



Bestrijden van de Trosbosbes in de Peel

Overzicht van de mogelijkheden voor het inzetten van het chemische bestrijdingsmiddel glyfosaat en biologische bestrijding

Let the raised bogs grow
life+ Peelvenen
Deelproject C3
LIFE 11 NAT/NL/777



Regio Zuid

Spoorlaan 444
5038 CH Tilburg
Postbus 330
5000 AH Tilburg
www.staatsbosbeheer.nl

Contactpersoon

Dhr. H. Dielissen
Projectleider C3 Trosbosbes

T +31 13 7074800
M +31 6 12045678
F +31 13 70748888
h.dielissen@staatsbosbeheer.nl

*Overzicht van de mogelijkheden voor het inzetten van het
chemische bestrijdingsmiddel glyfosaat en biologische bestrijding*

M.G. Vijver, W.L.M. Tamis
Universiteit Leiden
Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden
Afdeling Conservation Biology
Postbus 9518, 2300 RA Leiden



Notitienummer 187
2013

Inhoud

VOORWOORD	IV
1. INLEIDING	5
1.1 Achtergrond van het project	5
1.2 Trosbosbes	5
1.3 De Trosbosbes in De Peel	6
1.4 Doel en onderzoeksvragen	6
2. METHODE	8
3. RESULTATEN	9
3.1 Feiten over Roundup, Glyfosaat en AMPA	9
3.2 Fysisch-chemische eigenschappen	9
3.3 Mechanisme van aangrijpen	10
3.4 Risico-inschatting – PEC/PNEC	11
3.5 Ecotoxicologische gegevens niet-doelwitsoorten	11
3.6 Glyfosaat bij onkruidverwijdering binnen Trosbosbes-teelt	13
3.7 Het inzetten van glyfosaat bij stobbebehandeling	13
3.8 Effecten op organismen specifiek voorkomend in de Peel	14
4. BELEIDSKADER	15
4.1 Normen	15
4.2 Toekomstige gebruik	15
4.3 Glyfosaatgebruik in natuur terreinen	15
4.4 Wetgeving Vlaanderen	15
5. BIOLOGISCHE BESTRIJDING	17
5.1 Ziekten en plagen van de Trosbosbes bekend in Nederland	17
5.2 Ziekten en plagen op verwante inheemse soorten	18
5.3 Toepassing van biologische bestrijding in natuurgebied de Peel	18
6. RAPPORT IN HET KORT:	19
7. REFERENTIES	20

Voorwoord

In de natuurgebieden de Mariapeel en de Deurnsche Peel ondervindt de eigenaar Staatsbosbeheer bij het herstel van het hoogveenkarakter van het gebied hinder van de exoot Trosbosbes. De Trosbosbes moet daarom bestreden worden. Staatsbosbeheer heeft het CML - Universiteit Leiden gevraagd een korte literatuurstudie uit te voeren naar het glyfosaat-houdende middel "Roundup" gericht op de ecotoxicologische en chemische karakteristieken alsmede op het beleidskader rond het gebruik van deze stof in natuurgebieden. Aanvullend is ook enige informatie op een rij gezet van mogelijkheden voor biologische bestrijding van de Trosbosbes. Dit project levert hiermee een bijdrage aan de afwegingen van de beheersopties van de Trosbosbes voor het natuurgebied de Mariapeel en de Deurnsche Peel. Wij danken hierbij onze BSc-scriptie studenten Rens Vogel en René Vollerling.

Martina G. Vijver en Wil L.M. Tamis
CML

Leiden, maart 2013

1. Inleiding

1.1 Achtergrond van het project

Staatsbosbeheer wil de komende jaren actief aan de gang met de bestrijding van de exotische soort Trosbosbes in de hoogveengebieden Mariapeel en de Deurnsche Peel (verder aangeduid als natuurgebied de Peel). Om tot een goede afweging te kunnen komen welke techniek(en) hierbij kunnen worden ingezet, inventariseert Staatsbosbeheer de “voor- en tegens” van mechanische bestrijding, chemische bestrijding met Roundup (werkzame stof: glyfosaat) en biologische bestrijding.

Wat betreft beheersopties zijn er uitgangspunten geformuleerd door Staatsbosbeheer, namelijk:

- 1) Het is van belang de problematiek integraal aan te pakken. Dus niet alleen inzoomen op bestrijden maar ook op voorkomen. Dit betekent daarom niet alleen het bestrijden van de al gevestigde Trosbosbes, maar ook werken aan de bron en aan terrein - en milieucondities.
- 2) Het project moet een doorzicht opleveren voor de langere termijn; er is o.a. nazorg nodig voor de kiemplanten en eventuele hergroei.
- 3) Het project zal handmatige en mechanische aanpak laten prefereren boven chemische aanpak. Maatwerk en ruimtelijke variatie in de aanpak is uitgangspunt. De terreinomstandigheden en de aanwezige kwetsbare soorten moeten leidraad zijn voor het handelen.

Er is inmiddels ervaring opgedaan met mechanische bestrijding van de Trosbosbes uit de veenbodem. Deze methode biedt perspectieven maar heeft o.a. als risico dat achterblijvende worteldelen opnieuw zullen uitlopen. Ook is de zeer moeilijke begaanbaarheid van het terrein met machines een issue als gekozen wordt voor mechanische bestrijding. Staatsbosbeheer wil d.m.v. pilots de diverse methoden van mechanische bestrijding verder verkennen.

De bovenstaande ervaringen en uitgangspunten worden niet verder uitgewerkt in dit deelrapport, maar zijn wel sturend voor de keuzes die Staatsbosbeheer gaat maken. Onbekend zijn de nog de mogelijkheden met de chemische en biologische methoden van bestrijding, waarbij rekening moet worden gehouden dat het natuurgebieden betreft die niet geïsoleerd liggen, maar temidden van actieve landbouw waar de Trosbosbes geteeld wordt. We benadrukken hier nogmaals dat dit rapport een deel-project is waarbij een overzicht wordt gegeven op basis van wetenschappelijke en beleidsrelevante literatuur, wat betreft de mogelijkheden voor het inzetten van het chemische en biologische bestrijding van de Trosbosbes. Staatsbosbeheer zal zelf keuzes moeten maken hoe de Trosbosbes te bestrijden in hun beheersgebied.

1.2 Trosbosbes

De Trosbosbes, *Vaccinium corymbosum* L., behoort tot de familie van de heideachtigen, Ericaceae. In het geslacht *Vaccinium*, Bosbes, zijn drie inheemse soorten te vinden, te weten de Rode bosbes *V. vitis-idae* L., de Blauwe bosbes, *V. myrtillus* L. en de Rijsbes, *V. uliginosum* L. (Van der Meijden *et al.* 2007). Er zijn een aantal synoniemen voor de wetenschappelijke naam van de Trosbos, nl. *Cyanococcus corymbosus* Rydb., *Vaccinium albiflorum* Hook, *Vaccinium constablaei* A. Gray en *Vaccinium formosum* Andrews (CABI 2013).

De formele Nederlandse naam is Trosbosbes (Van der Meijden *et al.* 2007), maar bij de EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO 2013) is dat “Trosveenbes” en in de Gewasbeschermingskennisbank (GBKB 2013) is dat “amerikaanse bosbes”. In het dagelijks taalgebruik heet de Trosbosbes, Blauwe bes. Dat is ook de naam waaronder de vrucht in de winkels wordt verkocht in Nederland. Ook in de Gewasbeschermingsgids wordt de naam “Blauwe bes” of “Bosbes” gebruikt. Gangbare Engelse namen (common names) zijn: highbush blueberry, huckleberry, swamp blueberry (CABI 2013) of Blueberry (DAISIE 2013).

De Trosbosbes is ingeburgerd geraakt in de jaren '30-'50 van de vorige eeuw. Sinds die periode is de verspreiding ervan in het wild in Nederland vertienvoudigd (van 3-10 naar 30-100 km-cellen). Deze soort heeft minimaal twee vectoren die bijdragen aan de lange afstand dispersie (vogels en zoogdieren) van de zaden. De Trosbosbes kan 30.000 – 100.000 zaden per struik opbrengen en het zaad is meerdere jaren levensvatbaar. Over persistentie van de zaden in de bodem is niets bekend. Het kenmerkende habitat in Nederland zijn natte en vochtige, zure, voedselarme bossen en mogelijk ook hoogvenen, natte heiden en onbemeste graslanden op natte, zeer voedselarme, zure humeuze grond (Tamis, 2005). De Oecologische flora meldt dat deze soort inmiddels in de Peel en ook in Drenthe is verwilderd: "Zij staat langs vennen, in hoogveen en aan bosranden en verdringt op sommige plaatsen de inheemse vegetatie, waarbij zij door verdroging van terreinen of bemestingsinvloed lijkt te worden begunstigd" (Weeda *et al.* 1988). De Trosbosbes is inmiddels ook verwilderd en ingeburgerd in Engeland en België (DAISIE 2013) en in Tsjechië. In de IUCN invasive species database zijn geen *Vaccinium* soorten (vooralsnog) opgenomen (IUCN 2013).

1.3 De Trosbosbes in De Peel

De Trosbosbes (*Vaccinium corymbosum* L.) is door Staatsbosbeheer aangemerkt als een uitheemse invasieve soort die in het natuurgebied de Peel het hoogveenherstel verstoort. De Trosbosbes wordt al zo'n halve eeuw als landbouwgewas rond de Mariapeel geteeld (werkatelier SBB 2012). Vanuit hier heeft de Trosbosbes de verschillende natuurgebieden gekoloniseerd, waarbij de grootste dichtheid aan deze heesters in de Mariapeel te vinden is. De Trosbosbes heeft zich in de loop van jaren steeds verder verspreid en is nu over meer dan ca. 60 ha te vinden en vormt dicht struikgewas, groepen van struiken of solitaire planten (die een bron voor verdere verspreiding kunnen zijn). Momenteel wordt in de landbouw gewerkt met een cultivar van de Trosbosbes waarvan de bessen (nagenoeg) steriel zijn., Dat wil zeggen dat de bessen niet meer kiemkrachtig zijn (werkatelier Life+ 2013). Hieruit valt af te leiden dat de verspreiding van de Trosbosbes nu voornamelijk plaatsvindt vanuit de oudere struiken zoals ze staan in het natuurgebied de Peel. Herkolonisatie vanuit de landbouwgebieden vindt dus klaarblijkelijk niet meer plaats.

De uitbreiding van deze uitheemse struik vormt een bedreiging voor bestaande hoogveenvegetaties en een belemmering voor het herstel van het hoogveensysteem (Natura 2000 habitattypen H7110A en H7120) met de daarbij behorende soorten. Immers de Trosbosbes gebruikt veel water, dat dan niet meer beschikbaar is voor andere planten zoals veenmossen. Tevens brengt de Trosbosbes met zijn wortels zuurstof in de bodem, wat organisch materiaal laat oxideren. Daarnaast veroorzaakt de heester bladophoping in de herfst en schaduwplekken in de zomer (werkatelier Life+ 2013), en wordt door het veranderende ecosysteem minder stikstof vastgelegd in de bodem.

1.4 Doel en onderzoeksvragen

Het doel is een overzicht te schrijven over het gebruik van glyfosaat als middel voor de bestrijding van de Trosbosbes in het hoogveengebied de Peel. Daarnaast is een nevendoeel het in kaart brengen van de mogelijkheden tot biologische bestrijding van de Trosbosbes.

Kortom de focus is op chemische en biologische bestrijding. De deelvragen waarop deze rapportage een antwoord geeft, zijn:

Algemene informatie betreffende chemische bestrijding met glyfosaathoudende producten:

- 1) Wat is de werkzame stof in het middel Roundup en welke zijn de hulpstoffen?
- 2) In welke afbraakproducten valt de werkzame stof en de hulpstoffen uiteen?
- 3) Wat is de persistentie van de werkzame stof, hulpstoffen en hun metabolieten?
- 4) Waar in het milieu bevinden zich de werkzame stof, hulpstof en hun metaboliet tot het moment dat ze volledig zijn afgebroken?

- 5) Zijn deze werkzame stof en zijn metabolieten toxisch voor andere organismen dan planten? Zo ja welke?

Specifiek voor het natuurgebied de Peel:

- 6) Welk effect is te verwachten op de afbraaktijd van genoemde stoffen door de kenmerkende milieumomstandigheden, zoals lage pH, in venige bodems?
- 7) Is de ecotoxicologische kennis van glyfosaat en metabolieten relevant voor de organismen die in de Peel voorkomen?
- 8) Zou er voor enkele soortgroepen een kennislacune bestaan, zou er dan gezien de locatie, milieumomstandigheden en afbraaktijd van de ingebrachte stoffen, een effect op deze organismen te verwachten zijn?

Wat betreft biologische bestrijding:

- 9) Welke typen biologische bestrijding zijn er om de Trosbosbes te verwijderen?
- 10) Welke toepassingen kunnen gebruikt worden voor de Trosbosbes in de Peel?

2. Methode

Wetenschappelijke literatuur over de chemische bestrijding van de Trosbosbes is gezocht in de database "Web of Science". De sleutelwoorden die gebruikt zijn (in verschillende combinaties) zijn:

("Vaccinium corymbosum" OF Blueberry OF Oxycoccus

EN

(glyphosate OF Roundup OF AMPA OF active substance)

EN/OF

Glyphosate etc. AND (degradation* time, half life),

EN/OF

detrimental, toxicity, (chemical, biological, mechanical) control, eradication, extermination, EPSP)

De gegevens voor glyfosaathoudende middelen, het actieve ingrediënt glyfosaat en het afbraakproduct AMPA zijn gevonden via de factsheets op de website van het College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb), de R.E.D. = facts van de United States Environmental Protection Agency (EPA).

De relevante beleidsinformatie is gezocht via de sleutelwoorden: motie Grashoff, nationale actie plannen, Barometer Duurzaam Terreinbeheer en navraag bij terreinbeheerders.

Bij het zoeken naar mogelijkheden van biologische bestrijding van de Trosbosbes zijn diverse bronnen geraadpleegd: Web of Knowledge (p.m.) met de volgende trefwoordcombinaties:

(bio*OF mech*OF disease OF virus OF, graz*)

EN

(control OF, management OF remov*OF eradicat*)

EN

(Vaccinium corymbosum, Northern highbush blueberry, Blue huckleberry, Tall huckleberry, Swamp huckleberry, High blueberry, Swamp blueberry)

In de databases van CABI, DAISIE en IUCN is gezocht naar algemene informatie over de Trosbosbes als invasieve soort.

Welke ziekten en plagen bekend zijn voor de Trosbosbes en zijn inheemse verwanten, is opgezocht via de Nederlandse Oecologische Flora, Gewasbeschermingsgids en de Gewasbeschermingskennisbank. De beschikbaarheid van mogelijke biologische bestrijders voor de Trosbosbes is gecheckt bij de Koppert biologische bestrijding website.

3. Resultaten

3.1 Feiten over Roundup, Glyfosaat en AMPA

Roundup is een handelsproduct dat in de jaren '70 door Monsanto op de markt is gebracht. Momenteel zijn er in totaal 71 glyfosaathoudende middelen toegelaten in Nederland (13/2/2013 website Ctgb.nl). Hiervan zijn dertien producten onder de naam Roundup en variaties daarop verkrijgbaar. Enkele van deze middelen zijn toegestaan voor professioneel gebruik, zoals o.a. Roundup max, deze stof met dossiernummer 12545 N (ctgb.nl) hebben we gebruikt als uitgangspunt voor het verkrijgen van de chemische karakteristieken en toxiciteitsgegevens. De reden is omdat het een product is, Roundup max, dat gebruikt mag worden in de bosbouw in Nederland om de Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*) te bestrijden.

Het actieve ingrediënt in Roundup is glyfosaat (Engels: glyphosate) (CAS 1071-83-6) bekend onder de IUPAC-naam N-(fosfonomethyl)glycine. Glyfosaat is een niet-selectief organische forfosverbinding. Het is een herbicide dat een systemische werking heeft (EPA 1993) en dat een zeer ruime toepassing kent.

Het handelsproduct Roundup heeft bijmengingen van hulpstoffen. De nieuwere handelsproducten hebben als hulpstof polyethoxethyleneamine (POEA). POEA is een oppervlakte-actieve stof, die de oppervlaktespanning verlaagt, waardoor het actieve ingrediënt zich gemakkelijk verdeelt over grote oppervlakten (EPA, 1997). POEA op zichzelf is toxisch (Bradberry *et al.*, 2004). Bijmenging van deze type hulpstoffen door glyfosaathoudende producten verhoogt de werking van de herbicide.

Bij de afbraak van glyfosaat ontstaat de metaboliet AMPA, aminomethylfosforzuur (CAS 1066-51-9) welke bekend onder de IUPAC-naam 2-amino-3-(3-hydroxy-5-methyl-isoxazol-4-yl)propanoic acid. De metaboliet AMPA is ook een afbraakproduct van andere stoffen, waaronder rubber, dus niet uniek voor glyfosaat. Uiteindelijk kan in bodems AMPA omgezet worden in methylamine, wat vervolgens door dehydrogenase afgebroken wordt naar formaldehyde. Uiteindelijk kan dit worden afgebroken tot CO₂ en H₂O.

3.2 Fysisch-chemische eigenschappen

De persistentie van glyfosaat is afhankelijk van het compartiment, bodem, water, lucht, waar het zich in bevindt.

Gedrag van glyfosaat in de bodem

In de meeste gevallen kent glyfosaat een sterke sorptie aan bodemdeeltjes (EPA 738F93011). Adsorptie van glyfosaat en de metaboliet AMPA in verschillende bodems is te vinden in tabel 1 (Ctgb, product Roundup Max dossiernummer 12545).

De halfwaardetijd van glyfosaat, uitgedrukt als degradatie tijd waarop 50% van de stof is afgebroken (= DT₅₀) in de bodem varieert sterk. De gemeten waarden kunnen variëren van 3 dagen (onder laboratorium condities) tot wel 215 dagen in bodems. Variatie in de DT₅₀ van glyfosaat kan voornamelijk verklaard worden vanuit het adsorptiegedrag aan verschillende bodemdeeltjes. Klei kent een hogere adsorptiecapaciteit dan zand. Piccolo *et al.* (1996) beschrijft dat humus bestanddelen het glyfosaat nog sterker binden dan klei mineralen. Omdat veen hieraan zeer rijk is, kan dan ook aangenomen worden dat glyfosaat in de Peel-bodems zeer sterk gebonden wordt.

Tabel 1: Adsorptie van glyfosaat en het afbraakproduct AMPA in verschillende typen bodems (bron: Ctgb).

bodemtype	Glyfosaat		AMPA	
	K_{oc}	K_d	K_{oc}	K_d
clay loam			3330-3640	30-76
silty clay loam	6000	900		
silt loam	3404-3800	34-47		
loamy sand	884-22300	5.3-245	6920	111
sand	32830	263	1160-24800	15-1554
sand loam	50660	810		
sandy clay loam	3598	50		
loam (sediment)	17819	510		

Legenda: K_d = distributiecoëfficiënt; K_{oc} = distributiecoëfficiënt gecorrigeerd voor organische stof gehalte

In de publicatie van Al-Rajab & Schiavon (2010) staat dat de mobiliteit van glyfosaat in de bodem om uit te spoelen naar het grondwater, afhankelijk is van de zuurgraad van de bodem. Zij beschrijven dat bij meer basische bodems (pH>7) glyfosaat een sterkere adsorptie aan bodemdeeltjes vertoont.

AMPA heeft een halfwaardetijd die groter is dan glyfosaat, onder laboratoriumomstandigheden (bij 20 °C) een DT_{50} van circa 136 dagen en in veldomstandigheden een DT_{50} van circa 414 dagen.

In het Ctgb-dossier staat dat de verdeling van de metaboliet over de bodem geen pH afhankelijkheid kent.

Gedrag van glyfosaat in water

Glyfosaat in water geeft na 1 dag een verdeling van de actieve stof in water van 47-64% en 31-44% in sediment. Na 100 dagen is 3% van het actieve stof in water en 29-44% in sediment. De rest is afgebroken.

De degradatie van glyfosaat in water kan via twee verschillende processen verlopen: hydrolytische degradatie (onder invloed van waterionen) en degradatie onder invloed van licht (fotolytisch). De DT_{50} van de degradatie onder invloed van licht is afhankelijk van de pH: DT_{50} : 33d (pH 5), DT_{50} : 69d (pH 7) DT_{50} : 77d (pH 9). Kortom bij basische bodems verloopt de degradatie langzamer (Ctgb website).

3.3 Mechanisme van aangrijpen

Glyfosaat is een herbicide, met een specifiek aangrijpingsmechanisme voor planten. Glyfosaat wordt nauwelijks opgenomen door het wortelstelsel. Hierdoor kan men planten – in dit geval de Trosbosbes - verwijderen met glyfosaat zonder dat daarbij de omliggende bomen worden aangetast. Glyfosaat wordt alleen opgenomen door de plant via de bladeren of via wonden op de stengel of takken. De actieve stof wordt opgenomen door de celwand via passieve diffusie én via actief transport (d.m.v. een draageiwit). Opgelost glyfosaat is een “zwitterion” (neutrale molecule met een positieve én negatieve lading). Zwitterionen kunnen makkelijk door het floëem (bast) getransporteerd worden. Tot 70 % van het door bladeren geabsorbeerde glyfosaat wordt zo binnen 48 – 72 uur naar het meristeem in wortels en twijgen vervoerd. In het wortelstelsel remt glyfosaat de synthese van 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSP), een enzym in de shikimaatcyclus. De gevolgen zijn dat fenylalanine (aanmaak geur- en kleurstoffen), tyrosine (electronendonor in het fotosysteem II in de chloroplasten) en tryptofaan (aanmaak vitamine B3 en het groeihormoon indool-3-azijnzuur) geblokkeerd worden. Dit heeft weer als gevolg dat er necrose en chlorose van bladeren en bast optreedt bij de planten.

3.4 Risico-inschatting – PEC/PNEC

Glyfosaat heeft een zeer specifiek eerste aangrijpingsmechanisme voor planten (zie vorige paragraaf 3.3), waardoor de toxiciteit voor andere organismen dan planten relatief laag is. Een (eco)toxiciteitswaarde wordt vaak uitgedrukt als LD₅₀, NOEC of NOAEL-waarde. Deze afkortingen staan voor: LD₅₀ of LC₅₀= de hoeveelheid van een stof die 50% van een populatie doodt. NOEC-waarden = de “No Observed Effect Concentration”. NOAEL = “No Observed Adverse Effect Level”, dat is de grootste hoeveelheid van een stof waaraan een organisme (in dierproeven vastgesteld) kan worden blootgesteld zonder dat er waarneembare negatieve effecten plaats vinden.

De hier volgende informatie is afkomstig van het Ctgb, bestrijdingsmiddelendatabank, werkzame stof glyfosaat, product Roundup Max dossiernummer 12545.

Om te komen tot een risico-inschatting maken we gebruik van de PEC/PNEC ratio. Dat wil zeggen de ingeschatte blootstellingsconcentratie (PEC) gedeeld door de effect concentratie. Als de ratio > is dan 1, dan is er sprake van een verhoogd risico.

De PEC is ingeschat op basis van gebruik van glyfosaathoudende middelen bij de Prunus stobbebehandeling, omdat er niet directe gegevens beschikbaar zijn voor het bestrijden van de Trosbosbes. Concentratie die gebruikt wordt is bijvoorbeeld 18 g glyfosaat per liter (een 4 a 5% verdunning van Roundup), waarmee de stobben worden ingesmeerd om uitlopen te voorkomen.

Deze 18 g/liter ofwel 18 g/kg is de maximale concentratie die dus kan worden gevonden in het milieu en daarmee dus de PEC-waarde, referentie, waarmee de risico's kunnen worden ingeschat.

3.5 Ecotoxicologische gegevens niet-doelwitsoorten

GLYFOSAAT

Voor gewervelden zijn effect concentraties vast gesteld voor glyfosaat (tabel 2):

Terrestrische vertebraten	Glyfosaat
Acute toxiciteit voor zoogdieren:	LD ₅₀ > 2000 mg/kg body weight
Acute toxiciteit voor vogels:	LD ₅₀ > 2000 mg/kg body weight
Dietary toxiciteit voor vogels:	LC ₅₀ > 4640 ppm
Reproductie toxiciteit voor vogels:	NOEC 200 ppm
Korte termijn orale toxiciteit zoogdieren:	NOAEL/NOEL 150 mg/kg body weight/d (90 d, rat)

Over het algemeen kan uit de resultaten (tabel 2) worden geconcludeerd dat glyfosaat een relatief lage toxiciteit heeft voor gewervelden. Een tegenstrijdig conclusie kan worden gehaald uit de nieuwe studie van Séralini *et al.* (2012) waarin een vermeende carcinogene werking bij langdurige blootstelling te zien is op ratten wanneer blootgesteld aan glyfosaathoudende middelen.

Voor bodem evertrebraten zijn effect concentraties vast gesteld voor glyfosaat (tabel 3),

a.i. = actief ingrediënt, ha = hectare:

Arthropodae

Testmethode	Glyfosaat: % Effect
<i>Typhlodromus pyri</i> Lab test, inert substraat	Levenscyclus: 100 % sterfte (3.6 kg as/ha)
<i>Typhlodromus pyri</i> Lab test, blad substraat	Levenscyclus: 89 % sterfte (7.720 kg as/ha)
<i>Typhlodromus pyri</i> Lab test, planten substraat	Levenscyclus: 30 % sterfte; 0 % effect op fertiliteit (3.708 kg as/ha)

Testmethode	Glyfosaat: % Effect
<i>Aphidius rhopalosiphi</i> Lab test, planten substraat	Adult: 25 % sterfte; 6 % effect op fertiliteit (3.720 kg as/ha)
<i>Chrysoperla carnea</i> Lab test, inert substraat	Larval stage: 53 % sterfte (0,712 kg as/ha)
<i>Chrysoperla carnea</i> Lab test, inert substraat	Larval stage: 59 % sterfte; 20 % effect op fertiliteit (3.708 kg as/ha)
<i>Aleochara bilineata</i> Lab test, inert substraat	Levenscyclus: 1% parasitatie capaciteit (1.63 kg as/ha)
<i>Bembidion lampros</i> Semi-veld condities	Adult: 0% sterfte (4.890 kg as/ha)
<i>Poecilus cupreus</i> Lab test, inert substraat	Adult: 0% sterfte; 31% effect op voedsel opname (3.6 kg as/ha)
<i>Trechus quadristriatus</i> Lab test, inert substraat	Adult: 14% sterfte (3.6 kg as/ha)
<i>Pardosa spp.</i> Lab test, inert substraat	Adult: 56% sterfte (3.7 kg as/ha)

Voor bodembeesten is de variatie in effect concentraties aanwezig. De laagste effect concentraties (dus relatief meer risico) is te vinden voor organismen direct in contact met het poriewater staan. Voor de regenwormen is de gerapporteerde LC₅₀ hoger dan 480 mg actieve stof per kg. De NOEC voor reproductie ligt op 28.79 mg /kg. Glyfosaat is niet schadelijk tot 18 kg actieve stof/hectare voor de bodemprocessen nitraat- en koolstof mineralisatie (Ctgb dossier 12545). De algemene conclusie is hier dan dat op basis van deze gegevens bij relevante praktijkconcentraties geen effecten op bodem(micro)-organismen gevonden zijn.

Voor aquatische organismen zijn effect concentraties vast gesteld voor glyfosaat (tabel 4):

Aquatische organismen	Glyfosaat
Acute toxiciteit vissen: EC ₅₀	>1000 mg /L
Lange termijn toxiciteit vissen: NOEC	917 mg /L
Bioaccumulatie vissen:	Niet relevant
Acute toxiciteit evertibraten: EC ₅₀	930 mg /L
Chronische toxiciteit evertibraten: NOEC	455 mg /L
Chronische toxiciteit algen EC ₅₀	72.9 mg/L
Chronische toxiciteit aquatisch sediment organismen	Niet getest
Lange termijn toxiciteit waterplanten: EC ₅₀	53.6 mg/L

Over het algemeen kan uit de resultaten (tabel 3) worden geconcludeerd dat de stof schadelijk is voor aquatische macrofyten (planten) en algen. Minder risico is te verwachten van glyfosaat op de resterende organismegroepen.

AMPA

Voor de metaboliet van glyfosaat, AMPA, is volgens het Ctgb (behandeling in C-122.3.5, 2002) aangetoond dat deze metaboliet toxicologisch niet relevant is. AMPA is aantoonbaar niet genotoxisch *in vitro* (Roundup Max dossiernummer 12545) voor zoogdieren. De stof is in acute en subchronische proeven minder toxisch dan glyfosaat voor zoogdieren, en heeft geen teratogene effecten. Uit de acute en subacute studies met vogels blijkt verder dat AMPA weinig giftig is voor vogels.

De ecotoxicologische waarden voor waterorganismen zijn gerapporteerd als: algen: NOEC = 79,7 mg/L; kreeftachtigen: EC₅₀ = 691 mg/L; vissen: LC₅₀ = 520 mg/L. Voor regenwormen zijn er gegevens wat betreft een 56-dagen chronische studie naar de toxiciteit van AMPA: NOEC ≥ 28,1 mg/kg. Wat vele malen hoger is dan de verwachte blootstellingsconcentraties aan de metaboliet AMPA. Hieruit kan geconcludeerd worden dat AMPA toxicologisch niet relevant is voor regenwormen. Eveneens kan worden geconcludeerd dat de metaboliet AMPA geen effecten heeft op bodemmicro-organismen bij relevante praktijkconcentraties.

Op grond van bovenstaande gegevens heeft het Ctgb (product Roundup Max dossiernummer 12545) geconcludeerd dat de metaboliet AMPA ecotoxicologisch als niet relevant kan worden beschouwd.

3.6 Glyfosaat bij onkruidverwijdering binnen Trosbosbes-teelt

Er is één wetenschappelijke studie gevonden betreffende het gebruik van glyfosaat in relatie tot de Trosbosbes *Vaccinium corymbosum*. In deze studie was het doel om **onkruid binnen de blauwe bes-teelt** te bestrijden. Kortom dus niet om de Trosbosbes zelf te bestrijden. In de publicatie (Hodges *et al.*, 1979) was glyfosaat-toepassing uitgevoerd met verschillende concentraties, gecombineerd tevens met verschillende andere bestrijdingsmethoden. De eenmalige glyfosaat toepassing is iedere keer uitgevoerd in de maand augustus. Hoogst gebruikte glyfosaat concentratie was 7,2 gram per liter (applicatie via blad besproeiing). De resultaten lieten zien dat de Trosbosbes aangetast werd. Echter in het seizoen NA de behandeling, waren GEEN effecten meer zichtbaar zijn (Hodges *et al.*, 1979) en de Trosbosbessen vertoonden weer groei. Wat kan worden geleerd uit deze studie is dat wanneer men de Trosbosbes zelf zou willen bestrijden middels bladbesproeiing, de glyfosaat toediening waarschijnlijk dus meerdere malen in het seizoen moet plaatsvinden om op de langere termijn effecten te blijven houden, of in een ander seizoen moet worden toegepast of met concentraties hoger dan 7,2 gram per liter. De terreinbeheerder Staatsbosbeheer heeft als uitgangspunt om geen bladbesproeiing met chemische stoffen uit te voeren.

3.7 Het inzetten van glyfosaat bij stobbebehandeling

Staatsbosbeheer heeft als principe om geen chemische middelen in te zetten in hun natuurgebieden, tenzij niet anders kan. Indien de chemische middelen ingezet worden, dan wordt dit gedaan door te werken volgens strikte criteria. Voor het inzetten van glyfosaathoudende middelen bij stobbebehandeling voor het chemisch bestrijden van de Amerikaanse Vogelkers hanteert Staatsbosbeheer de volgende criteria:

- Vindt uitvoering plaats buiten het broedseizoen (15/3 – 15/8) onder de voorwaarden van gedragscode Zorgvuldig Bosbeheer, dus met checklist.
- Vindt toediening uitsluitend plaats met bokkenpoot (kwast) op stobbe, dus NIET spuiten.
- Is een “sputlicentie” vereist, zowel bij aanbesteding als in eigen regie. Bewaar een kopie van deze licentie. Leg vast hoeveel liter glyfosaat is gebruikt (tbv FSC-audit).
- Vindt bestrijding plaats bij exemplaren > 3cm diameter op maaiveld.
- Is een toevoeging van kleurstof aan glyfosaat vereist ter controle op uitvoering.
- Toepassing alleen wanneer planten fysiologisch actief zijn. Niet tijdens regen of wanneer er kans op regen is binnen vier tot zes uur na de behandeling.

(voorschriften aangeleverd door H. Dielissen, Staatsbosbeheer).

Let wel dat de hierboven beschreven voorschriften zijn opgesteld voor andere struiken en bomen dan de Trosbosbes. Bij het vergelijken moet worden bedacht dat de Trosbosbes een heester is en de Amerikaanse vogelkers een grote boom.

3.8 Effecten op organismen specifiek voorkomend in de Peel

In de Peel komen specifieke soorten voor die niet direct afgedekt worden door de toxicologische gegevens beschreven in paragraaf 3.4 .

Dit is allereerst het veenmos en andere specifieke hoogveen begroeiing. Geen publicaties zijn beschikbaar wat betreft het gebruik van glyfosaathoudende stoffen en veenmossen. Verder komt uit het beheersplan voor het natuurgebied de Peel naar voren dat er reptielen zoals de Gladde slang en Levendbarende hagedis voorkomen. Ook voor reptielen zijn de effecten van het gebruik van glyfosaathoudende middelen niet gevonden in de literatuur.

Amfibieën zoals de Gewone Pad, Heikikker, Groene Kikker, Middelste Groene Kikker, Poelkikker, Bruine Kikker, Vinpootsalamander en Kleine Watersalamander zijn er eveneens te vinden. Wat betreft amfibieën kunnen we wel informatie over de toxiciteit van glyfosaat vinden. Relyea (2013) beschrijft dat glyfosaat schadelijk is voor jonge amfibieën. Verschillende soorten kikkervisjes van de "leopard frog" (*Rana pipiens*), de "gray tree frog" (*Hyla versicolor*) en de "American toad" (*Bufo americanus*) zijn experimenteel blootgesteld aan glyfosaat in het water. Ook zijn juveniele kikkers van de twee laatst genoemde soorten en de "wood frog" (*Rana sylvatica*) blootgesteld. Bij alle behandelingen is er een significante relatie gevonden tussen glyfosaat en de achteruitgang van overlevingskans van jonge amfibieën. Bij toevoeging van 3.8 mg actief ingrediënt per liter was de overlevingskans gedaald naar 4 tot 0%. Bij juveniele amfibieën (3.8 mg AI/L) was de overleving gereduceerd met 21% na 1 dag blootstelling. In de publicatie van Howe *et al*, (20xx) wordt beschreven dat Roundup als handelsproduct (kortom de combinatie van de hulpstof POEA en de actieve ingrediënt glyfosaat) veel meer schade geeft wat betreft acute en chronische toxiciteit, dan de individuele actieve stof glyfosaat. Deze toxicologische gegevens duiden op (mede) de endocriene werking van mogelijk veroorzaakt door de hulpstof POEA.

4. Beleidskader

4.1 Normen

In Nederland zijn enkele normen voor het gehalte van glyfosaat in het oppervlaktewater. Het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) is vastgesteld op 77 µg/L (28/11/2005), het toelatingscriterium staat op 64 µg/L (27/07/2005, afgeleid door Ctgb volgens $0.1 * EC50$ alg), en het drinkwatercriterium staat op 0.1 µg/L (01/01/1980).

4.2 Toekomstige gebruik

In september 2011 is de motie Grashoff (GroenLinks) ingediend voor een verbod op het gebruik van glyfosaathoudende middelen voor niet-commercieel gebruik. De motie is aangenomen in de kamer en staatssecretaris Atsma heeft laten weten dat de motie uit te laten voeren (binnen de Nationale Actie Plannen) in overleg met de sectoren. Uit de conceptnota valt op te maken dat voor de niet-landbouw sectoren gekoerst wordt naar een verbod van chemische onkruidbestrijding (Van Dijk 2012). Op verhardingen is voorgesteld het professionele gebruik per 1 januari 2018 te verbieden. Het bestrijden van exoten valt in de conceptnota binnen de uitzonderingsregel: hier mogen glyfosaathoudende middelen gebruikt blijven worden. Nadere invulling volgt na definitieve vaststelling van het Nationale Actie Plannen "niet-landbouw".

4.3 Glyfosaatgebruik in natuur terreinen

Uit het certificeringsschema Barometer Duurzaam Terreinbeheer (certificaat Zilver; jan 2013, herziening maart 2013) komt naar voren dat glyfosaat – net als andere chemische middelen - alleen pleksgewijs en doelgericht gebruikt mag worden en dat de noodzaak aangetoond moet kunnen worden. Op de lijst met uitzonderingen – dus waarbij de noodzaak tot chemische middelen gebruik is aangetoond - komen voor: bestrijding van uitheemse boomsoorten (Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik, Esdoorn, Witte en Grauwe Abeel), lepen na behandeling van de iepenziekte, en voor verder groen ook bestrijding van de Reuzeberenklauw, Ridderzuring, Kweek en Japanse Duizendschoon.

De Subsidieregeling Natuurbeheer staat het gebruik van chemische onkruidbestrijding niet toe, met uitzondering van een stobbenbehandeling met glyfosaat van Amerikaanse vogelkers, Amerikaanse eik of Witte accacia.

Bestrijding van de Trosbosbes wordt in geen enkel document genoemd. Dit zal dus moeten worden aangevraagd voordat de glyfosaathoudende stoffen hiervoor mogen worden ingezet.

4.4 Wetgeving Vlaanderen

De wetgeving rond het gebruik van glyfosaathoudende middelen in Vlaanderen is min of meer overeenkomstig met de Nederlandse wetgeving. Ook in Vlaanderen streven openbare instellingen ernaar het gebruik van bestrijdingsmiddelen te verminderen. In natuur- en bosgebieden of kwetsbare gebieden zoals valle- of brongebieden en in openbare parken en plantsoenen is het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten sinds 1 januari 2004 zelfs verboden. Er kan van het verbod worden afgeweken tot 31 december 2014 door het indienen van een reductieprogramma. Dit valt – net als in Nederland onder een certificatieprogramma - duurzaam bosbeheer (2003), en kan zolang er geen ecologisch beter verantwoord product of verantwoorde methode met dezelfde efficiëntie beschikbaar is. Er is dan een checklijst opgesteld met daarin de volgende vragen en antwoorden:

Wanneer toelaten: Tijdens en na de hoofdbehandeling, NIET tijdens de daaropvolgende nazorg

Waar niet?: Minder dan 1 m van oevers van greppels, sloten etc. waar water in staat, op drassige bodems, biotopen met veel amfibieën of veel zeldzame vegetatie. Waterwingebieden zijn een extra aandachtspunt (o.a. rekening houden met diepte grondwatertafel)

Welke soorten?: Amerikaanse vogelkers, rododendron, Amerikaanse eik, robinia, laurierkers, Japanse duizendknoop.

Problemen met nieuwe invasieve exoten moeten worden overlegt voordat ze worden opgenomen bij de lijst. Er zal na 2015 in Vlaanderen nog altijd een afwijking mogelijk zijn voor het gebruik van glyfosaat bij de planmatige bestrijding van exoten, maar de procedures zullen veel strikter worden.

5. Biologische bestrijding

Uit de literatuur blijkt dat de Trosbosbes natuurlijke vijanden heeft die zijn in te delen in: insecten, schimmels, virussen/ bacteriën en nematoden. Natuurlijke vijanden uit het gebied van herkomst kunnen niet zondermeer in Nederland worden geïmporteerd, hoewel die in het algemeen wel veel effectiever lijken dan inheemse vijanden (Parker *et al.* 2006). Be introductie van uitheemse bestrijders kans er opnieuw een mogelijk probleem ontstaan met nieuwe invasieve soorten. Een belangrijke bron van potentiële toe te passen ziekten en plagen kunnen ziekten en plagen zijn van inheemse *Vaccinium* soorten die ook in de Peel voorkomen. Een punt van aandacht hierbij zijn ook de mogelijkheden en risico's voor de landbouw. Met welke ziekten en plagen hebben de Nederlandse landbouwers te maken in de Trosbosbes op hun akkers?

5.1 Ziekten en plagen van de Trosbosbes bekend in Nederland

Tabel 5. Ziekten en plagen gemeld in de Trosbosbes in de Nederlandse landbouw. (Nederlandse en wetenschappelijke namen: in oudere publicaties vaak synoniemen gebruikt. Nu de meest recente namen gebruikt.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Bron
<u>Insecten:</u>		
Katoenluis	<i>Aphis gossypii</i>	(GBG 1999 blz. 191)
Blauwebessetopgalmug	<i>Prodiplossis vaccinii</i>	idem, blz. 522, GBKB 2013
Gegroefde lapsnuitkever	<i>Otiorhynchus sulcatus</i>	idem, GBKB 2013
Overige lapsnuitkevers		(GHG 1999, blz. 486, 523)
Kleine wintervlinder	<i>Operopthera brumata</i>	idem
<u>Schimmels en bacteriën:</u>		
Bloesemrot	<i>Botryotinia fuckeliana</i> (anam. <i>Botrytis cinerea</i>)	(GBG 1999, blz. 191)
Taksterfte	<i>Godronia cassandrae</i> f. <i>vaccinii</i> (anam. <i>Topospora myrtilii</i>)	(GBG 1999, blz. 191)
Vruchtrot	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	(GBG 1999, blz. 191)
Echte meeldauw	diverse soorten	(GBG 1999, blz. 484-485, 523)
Kiemplantziekte (omvalziekte)	Fusarium, Rhizoctonia, Pythium <i>Tanatephorus cucumeris</i>	(GBG 1999, blz. 486-487, 523, GBKB) (GBKB 2013)
Oortjesziekte	<i>Exobasidium vaccinii</i> var. <i>vaccinii</i> <i>Exobasidium japonicum</i>	(GBG 1999, blz. 523) (GBKB 2013)
Voetrot	diverse soorten <i>Cylindrocladium scoparium</i> <i>Neonectria radicola</i>	(GBG 1993, blz. 383) (GBKB 2013) (idem)
Wortelrot	<i>Phytophthora cinnamoni</i>	(GBG 1993, blz. 389, GBKB 2013)
<u>Virussen/Viroiden</u>		
Blauwe bessenmozaiek	BBMV Geen vector bekend	(GBG 1999, blz. 523)

Recent is ook de uitheemse plaag Aziatische fruitvlieg (*Drosophila suzuki*) in Nederland waargenomen, die een plaag kan vormen op bijna alle vruchten in de landbouw, dus ook op de Trosbosbes (in het natuurgebied de Peel). (werkatelier LIFE+ 2013).

De Trosbosbes is een landbouwgewas in Nederland en derhalve is geen biologische bestrijding voor deze soorten ontwikkeld en te koop (Koppert 2013).

Naast de ziekten en plagen van de Trosbosbes die reeds voorkomen in Nederland, zijn er nog vele ziekten en plagen die bekend zijn uit het gebied van herkomst, en in de gebieden waar de soort geteeld wordt, bijv. Zuid-Amerika, Afrika e.d. (o.a. CABI 2013). Gezien het grote aanbod van "inheemse" ziekten en plagen en gezien de mogelijke ecologische en economische risico's bij het evt. introduceren van uitheemse ziekten en plagen van de Trosbosbesluit het gebied van herkomst, is hiernaar verder geen onderzoek gedaan.

5.2 Ziekten en plagen op verwante inheemse soorten

Ziekten en plagen die voorkomen op verwante Vacciniumsoorten, zouden ook mogelijk de Trosbosbes als waardplant kunnen hebben. De Oecologische flora (Weeda *et al.* 1988) meldt de volgende ziekten en plagen op de inheemse bosbes-soorten: "Enkele insecten zijn op Blauwe bosbes gespecialiseerd. De bladeren leveren het voedsel van de kokermot *Coleophora idaella*, de mineermot *Stigmella myrtillella* en de galmuggen *Jaapiella myrtilli* en *J.vacciniorum*. Een sapzuiger de bosbessen...[aantast], is de tamelijk zeldzame Bosbessewants (*Elasmucha ferrugata*)..... . Op gemummificeerde, afgevallen bosbessen verschijnen in de lente soms ... vruchtlichamen van de schimmel *Monilinia baccarum*. Ook Rode bes en Rijsbes hebben dergelijke kostgangers, maar die zijn tot dusver niet in Nederland aangetroffen."

Voor de Rode bosbes melden Weeda *et al.* (1988) de volgende ziekten en plagen:"Op Rode bosbes zijn de kokermotten *Coleophora glitzella* en *C. vitsella* en de witte vlieg *Aleutotuberculatus similis* gespecialiseerd. Laatsgenoemde soort..., is tot dusver in Nederland slechts op enkele plekken...aangetroffen. Een opvallende en specifieke parasiet van de Rode bosbes is de schimmel *Exobasidium vaccinii*..... . Verwante schimmelsoorten veroorzaken de zogenaamde oortjesziekte.... . Ook Blauwe bosbes, En andere verwanten hebben hun specifieke *Exobasidium*- soorten als parasiet..... ".

5.3 Toepassing van biologische bestrijding in natuurgebied de Peel

Over het algemeen kan geconcludeerd worden, dat er voldoende (inheemse) ziekten en plagen van de Trosbosbes voorhanden zijn, die evt. gebruikt zouden kunnen worden bij het duurzaam terugdringen van de Trosbosbes.

Hierbij zou echter rekening moeten worden gehouden met de belangen van de omliggende landbouwgronden, omdat daar de Trosbosbes geteeld wordt. In hoeverre betekent een eventuele biologische bestrijding van de Trosbosbes een extra risico voor de landbouw en welk extra risico is dan acceptabel? Op dit moment wordt op de akkers waarschijnlijk al preventief en curatief gespoten tegen allerlei ziekten en plagen. Ook de aanwezige verwilderde planten van de Trosbosbes in het natuurgebied kunnen reeds aangetast zijn en een bron van verspreiding zijn van bepaalde ziekten en plagen. Dit is vooralsnog onbekend. Ook de andere Vacciniumsoorten in het natuurgebied de Peel zullen lokaal aangetast zijn, dit is een onderdeel van de regulatiemechanismen van populaties. Er zijn eveneens ziekten en plagen die na toepassing heel lokaal blijven (bijv. bepaalde bodemziekten) en derhalve geen probleem hoeven te vormen voor verder gelegen landbouwpercelen. Denk daarbij aan de al aanwezige ziekten en plagen op Rode en Blauwe bosbes bijdragen (bijv. als inoculum).

Voor de specifieke situatie in De Peel zal Staatsbosbeheer NIET kiezen voor biologische bestrijding in verband met de eventuele extra risico's voor de omgeving.

6. Rapport in het kort:

Het doel is een overzicht te schrijven over het gebruik van glyfosaat als middel voor de bestrijding van de Trosbosbes in het hoogveengebied de Peel.

Antwoorden op de deelvragen:

- 1) De werkzame stof in Roundup dat op de zaagschede terecht zal komen is glyfosaat, en POEA als hulpstof.
- 2) Het belangrijkste afbraakproduct is AMPA.
- 3) De persistentie van glyfosaat is afhankelijk van het compartiment waar het zich in bevindt. De halfwaardetijd van glyfosaat in de bodem varieert van 4 tot 180 dagen (klei, veen, zand), in water gaat de afbraak sneller. AMPA heeft een hogere DT50-waarde, variërend van 136 – 414 dagen.
- 4) Buiten het behandelde object, zal glyfosaat voornamelijk binden aan welke met name bodemdeeltjes.
- 5) Glyfosaat is toxisch voor planten, maar veel minder toxisch voor andere organismen. Dit is af te lezen aan de lage EC50 waarden voor planten en relatief hoge EC50 waarden voor andere organisme-groepen. Nieuwe studies geven een onzekerheid omdat het glyfosaat vermeende carcinogene (bij) werking laat zien.
- 6) Een lage pH zal mobiliteit van glyfosaat in de bodem vergroten. De bodem parameters lage pH en hoog organisch materiaal gehalte hebben gezamenlijk een tegenstrijdige werking op de mobiliteit van glyfosaat.
- 7) Reptielen en veenmossen zijn onderbelicht in de ecotoxicologische informatie over glyfosaat en AMPA. Dit zijn sleutelsoorten die aanwezig zijn in de Peel. Gezien de onbekende factoren voor reptielen en veenmossen is op basis van de huidige kennis een risico niet uit te sluiten.
- 8) Qua regelgeving kunnen glyfosaathoudende stoffen niet zomaar ingezet worden voor het bestrijden van de Trosbosbes, omdat deze heester niet specifiek genoemd wordt onder de exoten die bestreden mogen worden in natuurgebieden; dit moet aangevraagd worden.
- 9) Over de biologische bestrijding kan gezegd worden dat er inheemse organismen en ziekten geïntroduceerd kunnen worden die schadelijk zijn voor de Trosbosbes, namelijk insecten, schimmels, virussen/ bacteriën en nematoden.
- 10) De Peel is een gebied waar de landbouw met name teelten van de blauwe bes direct aangelegen zijn. Gezien de NIET geïsoleerde ligging van het natuurgebied alsmede onzekerheden rond het inzetten van biologische bestrijding, zal Staatsbosbeheer niet voor deze methode kiezen.

7. Referenties

- Al-Rajab A.J. & Schiavon M (2010) Degradation of ¹⁴C-glyphosate and aminomethylphosphonic acid (AMPA) in three agricultural soils. *J. Environ. Sci.* 22:1374-80.
- Bradberry SM, Proudfoot AT, Vale JA (2004) Glyphosate poisoning. *Toxicol. Rev.* 23:159-67.
Ctgb, product Roundup Max dossiernummer 12545
- Hodges L, Talbert RE, Moore JR (1979). Effects of glyphosate on highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) *Hortscience* 14: 49-50.
- Howe CM, Berrill M, Pauli BD, Helbing CC, Werry K, Veldhoen N (2004) Toxicity of glyphosate-based pesticides to four North American frog species. *Environ Tox Chem*, 23: 1928–1938.
- Tamis WLM (2005) Changes in the flora of the Netherlands in the 20th century. Proefschrift Universiteit Leiden.
- Piccolo A, Celano G, Conte P (1996) Interactions of Glyphosate with humic substances". *J. Agricul. Food Chem.* 44:2442-2446
- Relyea R.A. (2013) The Lethal Impact of Roundup on Aquatic and Terrestrial Amphibians. *Ecolog. Appl.* 15: 1118-1124.
- Séralini G-E, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, Hennequin D, Spirouxde Vendomois J (2012). Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chem. Tox.* 50: 4221-4231.
- Van der Meijden R (2007) *Heukels' Flora van Nederland*. Noordhoff Uitgevers B.V.
- Weeda EJ, Westra R, Westra Ch, Westraet T (1988) *Nederlandse Oecologische Flora - Wilde planten en hun relaties*. IVN, Amsterdam.
- Werkatelier Staatsbosbeheer okt 2012, Helenaveen.
- Werkatelier Life+ maart 2013, Helenaveen.