

Alternatief voor insectengaas glastuinbouw

Elektrisch veld als preventieve maatregel
tegen indringing plant pathogenen in de kas
ter vervanging van biociden en gewasbeschermingsmiddelen



PT. 15138.20
Maart 2019

Groen Agro Control
Distributieweg 1
2645 EG Delfgauw
Telefoon: 0031 152572511
Telefax: 0031 152572522

Samenvatting

De sector ondervind problemen met uitval en productieverlies dat veroorzaakt wordt door ziekten en plagen. Het aantal beschikbare middelen in het middelenpakket neemt af. Daarnaast is er een groeiende vraag vanuit de markt naar duurzaam geteelde producten. Een manier om de ziekte en plaagdruk te verminderen is het tegengaan van de invlieg van insecten en sporen. Dit kan op termijn door nieuwe (semi-) gesloten teeltsystemen. Maar er is ook behoefte binnen de sector aan korte termijn oplossingen zoals aanpassingen van bestaande kassen. Een manier is het aanbrengen van insectengaas in de ramen. Een deel van de sector ziet hierin echter geen oplossing door de kosten en de negatieve invloed op het kasklimaat. Binnen deze studie is de haalbaarheid onderzocht van een nieuw type scherm, namelijk een elektrisch veld. Dit type scherm beschermt tegen invlieg van insecten (met virus) en schimmel sporen en pollen. Met name in Japan is hier al praktische ervaring mee opgedaan. Insecten en schimmels sporen worden effectief afgevangen. Energieverbruik is zeer laag en te vergelijken met het verbruik van energie van een lampje. Er loopt geen stroom, alleen de transformatie van 100 V naar 4000 V kost energie. Het elektrisch veld wat ontstaat is echter fors met 4000 Volt over 3 mm. Door isolatie van het materiaal waar spanning op staat is veiligheid goed te realiseren. Insecten reageren op zgn. Coulomb krachten met lange-, en dunne structuren zoals vleugels (*Drosophila* spp.) antennes (kakerlakken) en voelharen (bv bijen). Dit venster is eenvoudig te realiseren in bestaande kassen en heeft geen invloed op beluchting en kasklimaat. Daarnaast is het mogelijk toepasbaar als een fysieke barrière binnen de kas. Er kan sprake zijn van effecten op tuinbouw gewassen, maar dit moet onderzocht worden

Auteur:	AWG van der Wurff
Projectnummer:	2019.001
Datum:	15032019
Titel Rapport:	Alternatief voor gaas ramen glastuinbouw
Opdrachtgever:	LTO Glaskracht Nederland / Glastuinbouw Nederland
Contactpersoon opdrachtgever:	Helma Verberkt
Kernwoorden:	gaas, ramen, glastuinbouw, elektrisch veld, plant pathogenen

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever

Inhoudsopgave

Alternatief voor insectengaas glastuinbouw	1
Samenvatting	2
1 Inleiding.....	4
2 Insectengaas.....	5
3 Elektrisch veld.....	6
4 Effecten op de mens	9
6 Conclusie & Discussie.....	10
7. Referenties.....	11

1 Inleiding

De sector ondervindt problemen met uitval en productieverlies dat veroorzaakt wordt door ziekten en plagen. Het aantal beschikbare middelen in het middelenpakket neemt af. Daarnaast is er een groeiende vraag vanuit de markt naar duurzaam geteelde producten. Hierdoor wordt er door de sector geïnvesteerd in een zoektocht naar duurzame oplossingen zoals biologische middelen en het voorkomen van uitval door te sturen op een sterk gewas met behulp van biostimulanten. Door de veredeling worden nieuwe cultivars ontwikkeld met verhoogde weerbaarheid.

Maar desondanks blijven er problemen met insecten en schimmels en door insect overdraagbare virussen. Voorbeelden hiervan zijn trips in chrysanth, potyvirus via bladluis in Alstroemeria, “potworm” (larve van *Lyprauta* spp.) en TOCv, TYLCv, TSWV door Witte Vlieg, bladluis of trips.

Ziekten en plagen worden geïntroduceerd met a. aanplant en materialen; b. irrigatie; c. medewerkers en d. via buitenlucht.

Naast de inzet van middelen in de teelt is er ook aandacht voor mechanische preventie door de ontwikkeling van nieuwe teeltsystemen zoals de teelt in horizontale teeltsystemen voor bladgroenten en kruiden en (semi)gesloten kassystemen zoals VenLowEnergyKas, Next Generation Semigesloten Kas, Daglichtkas, IDKas, Eijkas, Themato, Optimakas, *etcetera* (<https://www.agriholland.nl/dossiers/kassenbouw/toekomstkassenbouw.html>).

De nieuwe concepten zijn veelbelovend, maar er is op dit moment een sterke vraag naar preventieve-, en makkelijk te realiseren bescherming tegen invlieg van insecten (ook als vector met virus) en schimmelsporen voor de al bestaande kassen. Een voorbeeld hiervan zijn telers van Alstroemeria die inzet van insectengaas in de bestaande kassen niet willen door de investeringskosten en de negatieve effecten op het kasklimaat.

2 Insectengaas

Het gebruik van insectengaas in de luchtramen van kassen neemt zowel in binnen- als buitenland toe. Niet alleen in de sierteelt, waar er meer ervaring mee is, maar ook bij groentegewassen als paprika en tomaat. Het gaas bewijst z'n nut als insectenwering, toch wordt er gerapporteerd dat er insecten naar binnen komen, zoals Witte Vlieg (Zwinkels 2015). Een teler kan kiezen uit gaasdoeken met verschillende maasopeningen, die per teelt verschillen. Het zogenaamde trips-gaas heeft een maasopening van 0,15 bij 0,35 mm. Dit fijnmazig gaas wordt alleen toegepast in een quarantainekas van een veredelingsbedrijf. Het luizengaas met een maasopening van 0,6 bij 0,6 mm heeft een betere ventilatie dan het trips-gaas, die het klimaat in de kas positiever beïnvloedt. Standaard wordt veelal de maasopening 0,8 bij 0,8 mm toegepast.

Op dit moment worden ook vlam-vertragend gevouwen gaassysteem (accordeon systeem) ontwikkeld (Holland Gaas, <https://www.hollandgaas.nl/2012/Vlamvertragend-gaas>).

Voordelen van het insectengaas zijn:

- Mogelijkheden voor isolatie door toepassen van dubbele netten
- Hogere RV in de kas
- CO₂ blijft in de kas
- Minder horizontale schommelingen in temperatuur
- Tegengaan van windvlagen, kouval of een sterk drogende oostenwind
- minder trek in de kas wat gunstig is voor de terugdringing van valse meeldauw en luis

Nadelen:

- Verminderde ventilatie capaciteit (compensatie door grotere luchtramen)
- Lichtverlies, maar nieuwe gazen slechts 2-3%
- Gaas wordt vuil en moet gereinigd worden, maar dit zou een esthetisch probleem zijn
- Verkleinen ziekten en plagen en dus minder inzet van gewasbeschermingsmiddelen
- Gaas biedt geen garantie dat alle insecten en sporen tegengehouden worden
- Sporen van schimmels en pollen van planten worden niet tegen gehouden

Kostprijs

De kostprijs is afhankelijk van

- Kastype.
- Nieuwbouw of bestaand waardoor aanpassingen nodig zijn (type luchtingssysteem).
- enkel- of dubbelzijdige luchting,
- het aantal luchtramen per hectare,
- 1-, 2- of 3-ruitsluchtramen,
- doorlopende nok luchting,
- de hoogte van luchtraamopening,
- en het gaastype (maasopening),
- vierkante meters,
- noodzaak voor hoogwerkers en veiligheidsmiddelen.

Voor nieuwbouw van een productiekas, waarbij het project groter is dan 1 hectare, ligt het voor een Venlo-kastype met 500 stuks 1-,2- of 3-ruitsluchtramen per hectare tussen de 6 en 8 euro per m². Voor een breedkap kas ligt dat voor éézijdige luchting tussen de 2 en 3 euro per m². En voor tweezijdige luchting tussen de 4 en euro per m².

Bij bestaande kassen of nieuwbouw zónder GROENLABEL geldt een Milieu-Investerings Aftrek (MIA) van 40% op insectengaas in de luchtramen. Insectengaas maakt het nu ook mogelijk om een GROENLABEL-kas te bouwen. Bij nieuwbouw levert insectengaas 10 bonuspunten op. Het certificaat met insecten-gaas is goed voor 30% MIA en kan er gebruik worden gemaakt van de VAMIL regeling. De groenfinanciering levert ook een rentevoordeel op van circa 0,6%.

3 Elektrisch veld

Elektrisch scherm:

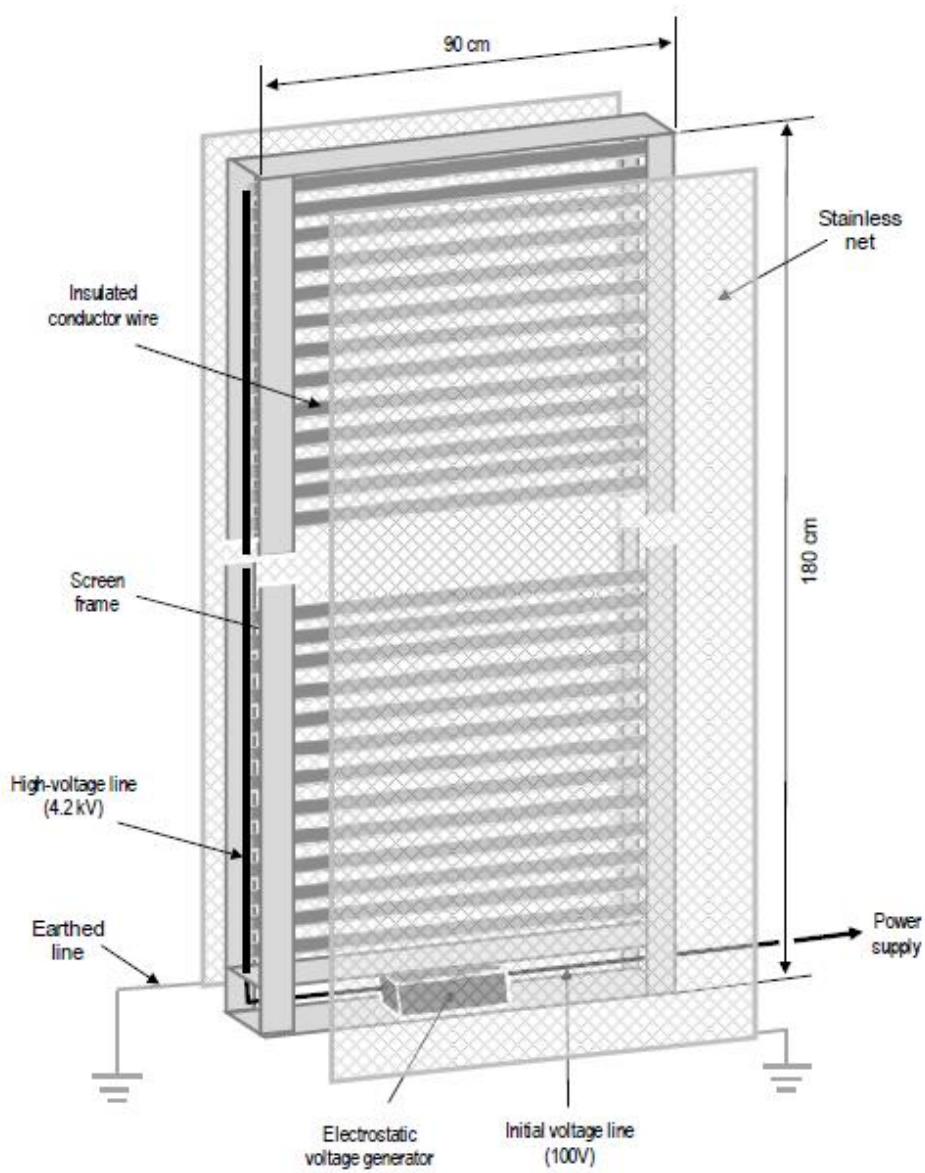
In 1983 werd het eerste verband, voor zover we kunnen zien, tussen wering van insecten en elektrisch veld gelegd (Watson e.a. 1983). Kakutani e.a. (2012) beschrijven een gedetailleerd elektrisch scherm dat ook getoetst is in kassen. De onderzoekers hebben een serie artikelen hierover uitgebracht. Daarnaast zijn er twee octrooien geschreven, namelijk WO99/44418, US 2007/0107297. Het US 2007/0107297 octrooi noemt dat een elektrisch scherm met een lage frequentie juist plagen aantrekt, zo noemt de auteur dat een frequentie van 20-20.000 Hz kakkerlakken aantrekt en gebruikt kunnen worden als insect “vallen” (extreem laagfrequente (ELF) velden tussen 0-300 Hz), zie ook Wijenberg e.a. (2013).

Het scherm om insecten te weren uit Kakutani e.a. bestaat uit drie lagen: een laag van 180 geïsoleerde ijzeren-, en goed geleidende draden en twee roestvrij stalen netten. De ijzeren draden (2 mm diam.; 90 cm lengte) zijn geïsoleerd met vinyl-chloride (1 mm). Het onderzoek laat zien dat het elektrisch veld dat nodig is afhangt van de grootte van het insect. Hierbij werden alle insecten gevangen in het veld. De insecten die gebruikt werden zijn Witte Vlieg, *B. tabaci*, type B, groene perzik bladluis, *M. persicae*, Californische trips, *F. occidentalis* en oevervlieg *S. stagnalis*. Ook werd gekeken naar de snelheid van invlieg, en hierbij werd vastgesteld dat insecten gevangen werden met een invliegsnelheid van 5 m s^{-1} bij een veld van 4.2 kV.

In een vervolg studie hebben de onderzoekers gekeken naar pollen van Japanse ceder (*Cryptomeria japonica*) en Japanse cypres (*Chamaecyparis obtusa*). Dit zijn pollen waarvoor 2.5 milj. mensen in Japan een allergie voor hebben. Het scherm bleek ook effectief tegen pollen met een invliegsnelheid van 3 m s^{-1} bij een veld van $>3.5 \text{ kV}$. Omdat deze schermen te duur zouden zijn voor kleine bedrijven is door de onderzoekers ook een goedkoper type ontwikkeld, zgn. simple bamboo blindtype electric field screen (Bb-EFS) (Matsuda & Toyoda 2018).

Bij de fruitvlieg *Drosophila* liet het onderzoek zien dat het veld gedetecteerd wordt door de vleugels, insecten waarbij de vleugels werden afgeknipt reageerde namelijk niet op het veld. Er bleek een relatie tussen de afmeting en gewicht van de vleugels en de mate van reactie waarbij grotere vleugels een groter effect lieten zien op de fruitvlieg. Kakkerlakken reageren door waarnemingen met de antennen (Newland e.a. 2008).

Figuur 1. Weergave van het elektrische scherm zoals gebruikt door Kakutani e.a. (2012).

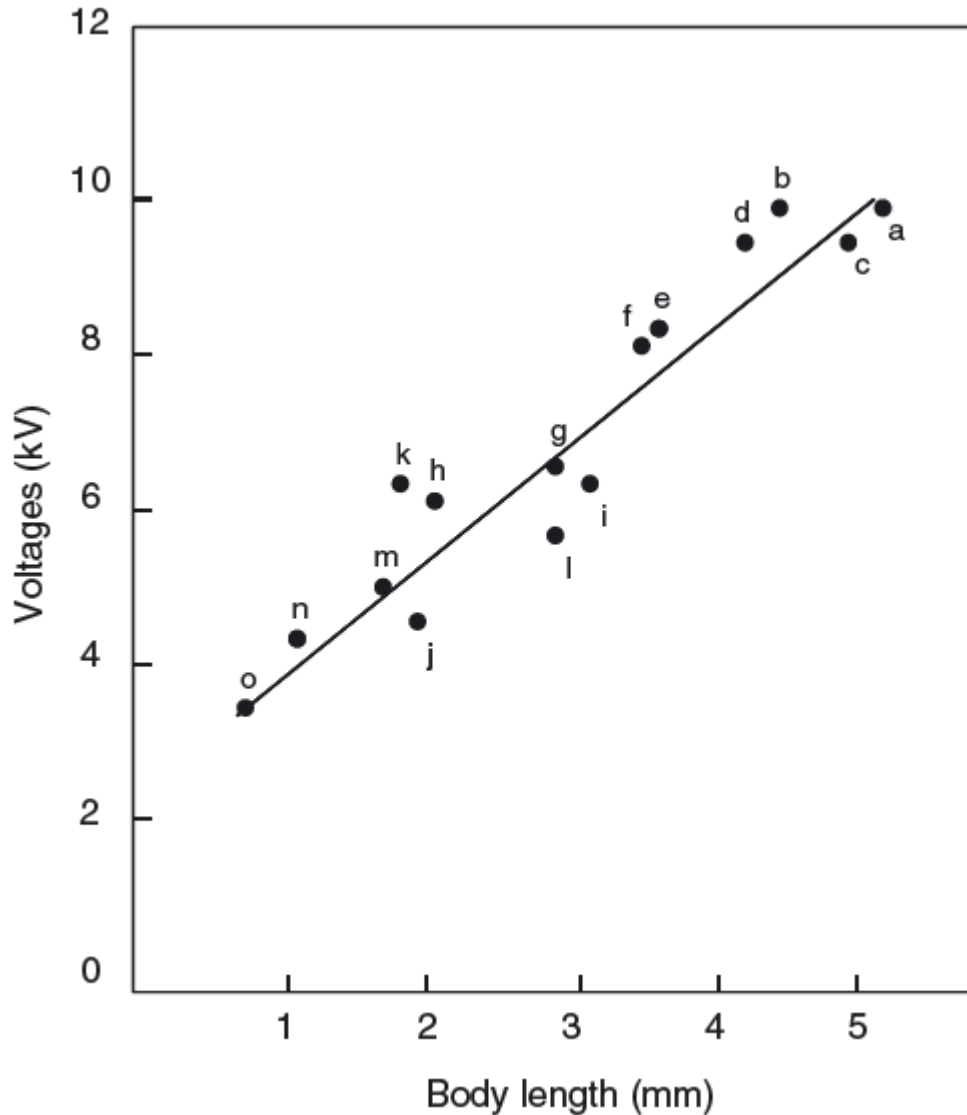


Tabel 1. Overzicht van insecten met een indicatie van de Voltage waarbij vermijding optreedt (uit: Kakutani e.a. 2012).

Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza sativae</i>	Tomato leaf-minor	1.2
	Bibionidae	<i>Biblio japonicus</i>	Love bug	0.8
	Culicidae	<i>Aedes albopictus</i>	Asian tiger mosquito	0.5
	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	Vinegar fly	1.7
	Ephydriidae	<i>Scatella stagnalis</i>	Greenhouse shore fly	1.7
Hymenoptera	Psychodidae	<i>Clogmia albipunctatus</i>	Bath room fly	1.7
	Anthophoridae	<i>Tetralonia nipponensis</i>	Long-horned bee	1.6
	Chalcididae	<i>Brachymeria lasus</i>	Chalcid wasp	0.9
	Formicidae	<i>Formica japonica</i>	Japanese wood ant	0.2
Lepidoptera	Sphécidae	<i>Sphex argentatus</i>	Digger wasps	4.2
	Geometridae	<i>Biston robustus</i>	Lilac beauty	1.4
	Tineidae	<i>Tineola bisselliella</i>	Common clothes moth	1.4
Blattodea	Blattellidae	<i>Blattella germanica</i>	German cockroach	1.8
	Blattidae	<i>Neostylopyga rhombifolia</i>	Harlequin cockroach	1.2
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Western flower thrips	1.2
Mantodea	Mantidae	<i>Tenodera aridifolia</i>	Praying mantis	0.7
Psocoptera	Liposcelidae	<i>Liposcelis bostrychophilus</i>	Book louse	0.6
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Dermaptera</i> sp.	Earwig	0.7
Orthoptera	Tetrigoidea	<i>Acridium japonicum</i>	Bolivar	1.1
Isopoda	Armadillidiidae	<i>Armadillidium vulgare</i>	Pill bug	1.6
Araneae	Rhinotermitidae	<i>Coptotermes formosanus</i>	Oriental termite	1.6
	Araneus	<i>Araneus ventricosus</i>	Orb-weaving spider	2.2
	Pardosa	<i>Pardosa astrigera</i>	Wolf spider	2.1
	Pisauridae	<i>Dolomedes sulfureus</i>	Fishing spider	2.3
	Thomisidae	<i>Thomisus labefactus</i>	Crab spider	2.8
	Uloboridae	<i>Octonoba varians</i>	Zebra spider	2.3

Order	Family	Genus and species	Common name	Voltage (kV) of avoidance		
Coleoptera	Anobiidae	<i>Lasioderma serricorne</i>	Cigarette beetle	0.8		
	Attelabidae	<i>Euops splendidus</i>	Leaf-rolling weevil	1.8		
	Bruchidae	<i>Callosobruchus chinensis</i>	Azuki bean weevil	1.2		
	Cerambycidae		<i>Chlorophorus annularis</i>	Bamboo longicorn beetle	2.8	
			<i>Phytoecia rufiventris</i>	Chrysanthemum longicorn beetle	1.9	
			<i>Argopistes coccinelliformis</i>	Ladybug mimicking leaf beetle	3.2	
	Chrysomelidae		<i>Aulacophora femoralis</i>	Cucurbit leaf beetle	1.3	
			<i>Chrysolina aurichalcea</i>	Mugwort leaf beetle	1.9	
			<i>Gallerucida bifasciata</i>	Dioscorea leaf beetle	2.8	
			<i>Gastrophysa atrocyanea</i>	Japanese green duck leaf beetle	1.2	
			<i>Gonioctena rubripennis</i>	Wisteria leaf beetle	2.8	
			<i>Lema cirsiicola</i>	Leaf beetle	2.8	
			<i>Ophraella communis</i>	Ragweed leaf beetle	1.2	
			<i>Coccinella septempunctata</i>	Seven-spotted ladybird beetle	2.4	
		Coccinellidae		<i>Aiolocaria hexaspilota</i>	Ladybird beetle	1.2
				<i>Epilachna vigintioctopunctata</i>	Twentyeight-spotted ladybird beetle	2.4
			<i>Harmonia axyridis</i>	Asian ladybird beetle	2.1	
	Curculionidae		<i>Anosimus decoratus</i>	Weevil	2.5	
			<i>Episomus turrinus</i>	Weevil	4.3	
			<i>Eugnathus distinctus</i>	Weevil	3.2	
			<i>Nesalcidodes trifidus</i>	Snout weevil	4.3	
			<i>Pectocera fortunei</i>	Click beetle	2.1	
		Meloidae	<i>Epicauta gorhami</i>	Blister beetle	0.4	
		Mordellidae	<i>Mordella brachyura</i>	Tumbling flower beetle	3.2	
		Oedemeridae	<i>Xanthochroa atriceps</i>	False blister beetle	4.5	
		Rhynchophoridae		<i>Sitophilus oryzae</i>	Rice weevil	4.5
				<i>Plesiothabmus nigrocyanus</i>	Mimawari beetle	4.5
			<i>Tribolium castaneum</i>	Red flour beetle	2.4	
	Hemiptera		<i>Uloa latimanus</i>	Black fungus beetle	0.5	
		Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Sweet potato whitefly	0.9	
		Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	Green peach aphid	1.5	
		Cicadellidae	<i>Nephotettix cincticeps</i>	Green rice leafhopper	0.3	
		Tettigellidae	<i>Bothrogonia ferruginea</i>	Black tipped leafhopper	0.5	
Lygaeidae		<i>Geocoris varius</i>	Large white-spotted seed bug	1.2		
		<i>Metochius abbreviatus</i>	Large white-spotted seed bug	0.8		
Pentatomidae		<i>Eurydema rugosa</i>	Cabbage bug	1.1		

Figuur 3. Overzicht van de relatie tussen vangvermogen met de hoeveelheid voltage (kV) en lichaamslengte van het insect (*uit: Kakutani e.a. 2012*).



4 Effecten op de mens

Binnen de frequentie van 0-300 GHz bevinden zich statische velden (0 Hz), extreem laagfrequente (ELF) velden (0-300 Hz) en radiofrequente (RF) velden (300 Hz-300 GHz). De toepassing van het elektrisch scherm bevindt zich in de extreem laagfrequente (ELF) en intermediaire velden (20 Hz - 20 kHz). Binnen dit gebied bevinden zich (ELF) hoogspanningslijnen en andere elektrische voorzieningen, elektrische apparatuur, elektrisch aangedreven voertuigen. Bij de Intermediaire frequenties (IF), of midden frequenties bevinden zich o.a. antidiefstal- en identificatiesystemen.

Onderzoek naar risico's voor de volksgezondheid hebben zich vooral gericht op het elektriciteitsnet, telefoons en draadloze communicatie. Het elektriciteitsnet bevindt zich bijvoorbeeld in het veld van 50 Hz in Europa en 60 Hz in Noord-Amerika.

Er zou sprake zijn van een associatie is tussen blootstelling aan ELF magnetische velden en leukemie bij kinderen. Voor volwassenen is dit effect niet gevonden (Keverling Buisman e.a. 2008). Er zijn geen wettelijke beperkingen opgelegd aan werk waarbij blootstelling aan elektromagnetische velden plaatsvindt. Alle beperkingen zijn gebaseerd op korte-termijn-effecten: stroominductie en opwarming (Keverling Buisman e.a. 2008).

Voor elektromagnetische velden tot zo'n 100 Hz kan er stimulatie van het netvlies optreden. De betrokkene ervaart hierbij lichtvlekken of lichtflitsen. Er zijn echter geen directe effecten op de gezondheid, maar de eventuele schrikreacties kunnen een risico vormen. Daarnaast is stimulatie van spieren en zenuwen van belang. Als dit in het hart optreedt, kan dit levensbedreigend zijn (Keverling Buisman e.a. 2008).

Een internationale organisatie van onafhankelijke wetenschappelijke experts, ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), heeft in 1998 blootstellingslimieten voorgesteld voor het gehele elektromagnetische spectrum. In 1999 heeft de Raad van de Europese Unie deze blootstellingslimieten aanbevolen voor toepassing in de lidstaten. Het laatste rapport van het SCENIHR dateert van maart 2007. De wetenschappelijke wereld heeft zekerheid over de effecten op korte termijn, maar is minder zeker over de risico's op lange termijn (Anoniem 2008).

6 Conclusie & Discussie

Binnen deze studie is de haalbaarheid onderzocht van een nieuw type scherm, namelijk een elektrisch veld. Dit type scherm beschermt tegen invlieg van insecten (met virus) en schimmel sporen en pollen. Met name in Japan is hier al praktische ervaring mee opgedaan. Insecten en schimmels sporen worden effectief afgevangen. Energieverbruik is zeer laag en te vergelijken met het verbruik van energie van een lampje. Er loopt geen stroom, alleen de transformatie van 100 V naar 4000 V kost energie. Het elektrisch veld wat ontstaat is echter fors met 4000 Volt over 3 mm. Door isolatie van het materiaal waar spanning op staat is veiligheid goed te realiseren. Insecten reageren op zgn. Coulomb krachten met lange-, en dunne structuren zoals vleugels (*Drosophila* spp.) antennes (kakerlakken) en voelharen (bv bijen). Dit venster is eenvoudig te realiseren in bestaande kassen en heeft geen invloed op beluchting en kasklimaat. Daarnaast is het mogelijk toepasbaar als een fysieke barrière binnen de kas. Rio & Rio (2013) onderzochten het effect van een elektrisch veld op groei en productie van okra (*Abelmoschus Esculentus*), tomaat (*Solanum Lycopersicum*) en aubergine (*Solanum Melongena*). Er zou een positief effect zijn op okra en een negatief effect op tomaat. Bij aubergine werd er geen effect geconstateerd. Er kan dus sprake zijn van effecten op tuinbouw gewassen, maar dit moet verder onderzocht worden.

7. Referenties

- Anoniem (2008) Brochure Elektromagnetische Velden en gezondheid - Uw wegwijzer in het elektromagnetische landschap. www.health.fgov.be.
- Kakutani, K., J. Kimbara, K. Osamura, S. Kusakari (2012) Practical Application of an Electric Field Screen to an Exclusion of Flying Insect Pests and Airborne Fungal Conidia from Greenhouses with a Good Air Penetration *Journal of Agricultural Science* Vol. 4, No. 5.
- Kakutani, K., Y. Matsuda, K. Haneda, T. Nonomura, J. Kimbara, S. Kusakari, K. Osamura and H. Toyoda (2012). Insects are electrified in an electric field by deprivation of their negative charge. *Annals of Applied Biology* ISSN 0003-4746.
- Keverling Buisman, A., G. Hoorenman, E. van Rongen, G. Kars (2008) Elektromagnetische straling. Dossier is beoordeeld door H. Kromhout, IRAS Universiteit Utrecht.
- Matsuda, Y, T Nonomura, K Kakutani, J Kimbara, K Osamura, H Toyoda (2015) Avoidance of an electric field by insects: Fundamental biological phenomenon for an electrostatic pest-exclusion strategy. *Journal of Physics: Conference Series* 646 012003.
- Matsuda Y, Toyoda H. Novel electrostatic devices for managing biotic and abiotic nuisances in environments. *Open Access J Sci.* 2018;2(5):337–353. DOI: 10.15406/oajs.2018.02.00096
- Newland PL, Hunt E, Sharkh SM, Hama N, Takahata M, Jackson CW (2008) Static electric field detection and behavioural avoidance in cockroaches. *J. Exp. Biol.* 211, 3682–3690. (doi:10.1242/jeb.019901).
- Newland PL, Al Ghamdi MS, Sharkh S, Aonuma H, Jackson CW. (2015) Exposure to static electric fields leads to changes in biogenic amine levels in the brains of *Drosophila*. *Proc. R. Soc. B* 282: 20151198. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1198>.
- Rio, L.C., M. M. Rio (2013) Effect of electro-magnetic field on the growth characteristics of okra (*Abelmoschus Esculentus*), tomato (*Solanum Lycopersicum*) and eggplant (*Solanum Melongena*).
- Stijger, H. (2004) Insectengaas sterk in de belangstelling. Nuttig voor insectenwering en goed klimaat. *ONDER GLAS*: 3:23-25.
- Takikawa, Y, Y. Matsuda, T. Nonomura, K. Kakutani, S. Kusakari and H. Toyoda (2017)
- Tanaka N, Y. Matsuda; E. Kato; K. Kokabe; T. Furukawa; T. Nonomura; K. Honda; S. Kusakari; T. Imura; J. Kimbara; H. Toyoda (2005) An electric dipolar screen with oppositely polarized insulators for excluding whiteflies from greenhouses. *Crop Protection* 27, 215–221.
- Watson, D. B., L. M. Faithful and N. J. Williams (1983) "Influence of electric fields on flying insects," in *IEE Proceedings A - Physical Science, Measurement and Instrumentation, Management and Education - Reviews*, vol. 130, no. 7, pp. 390-392, November 1983. doi: 10.1049/ip-a-1:19830069.
- Wijenberg, R. , Hayden, M. E., Takács, S. and Gries, G. (2013), Behavioural responses of diverse insect groups to electric stimuli. *Entomol Exp Appl*, 147: 132-140. doi:10.1111/eea.12053.
- Zwinkels, J. (2015) Consultancy project Problematiek Witte Vlieg in de tuinbouw. PT rapport PT 15138.04.