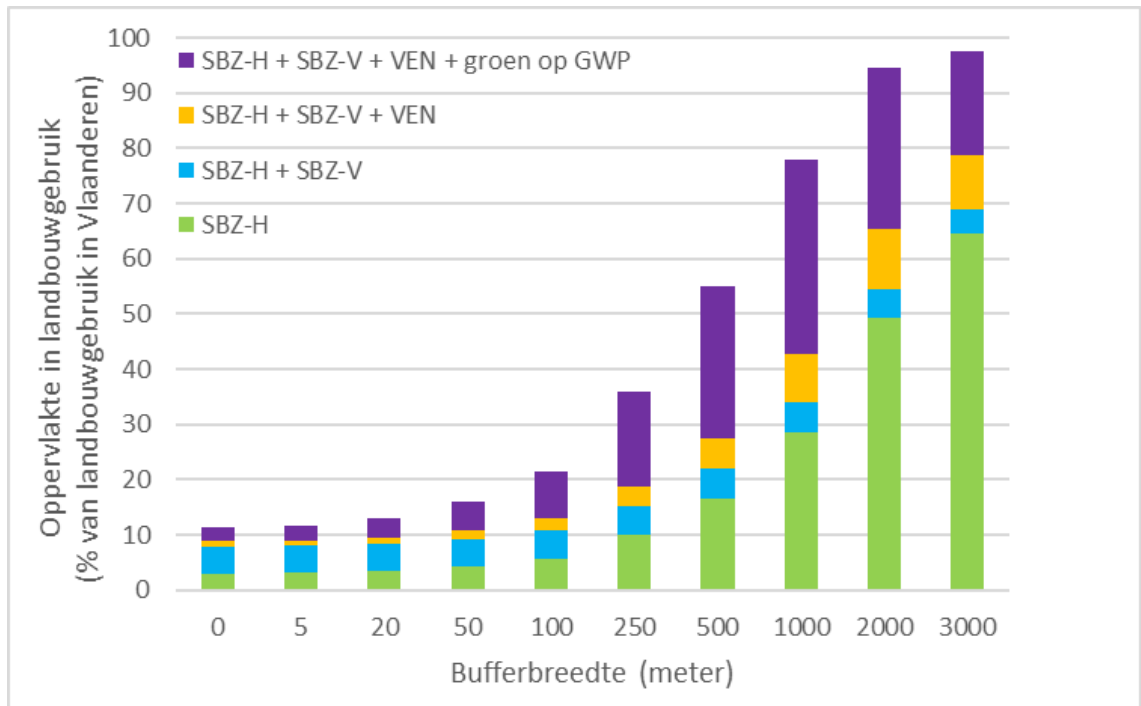
Beperkte buffers (5 of 20 meter) bieden bescherming tegen af- en uitspoeling, maar vangen weinig drift op, althans niet als er geen dichte houtachtige vegetatie aanwezig is. Bij een bufferbreedte van 20 meter verhoogt de pesticidenvrije oppervlakte naargelang het scenario naar 23.000 tot 75.000 ha landbouwbestemming of 23.000 tot 86.000 ha landbouwgebruik (of 3 tot 13% van de oppervlakte in landbouwgebruik).

De bredere buffers (0,5 tot 8 km) bieden ook bescherming tegen drift. Bij een bufferbreedte van 500 meter worden naargelang het scenario 251.000 tot 491.000 ha landbouwbestemming of 109.000 tot 408.000 ha landbouwgebruik getroffen (of 17 tot 62 % van de oppervlakte in landbouwgebruik). Bij een bufferbreedte van meer dan 2 km wordt ongeveer de volledige oppervlakte landbouwbestemming of landbouwgebruik getroffen.

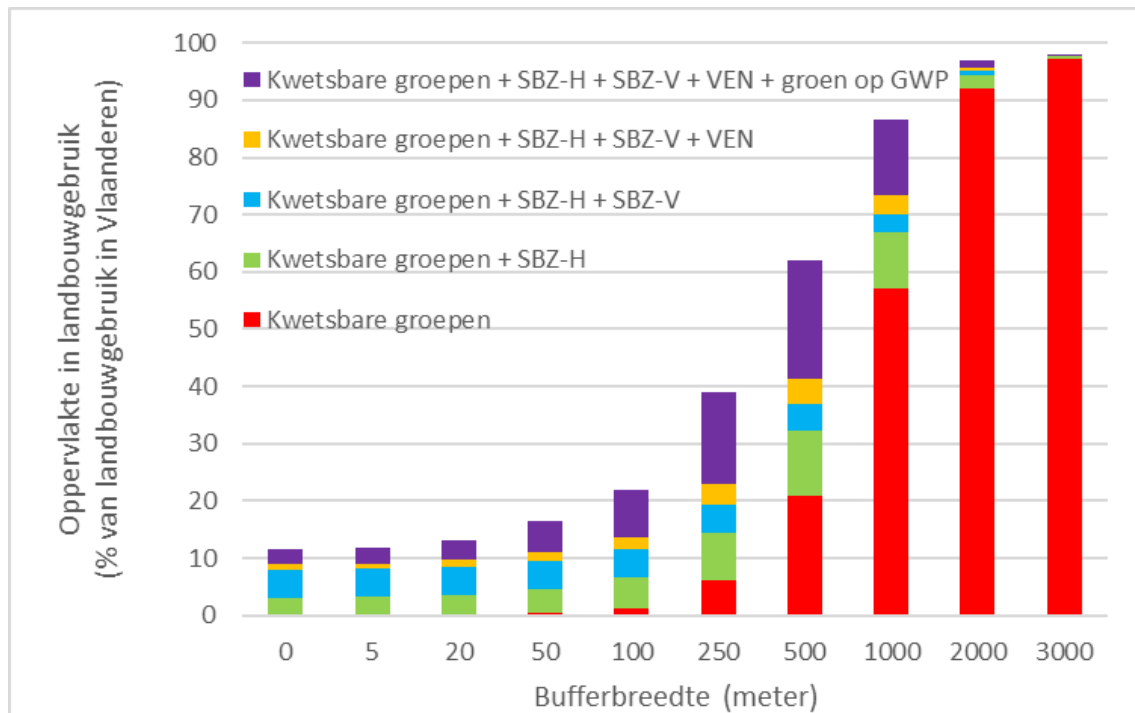
Wat opvalt is dat bij geringe bufferbreedtes de bufferoppervlakte rond kwetsbare groepen gering is, omdat die percelen nu eenmaal veel kleiner zijn dan de natuurgebieden. Bij geringe breedtes gaat de meeste inspanning dus naar de bescherming van natuurgebieden. Bij grotere bufferbreedtes, in het bijzonder wanneer die groter zijn dan 500 meter, wordt de bufferoppervlakte rond kwetsbare groepen bijzonder groot, omdat het om veel kleine snippers gaat. Vanaf 1000 meter wordt enkel door de buffers rond kwetsbare groepen meer dan de helft van de oppervlakte landbouwbestemming of landbouwgebruik getroffen. Vanaf 2000 meter is dat nagenoeg de hele landbouwoppervlakte.

In onderstaande figuren worden de percentages van het landbouwgebruik in Vlaanderen weergegeven, die getroffen zouden worden bij het opleggen van een bufferzone volgens de verschillende scenario's. In Figuur 14 gaat het om de buffers rond verschillende scenario's inzake natuur. In Figuur 15 gaat het om het scenario inzake kwetsbare groepen, aangevuld met de scenario's inzake natuur. Vervolgens worden ter illustratie ook twee kaarten weergegeven. Figuur 16 toont de ruimtelijke impact van de verschillende bufferbreedtes rond Natura 2000. Figuur 17 toont de ruimtelijke impact van verschillende bufferbreedtes rond kwetsbare groepen.

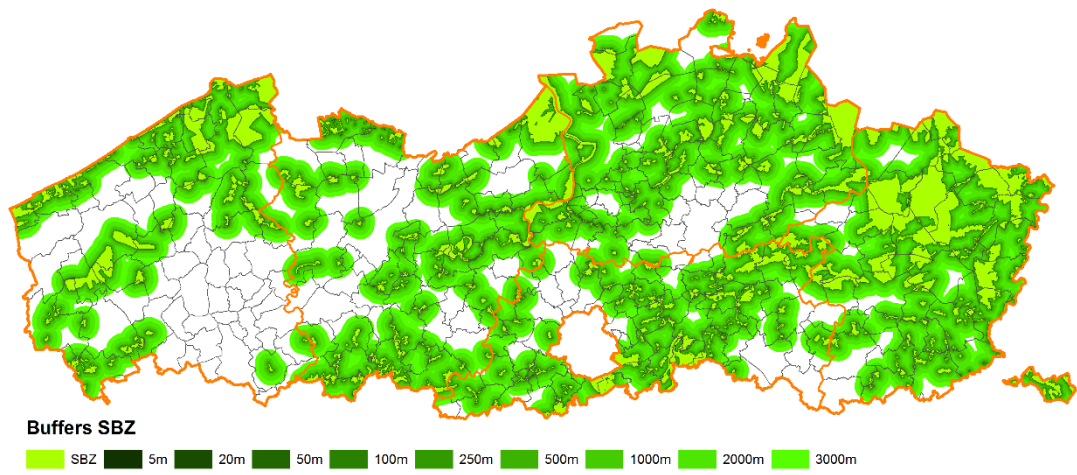




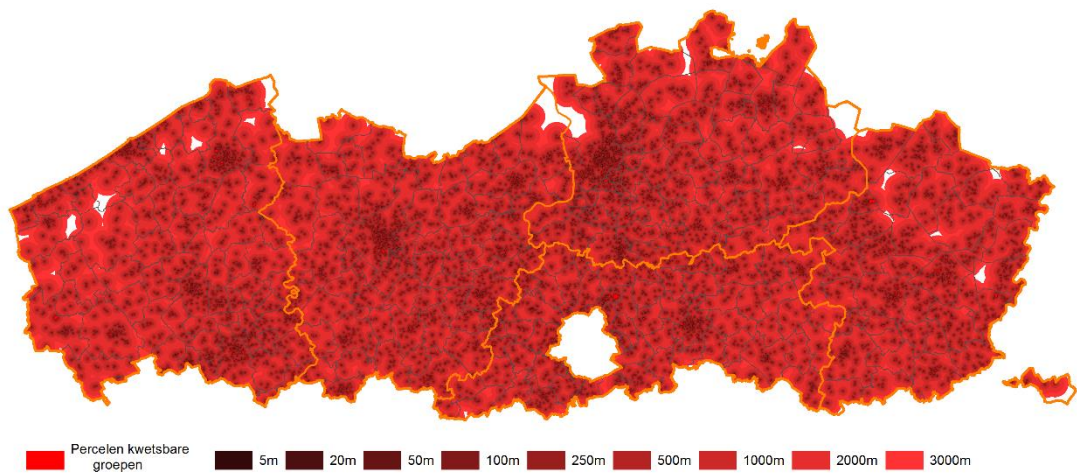
Figuur 14. Oppervlakte in landbouwgebruik binnen buffers rond kwetsbare natuur, in functie van de bufferbreedte, uitgedrukt als % van de oppervlakte in landbouwgebruik in Vlaanderen (SBZ-H = Habitatrichtlijngebied; SBZ-V = Vogelrichtlijngebied; VEN = Vlaams Ecologisch Netwerk; groen op GWP = groene bestemming op het Gewestplan)



Figuur 15. Oppervlakte in landbouwgebruik binnen buffers rond kwetsbare groepen en kwetsbare natuur, in functie van de bufferbreedte, uitgedrukt als % van de oppervlakte in landbouwgebruik in Vlaanderen (SBZ-H = Habitatrichtlijngebied; SBZ-V = Vogelrichtlijngebied; VEN = Vlaams Ecologisch Netwerk; groen op GWP = groene bestemming op het Gewestplan)



Figuur 16. Oppervlakte binnen verschillende bufferbreedtes rond Natura 2000



Figuur 17. Oppervlakte binnen verschillende bufferbreedtes rond kwetsbare groepen

## 8. ANDERE RISICOVERLAGENDE MAATREGELEN

De Europese Richtlijn Duurzaam Gebruik Pesticiden 2009/128 schrijft geïntegreerde gewasbescherming (IPM) voor. Dit houdt in dat de landbouwer inzet op preventie en het monitoren van eventuele schade, en pas zal optreden als de schadedrempel overschreden wordt. De nadruk ligt op voorkomen en enkel ingrijpen indien nodig. Preventief spuiten wordt vermeden. Op die manier zou het gebruik van pesticiden moeten dalen.

Naast het verminderen van het pesticidegebruik en het aanleggen van buffers, kan ook de manier van toedienen de impact van pesticidegebruik op natuur en menselijke gezondheid verminderen. Enkele aanbevelingen zijn:

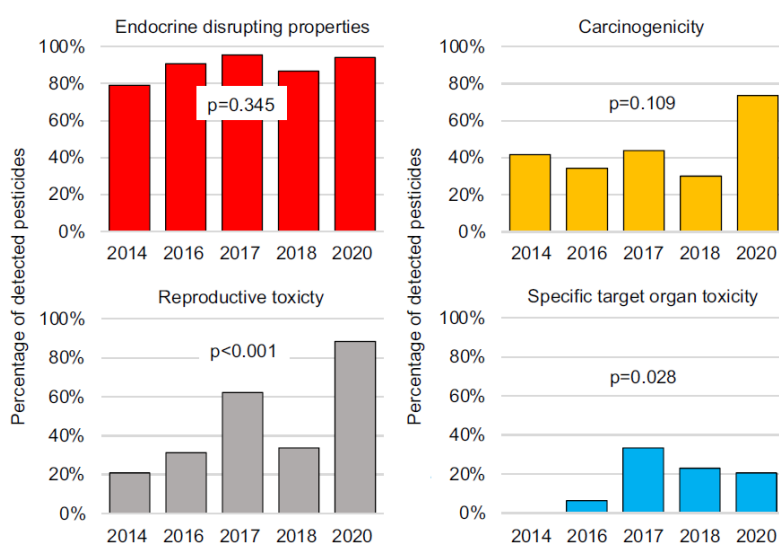
- enkel sproeien als er weinig of geen wind is;
- de in de gebruiksaanwijzing aangegeven dosis gebruiken en de voorgeschreven beperkingen respecteren;
- goed onderhoud en correct gebruik van spuittoestel, spuitboom maximaal 50 cm boven het gewas, lage rijsnelheid, juiste berekening en menging;
- watertank op het spuittoestel gebruiken, zodat naspoelwater over het veld gespreeid wordt en niet elders;
- voor verticale bespuitingen naar de grond toe wordt aangeraden de spuitboom van de veldspuit niet hoger dan 50 cm boven het gewas te laten komen en de bespuiting bij lage rijsnelheid uit te voeren (aanbevolen snelheden werden niet gevonden);
- in fruitboomgaarden, wijngaarden en hopvelden wordt er zijdelings en tot 3 meter hoogte gespoten, met meer drift als gevolg, dus worden best hagen rondom de boomgaarden geplant;
- maximaal gebruik van driftreducerende sproeidoppen (90%).

Driftreducerende sproeidoppen kunnen het verlies van pesticiden beperken. In Nederland heeft de overheid het gebruik van sproeidoppen met 75% tot 90% driftreductie verplicht. In Vlaanderen is sinds 2023 de voorgeschreven driftreductie verhoogd van 50% naar 75%. Het voordeel van driftreductie wordt in de Belgische richtlijnen echter gedeeltelijk ondermijnd door bij driftreductie een vermindering van de in de gebruiksaanwijzing vereiste bufferzone toe te staan. Zo mocht bij gebruik van 50% driftreducerende doppen de voorgeschreven 10 meter bufferzone teruggebracht worden naar 5 meter.<sup>3,63</sup>

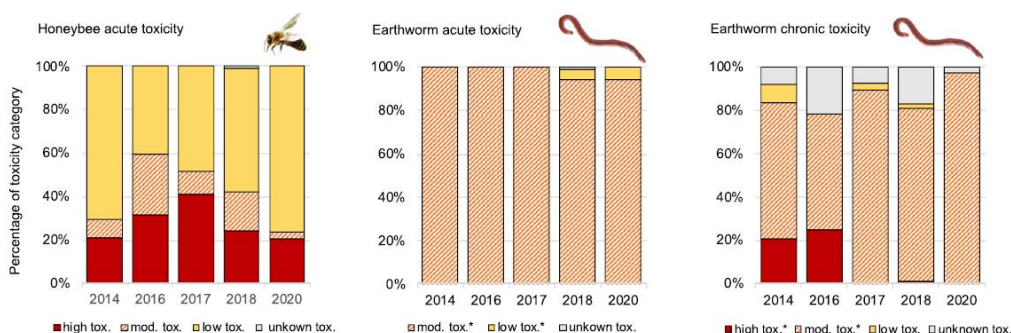
In Italië werden in 2014 een aantal maatregelen opgelegd om drift van pesticiden op te vangen. Een recente studie toonde tussen 2014 en 2020 slechts een lichte afname in aantallen en concentraties van pesticiden in niet-agrarische locaties.<sup>64</sup> Ondanks de maatregelen, was in het voorjaar van 2020 nog steeds 73% van de bemonsteringslocaties verontreinigd met ten minste één pesticide, en 27% van de locaties verontreinigd met meerdere pesticiden. Dit suggereert dat de maatregelen onvoldoende waren om verontreiniging van niet-doelgebieden te voorkomen.<sup>64</sup> Alle gedetecteerde pesticiden waren beperkt volatiel, waardoor de wijdverspreide



verontreiniging op de bemonsteringslocaties bevestigt dat naast de fysisch-chemische eigenschappen van de pesticiden, ook de omstandigheden tijdens de toepassing, zoals windsnelheid, relatieve vochtigheid, bestraling of temperatuur belangrijke factoren zijn voor de drift van pesticiden. Bovendien bleek het percentage residuen met gevaarlijke eigenschappen voor de mens tijdens die periode aanzienlijk toegenomen. Wat betreft reproductie is 21% van de gedetecteerde stoffen in 2014 tot 88% in 2020 toxisch. Wat betreft specifieke organen was 0% in 2014 tot 21% in 2020 van de stoffen schadelijk (Figuur 18).<sup>64</sup> Percentages van stoffen die in verband worden gebracht met hormoonontregeling (89% van de stoffen over de jaren heen) of kankerverwekkende eigenschappen (45% van de stoffen over de jaren heen) bleven constant. Potentiële ecotoxicologische gevaren van gedetecteerde residuen met betrekking tot acute contacttoxiciteit voor honingbijen bleven hoog gedurende de onderzoeksjaren, terwijl de acute en chronische toxiciteit voor regenwormen afnam (Figuur 19).<sup>64</sup>



Figuur 18. Percentage gedetecteerde residuen van pesticiden met bijzondere gevaren voor de menselijke gezondheid volgens de officiële gevarenclassificaties van werkzame stoffen.<sup>64</sup>



Figuur 19. Percentage gedetecteerde residuen van pesticiden op niet-agrarische locaties met acute toxiciteit voor honingbijen en acute of chronische toxiciteit voor regenwormen (*Eisenia fetida*). Informatie over chronische toxiciteit voor honingbijen was niet beschikbaar.<sup>64</sup>



## 9. AGRO-ECOLOGISCHE ALTERNATIEVEN

De FAO definieert agro-ecologie als “een holistische en geïntegreerde benadering die tegelijkertijd ecologische en sociale concepten en principes toepast op het ontwerp en beheer van duurzame landbouw- en voedselsystemen. Agro-ecologie streeft ernaar de interacties tussen planten, dieren, mensen en het milieu te optimaliseren en richt zich tegelijkertijd op de behoefte aan sociaal rechtvaardige voedselsystemen waarbinnen mensen kunnen kiezen wat ze eten en hoe en waar het wordt geproduceerd. Agro-ecologie is tegelijkertijd een wetenschap, een reeks praktijken en een sociale beweging en heeft zich de afgelopen decennia ontwikkeld van een concept dat zich richt op akkers en boerderijen tot een concept dat de hele landbouw en voedselsystemen omvat. Het is nu een transdisciplinair veld dat de ecologische, sociaal-culturele, technologische, economische en politieke dimensies van voedselsystemen omvat, van productie tot consumptie”.<sup>65</sup>

In deze studie wordt gekeken naar mogelijke agro-ecologische landbouwpraktijken als alternatief voor het gebruik van pesticiden. Daarnaast kent agro-ecologie nog tal van andere voordelen, zoals een verbeterde voedselproductie met een hogere productkwaliteit, hogere plantendiversiteit, gesloten nutriëntenkringlopen, lager gebruik van agrarische bemestings- en beschermingsproducten, een positiever imago voor de boeren, meer veerkracht tegen klimaatverandering via de juiste selectie van gewassen en het versterken van de ecosysteemdiensten, een gezondere bodem, en het dichten van de kloof tussen opbrengst en ecologische duurzaamheid.

In een agro-ecologisch landbouwsysteem worden ziekten en plagen vanuit een systeembenadering aangepakt. Daarbij ligt de nadruk op het optimaliseren en optimaal benutten van ecosysteemdiensten.<sup>66</sup> Een dergelijke benadering vraagt een diepgaande kennis van het agro-ecosysteem en de ecologische processen die zich daarbinnen afspelen en biedt, in tegenstelling tot het huidige pesticidegebruik, geen one-size-fits-all oplossing.

Inzake het bestrijden van ziekten en plagen ligt binnen agro-ecologie de focus op preventieve veeleer dan reactieve strategieën. Om een natuurlijk afweersysteem op te bouwen, gaat de meeste aandacht naar gewas- en bodembeheer. Alleen wanneer deze maatregelen niet voldoen, wordt tot reactieve strategieën overgegaan (bijvoorbeeld uitzetten van inheemse predatoren of parasitoïden). Hieronder volgen een aantal belangrijke elementen van agro-ecologische maatregelen in ziekte- en plaagbeheersing.<sup>66,67</sup>

De meeste ecoregelingen en agromilieuklimaatmaatregelen uit het nieuwe Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (2023-2027), zoals zij in Vlaanderen worden aangeboden, moedigen agro-ecologische praktijken aan en kunnen helpen om de afhankelijkheid van pesticiden te verminderen:

- De omschakeling naar en toepassing van de biologische productiemethode
- De aanplant en het onderhoud van een boslandbouwsysteem



- De aanleg en het onderhoud van meerjarige bloemenstroken in de fruitteelt
- De omzetting van tijdelijk naar blijvend grasland
- Inzaai van meerjarige milieu-, biodiversiteitsvriendelijke of klimaatbestendige teelten ('meerjarige ecoteelten')
- Inzaai van éénjarige milieu-, biodiversiteitsvriendelijke of klimaatbestendige teelten ('eenjarige ecoteelten')
- Het behoud van blijvend grasland
- Ecologisch beheerd grasland
- Mechanische onkruidbestrijding
- De toepassing van vruchtafwisseling met vlinderbloemigen
- De aanleg van een bufferstrook
- De toepassing van erosiebestrijdende teelttechnieken

## 9.1 GEWASBEHEER

Niet-limitatief overzicht van mogelijke preventieve maatregelen in het gewasbeheer:

- doordachte gewasrotatie, eventueel ook gewasmenging;
- voldoende variatie aan gewassen, incl. rustgewassen (bijvoorbeeld grasklaver, graan);
- goed aangepaste lokale variëteiten met resistentie of tolerantie tegen biotische en abiotische stress;
- allelopathische gewassen in het teeltplan, die chemische stoffen produceren die een onderdrukkend of stimulerend effect hebben op een andere gewas naargelang de gewenste uitkomsten (bijvoorbeeld wortels in nabijheid van uien planten aangezien de laatste een geur afscheiden die de wortelvlug weghoudt);
- valgewassen in het teeltplan, die plagen weglukken van de nabijgelegen hoofdgewassen (bijvoorbeeld tuinbonen vroeg op het jaar die bladluizen aantrekken en een populatie lieveheersbeestjes helpt opbouwen om zo de bladluizen te beheersen op de daaropvolgende hoofdgewassen en daarbij ook nog stikstof fixeren);
- specifieke groenbemesters van de koolfamilie (zoals Indische mosterd, rucola, olieradijs) in de teeltrotatie voegen, omwille van de verbindingen die ze vrijlaten in de bodem en die een onderdrukkend effect hebben op potentiële plaagorganismen en ziekteverwekkers (biofumigatie);
- bodembedekking aan de hand van bedekkende gewassen, organische resten (mulch), compost of afdekzeilen die onkruid en andere biotische stress kunnen beheersen;
- habitatbeheer zowel binnen het veld als aan de perceelsgrenzen (bijvoorbeeld perceelsranden, hagen, houtkanten) om natuurlijke vijanden aan te trekken;
- agroforestry om de biodiversiteit te vergroten.



## 9.2 BODEMBEHEER

Niet-limitatief overzicht van mogelijke preventieve maatregelen in het bodembeheer:

- (stikstoffixerende) groenbemesters en/of boerderijcompost, om biologische processen in de bodem te stimuleren;
- niet-kerende grondbewerking, die de fysische, chemische en biologische eigenschappen van de bodem verbetert;
- meerjarige houtige gewassen snoeien om de vochtigheid onder het bladerdak te verminderen en zo ziekteverwekkers te voorkomen;
- zorgvuldige planning van irrigatie om voldoende vocht in de bodem te houden;
- bodemverdichting verminderen door middel van een beitelploeg of diepwoeler.

## 9.3 ONKRUIDBEHEERSING

De belangstelling voor mechanische onkruidbeheersing is de afgelopen twee decennia gestaag gegroeid in veel Europese landen, deels als gevolg van de publieke bezorgdheid over het gebruik van herbiciden. Verschillende factoren beïnvloeden de vereiste onkruidbeheersing.<sup>68</sup> Gewassen die het bladerdek sluiten, zoals wortelen, kool en suikerbieten, kunnen vanaf het midden van het seizoen zelf onkruid onderdrukken. Dit is anders voor gewassen die een weinig sluitend bladerdek hebben, zoals direct gezaaide ui en prei, en die dus het hele groeiseizoen onkruidbeheersing vergen.<sup>68</sup> Het combineren van deze gewassen met meer bedekkende gewassen kan al een oplossing bieden. Indien combinatieteelt te uitdagend is omwille van de schaalgrootte of vereisten van de afzetmarkt zal regelmatige mechanische onkruidbestrijding nodig zijn.

Een belangrijke techniek om onkruid te vermijden is het werken met valse zaaibedden. De landbouwer legt het terrein klaar voor zaaien, maar wacht even tot het onkruid begint te kiemen. Dan legt hij nogmaals het terrein klaar en zaait meteen.

Tot nu toe werd voor de mechanische onkruidbestrijding tussen teeltrijen voornamelijk gebruik gemaakt van schoffelmachines, met schoffels in de vorm van een eendenpoot of met roterende schoffels.<sup>68</sup> Voor langzaam kiemende gewassen zoals ui, prei, wortel en maïs, gebeurt de onkruidbestrijding binnen de teeltrijen, vóór het opkomen van het gewas, dikwijls met onkruidbranders. Deze techniek is minder geschikt voor snel opkomende gewassen, zoals boerenkool, omdat dit gewas sneller opkomt dan de meeste onkruiden.<sup>68</sup> Beide technieken zijn evenwel schadelijk voor het bodemleven.

Tegenwoordig zijn er wiedeggen op de markt die toelaten onkruiden mechanisch te bestrijden, zowel tussen de rijen van de gewassen, als tussen de planten. Naargelang de aard van het gewas kan er meer of minder druk op de egtanden worden uitgeoefend.



## 10. LANDBOUW BINNEN NATURA 2000

In welke mate zijn instandhoudingsdoelstellingen afhankelijk van landbouwactiviteiten in Speciale Beschermingszones? Welke is de relatie met het gebruik van pesticiden, en kan dit worden bijgesteld? Vooraleer buffers te leggen is het belangrijk ook binnen Speciale Beschermingszones het gebruik van pesticiden tegen te gaan.

### 10.1 AFHANKELIJKHEID VAN EXTENSIEVE LANDBOUW

De lijst van Bijlage I habitats uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen en afhankelijk zijn van extensieve landbouwpraktijken (Tabel 5), werd bekomen door volgende twee lijsten te combineren:

- de lijst van de Bijlage I habitats uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen (Bijlage I uit het Natuurdecreet);
- de lijst van de Bijlage I habitats uit de Habitatrichtlijn die in Europa voorkomen en afhankelijk zijn van landbouw.<sup>69</sup>

In de laatste drie kolommen wordt aangegeven of de habitat volledig, deels of marginaal van landbouw afhankelijk is. Een habitat is deels van landbouw afhankelijk als het nodig is de successie tegen te gaan. Een habitat is marginaal van landbouw afhankelijk als enkel deelhabitats of habitats in bepaalde regio's van landbouw afhankelijk zijn.

Het zijn dus vooral heide- en graslandhabitats die volledig van landbouw afhankelijk zijn, en schorren, open duinen, en sommige venen en moerassen die er deels/marginaal van afhankelijk zijn. De aan landbouw gebonden habitats zijn in een slechtere staat van instandhouding dan de niet aan landbouw gebonden habitats.<sup>69</sup> Volgens de Europese Commissie zijn 255 soorten uit de bijlagen van de Vogel- en de Habitatrichtlijn afhankelijk van landbouw.<sup>70</sup>

Tabel 5. Lijst van Bijlage I habitats uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen (\*: prioritaire habitat) en van landbouw afhankelijk zijn. In de laatste drie kolommen wordt aangegeven of de habitat volledig, deels of marginaal van landbouw afhankelijk is.<sup>69,70</sup>

Code	Prioriteit	Habitatype	Volledig	Deels	Marginaal
1330		Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae)			
2130	*	Vastgelegde duinen met kruidvegetatie (grijze duinen)			
2150	*	Eu-atlantische vastgelegde ontkalkte duinen (Calluno-Ulicetea)			

2160		Duinen met <i>Hyppophae rhamnoides</i>			
2170		Duinen met <i>Salix repens</i> ssp. <i>Argentea</i> ( <i>Salicion arenariae</i> )			
2190		Vochtige duinvalleien			
2310		Psammofiele heide met <i>Calluna</i> - en <i>Genista</i> -soorten			
2330		Open grasland met <i>Corynephorus</i> - en <i>Agrostis</i> -soorten op landduinen			
4010		Noord-Atlantische vochtige heide met <i>Erica tetralix</i>			
4030		Droge Europese heide			
5130		<i>Juniperus communis</i> -formaties in heidevelden of op kalkgrasland			
6120	*	Kalkminnend grasland op dorre zandbodem			
6210		Droge halfnatuurlijke graslanden en struikvormende facies op kalkhoudende ( <i>Festuco-Brometalia</i> ) (*gebieden waar zeldzame orchideeën groeien)			
6230	*	Soortenrijke heischrale graslanden op arme bodems			
6410		Grasland met <i>Molinia</i> op kalkhoudende, venige of lemige kleibodem ( <i>Eu-Molinion</i> )			
6430		Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones			
6510		Laaggelegen schraal hooiland ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )			
7140		Overgangs- en trilveen			
7150		Slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het <i>Rhynchosporion</i>			
7210	*	Kalkhoudende moerassen met <i>Cladium mariscus</i> en <i>Carex davalliana</i>			
7230		Alkalisch laagveen			

////////////////////////////////////

## 10.2 HUIDIGE LANDBOUW IN NATURA 2000

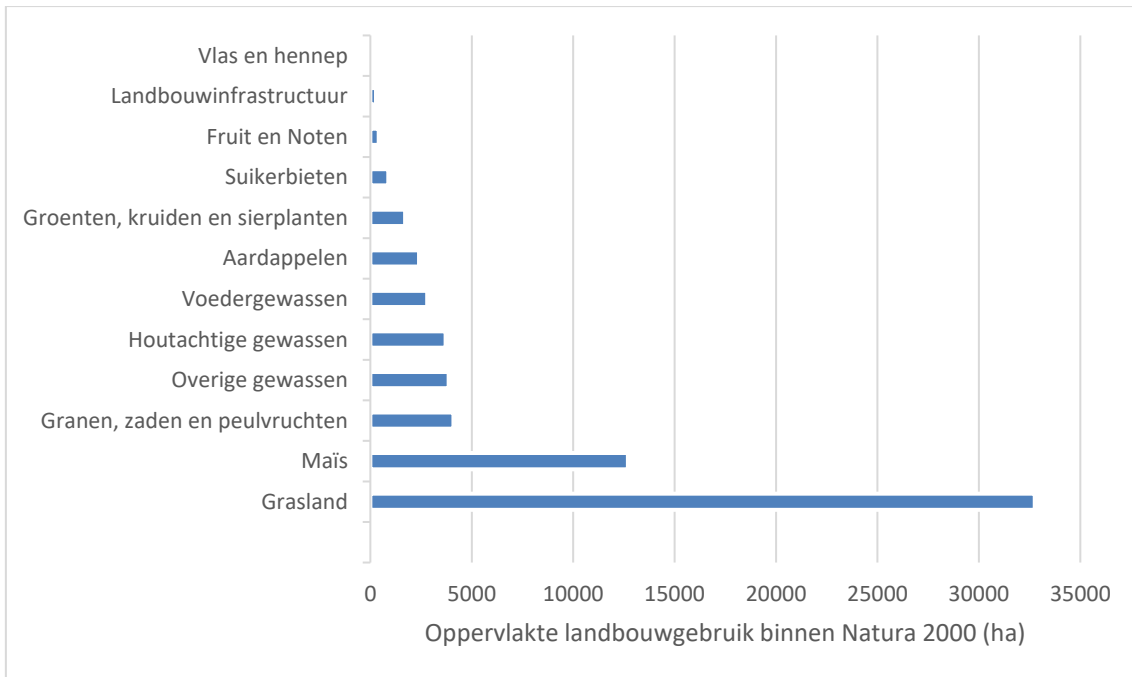
De Europese Commissie ontwikkelde een handleiding om het landbouwgebruik in Natura 2000 te ondersteunen.<sup>71</sup> Ze erkent dat de mens deel uitmaakt van de natuur en dat mens en natuur best in partnerschap werken. Veel van de aan extensieve landbouw gebonden natuur (halfnatuurlijke gemeenschappen) kreeg mee vorm dankzij de mens. Ongeveer 40% van de Speciale Beschermingszones in Europa is in landbouwgebruik, soms extensief, soms intensief.<sup>70</sup> In Vlaanderen gaat het om 19.971 ha in Habitatrichtlijngebied (19% van het Habitatrichtlijngebied) en 52.651 ha in Natura 2000 (32% van Natura 2000). In groene bestemmingen zijn pesticiden verboden en zijn landbouwers zeker binnen Natura 2000 dikwijls ingeschakeld in natuurbeheer. In gele bestemmingen is er wel intensieve landbouw mogelijk, met pesticiden, ook binnen Natura 2000.

Op Europees niveau staat het landbouwgebruik binnen Natura 2000 onder druk. Ofwel wordt het verlaten (vooral in bergachtige streken), ofwel wordt geïntensiveerd. In Vlaanderen vormt dit laatste de grootste bedreiging. Ondersteuning is nodig om enerzijds de juiste maatregelen te nemen om de instandhoudingsdoelen voor de betrokken soorten en habitats te realiseren en anderzijds de landbouwbedrijfsvoering leefbaar te houden. Het belangrijkste financieringsmechanisme voor deze ondersteuning zijn beide pijlers van het Europese Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB). Deze laten zowel financiële ondersteuning als begeleiding en adviesverlening toe.

De belangrijkste landbouwpraktijken voor de instandhouding van de aan landbouw gebonden Europees beschermde habitats zijn begrazen, en maaien en hooien. Voor Europees beschermde soorten moeten voldoende voedselbeschikbaarheid en voortplantings- en schuilplekken worden gegarandeerd, doorheen de seizoenen en doorheen de leefgebieden. Leefgebieden moeten groot genoeg zijn, en voldoende verbonden zijn met elkaar. Kleine landschapselementen zijn van groot belang voor het overleven van landbouw gerelateerde soorten. De EU Biodiversiteitsstrategie 2030 streeft naar 10% van het landbouwlandschap met hoge diversiteit. De maatregelen worden best in overleg met de verschillende belanghebbenden ontwikkeld en zo goed mogelijk afgestemd op de lokale situatie.

Het huidige landbouwgebruik binnen Natura 2000 in Vlaanderen wordt weergegeven in Figuur 20. Meer details zijn beschikbaar in Bijlage 3. Ongeveer de helft van de oppervlakte landbouwgebruik in Natura 2000 bestaat uit grasland. De verdere detaillering laat niet toe na te gaan hoeveel daarvan intensief of extensief gebruikt wordt. Ongeveer een vijfde van de oppervlakte bestaat uit mais. De overige gebruiksvormen zijn zeer verdeeld.





Figuur 20. Oppervlakte van de verschillende gewasgroepen binnen Natura 2000

### 10.3 PESTICIDEN BINNEN NATURA 2000

In Vlaanderen vormt de intensivering van de landbouw de grootste bedreiging voor de aan extensieve landbouw gebonden natuur. Deze intensivering bestaat uit schaalvergroting, mechanisering en toenemend gebruik van externe inputs. In de akkerbouw zijn deze inputs in de eerste plaats kunstmest en pesticiden. De negatieve impact van pesticiden op de biodiversiteit wordt in dit rapport uitvoerig beschreven. Die negatieve impact loopt doorheen het volledige voedselweb. Het gebruik van pesticiden lijkt ons dan ook ontoelaatbaar in Natura 2000 gebieden. In haar handleiding beschrijft de Europese Commissie dat GLB-middelen beschikbaar zijn om landbouwers in Natura 2000 te ondersteunen. Dit moet mogelijk maken om binnen Natura 2000 aan landbouw te blijven doen zonder pesticiden.



## REFERENTIES

1. FOD Volksgezondheid. FYTOWEB: Gewasbeschermingsmiddelen en Bemestingsproducten. 2015. Available from: <https://fytowebe.be>.
2. Departement Landbouw & Visserij. Landbouwcijfers. 2023. Available from: [www.vlaanderen.be/landbouwcijfers](http://www.vlaanderen.be/landbouwcijfers).
3. FOD Volksgezondheid. Federaal Reductieplan voor Gewasbeschermingsmiddelen (FRPG) – ontwerpprogramma 2023-2027. 2022.
4. Keulemans W, Bylemans D, De Coninck B. Farming without Plant Protection. EPRS European Parliamentary Research Service 2019;
5. Universiteit W. 170 verschillende bestrijdingsmiddelen aangetroffen in milieu, dieren en mensen in Nederland. 2023.
6. Vlaamse Milieumaatschappij. Pesticiden in oppervlaktewater (2010-2019). 2021. Available from: <https://www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/pesticiden-in-oppervlaktewater>.
7. Gathmann A, Tscharntke T. Foraging ranges of solitary bees. *Journal of animal ecology* 2002;71(5):757-764
8. Kahru A, Dubourguier H-C. From ecotoxicology to nanoecotoxicology. *Toxicology* 2010;269(2-3):105-119
9. Newman MC, Crane M, Holloway G. Does pesticide risk assessment in the European Union assess long-term effects? *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology: Continuation of Residue Reviews* 2006;1-65
10. Kattwinkel M, Liess M. Competition matters: Species interactions prolong the long-term effects of pulsed toxicant stress on populations. *Environmental toxicology and chemistry* 2014;33(7):1458-1465
11. Mineau P. A review and analysis of study endpoints relevant to the assessment of “long term” pesticide toxicity in avian and mammalian wildlife. *Ecotoxicology* 2005;14(8):775-799
12. Chen S-K, Edwards CA, Subler S. A microcosm approach for evaluating the effects of the fungicides benomyl and captan on soil ecological processes and plant growth. *Applied Soil Ecology* 2001;18(1):69-82
13. Köthe S, Bakanov N, Brühl C, et al. Negative spill-over effects of agricultural practices on plant species conservation in nature reserves. *Ecological Indicators* 2023;149(110170)
14. Doan Ngoc K, Schoeters G, Spanoghe P, et al. Residentiële binnenhuisblootstelling aan producten ter bestrijding van insecten en andere geleedpotigen. *Advies van de Hoge Gezondheidsraad* 2015;8717(
15. Rhind S, Kyle C, Kerr C, et al. Effect of duration of exposure to sewage sludge-treated pastures on liver tissue accumulation of persistent endocrine disrupting compounds (EDCs) in sheep. *Science of the total environment* 2011;409(19):3850-3856
16. Xue N, Li F, Hou H, et al. Occurrence of endocrine-disrupting pesticide residues in wetland sediments from Beijing, China. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal* 2008;27(5):1055-1062
17. Federal Public Service for Health. Programme 2018-2022 of the Nationaal Actie Plan d'Action National. 2018
18. Bub S, Wolfram J, Petschick LL, et al. Trends of Total Applied Pesticide Toxicity in German Agriculture. *Environmental Science & Technology* 2022;
19. Henry M, Beguin M, Requier F, et al. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 2012;336(6079):348-350
20. Agency USEP. Colony Collapse Disorder: European bans on Neonicotinoid Pesticides. 2010.







62. Gunier RB, Bradman A, Harley KG, et al. Will buffer zones around schools in agricultural areas be adequate to protect children from the potential adverse effects of pesticide exposure? *PLoS biology* 2017;15(12):e2004741
63. Helpdesk Water. Driftreducerende spuittechnieken. 2023. Available from: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/open-teelt/driftreducerende/>
64. Cech R, Zaller JG, Lyssimachou A, et al. Pesticide drift mitigation measures appear to reduce contamination of non-agricultural areas, but hazards to humans and the environment remain. *Science of The Total Environment* 2023;854(158814, doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158814>
65. FAO. Agroecology. 2023. Available from: <https://www.fao.org/agroecology/overview/en/>
66. Reddy PP. Agro-Ecological Pest Management—An Overview. *Agro-ecological Approaches to Pest Management for Sustainable Agriculture* 2017;1-11
67. Wezel A, Casagrande M, Celette F, et al. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 2014;34(1):1-20, doi:10.1007/s13593-013-0180-7
68. Melander B, Rasmussen IA, Bàrberi P. Integrating physical and cultural methods of weed control—examples from European research. *Weed Science* 2005;53(3):369-381
69. Halada L, Evans D, Romão C, et al. Which habitats of European importance depend on agricultural practices? *Biodiversity and Conservation* 2011;20(2365-2378
70. Olmeda C, Keenleyside C, Tucker G, et al. Farming for Natura 2000 Guidance on How to Support Natura 2000 Farming Systems to Achieve Conservation Objectives, Based on Member States Good Practice Experiences. European Commission 2018
71. Olmeda C, Keenleyside C, Tucker G, et al. Farming for Natura 2000 Guidance on How to Support Natura 2000 Farming Systems to Achieve Conservation Objectives, Based on Member States Good Practice Experiences. European Commission 2014
72. Coerdassier M. et al., The diet of migrant Red Kites (*Milvus milvus*) during a Water Vole (*Arvicola terrestris*) outbreak in eastern France and the associated risk of secondary poisoning by the rodenticide bromadiolone, *Ibis*, Jan 2012, Vol 154, Is. 4, p136-146
73. Nielsen, LW et al., Direct and indirect effects of the herbicides Glyphosate, Betazone and MCPA on Eelgrass (*Zostera marina*), *Journal of Aquatox.*, 2007
74. Boff S et al., Low toxicity crop fungicide (fenbucanazole) impacts reproductive male quality signals leading to a reduction of mating success in a wild solitary bee, *Journal of Applied Ecology*, DOI: 10.1111/1365-2664.14169



# BIJLAGE 1: ZOEKACTIES IN WEB OF SCIENCE

## 1. ZOEKTERMEN PESTICIDEN

### **Generiek**

pesticide\* OR fungicide\* OR herbicide\* OR insecticide\* OR acaricide\* OR bactericide\* OR rodenticide\* OR molluscicide\* OR nematocide\*

### **Specifiek (meest gebruikte pesticiden in Vlaanderen)**

Fungiciden: mancozeb\* OR sulfur\* OR captan\* OR propamocarb\* OR cymoxanil\*

Herbiciden: glyphosate\* OR prosulfocarb\* OR aclonifen\* OR dimethenamid-p\* OR metamitron\*

Insecticiden: "paraffin oil (cas 64742-46-7)" OR "paraffin oil\*" OR "cas 64742-46-7" OR "sulfuryl fluoride\*" OR "orange oil\*" OR pirimicarb\* OR spirotetramat\*

## 2. ZOEKTERMEN DIER- EN PLANTENSOORTEN UIT DE BIJLAGEN VAN DE HABITAT- EN VOGELRICHTLIJNEN

### **Genus niveau**

Zoogdieren: "Lutra" OR "Rhinolophus" OR "Barbastella" OR "Myotis" OR "Castor" OR "Plecotus" OR "Pipistrellus" OR "Eptesicus" OR "Vespertilio" OR "Nyctalus" OR "Muscarinus" OR "Cricetus" OR "Canis" OR "Felis" OR "Lynx"

Amfibieën: "Triturus" OR "Alytes" OR "Rana" OR "Pelobates" OR "Bufo" OR "Hyla" OR "Coronellea" OR "Rana" OR "Podarcis"

Vissen: "Lampetra" OR "Alose" OR "Salmo" OR "Rhodeus" OR "Cobitis" OR "Misgurnis" OR "Cottus"

Insecten: "Leucorrhinia" OR "Callimorpha" OR "Lucanus" OR "Gomphus" OR "Cucujus" OR "Leucorrhinia" OR "Ophiogomphus" OR "Osmoderma"

Mollusken: "Vertigo" OR "Anisus"

Planten: "Drepanocladus" OR "Apium" OR "Luronium" OR "Liparis"



Vogels: "Acrocephalus" OR "Alcedo" OR "Anser" OR "Anthus" OR "Ardea" OR "Asio" OR "Aythya" OR "Botaurus" OR "Branta" OR "Burchinus" OR "Caprimulgus" OR "Charadrius" OR "Chlidonias" OR "Ciconia" OR "Circus" OR "Crex" OR "Cygnus" OR "Dendrocopus" OR "Dryocopus" OR "Egretta" OR "Emberiza" OR "Ficedula" OR "Falco" OR "Gallinago" OR "Gavia arctica" OR "Grus grus" OR "Haliaeetus" OR "Himantopus" OR "Ixobrychus" OR "Lanius" OR "Larus" OR "Limosa" OR "Lullula" OR "Luscinia" OR "Mergellus" OR "Milvus" OR "Nycticorax" OR "Pandion" OR "Pernis" OR "Phalaropus" OR "Philomachus" OR "Platalea" OR "Pluvialis" OR "Podiceps" OR "Porzana" OR "Recurvirostra" OR "Sterna" OR "Sterna" OR "Sylvia" OR "Tetrao" OR "Tringa"

## Soortniveau

Zoogdieren: "Lutra lutra" OR "Rhinolophus ferrumequinum" OR "Barbastella barbastellus" OR "Myotis bechsteini" OR "Myotis dasycneme" OR "Myotis emarginatus" OR "Myotis myotis" OR "Castor fiber" OR "Myotis mystacinus" OR "Myotis brandtii" OR "Myotis daubentonii" OR "Myotis nattereri" OR "Myotis emarginatus" OR "Plecotus auritus" OR "Plecotus austriacus" OR "Pipistrellus pipistrellus" OR "Pipistrellus nathusii" OR "Eptesicus serotinus" OR "Vespertilio murinus" OR "Nyctalus noctula" OR "Nyctalus leisleri" OR "Muscarinus avellanarius" OR "Cricetus cricetus" OR "Canis lupus lupus" OR "Felis silvestris" OR "Lynx lynx"

Amfibieën: "Triturus cristatus" OR "Alytes obstetricans" OR "Rana arvalis" OR "Pelobates fuscus" OR "Bufo calamita" OR "Hyla arborea" OR "Coronellea autriaca" OR "Rana lessonae" OR "Podarcis muralis"

Vissen: "Lampetra fluviatilis" OR "Lampetra planeri" OR "Alose falax falax" OR "Salmo salar" OR "Rhodeus sericeus amarus" OR "Cobitis taenia" OR "Misgurnis fossilis" OR "Cottus gobio"

Insecten: "Leucorrhinia pectoralis" OR "Callimorpha quadripunctaria" OR "Lucanus cervus" OR "Gomphus flavipes" OR "Cucujus cinnaberinus" OR "Leucorrhinia caudalis" OR "Ophiogomphus cecilia" OR "Osmoderma eremita"

Mollusken: "Vertigo moulinsiana" OR "Vertigo angustior" OR "Anisus vorticulus"

Planten: "Drepanocladus vernicosus" OR "Apium repens" OR "Luronium natans" OR "Liparis loeselii"

Vogels: "Acrocephalus paludicola" OR "Alcedo atthis" OR "Anser erythropus" OR "Anthus campestris" OR "Ardea purpurea" OR "Asio flammeus" OR "Aythya nyroca" OR "Botaurus stellaris" OR "Branta leucopsis" OR "Branta ruficollis" OR "Burchinus oedictemus" OR "Caprimulgus europaeus" OR "Charadrius alexandrinus" OR "Charadrius morinellus" OR "Chlidonias niger" OR "Ciconia ciconia" OR "Ciconia nigra" OR "Circus aeruginosus" OR "Circus cyaneus" OR "Circus pygargus" OR "Crex crex" OR "Cygnus columbianus" OR "Cygnus cygnus" OR "Dendrocopus medius" OR "Dryocopus martius" OR "Egretta alba" OR "Egretta garzetta" OR "Emberiza hortulana"

////////////////////////////////////



OR "Ficedula parva" OR "Falco columbarius" OR "Falco peregrinus" OR "Gallinago media" OR "Gavia arctica" OR "Gavia immer" OR "Gavia stellata" OR "Grus grus" OR "Haliaeetus albicilla" OR "Himantopus himantopus" OR "Ixobrychus minutus" OR "Lanius collurio" OR "Larus melanocephalus" OR "Limosa lapponica" OR "Lullula arborea" OR "Luscinia svecica" OR "Mergellus albellus" OR "Milvus migrans" OR "Milvus milvus" OR "Nycticorax nycticorax" OR "Pandion haliaetus" OR "Pernis apivorus" OR "Phalaropus lobatus" OR "Philomachus pugnax" OR "Platalea leucorodia" OR "Pluvialis apricaria" OR "Podiceps auritus" OR "Porzana paura" OR "Porzana porzana" OR "Porzana pusilla" OR "Recurvirostra avocetta" OR "Sterna albifrons" OR "Sterna dougallii" OR "Sterna hirundo" OR "Sterna paradisaea" OR "Sterna sandvicensis" OR "Sylvia nisoria" OR "Tetrao tetrix" OR "Tringa glareola"

### 3. ZOEKTERMEN SPECIALE BESCHERMINGSZONES

#### **Generieke zoektermen voor Speciale Beschermingszones**

"special protection area\*" OR "Natura 2000" OR Natura2000 OR "bird\* directive\*" OR "habitat\* directive\*" OR "habitat\* for Natura 2000" OR "special area\* of conservation"

#### **Generieke zoektermen habitats uit Bijlage I uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen**

forest\* OR "natural grassland\*" OR "semi-natural grassland\*" OR "inland dune\*" OR heath OR shrubland OR "coastal dune\*" OR "sand dune\*" OR "rocky habitat\*" OR "cave\*" OR "bay mud\*" OR mud\* OR sward\* OR "coastal habitat\*" OR fen\* OR mire\* or bog\* or bogland\* OR peatland\* OR quagmire\* OR "freshwater habitat\*"

#### **Specifieke zoektermen habitats uit Bijlage I uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen (vereenvoudigd)**

"Estuary" OR "estuaries" OR "Mudflat\*" OR "sandflat\*" OR (Salicornia NEAR mud) OR (annuals NEAR mud) OR (annuals NEAR sand) OR "Atlantic salt meadow\*" OR "salt meadow\*" OR "Glauco-Puccinellietalia maritimae" OR "Embryonic shifting dune\*" OR "shifting dune\*" OR "Shifting dune\* along the shoreline" OR "white dune\*" OR "Fixed coastal dune\* with herbaceous vegetation" OR "fixed coastal dune\*" OR "fixed dune\*" OR "grey dune\*" OR "Atlantic decalcified fixed dune\*" OR "decalcified fixed dune\*" OR "Calluno-Ulicetea" OR "Salicion arenariae" OR "Wooded dune\* of the Atlantic region" OR "Wooded dune\* of the Continental region" OR "Wooded dune\* of the Boreal region" OR "wooded dune\*" OR "Humid dune slack\*" OR "dune slack\*" OR "Dry sand heath\*" OR "Inland dune\*" OR "Corynephorus grassland\*" OR "Agrostis grassland\*" OR "Oligotrophic water\*" OR "Littorelletalia uniflorae" OR "mesotrophic standing water\*" OR "Isoeto-Nanojuncetea" OR "Hard oligo-mesotrophic water\*" OR "Natural eutrophic lake\*" OR "Natural dystrophic lake\*" OR "Natural dystrophic pond\*" OR "dystrophic lake" OR "dystrophic pond" OR "Water course\* of plain to montane level\*" OR "River\* with muddy"



bank\*\* OR "Northern Atlantic wet heath\*" OR "wet heath\*" OR "European dry heath\*" OR "dry heath" OR "Juniperus communis" OR "calcareous grassland\*" OR "Xeric sand calcareous grassland\*" OR "Semi-natural dry grassland\*" OR "Semi-natural scrubland" OR "Festuco-Brometalia" OR "Species-rich Nardus grassland\*" OR "Nardus grassland\*" OR "Molinia meadow\* on calcareous soil\*" OR "Molinia meadow\* on peaty soil\*" OR "Molinia meadow\* on clayey-silt-laden soil\*" OR "Molina meadow\*" OR "Hydrophilous tall herb fringe" OR "Lowland hay meadow\*" OR "Active raised bog\*" OR "Degraded raised bog\*" OR "raised bog\*" OR "Transition mire\*" OR "quaking bog\*" OR "Depression\* on peat substrate\*" OR "Rhynchosporion" OR "Calcareous fen\*" OR "Petrifying spring\*" OR "tufa formation" OR "Cratoneurion" OR "Alkaline fen\*" OR "Cave\* not open to the public" OR "Luzulo-Fagetum" OR "beech forest" OR "Luzulo-Fagetum beech forest" OR "Atlantic acidophilous beech forest\*" OR "Ilex in the shrublayer" OR "Taxus in the shrublayer" OR "Quercion robori-petraeae" OR "Ilici-Fagenion" OR "Asperulo-Fagetum beech forest\*" OR "Asperulo-Fagetum" OR "Medio-European limestone beech forest\*" OR "Cephalanthero-Fagion" OR "Sub-Atlantic oak forest\*" OR "Carpinion betuli" OR "medio-European oak forest\*" OR "Sub-Atlantic oak-hornbeam forest\*" OR "medio-European oak-hornbeam forest\*" OR "Old acidophilous oak wood\*" OR "Bog woodland\*" OR "Alluvial forest\*" OR "Alno-Padion" OR "Alnion incanae" OR "Salicion albae" OR "Riparian mixed forest\*" OR "orchid site\*\*"

### **Zoektermen soorten (species niveau) gerelateerd aan habitats uit Bijlage I uit de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen voorkomen**

Estuaries: "Phragmites australis" OR "Ruppia maritima" OR "Sarcocornia perennis" OR "Spartina maritima" OR "Zostera noltii"

Mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide: Eelgrass

Salicornia and other annuals colonizing mud and sand: "Bupleurum tenuissimum" OR "Cochlearia danica" OR "Cressa cretica" OR "Cyperus pannonicus" OR "Frankenia pulverulenta" OR "Hordeum marinum" OR "Lepidium latifolium" OR "Microcnemum coralloides" OR "Parapholis incurva"

Spartina swards (Spartinion maritimae): "Spartina alterniflora" OR "Spartina anglica" OR "Spartina densiflora" OR "Spartina maritima" OR "Spartina townsendii"

Atlantic salt meadows (Glauco-Puccinellietalia maritimae): "Blymus rufus", a species of northern latitudes and Shrubby Sea-blite "Suaeda vera" OR "Limonium bellidifolium" OR "Arctophila fulva" OR "Alisma wahlenbergii" OR "Hippuris tetraphylla" OR "Primula nutans ssp. finnmarchia"

Embryonic shifting dunes: "Agropyron junceum" OR "Anthemis maritima" OR "Anthemis tomentosa" OR "Elymus farctus" OR "Eryngium maritimum" OR "Euphorbia peplis" OR "Honkenya peploides" OR "Leymus arenarius" OR "Medicago marina"





Natural eutrophic lakes with Magnopotamion or Hydrocharition -type vegetation: "Aldrovanda vesiculosa" OR "Hydrocharis morsus-ranae" OR "Potamogeton lucens" OR "Potamogeton perfoliatus" OR "Potamogeton praelongus" OR "Stratiotes aloides" OR "Utricularia australis" OR "Utricularia vulgaris"

Natural dystrophic lakes and ponds: "Carex lasiocarpa" OR "Carex rostrata" OR "Nuphar lutea" OR "Nuphar pumila" OR "Nymphaea candida" OR "Rhynchospora alba" OR "Sparganium minimum" OR "Warnstorfia procera" OR "Warnstorfia trichophylla"

Water courses of plain to montane levels with the Ranunculion fluitantis and Callitriche-Batrachion vegetation: "Ranunculus aquatilis" OR "Ranunculus fluitans" OR "Ranunculus peltatus" OR "Ranunculus saniculifolius" OR "Ranunculus trichophyllus" OR "Sium erectum" OR "Zannichellia palustris" OR "Fontinalis antipyretica"

Rivers with muddy banks with Chenopodion rubri pp and Bidens pp vegetation: "Bidens frondosa" OR "Chenopodium rubrum" OR "Polygonum lapathifolium"

Northern Atlantic wet heaths with Erica tetralix: "Erica tetralix"

European dry heaths: "Calluna vulgaris" OR "Cistus salvifolius" OR "Empetrum nigrum" OR "Erica aragonensis" OR "Erica cinerea" OR "Erica mackaiana" OR "Erica umbellata" OR "Erica vagans" OR "Genista anglica"

Juniperus communis formations on heaths or calcareous grasslands: "Juniperus communis" OR "Calluna vulgaris" OR "Deschampsia flexuosa" OR "Empetrum nigrum" OR "Erica tetralix" OR "Nardus stricta" OR "Prunus spinosa" OR "Vaccinium myrtillus"

Xeric sand calcareous grasslands: "Allium schoenoprasum" OR "Astragalus arenarius" OR "Cardaminopsis arenosa" OR "Carex ligerica" OR "Carex praecox" OR "Dianthus deltoides" OR "Euphorbia seguierana" OR "Festuca psammophila" OR "Gypsophila fastigiata"

Semi-natural dry grasslands and scrubland facies on calcareous substrates (Festuco-Brometalia) (\* important orchid sites): "Adonis vernalis" OR "Anthyllis vulneraria" OR "Arabis hirsuta" OR "Brachypodium pinnatum" OR "Bromus erectus" OR "Bromus inermis" OR "Campanula glomerata" OR "Carex caryophylla" OR "Carlina vulgaris"

Species-rich Nardus grasslands, on silicious substrates in mountain areas (and submountain areas in Continental Europe): "Antennaria dioica" OR "Arnica montana" OR "Campanula barbata" OR "Carex ericetorum" OR "Carex pallescens" OR "Carex panicea" OR "Festuca ovina" OR "Galium saxatile" OR "Gentiana pneumonanthe"

Molinia meadows on calcareous, peaty or clayey-silt-laden soils (Molinion caeruleae): "Ophioglossum vulgatum" OR "Carex pallescens" OR "Cirsium dissectum" OR "Cirsium tuberosum" OR "Colchicum autumnale" OR "Crepis paludosa" OR "Dianthus deltoides" OR "Dianthus superbus" OR "Galium uliginosum"

////////////////////////////////////

Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels: “*Aconitum lycoctonum*” OR “*Aconitum napellus*” OR “*Aconitum vulparia*” OR “*Adenostyles alliariae*” OR “*Aegopodium podagraria*” OR “*Alliaria petiolata*” OR “*Angelica archangelica*” OR “*Calamagrostis arundinacea*” OR “*Chaerophyllum hirsutum*”

Lowland hay meadows (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*): “*Alopecurus pratensis*” OR “*Arrhenatherum elatius*” OR “*Campanula patula*” OR “*Centaurea jacea*” OR “*Crepis biennis*” OR “*Daucus carota*” OR “*Knautia arvensis*” OR “*Leontodon hispidus*” OR “*Leontodon nudicaulis*” OR “*Sanguisorba officinalis*”

Active raised bogs: “*Andromeda polifolia*” OR “*Betula nana*” OR “*Calluna vulgaris*” OR “*Carex fusca*” OR “*Carex limosa*” OR “*Carex pauciflora*” OR “*Chamaedaphne calyculata*” OR “*Drosera anglica*” OR “*Drosera intermedia*”

Degraded raised bogs still capable of natural regeneration: GEEN

Transition mires and quaking bogs: “*Carex chordorrhiza*” OR “*Carex diandra*” OR “*Carex lasiocarpa*” OR “*Carex limosa*” OR “*Carex rostrata*” OR “*Epilobium palustre*” OR “*Eriophorum gracile*” OR “*Hammarbya paludosa*” OR “*Liparis loeselii*”

Depressions on peat substrates of the Rhynchosporion: “*Lycopodiella inundata*” OR “*Drosera intermedia*” OR “*Drosera rotundifolia*” OR “*Rhynchospora alba*” OR “*Rhynchospora fusca*”

Calcareous fens with *Cladium mariscus* and species of the *Caricion davallianae*: “*Cladium mariscus*” OR “*Caricion davallianae*”

Petrifying springs with tufa formation (*Cratoneurion*): “*Arabis soyeri*” OR “*Carex appropinquata*” OR “*Cochlearia pyrenaica*” OR “*Epilobium davuricum*” OR “*Juncus triglumis*” OR “*Pinguicula vulgaris*” OR “*Saxifraga aizoides*” OR “*Bryum pseudotriquetrum*” OR “*Catoscopium nigrum*”

Alkaline fens: “*Carex davalliana*” OR “*Dactylorhiza incarnata*” OR “*Eleocharis quinqueflora*” OR “*Epipactis palustris*” OR “*Eriophorum latifolium*” OR “*Herminium monorchis*” OR “*Juncus subnodulosus*” OR “*Liparis loeselii*” OR “*Pedicularis sceptrum-carolinum*”

Caves not open to the public: “*Proteus anguinus*” OR “*Schistostega pennata*”

Luzulo-Fagetum beech forests: “*Abies alba*” OR “*Picea abies*” OR “*Pteridium aquilinum*” OR “*Calamagrostis villosa*” OR “*Deschampsia flexuosa*” OR “*Fagus sylvatica*” OR “*Luzula luzuloides*” OR “*Quercus petraea*” OR “*Quercus robur*”

Atlantic acidophilous beech forests with *Ilex* and sometimes also *Taxus* in the shrublayer (*Quercion robori-petraeae* or *Ilici-Fagenion*): “*Taxus baccata*” OR “*Pteridium aquilinum*”





## 4. ZOEKSTRINGEN

### **Impact pesticide op beschermde soorten**

TI = (zoektermen beschermde soorten op species niveau) and ((generieke zoektermen pesticiden) or (specifieke zoektermen pesticiden)) [Resultaten: 52]

TS= (zoektermen beschermde soorten op species niveau) and ((generieke zoektermen pesticiden) or (specifieke zoektermen pesticiden)) and (Review Article) [Resultaten: 39]

TI = (zoektermen beschermde soorten op genus niveau) and ((generieke zoektermen pesticiden) or (specifieke zoektermen pesticiden)) [Resultaten: 52]

### **Impact pesticide op Speciale Beschermingszones**

TS = (generieke zoektermen voor Speciale Beschermingszones) and ((generieke zoektermen pesticiden) or (specifieke zoektermen pesticiden)) [Resultaten: 44]

TI = (specifieke zoektermen habitats uit Bijlage I uit de Habitatrictlijn die in Vlaanderen voorkomen (vereenvoudigd) and ((generieke zoektermen pesticiden) or (specifieke zoektermen pesticiden)) and (FRANCE or PORTUGAL or ENGLAND or GERMANY or NETHERLANDS or BELGIUM or ITALY or GREECE or AUSTRIA or DENMARK or NORWAY or SWEDEN)) [Resultaten: 44]

TI = (specifieke zoektermen habitats uit Bijlage I uit de Habitatrictlijn die in Vlaanderen voorkomen (vereenvoudigd) and ((generieke zoektermen pesticiden) or (specifieke zoektermen pesticiden)) and (Review article)) [Resultaten: 3]

TI = (zoektermen soorten (species niveau) gerelateerd aan habitats uit Bijlage I uit de Habitatrictlijn die in Vlaanderen voorkomen) AND ((generieke zoektermen pesticiden) OR (specifieke zoektermen pesticiden)) [Resultaten: 199]

## BIJLAGE 2: GIS-OPDRACHT

Er werden negen scenario's inzake kwetsbare natuur en kwetsbare groepen doorgerekend:

1. SBZ-H;
2. SBZ-H + SBZ-V;
3. SBZ-H + SBZ-V + VEN;
4. SBZ-H + SBZ-V + VEN + groene bestemmingen;
5. Kwetsbare groepen:
  - o [Zorgvoorzieningen](#) (adhoc bijzonder jeugdbijstand, gemeenschapsinstellingen, integrale gezinszorg, pleegzorg bijzondere jeugdbijstand, voorzieningen bijzondere jeugdbijstand);
  - o [Kind en Gezin](#) (kinderopvang);
  - o [Zorgvoorzieningen](#) (Algemene ziekenhuizen - Psychiatrische ziekenhuizen - Psychiatrische verzorgingstehuizen - Samenwerkingsverbanden beschut wonen - Centra voor geestelijke gezondheidszorg – Ouderenvoorzieningen - Thuiszorg);
  - o [Onderwijs](#) (Gewoon kleuteronderwijs - Buitengewoon kleuteronderwijs - Gewoon lager onderwijs - Buitengewoon lager onderwijs - Voltijds gewoon secundair onderwijs - Buitengewoon secundair onderwijs - Deeltijds beroepssecundair onderwijs - Deeltijdse vorming - Leertijd - Hoger beroepssecundair onderwijs (hbo5) in het volwassenenonderwijs - Hogescholen – Universiteiten – Basiseducatie - Secundair volwassenenonderwijs - Deeltijds kunstonderwijs).

Dit zijn puntgegevens (adressen). Voor de analyse werden de kadasterpercelen gebruikt waar deze punten in gelegen zijn.
6. SBZ-H + kwetsbare groepen;
7. SBZ-H + SBZ-V + kwetsbare groepen;
8. SBZ-H + SBZ-V + VEN + kwetsbare groepen;
9. SBZ-H + SBZ-V + VEN + groene bestemmingen + kwetsbare groepen.

Voor elk van de negen scenario's worden tien bufferbreedtes doorgerekend:

1. 0 meter;
2. 5 meter;
3. 20 meter;
4. 50 meter;
5. 100 meter;
6. 250 meter;
7. 500 meter;
8. 1000 meter;
9. 2000 meter;
10. 3000 meter.

In versie 1 werden voor deze 90 scenario's volgende oppervlakten berekend:

- totale oppervlakte grond (gebufferd gebied én buffer);





- totale oppervlakte grond (gebufferd gebied én buffer) met landbouwbestemming (op basis van de ruimteboekhouding).

In versie 2 werd voor deze 90 scenario's ook volgende oppervlakte berekend:

- totale oppervlakte grond (gebufferd gebied én buffer) in landbouwgebruik (op basis van de eenmalige perceelsregistratie, landbouwgebruikspcelen 2021):
  - Waarvan afgetrokken:
    - volgende teelten/gewasgroepen (zie tabel hieronder voor meer detail), elders ook niet-effectief landbouwgebruik genoemd:
      - begraasde niet-landbouwgrond;
      - heide in natuurbeheer;
      - natuurlijk grasland;
      - landbouwinfrastructuur;
      - water;
    - de gronden binnen de buffers rond waterlopen van minstens drie meter (naargelang de situatie) voorzien in het ontwerp zevende Mestactieplan (MAP 7) (kaart aangeleverd door de Vlaamse Landmaatschappij).
  - Waaraan toegevoegd:
    - de oppervlakte habitatype 3260 (kaart aangeleverd door het Agentschap voor Natuur en Bos).

Resultaten van versie 1:

Totale oppervlakte binnen gebufferd gebied en bufferzone:

Buffer	SBZ-H	SBZ-H + SBZ-V	SBZ-H + SBZ-V + VEN	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP	kwetsbare groepen	SBZ-H + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + VEN + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP + kwetsbare groepen
0m	104961	166224	194203	293135	6914	111746	172887	200858	299505
5m	107276	168619	197610	302372	8621	115749	176950	205929	310284
20m	114079	175631	207482	329314	14470	128312	189649	221463	342289
50m	126997	189008	226064	380674	29538	155993	217582	254499	405771
100m	147354	210191	254975	461534	62215	207969	269827	314042	508941
250m	204683	269823	334537	674012	185332	377827	438880	497955	768460
500m	294563	361771	454859	927982	417797	647717	702578	766807	1036915
1000m	460441	528455	665304	1181146	862435	1050900	1087190	1128143	1266173
2000m	743966	803756	968113	1332819	1273440	1326154	1335825	1341202	1354197
3000m	949845	999360	1142461	1358156	1342434	1358915	1359477	1359937	1361804

Totale oppervlakte binnen gebufferd gebied en bufferzone, met landbouwbestemming (volgens ruimteboekhouding):

////////////////////////////////////

Buffer	SBZ-H	SBZ-H + SBZ-V	SBZ-H + SBZ-V + VEN	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP	kwetsbare groepen	SBZ-H + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + VEN + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP + kwetsbare groepen
0m	18416	53662	54681	54681	281	18695	53937	54956	54956
5m	19325	54668	56391	59522	393	19715	55050	56774	59902
20m	22503	58056	61799	73833	853	23342	58875	62617	74625
50m	29133	65030	72562	102131	2296	31371	67207	74728	104164
100m	40199	76726	89990	148381	6889	46842	83176	96368	154055
250m	72770	110777	138057	273468	39234	109198	145980	172056	298199
500m	123109	162690	208134	433278	148607	250511	284908	321264	491419
1000m	214595	256003	329504	621805	438407	532783	555869	584163	692320
2000m	376866	417557	512982	755867	731655	754415	759548	763559	775661
3000m	501277	537464	625425	779535	775543	780431	780803	781253	783051

## Resultaten van versie 2

Totale oppervlakte binnen gebufferd gebied en bufferzone, in landbouwgebruik, excl. niet-effectief landbouwgebruik, excl. bufferzones binnen ontwerp MAP 7, incl. habitattypen 3260

Buffer	SBZ-H	SBZ-H + SBZ-V	SBZ-H + SBZ-V + VEN	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP	kwetsbare groepen	SBZ-H + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + VEN + kwetsbare groepen	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP + kwetsbare groepen
0m	19971	52651	58724	75042	147	20115	52795	58867	75173
5m	20499	53187	59551	77145	251	20690	53377	59740	77318
20m	22880	55618	63145	86020	932	23349	56080	63603	86438
50m	28552	61371	71397	106336	2950	30063	62849	72863	107638
100m	38196	71234	85214	140886	8197	43065	75981	89905	144864
250m	66047	99972	124013	236807	39973	94881	127875	150966	255685
500m	109479	144235	181794	362623	137489	211555	242226	272405	408101
1000m	188624	223839	281887	513533	375121	439877	460775	483257	569815
2000m	325246	358249	430588	622240	604928	620315	625640	628880	638815
3000m	424013	453203	518704	642106	639686	642954	643261	643642	645154

Deze oppervlakte werd ook in percentages omgezet.

Totale oppervlakte binnen gebufferd gebied en bufferzone, in landbouwgebruik, excl. niet-effectief landbouwgebruik, excl. bufferzones binnen ontwerp MAP 7, incl. habitattypen 3260, als percentage van de oppervlakte in landbouwgebruik in Vlaanderen



Buffer	SBZ-H	SBZ-H + SBZ-V	SBZ-H + SBZ-V + VEN	SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP	Buffer	Kwetsbare groepen	Kwetsbare groepen + SBZ-H	Kwetsbare groepen + SBZ-H + SBZ-V	Kwetsbare groepen + SBZ-H + SBZ-V + VEN	Kwetsbare groepen + SBZ-H + SBZ-V + VEN + groen op GWP
0	3	8	9	11	0	0	3	8	9	11
5	3	8	9	12	5	0	3	8	9	12
20	3	8	10	13	20	0	4	9	10	13
50	4	9	11	16	50	0	5	10	11	16
100	6	11	13	21	100	1	7	12	14	22
250	10	15	19	36	250	6	14	19	23	39
500	17	22	28	55	500	21	32	37	41	62
1000	29	34	43	78	1000	57	67	70	73	87
2000	49	54	65	95	2000	92	94	95	96	97
3000	64	69	79	98	3000	97	98	98	98	98

## BIJLAGE 3: LANDBOUWGEBRUIK BINNEN NATURA 2000

Hoofddeelt	Gewasgroep	Oppervlakte (ha)
Aardappelen (geplande oogst vanaf 1/9)	Aardappelen	2114
Aardappelen (geplande oogst voor 1/9)	Aardappelen	200
Aardappelen (pootgoed)	Aardappelen	86
Aardbeien	Fruit en Noten	29
Aardbeiplanten	Overige gewassen	3
Ajuinen (niet vroege) - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	138
Ajuinen (niet-vroege) - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	235
Ajuinen (vroeger) - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	59
Ajuinen (vroeger) - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	4
Andere alternatieve slasoorten - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	1
Andere alternatieve slasoorten - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	5
Andere bedekking	Overige gewassen	40
Andere bessen	Fruit en Noten	0
Andere granen (bv. Mengkoren)	Granen, zaden en peulvruchten	43
Andere groenten - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	6
Andere hennep dan vezelhennep (niet voor menselijke consumptie)	Vlas en hennep	2
Andere kolen - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	5
Andere kruiden - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	15
Andere kruiden - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	3
Andere meerjarige fruitteelten	Fruit en Noten	10
Andere niet-vlinderbloemige groenbedekker	Overige gewassen	7
Andere oliehoudende zaden	Granen, zaden en peulvruchten	0
Andere voedergewassen	Voedergewassen	1
Asperges - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	12
Asperges - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	83
Azalea	Groenten, kruiden en sierplanten	1
Basilicum - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	4
Bebossing (korte omlooptijd)	Houtachtige gewassen	4
Bebossing loofbomen-ecologisch	Houtachtige gewassen	32
Bebossing loofbomen-economisch	Houtachtige gewassen	1
Bebossing met contract voor 2008	Houtachtige gewassen	1
Bebossing populieren	Houtachtige gewassen	1
Bladrammenas	Overige gewassen	4
Bladselder - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	2
Blauwe bessen	Fruit en Noten	17
Bloeiende heesters	Groenten, kruiden en sierplanten	22
Bloembollen en -knollen	Groenten, kruiden en sierplanten	3
Bloemenmengsel	Overige gewassen	101
Bloemenmengsel voor EAG Braak	Overige gewassen	7
Bloemkool - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	61
Bloemkool - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	0

////////////////////////////////////









Wortel (niet-vroege) (consumptie) - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	14
Wortel (vroege) (consumptie) - industrie	Groenten, kruiden en sierplanten	53
Wortel (vroege) (consumptie) - vers	Groenten, kruiden en sierplanten	9
Zaaizaad grassen	Grasland	271
Zaaizaad groenten	Groenten, kruiden en sierplanten	5
Zaaizaad olie- en vezelhoudende planten	Granen, zaden en peulvruchten	29
Zaaizaad wintertarwe of triticale	Granen, zaden en peulvruchten	7
Zoete aardappel	Groenten, kruiden en sierplanten	15
Zomergerst	Granen, zaden en peulvruchten	141
Zomerhaver	Granen, zaden en peulvruchten	15
Zomerrogge	Granen, zaden en peulvruchten	1
Zomertarwe	Granen, zaden en peulvruchten	73
Zonnebloempitten	Granen, zaden en peulvruchten	1
<i>Ander gebouw</i>	<i>Landbouwinfrastructuur</i>	7
<i>Begraasde niet-landbouwgrond</i>	<i>Overige gewassen</i>	3198
<i>Gebouw i.k.v. verbreding</i>	<i>Landbouwinfrastructuur</i>	2
<i>Heide in natuurbeheer</i>	<i>Houtachtige gewassen</i>	3421
<i>Loods (bv. voor machines, opslag, ...)</i>	<i>Landbouwinfrastructuur</i>	56
<i>Natuurlijk grasland met minimumactiviteit</i>	<i>Grasland</i>	3352
<i>Natuurlijk grasland zonder minimumactiviteit</i>	<i>Grasland</i>	566
<i>Niet nader omschreven gebouw</i>	<i>Landbouwinfrastructuur</i>	8
<i>Poelen &lt;= 0,1 ha</i>	<i>Water</i>	11
<i>Stal</i>	<i>Landbouwinfrastructuur</i>	181
<i>Woonhuis</i>	<i>Landbouwinfrastructuur</i>	24

