

**VERFYNING EN VERBETERING VAN 'N DONSIGE SKIMMEL  
WAARSKUWINGSMODEL VIR DIE WES-KAAP**

deur

**PIETER DANIEL HAASBROEK**

Hierdie verhandeling word voorgelê om te voldoen aan die vereistes vir die graad van

**M.Sc. Agric. in Landbouweerkunde**

In die Fakulteit van Natuur en Landbou Wetenskappe  
Departement van Grond, Gewas en Klimaat Wetenskappe,  
aan die Universiteit van die Vrystaat

Studieleier: Professor S. Walker

Bloemfontein  
November 2006

## **VERKLARING**

“Hiermee verklaar ek Pieter Daniel Haasbroek dat die verhandeling wat hierby vir die graad van M.Sc. Agric. in Landbouweerkunde aan die Universiteit van die Vrystaat deur my ingedien word, my selfstandige werk is en nie voorheen deur my vir ’n graad aan ’n ander universiteit/fakulteit ingedien is nie. Ek doen voorts afstand van die outeursreg in die verhandeling ten gunste van die Universiteit van die Vrystaat.”

Handtekening:

Datum:

## **Verfyning en Verbetering van 'n Donsige Skimmel Waarskuwingsmodel vir die Wes-Kaap.** P. Haasbroek. M.Sc. Agric. Tesis in Landbouweerkunde.

*Departement van Grond, Gewas en Klimaat Wetenskappe, Universiteit van die Vrystaat, Bloemfontein. haasbroekp@arc.agric.za*

Donsige skimmel (*Plasmopara viticola*) word allerweë as een van die heel belangrikste wingerdsiektes in die Wes-Kaap beskou en moet feitlik jaarliks bestry word, aangesien die siekte die vermoë het om baie vinnig te ontwikkel, versprei en veroorsaak in sommige jare groot oesverliese. 'n Oostenryker het gedurende 1992 'n outomatiese Metos klimaat weerstasie en gepaardgaande sagteware ontwikkel, wat primêre en sekondêre infeksies by donsige skimmel voorspel. Gedurende 1995 is die Metos weerstasie se sagteware aangepas vir Suid-Afrikaanse weerstoestande en staan bekend as die Metos-2 model. Die Metos-2 model bevat sekere leemtes of tekortkominge wat verder verbeter moes word. Die grootste hiervan is dat die model infeksies nie sensitief aandui nie en verder gee dit tans net 'n kwalitatiewe "Ja of Nee" waarskuwing, van moontlike primêre en/of sekondêre infeksies. Verder maak die Metos-2 model ook gebruik van gemete blaarnatheidswaardes wat afkomstig is van 'n blaarnatheidssensor, wat beskou word as een van die mees onakkuraatste weerkundige sensors. Van 1995 - 2005 is die Metos-2 model al deeglik getoets en gebruik deur die siektebestuur afdeling van LNR Infruitec-Nietvoorbij, om die bedryf van moontlike donsige skimmel infeksie uitbrake te waarsku. Uit hierdie resultate het dit geblyk dat meer toedienings by voorkomende bespuitingsprogramme benodig word, teenoor die aanbevelings volgens die Metos-2 model, vir dieselfde of beter beheer van donsige skimmel. Daarenteen het resultate van die Metos-2 model teenoor die Metos model, soortgelyke waarskuwings getoon vir beide primêre en sekondêre infeksies. Dit is egter baie moeilik om duidelike ooreenkomste/verskille te verkry tussen wat die Metos-2 model voorspel het en wat uiteindelik in die wingerd daarbuite gebeur het. Hierdie tendens kan grootliks toegeskryf word aan die akkumulatie effek van donsige skimmel wat plaasvind. Met die ontwikkeling van die Donsige Skimmel Vroeg-Waarskuwings Model (DSVW-model), is twee groot veranderinge gemaak, naamlik die gemete blaarnatheid is vervang met 'n wiskundige, nie-lineêre regressie formule en die Metos-2 model se "Ja/Nee" waarskuwings vir donsige skimmel infeksies, is vervang met vier klasse van moontlike risiko's. Die voortaan berekende blaarnatheid by die DSVW-model, met relatiewe humiditeit en lugtemperatuur as insette, het 'n betekenisvolle koëffisiënt van determinasie van 0.70 getoon, teenoor gemete blaarnatheid. Die DSVW-model se vier risiko-klasse van moontlike infeksies (primêr en sekondêr) is as volg opgestel: geen infeksie klas (0 %), lae infeksie klas (1 - 34 %), medium infeksie (35 - 74 %) en 'n hoë infeksie klas (75 - 100 %). Om die DSVW-model se akkuraatheid en betroubaarheid te kon toets, is historiese weerdata en siektevoorkomsdata (1998 - 2003) van die Stellenbosch, Robertson en Paarl omgewings geneem en geloop op beide die Metos-2 en die DSVW-model. Waar die DSVW-model en die Metos-2 model se infeksie waarskuwings teen die werklike siektevoorkomsdata vergelyk is, het die DSVW-model telkens soortgelyke en selfs beter korrelasies getoon met die gemete siektevoorkomsdata. Die DSVW-model het hier ook deurgaans meer primêre en sekondêre infeksies bereken, teenoor die Metos-2 model, wat soms by sekere donsige skimmel uitbrake, vooraf geen waarskuwings aangetoon het nie. Produsente kan die nuwe DSVW-model met vertroue aanwend, saam met een of ander voorkomende spuitprogram, vir die beheer van donsige skimmel.

**Sleutelwoorde:** Donsige skimmel, Metos, DSVW-model, model, blaarnatheid, lug temperatuur, reënval, relatiewe humiditeit, primêre infeksies, sekondêre infeksies.

## **Refinement and Improvement of a Downy Mildew Early Warning Disease Model for the Western Cape.** P. Haasbroek. M.Sc. Agric. Thesis in Agrometeorology.

*Department of Soil, Crop and Climate Science, University of the Free State, Bloemfontein. haasbroekp@arc.agric.za*

Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) is known as one of the most important vineyard diseases in the Western Cape, because it has the capability to develop and spread very fast, and so cause large crop losses in certain years. In 1992 an Austrian researcher developed the Metos automatic weather station and associated software, to predict the occurrence of primary and secondary infection of downy mildew. This Metos weather station's software was adapted for South African climatic conditions during 1995 and is known as the Metos-2 model. The Metos-2 model however had some shortcomings that needed to be improved. The most important of this was that the model was not sensitive enough to accurately calculate infections, and furthermore it gives only a "Yes/No" warning of possible primary and/or secondary infections. The Metos-2 model makes use of measured leaf wetness values from a leaf wetness sensor that is probably considered as one of the most inaccurate meteorological sensors. During 1995 - 2005 the Metos-2 model has been thoroughly tested and used by the disease management division of ARC Infruitec-Nietvoorbij, to warn the industry of possible downy mildew outbreaks. Results over these years have shown that more sprays were needed within the preventative spraying programs, as opposed to recommendations of the Metos-2 model, for the same or even improved control of downy mildew. On the other hand the results of the Metos-2 model compared to the Metos model, gave similar warnings for both primary and secondary infections. It is however very difficult to get clear similarities/differences between what the Metos-2 model has calculated and what had really occurred in the vineyards. This can be attributed mainly to the accumulation effect of downy mildew infections. With the development of the Downy Mildew Early Warning Model (DSVW-model), two important changes were made, namely the leaf wetness was replaced with a mathematical, non-linear regression and the Metos-2 model's "Yes/No" warnings for downy mildew infections were replaced with four classes of possible risks. The calculated leaf wetness of the DSVW-model, that uses measured relative humidity and air temperature as input values, had a significant coefficient of determination of 0.70, compared with measured leaf wetness. The DSVW-model's four risk classes of possible infections (primary and secondary) are as follows: zero infection (0 %), low infection (1 - 34 %), medium (35 - 74 %) and a high risk class (75 - 100 %). To test the DSVW-model's accuracy and reliability, historical weather data (1998 - 2003) and measured disease outbreak data in the Stellenbosch, Robertson and Paarl areas were used to run both the Metos-2 and the DSVW-models. Primary as well as secondary infections were predicted by the models. When the DSVW-model and the Metos-2 model's infection warnings were correlated with disease outbreaks, of the two, the DSVW-model showed consistently similar or better correlations with the measured disease outbreak data. The DSVW-model also calculated on a regular basis more primary and secondary infections, than the Metos-2 model, which at times did not warn of any downy mildew infections, although outbreaks of downy mildew did occur soon after. Producers can use the new DSVW-model with confidence, together with one or other prevention spray program, for the control of downy mildew.

Keywords: Downy mildew, Metos, DSVW-model, model, leaf wetness, air temperature, rainfall, relative humidity, primary infections, secondary infections.

Dankbetuigings.....	x
Lys van Tabele.....	xi - xiii
Lys van Figure.....	xiv - xviii
Lys van Afkortings en Simbole.....	xix

<b>HOOFSTUK 1 - INLEIDING.....</b>	<b>1</b>
1.1 Donsige Skimmel Siekte.....	2
1.1.1 Ontdekking van swam.....	2
1.1.2 Area van voorkoms.....	3
1.1.3 Kultivar gevoeligheid.....	5
1.1.4 Seisoenale voorkoms (in die Wes-Kaap).....	6
1.1.5 Weerstoestande benodig.....	6
1.2 Blaarnatheidsensors.....	8
1.3 Modelle en Voorspelling van Blaarnatheid.....	8
1.4 Metos-2 Vroeg-Waarskuwingsmodel.....	10
1.4.1 Bestaande vroeg-waarskuwingsmodelle.....	10
1.4.2 Sensitiwiteit van Metos-2 model.....	11
1.4.3 Topografie rondom weerstasies.....	11
1.4.4 Blaarnatheid.....	12
1.4.5 Oprigting van blaarnatheidsensor.....	13
1.4.6 “Ja of Nee” waarskuwing.....	13
1.5 Doelwitte van hierdie Studie.....	14

<b>HOOFSTUK 2 - LITERATUURSTUDIE, DONSIGE SKIMMEL OP DRUIWE.....</b>	<b>15</b>
2.1 Donsige Skimmel Stamboom.....	15
2.2 Lewensiklus van Donsige Skimmel.....	15
2.3 Klimaatsvereistes in die Wingerd.....	17
2.3.1 Oorwintering en ontkieming stadium.....	17
2.3.2 Verspreiding van swam.....	19
2.3.3 Primêre infeksie.....	20
2.3.4 Sekondêre infeksie.....	22
2.4 Simptome.....	25
2.4.1 Blaar simptome.....	25
2.4.2 Tros-loot simptome.....	27
2.5 Siektebeheer.....	31
2.5.1 Passiewe siektebekamping.....	31
2.5.2 Aktiewe siektebekamping.....	33
2.5.2.1 Bewerkings praktyke.....	33
2.5.2.2 Chemiese beheer.....	33
2.5.2.2.1 Voorkomende spuitprogram.....	34
2.5.2.2.2 Voor-infeksie spuitprogram.....	37
2.5.2.2.3 Na-infeksie spuitprogram.....	38
2.6 Topografie se Invloed.....	40
2.6.1 Aspek.....	41
2.6.2 Helling.....	42
2.6.3 Hoogte bo seespieël.....	42

2.7	Historiese Donsige Skimmel Modelle.....	43
2.7.1	Inkubasie-kalender.....	43
2.7.2	Modelle wat weerstoestande gebruik.....	44
2.7.3	Modelle wat gebied infeksies gebruik.....	47
2.7.4	Modelle wat wingerdstok faktore gebruik.....	47
2.8	Outomatiese Weerstasies.....	48
2.8.1	Vroeg-waarskuwings.....	48
2.8.2	Praktiese voorbeelde.....	49
2.9	Gevolgtrekkings.....	50
<b>HOOFSTUK 3 - TOETS VAN METOS-2 DONSIGE SKIMMEL MODEL....</b>		<b>52</b>
3.1	Inleiding.....	52
3.1.1	Werking van Metos-2 model.....	53
3.1.1.1	Primêre infeksie vloediagram.....	53
3.1.1.2	Visuele voorstelling van primêre infeksie.....	55
3.1.1.3	Sekondêre infeksie vloediagram.....	57
3.1.1.4	Visuele voorstelling van sekondêre infeksie.....	59
3.2	Doel.....	60
3.3	Materiaal en Metodes.....	61
3.3.1	Studiegebied.....	61
3.3.2	Infeksie dae en metings.....	61
3.3.2.1	Weeklikse infeksie dae.....	61
3.3.2.1.1	de Kock, donsige skimmel proewe (1992 - 1998).	62
3.3.2.1.2	Tydperk van geen infeksie dae (1998 - 2002).....	63
3.3.2.1.3	Aaneenlopende infeksie dae (2002 - 2003).....	63
3.3.2.1.4	Tydperk van geen infeksie dae (2002 - 2003).....	64
3.3.2.2	Metode van meting.....	64
3.3.3	Outomatiese weerstasie sensors.....	65
3.3.3.1	Reënmeter.....	66
3.3.3.2	Temperatuur sensor.....	66
3.3.3.3	Blaarnatheidsensor.....	66
3.3.3.4	Windspoedsensor.....	67
3.3.3.5	Relatiewe humiditeitsensor.....	67
3.3.4	Weerdata.....	67
3.3.4.1	Uurlikse weerdata.....	67
3.3.4.1.1	Seleksie van uurlikse weerdata.....	68
3.3.4.1.1.1	de Kock se proewe (1992 - 1998).....	69
3.3.4.1.1.2	Maande gedurende 1998 - 2002.....	69
3.3.4.1.1.3	Stellenbosch en Paarl (2002 - 2003).....	70
3.3.4.1.1.4	Stellenbosch (2002 - 2003).....	71
3.3.5	Metode van werkverrigting.....	71
3.3.5.1	Metos model (1992 - 1998).....	71
3.3.5.2	Metos-2 model (1998 - 2002).....	72
3.3.5.3	Stellenbosch en Paarl (2002 - 2003).....	72
3.3.5.4	Stellenbosch (2002 - 2003).....	72
3.4	Resultate en Bespreking.....	73
3.4.1	Seleksie van weerdata.....	73
3.4.1.1	Langtermyn weerdata.....	74

3.4.1.2	Gemiddelde ses jaar weerdata.....	76
3.4.1.3	Weerdata van een weerstasie.....	79
3.4.1.4	Weerdata by res van weerstasies.....	79
3.4.2	Toets Metos teenoor Metos-2 model, de Kock se proewe.....	79
3.4.3	Vergelyk Metos-2 model oor drie gebiede.....	83
3.4.4	Toets Metos-2 model teen gemete infeksie dae.....	86
3.4.5	Infeksies met Metos-2 model.....	90
3.5	Gevolgtrekkings.....	91
3.5.1	Metos teenoor Metos-2 model.....	92
3.5.2	Metos-2 model vir drie gebiede.....	92
3.5.3	Metos-2 model teenoor infeksie dae.....	93
3.5.4	Metos-2 model vir Nietvoorbij.....	95
<b>HOOFSTUK 4 - ONTWIKKELING VAN DSVW-MODEL.....</b>		<b>96</b>
4.1	Inleiding.....	96
4.1.1	Tekortkominge van Metos-2 model.....	98
4.1.1.1	Blaarnatheidsensor.....	98
4.1.1.1.1	Helling en aspek.....	98
4.1.1.1.2	Posisie van blaarnatheidsensor.....	99
4.1.1.1.3	Oppervlakte en kleur van sensor.....	99
4.1.1.2	Risiko-klasse.....	100
4.1.1.3	Akkumulاسie effek van donsige skimmel.....	100
4.1.1.4	Opeenvolgende primêre en sekondêre infeksies.....	100
4.1.1.5	Model in GIS omgewing.....	101
4.1.1.6	Ware voorspellingsweerdata in model.....	101
4.1.1.7	Inkorporeer wind in die model.....	102
4.1.1.8	Voorspel inkubasietydperk.....	102
4.2	Doel.....	102
4.3	Materiaal en Metodes.....	103
4.3.1	Blaarnatheid meting.....	103
4.3.1.1	Weerdata.....	103
4.3.1.1.1	Uurlikse weerdata.....	103
4.3.1.1.2	Dag en nag weerdata.....	104
4.3.2	Skep van vier risiko-klasse.....	104
4.3.2.1	Infeksie dae.....	106
4.3.2.2	Ontwikkeling van model parameters vir primêre infeksie....	106
4.3.2.2.1	Reënval.....	106
4.3.2.2.2	Tydperk van blaarnatheid-ure.....	107
4.3.2.2.3	Temperatuur.....	107
4.3.2.3	Ontwikkel model parameters vir sekondêre infeksie.....	107
4.3.2.3.1	Relatiewe humiditeit.....	108
4.3.2.3.2	Blaarnatheid-ure.....	108
4.3.2.3.3	Temperatuur.....	108
4.4	Resultate en Bespreking.....	108
4.4.1	Blaarnatheid.....	108
4.4.1.1	Reënval teenoor blaarnatheid.....	109
4.4.1.2	Temperatuur teenoor blaarnatheid.....	112
4.4.1.3	Relatiewe humiditeit teenoor blaarnatheid.....	114
4.4.1.4	Blaarnatheid-formule.....	118

4.4.2	Vier risiko-klasse van donsige skimmel infeksies.....	122
4.4.2.1	Primêre infeksie parameters.....	125
4.4.2.2	Primêre infeksietellings en persentasies.....	126
4.4.2.3	Primêre infeksie vloedidiagram van DSVW-model.....	128
4.4.2.4	Sekondêre infeksie parameters.....	129
4.4.2.5	Sekondêre infeksietellings en persentasie .....	131
4.4.2.6	Sekondêre infeksie vloedidiagram van DSVW-model.....	132
4.5	Gevolgtrekkings.....	135
4.5.1	Wiskundige blaarnatheidformule.....	135
4.5.2	Risiko-klasse van donsige skimmel infeksies.....	136
<b>HOOFSTUK 5 - TOETS VAN DSVW-MODEL.....</b>		<b>138</b>
5.1	Inleiding.....	138
5.2	Doel.....	139
5.3	Materiaal en Metodes.....	139
5.3.1	Studiegebied.....	139
5.3.1.1	Stellenbosch en Robertson (infeksie dae teenwoordig).....	139
5.3.1.2	Stellenbosch en Paarl (infeksie dae teenwoordig).....	139
5.3.1.3	Stellenbosch, Paarl en Robertson (infeksie dae afwesig).....	140
5.3.1.4	Stellenbosch (infeksie dae afwesig).....	140
5.3.2	Vergelyk Metos-2 teen DSVW-model met infeksie dae.....	140
5.3.2.1	Infeksie dae en weerdata.....	140
5.3.2.1.1	Stellenbosch en Robertson (1998 - 2003).....	141
5.3.2.1.2	Stellenbosch en Paarl (2002 - 2003).....	142
5.3.3	Vergelyk Metos-2 teen DSVW-model sonder infeksie dae.....	143
5.3.3.1	Weerdata.....	144
5.3.3.1.1	Stellenbosch, Paarl en Robertson (1998 - 2002).....	144
5.3.3.1.2	Stellenbosch (2002 - 2003).....	144
5.3.4	Vergelyk Metos-2 model statisties teen DSVW-model.....	145
5.4	Resultate en Bespreking.....	145
5.4.1	DSVW-model getoets met infeksie dae, tydperk 1998 - 2003.....	145
5.4.2	DSVW-model getoets met infeksie dae, tydperk 2002 - 2003.....	148
5.4.3	DSVW-model vergelyk met Metos-2 model, tydperk 1998 - 2002.....	153
5.4.4	DSVW-model vergelyk met Metos-2 model, tydperk 2002 - 2003.....	157
5.4.5	DSVW-model statisties vergelyk met Metos-2 model.....	158
5.5	Gevolgtrekkings.....	160
5.5.1	Vergelyking van DSVW-model met infeksie dae.....	160
5.5.1.1	Robertson en Stellenbosch gebied.....	160
5.5.1.2	Stellenbosch en Paarl gebied.....	161
5.5.2	Vergelyking van DSVW-model sonder infeksie dae.....	162
5.5.2.1	Stellenbosch, Paarl en Robertson gebied.....	162
5.5.2.2	Stellenbosch gebied.....	163
5.5.3	Statistiese vergelyking tussen die DSVW en die Metos-2 model.....	163
<b>HOOFSTUK 6 - GEVOLGTREKKINGS.....</b>		<b>165</b>
6.1	Donsige Skimmel Siekte.....	165
6.2	Leemtes by Metos-2 Model.....	165
6.3	Donsige Skimmel Siektebeheer.....	166
6.4	Toets van Metos-2 Model.....	166



6.5	Ontwikkeling van DSVW-model.....	167
6.6	Toets van DSVW-model.....	168
6.6.1	Leemtes by DSVW-model.....	169
6.6.2	DSVW-model in die praktyk.....	170
6.7	Aanbevelings.....	172
6.7.1	Toekomstige toepassing van DSVW-model.....	172
6.7.2	Wind vervoer.....	173
6.7.3	Lugtemperatuur.....	173
6.7.4	Dou en mis.....	173
6.7.5	Besproeiing.....	173
	<b>VERWYSINGS.....</b>	<b>175</b>
	<b>INDEKS TOT AANHANGSEL A.....</b>	<b>182</b>
	<b>AANHANGSEL A.....</b>	<b>184</b>

## **DANKBETUIGINGS**

My opregte dank en waardering aan die volgende persone en instansies, waaronder hierdie tesis nie moontlik sou gewees het nie.

- My studieleier, Professor S. Walker aan die Universiteit van die Vrystaat, vir haar groot aandeel in my tesis.

- Die Landbou Navorsingsraad (LNR) vir toestemming om te kan inskryf vir my meesters graad, asook die finansiële bydrae vanaf die Instituut vir Grond, Klimaat en Water (Agromet), om hierdie tesis te kon voltooi.

- Mev. Linda de Wet aan die Universiteit van die Vrystaat, vir haar aandeel in my tesis se korrigering van foute.

- Mnr. Hein Beukes van die LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water, vir sy getroue ondersteuning en hulp.

- Mnr. Johan Strydom voorheen verbonde aan die LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water, vir sy hulp met die DSVW-model se programmering.

- Mnr. Abraham Vermeulen van die LNR Infruitec-Nietvoorbij, vir sy veldwerk en verskaffing van inligting en raad.

- Dr. Paul Fourie voorheen verbonde aan LNR Infruitec-Nietvoorbij, vir sy kundige raad oor donsige skimmel.

- Dr. Jeff Tribe verbonde aan LNR Navorsing Instituut vir Plant Beskerming, vir sy hulp met die korrigering van foute.

- Mnr. Johan Pienaar van die Ko-operatiewe Wynbouers Vereniging (K.W.V.) in Stellenbosch, vir sy praktiese ervaring oor donsige skimmel.

- Mev. Irene van Gent van die LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water, vir die verskaffing van uurlikse weerdata vanaf outomatiese weerstasies.

- Mev. Ritha Wentzel van die LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water, vir die verskaffing van daaglikse data vanaf meganiese weerstasies.

- Ko-operatiewe Wynbouers Vereniging (K.W.V.) voorligters op Robertson, vir hulle veldwerk inligting en praktiese raad.

- Tegnikusse van die LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water, vir al hulle praktiese hulp oor al die jare.

- My vrou Luzaan, vir haar voortdurende ondersteuning.

- Enige ander persoon/e of instansies wat 'n bydrae gelewer het.

## LYS VAN TABELLE

### HOOFSTUK 3

Tabel 3.1 Lys van Cotton outomatiese weerstasies, waarvan uurlikse weerdata gebruik gemaak was om die donsige skimmel infeksies mee te voorspel.

Tabel 3.2 Cotton outomatiese weerstasies, waar uurlikse weerdata gebruik was (1992 - 2003) om die donsige skimmel infeksies mee te voorspel.

Tabel 3.3 Drie week periodes is gekies na aanleiding van 'n maksimum daaglikse reënval van 10 mm of meer, vir die onderskeie maande en jare binne donsige skimmel se siekte gevaartyd. Met behulp van die Metos-2 model is die aantal infeksies toe voorspel.

Tabel 3.4 Langtermyn gemiddelde weerdata van die afgelope 30 jaar (1967 - 1997), vir die NIVV weerstasie in die Robertson streek.

Tabel 3.5 Langtermyn gemiddelde weerdata van die afgelope 30 jaar (1967 - 1997), vir die Nederburg weerstasie in die Paarl streek.

Tabel 3.6 Langtermyn gemiddelde weerdata van die afgelope 30 jaar (1967 - 1997), vir die Nietvoorbij weerstasie in die Stellenbosch streek.

Tabel 3.7 Gemiddelde reënval (mm) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.

Tabel 3.8 Gemiddelde reënval (mm) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.

Tabel 3.9 Gemiddelde temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.

Tabel 3.10 Gemiddelde temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.

Tabel 3.11 Gemiddelde maksimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.

Tabel 3.12 Gemiddelde maksimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.

Tabel 3.13 Gemiddelde minimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.

Tabel 3.14 Gemiddelde minimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.

Tabel 3.15 Daaglikse reënval (mm) van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie te Stellenbosch, vanaf September 1999 tot Februarie 2000. Die verskillende maande se reënvalsyfers word langs mekaar voorgestel vir elke afsonderlike maand en dag. As voorbeeld is die skadu area, 9 - 30 Sept. 1999 gebruik om die Metos-2 lopie op te doen, vir die 1999/2000 seisoen.

Tabel 3.16 Persentasie voorkoms en model uitsette van donsige skimmel op Nietvoorbij oor die verskillende jare se siekteseisoene (1992/3 - 1998/99), met verskillende behandelings van beheer (na Vermeulen, 1999b).

Tabel 3.17 Persentasie donsige skimmel voorkoms gemeet (kontrole) en aantal dae van primêre en sekondêre infeksies volgens die Metos-2 model, gedurende die 2002 - 2003 seisoen by Nietvoorbij, in die Stellenbosch streek.

Tabel 3.18 Persentasie donsige skimmel voorkoms gemeet (kontrole) en aantal dae van primêre en sekondêre infeksies volgens die Metos-2 model, gedurende die 2002 - 2003 seisoen by Môrewag, in die Paarl streek.

Tabel 3.19 Aantal daaglikse reënval in millimeter soos gemeet by die Nietvoorbij en Môrewag weerstasies, vir die tydperk November 2002 tot Februarie 2003. Die kursief gedrukte reënval is almal meer as 10 mm.

## **HOOFSTUK 4**

Tabel 4.1. Statistiese korrelasies tussen blaarnatheid en vyf verskillende weerelemente met uurlikse weerdata (2002) van Nietvoorbij se outomatiese weerstasie (n = 8760).

Tabel 4.2 Parameters en tellings van die DSVW-model wat gebruik word om vier verskillende primêre infeksie klasse by donsige skimmel te voorspel.

Tabel 4.3 As enige van die volgende individuele weerstoestande geldig is, sal primêre infeksie en sekondêre infeksie nooit voorspel word nie.

Tabel 4.4 Parameters van die DSVW-model wat gebruik word om die vier verskillende sekondêre infeksie klasse by donsige skimmel te voorspel, vir enige gebied in die Wes-Kaap.

## **HOOFSTUK 5**

Tabel 5.1 Werklike siektevoorkoms (%) wat geheers het in die Stellenbosch en Robertson streek vir 'n paar seisoene, teenoor die aantal dae wat elke model primêre en sekondêre infeksies voorspel het.

Tabel 5.2 Aantal dae van primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Stellenbosch (Nietvoorbij) distrik.

Tabel 5.3 Verskillende periodes van lae, medium en hoë primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Stellenbosch (Nietvoorbij) distrik.

Tabel 5.4 Aantal dae van primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Paarl (Môrewag) distrik.

Tabel 5.5 Verskillende periodes van lae, medium en hoë primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Paarl (Môrewag) distrik.

Tabel 5.6 Totale aantal primêre en sekondêre infeksies vir verskillende weerstasies, bereken met behulp van die DSVW-model, vir die gekose drie weke tydperke gedurende 1998 - 2002.

Tabel 5.7 Aantal laag, medium en hoë primêre en sekondêre infeksies vir verskillende weerstasies, bereken met behulp van die DSVW-model, vir tydperke van drie weke elk (1998 - 2002).

Tabel 5.8 Aantal afsonderlike, aaneenlopende uurlikse primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met behulp van die DSVW-model en die Metos-2 model, vir 'n tydperk van drie weke elk (Aanhangsel A, Figure A.1 - A.60). Die DSVW-model se afsonderlike, aantal aaneenlopende lae, medium en hoë uurlikse infeksies word hier saam met die Metos-2 model se afsonderlike, aantal aaneenlopende uurlikse primêre en sekondêre infeksies aangedui.

Tabel 5.9 Statistiese korrelasies tussen die drie verskillende risiko/infeksie klasse (Tabel 5.8) soos voorspel met die DSVW-model versus die Metos-2 model.

## LYS VAN FIGURE

### HOOFSTUK 2

Figuur 2.1 Vereenvoudigde skematiese voorstelling van *Plasmopara viticola* se lewensiklus (Spencer, 1981).

Figuur 2.2 Volledige skematiese voorstelling van *Plasmopara viticola* se lewensiklus (Agrios, 1978). Die stippellyne dui die verloop van sekondêre infeksies aan wat plaasvind in 'n wingerd loot, druiwetros en wingerd blaar.

Figuur 2.3 Primêre en sekondêre infeksie vind plaas sodra die regte weerstoestandte voorgekom het. Vir 'n primêre infeksie om in enige 24 uur tydperk voor te kom, moet daar ten minste 10 mm of meer reën val, terwyl die basis lugtemperatuur vir die tydperk 10 °C of meer moet wees (Magarey *et al.*, 1994a).

Figuur 2.4 Effek van inkubasietyd en lugtemperatuur op die aantal sporangia van *Plasmopara viticola* wat geproduseer is, per eenheid area van 'n letsel. Geïnfekteerde plante is in 'n donker groeikamer geplaas en 'n konstante hoë relatiewe humiditeit en lugtemperatuur is deurgaans gehandhaaf. Elke punt is 'n gemiddelde van drie herhalings (Lalancette *et al.*, 1988a).

Figuur 2.5 Donsige skimmel simptome aan die bokant van 'n druiweblaar (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.6 Selfde simptome as by Figuur 2.5, maar net verder gevorderd (Bates, 2004).

Figure 2.7 en 2.8 Wit donserigheid (spore) ontwikkel regoor die oliekolle aan die onderkant van die druiweblare, sodra warm, vogtige nagte voorkom (Bates, 2004).

Figure 2.9 en 2.10 Die twee figure toon twee druiwe blare met verskillende stadiums van donsige skimmel simptome aan die bokant van die druiwe blare (Babadoost, 2001).

Figure 2.11 en 2.12 Gevorderde stadiums van wit donserigheid (spore), wat aan die onderkant van die druiweblare ontwikkel het na warm, vogtige nagte voorgekom het (Fisher *et al.*, 2000).

Figuur 2.13 Bruin kolle (dooie weefsel) wat geleidelik groter raak, ontstaan later in die middel van die geel oliekolle, soos wat die blare verder ontwikkel (Fisher *et al.*, 2000).

Figuur 2.14 By ou blare wat geïnfekteer word, bly die simptome relatief klein, vertoon geel-bruin en is grootliks beperk tot die fynste blaar-are (Fisher *et al.*, 2000).

Figuur 2.15 Soms is donsige skimmel uitbrake moeilik sigbaar en word eers ontdek wanneer die siekte versprei het en meer oliekolle sigbaar raak (Fisher *et al.*, 2000). Hier moet daar mooi gelet word om die siektesimptome raak te sien.

Figuur 2.16 As die blare eers ernstig besmet is, neem oliekolle vinnig die grootste deel van die blaar oor (Fisher *et al.*, 2000). Hier kan ernstige besmetting duidelik waargeneem word.

Figuur 2.17 Die jonger blaar aan die linkerkant wys nog geen skade weens donsige skimmel infeksie nie, terwyl die ouer blaar aan die regterkant se skade meer prominent is (Hellman en Kamas, 2002).

Figuur 2.18 Wit spore het ontwikkel op die bloeiwyse, nadat infeksie reeds voorgekom het (Fisher *et al.*, 2000).

Figuur 2.19 Wit spore op 'n jong tros, tydens ertjie korrel grootte stadium (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.20 Die skade aan 'n geïnfecteerde tros net na blom (Hellman en Kamas, 2002).

Figuur 2.21 'n Ryp tros wys uitgedroogte korrels, wat bruin verkleur het en toe afgesterf het weens infeksie (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.22 Dele van die tros se korrels het al afgesterf (Babadoost, 2001).

Figuur 2.23 Volwasse druiwetrosse met korrels wat reeds afgesterf en nou rosyntjie-agtig vertoon, terwyl ander reeds afgeval het (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.24 Sommige korrels van 'n volwasse druiwetros het sag geraak, as gevolg van donsige skimmel se infektering (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.25 'n Jong wingerd loot is besmet en het afgesterf (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.26 Siektevoorkoms van *Plasmopara viticola* as 'n funksie van die duurte van blaarntheid, met vaste temperature vanaf 5 °C tot 30 °C. Elke punt was die gemiddelde van waarnemings wat gemaak was op 15 plante (3 eksperimentele herhalings, 5 plante/herhaling) (Lalancette *et al.*, 1988b).

Figuur 2.27 Infeksie effektiwiteit van *Plasmopara viticola* as 'n funksie van die duurte van blaarntheid, met vaste temperature vanaf 5 °C tot 30 °C. Elke punt was die gemiddelde van waarnemings wat gemaak was op 15 plante (3 eksperimentele herhalings, 5 plante/herhaling) (Lalancette *et al.*, 1988b).

### HOOFSTUK 3

Figuur 3.1 Primêre infeksie vloeddiagram van die Metos-2 donsige skimmel model na aanleiding van Pessl, 2000.

Figuur 3.2 Gemete weerdata (bo) en voorspelde donsige skimmel infeksies (onder) met behulp van die Metos-2 model by Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) vir die tydperk 13 Oktober 1998 tot 3 November 1998.

Figuur 3.3 Sekondêre infeksie vloeidiagram van die Metos-2 donsige skimmel model na aanleiding van Pessl, 2000.

Figuur 3.4 Persentasie voorkoms van donsige skimmel op Nietvoorbij, met verskillende metodes van beheer, gedurende die 1992/3 - 1998/9 seisoene (Vermeulen, 1999b).

Figuur 3.5 Aantal aaneenlopende primêre infeksies, soos voorspel met die Metos-2 model, vir die Stellenbosch streek (Nietvoorbij en Alto), Paarl streek (Mooigeleë en Otterkuil) en Robertson streek (Vinkrivier en Zandvliet), vir 'n gegewe tydperk van drie weke in elke afsonderlike jaar.

Figuur 3.6 Aantal aaneenlopende sekondêre infeksies, soos voorspel met die Metos-2 model, vir die Stellenbosch streek (Nietvoorbij en Alto), Paarl streek (Mooigeleë en Otterkuil) en Robertson streek (Vinkrivier en Zandvliet), vir 'n gegewe tydperk van drie weke in elke afsonderlike jaar.

## HOOFSTUK 4

Figuur 4.1 Uurlikse gemete blaarnatheidswaardes teenoor reënval (mm) waardes, vir Nietvoorbij gedurende September tot Desember 2000.

Figuur 4.2 Uurlikse gemete blaarnatheidswaardes teenoor reënval (mm) waardes, van een millimeter en minder, vir Nietvoorbij gedurende September tot Desember 2000.

Figuur 4.3 Uurlikse reënval te Nietvoorbij vir al die maande van September tot Desember (1997 - 2002), teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes, soos gemeet gedurende die dag vanaf 06:00 - 19:00. Die donkergroen sirkels dui blaarnatheid aan by reënval van minder as 2.5 mm en die liggroen kolle dui blaarnatheid aan by reënval van 2.5 mm en meer.

Figuur 4.4 Uurlikse reënval te Nietvoorbij vir al die maande van September tot Desember (1997 - 2002), teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes, soos gemeet gedurende die nag vanaf 20:00 - 05:00. Die donkergroen sirkels dui blaarnatheid aan by reënval van minder as 2.5 mm en die liggroen kolle dui blaarnatheid aan by reënval van 2.5 mm en meer.

Figuur 4.5 Uurlikse gemete blaarnatheidswaardes teenoor droëbol temperature (°C), vir Nietvoorbij gedurende September tot Desember 2000. Die bruin sirkels dui waardes aan sonder reënval en die rooi kolle dui waardes aan met reënval van 0.2 mm en meer, wat terselfdertyd voorgekom het.

Figuur 4.6 Uurlikse droëbol temperature (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die dag vanaf 06:00 - 19:00. Die bruin sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die rooi kolle dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.



Figuur 4.7 Uurlikse droëbol temperature (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die nag vanaf 20:00 - 05:00. Die bruin sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die rooi kolle dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

Figuur 4.8 Verhouding van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie se gemete blaarnatheidswaardes en berekende relatiewe humiditeit, volgens uurlikse natbol en droëbol temperatuur sensors vir die 2002 jaartal (bereken met SYSTAT Software Incorporated, 2002).

Figuur 4.9 Uurlikse gemete blaarnatheid teenoor relatiewe humiditeit (%) waardes vir Nietvoorbij gedurende die 2000 jaartal. Die ligblou kolle dui waardes aan sonder reënval en die donkerblou sirkels dui waardes aan met reënval van 0.2 mm en meer, wat terselfdertyd voorgekom het.

Figuur 4.10 Uurlikse relatiewe humiditeit (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die dag vanaf 06:00 - 19:00. Die ligblou kolle dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die donkerblou sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

Figuur 4.11 Uurlikse relatiewe humiditeit (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die nag vanaf 20:00 - 05:00. Die ligblou kolle dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die donkerblou sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

Figuur 4.12 Berekening van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie se blaarnatheid, deur gebruik te maak van uurlikse relatiewe humiditeit en droëbol temperatuur vir die 2002 jaartal (bereken met SPSS Incorporated, 1997).

Figuur 4.13 Uurlikse gemete blaarnatheid (sensor) teenoor berekende blaarnatheidswaardes (wiskundige formule) vir Nietvoorbij vanaf September tot Desember 2003. Die liggroen kolle dui reënval ure aan, terwyl die donkergroen sirkels tye van geen reënval aandui.

Figuur 4.14 Voorbeeld van die DSVW-model se visuele voorstelling. Gemete uurlikse weerdata aan die bokant en voorspelde donsige skimmel infeksies aan die onderkant van die figuur, by Nietvoorbij in die tydperk 12 September 2001 tot 3 Oktober 2001, wat op 4 Oktober 2001 of later uitgedruk kan wees. Die groen, geel en rooi vertikale kolomme dui tye van lae, medium en hoë voorspelde donsige skimmel infeksies aan.

Figuur 4.15 Voorbeeld van die Metos-2 donsige skimmel model se visuele voorstelling. Gemete uurlikse weerdata aan die bokant en voorspelde donsige skimmel infeksies aan die onderkant van die figuur, by Nietvoorbij in die tydperk vanaf 12 September 2001 tot 3 Oktober 2001. Die rooi vertikale lyne dui voorspelde tye van moontlike donsige skimmel infeksies aan.

Figuur 4.16 Primêre infeksie vloedidiagram van die DSVW-model. Elk van die drie weerelemente wat voldoen aan die vereistes, se tellings word bymekaar getel om die persentasie moontlike primêre infeksie te bepaal.

Figuur 4.17 Sekondêre infeksie vloedidiagram van die DSVW-model. Hier bepaal die derde weerelement (temperatuur), die risiko-klas van moontlike sekondêre infeksie.

## LYS VAN AFKORTINGS EN SIMBOLE

A	=	Miselium in gasheer (Fig. 2.1)
B	=	Sporangiofore met sporangia (Fig. 2.1)
C	=	Sporangiale ontkieming (Fig. 2.1)
D	=	Soöspore (Fig. 2.1)
E	=	Omkorsting (Fig. 2.1)
F	=	Ontkieming en infeksie (Fig. 2.1)
G	=	Oögonium (Fig. 2.1)
H	=	Plasmogamie (Fig. 2.1)
I	=	Kariogamie (Fig. 2.1)
J	=	Oöspore (Fig. 2.1)
K	=	Ontkieming van oöspore (Fig. 2.1)
$B_G$	=	Enige 2 of meer aaneenlopende ure se blaarnatheidswaardes $\leq 0.3$ , binne 'n 24 uur tydperk
$BL_G$	=	Aantal ure (2 - 4) met blaarnatheidswaardes $> 0.3$ in die $RH_U$ 4 uur periode
DSVW-model	=	Donsige Skimmel Vroeg-Waarskuwings Model
IGKW	=	Instituut vir Grond, Klimaat en Water
K.W.V.	=	Ko-operatiewe Wynbouers Vereniging
LNR	=	Landbou Navorsingsraad
RH	=	Uurlikse relatiewe humiditeit (%)
$RH_U$	=	Uurlikse relatiewe humiditeit $\geq 92$ % vanaf 20:00 tot 05:00 (%)
$R_T$	=	Uurlikse reënval totaal $\geq 10$ mm binne enige 24 uur tydperk (mm)
SAWD	=	Suid-Afrikaanse Weerdiens
$TE_G$	=	Gemiddelde uurlikse lugtemperatuur $\geq 13$ °C vir die $RH_U$ 4 uur periode (°C)
Temp.	=	Uurlikse droëbol temperatuur (°C)
$T_G$	=	Uurlikse lugtemperatuur elk $\geq 10$ °C binne 'n 24 uur tydperk (°C)
Wind	=	Uurlikse windspoed ( $m.s^{-1}$ )
Z	=	Uurlikse blaarnatheid (aantal ure)

## HOOFSTUK 1 - INLEIDING

Siekte waarskuwings modelle vir donsige skimmel, poeieragtige meeldou en in 'n mindere mate Botrytis, word die afgelope paar jaar al meer en meer in die meeste wingerdbou-gebiede van die Wes-Kaap gebruik. Donsige skimmel (*Plasmopara viticola*) word allerweë as een van die heel belangrikste wingerdsiektes in die Wes-Kaap beskou en moet feitlik jaarliks bestry word. Die siekte het die vermoë om baie vinnig te ontwikkel en te versprei na alle vatbare wingerde (Emmett *et al.*, 1992). Dit veroorsaak direkte oesverliese deur onder meer die wingerd se bloeiwyses (trossies), te infekteer. Indirekte verliese vind plaas deur vroegtydige ontblaring, wat op sy beurt weer die plant vatbaar maak vir oorwintering skade, aangesien daar 'n vermindering van energie reserwe opbou plaasvind. Sodoende vertraag dit bot gedurende die volgende lente en kan by uiterste gevalle selfs lei tot die afsterwe van die wingerdplant. Twee metodes bestaan waarvolgens donsige skimmel beheer kan word, naamlik 'n vaste chemiese spuitprogram asook rekenaar waarskuwings modelle wat aandui wanneer en waar toedienings moet plaasvind. Vroegtydige waarskuwings wat wys dat donsige skimmel vorentoe moontlik kan uitbreek, weens 'n sagteware model wat historiese infeksie tye bereken (Metos-2 model), word gebruik by Nietvoorbij en ook in ander dele van die bedryf (de Kock, 1995). Tog maak baie produsente eerder gebruik van beplande of gestruktureerde chemiese spuitprogramme, sonder om van weerdata en/of rekenaar voorspellings modelle gebruik te maak.

Die afgelope 15 jaar het outomatiese weerstasies en vroeg-waarskuwingsmodelle modelle al kragtiger geraak en gevolglik maak meer produsente vandag gebruik van een of ander donsige skimmel model, wat gebaseer is op 'n outomatiese weerstasie se data. Die groot voordeel wat waarskuwingsmodelle (vanaf rekenaar sagteware) het bo voorkomende spuitprogramme, is die aantal bespuitings wat gemiddeld per seisoen grootliks verminder kan word. Dit is moontlik aangesien die model gunstige infeksie toestande uitwys en so kan die swam se moontlike uitbreek later op die wyse "voorspel" word. Net die model en 'n weerstasie se uurlikse weer inligting word vir die doel benodig. Produsente het die keuse om net volgens die waarskuwings te spuit, volgens 'n voorkomende spuitprogram, of 'n kombinasie daarvan te gebruik vir besluitneming. Die kostes verbonde aan onnodige bespuitings in terme van

mannekrag, tyd en chemiese middels is geweldig hoog. Gedurende die 1995/96 en 1996/97 seisoene het produsente wat byvoorbeeld gebruik gemaak het van waarskuwings programme tot soveel as R265/ha gespaar aan swamdoder koste. Jaarliks word in die Wes-Kaap ongeveer 1500 ton swam middels, ter waarde van 136 miljoen rand gespuit, om donsige skimmel te beheer. Uit pasgenoemde bedrag word ongeveer 65 % aan wyndruiwe en ongeveer 35 % by tafeldruiwe spandeer (Vermeulen, pers. komm. 2003). Oesverlies skade en ander uitgawes weens donsige skimmel is dan nog nie eens bygereken nie.

Produsente wat wel gebruik maak van die Metos-2 model, sowel as navorsing te Nietvoorbij, het bewys dat daar sekere jare was waar die model nie heeltemal aan al die verwagtinge voldoen het nie (Vermeulen, 1999b). Die Metos-2 model wat infeksie tye by donsige skimmel bereken, is afkomstig van die oorsese Metos model (Pessl, 2000) en aangepas vir Suid-Afrikaanse weerstasies en omstandighede deur die Landbounavorsingsraad (LNR) Infruitec-Nietvoorbij en LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water (IGKW) personeel. Weens die leemtes en tekortkominge van die Metos-2 model, het die behoefte lank reeds bestaan om met verloop van tyd 'n beter model daar te stel. Dit was veral die afgelope vier seisoene (1999 - 2003) se gebruik in kommersiële wingerde, wat die klem weer sterk laat val het op die tekortkominge van die Metos-2 donsige skimmel model.

## 1.1 Donsige Skimmel Siekte

### 1.1.1 Ontdekking van swam

Donsige skimmel (ook bekend as donserige skimmel of donsskimmel, in Engels bekend as “Downy Mildew”) is seker die mees verwoestende wingerdsiekte by wingerd (*Vitis vinifera*) en is afhanklik van die teenwoordigheid van water vir sy voortbestaan. Daar sal voortaan in die verhandeling na die siekte verwys word as donsige skimmel. In 1863 het de Bary die siekte en sy oorsaak sekuur beskrywe en die naam *Peronospora viticola* daaraan gegee. In 1888 is dit egter Berlese en de Toni, wat die naam soos dit vandag nog bekend staan, *Plasmopara viticola*, aan hierdie swam gegee het (Perold en Phil, 1926).

Die swam is vir die eerste keer “ontdek” in Amerika se wilde wingerde gedurende 1834 en het toe moontlik daarna met wingerdstokke versprei na Europa se meer gekultiveerde wingerde (Nel, 1983). Gedurende 1860 was wingerde in Wes-Europa erg besmet met *Phylloxera*, ’n hoogs vernietigende plantluis by wingerd. Die Amerikaanse *Vitis* wingerd spesies is weerstandbiedend teen die plantluis en onderstokke van die spesies is toe gestuur na Europa om te help met die beheer van die siekte (Kendrick, 1992).

Donsige skimmel wat inheems aan Amerika is, is toe per abuis saam gestuur. In Amerika is donsige skimmel nie ’n groot probleem nie, maar die Europese wingerd spesies was egter hoogs vatbaar vir die siekte. ’n Grootskaalse epidemie het toe uitbreek in Frankryk tussen 1878 - 1882, waarna dit ook versprei het na onder meer Italië en Duitsland. Om die oorlog teen donsige skimmel te wen, het dit op die einde beteken dat bioloë, chemici, ingenieurs, ystersmede en selfs koperwerkers ’n bydrae moes lewer tot die swam se beheer. Die chemiese mengsel wat uiteindelik ontwikkel was en ook per toeval ontdek is, het toe bekend gestaan as die Bordeaux mengsel en navorsers wêreldwyd het verskeie resepte daarna ontwikkel, rondom die oorspronklike resep (Large, 1962).

#### 1.1.2 Area van voorkoms

Die swam (*Plasmopara viticola*) wat donsige skimmel veroorsaak by wingerd, kom voor in gebiede waar dit warm en nat is gedurende die vegetatiewe groei van die wingerd, soos byvoorbeeld Europa, Suid-Afrika, Argentinië, Brasilië, Oostelike Noord-Amerika, Oostelike Australië, Nieu Seeland, China en Japan. Die afwesigheid van reënval in die lente en somer, beperk die verspreiding van die siekte in sekere gebiede, byvoorbeeld Afganistan, Kalifornië en Chili, sowel as onvoldoende warmte gedurende die lente in die Noordelike Halfrond se wingerde. In Suid-Afrika is dit veral die Wes-Kaap, Oranje-rivier, asook dele van die land se somerreënvalgebiede wat gereeld deurloop onder die gevreesde siekte. Matthee en Heyns het in 1969 voorspel dat hulle navorsing daarop dui dat die donsige skimmel siekte nooit geheel en al vernietig sal kan word nie. Tot op hede is die siekte nog steeds wêreldwyd aanwesig en dit bevestig dus hulle voorspelling van destyds.

Die eerste tekens van die siekte in Suid-Afrika is gedurende 1907 op wingerdblare in Grahamstad gevind en deur Pole Evans as donsige skimmel geïdentifiseer (Lounsbury, 1907). Streng kwarantynmaatreëls is toe in die Oostelike Provinsie ingestel om verdere verspreiding van die swam te probeer verhoed, aangesien donsige skimmel reeds feitlik oral voorgekom het in die spesifieke provinsie. Dewar (1907) het beweer dat die weerstoestande in die Westelike Provinsie ongunstig is vir die ontwikkeling van die patogeen. Ten spyte van die streng kwarantyn maatreëls, kom die siekte weer voor gedurende 1909 (Lounsbury, 1909) in King Williamstown, Queenstown en omliggende distrikte, met nog ernstiger gevalle van die siekte gedurende 1910 (Lounsbury, 1910). Perold en Phil (1926) voorspel dat die siekte nie in die droë klimaat van die Westelike Provinsie te vrees is nie, maar Du Plessis (1947) meen egter dat die moontlikheid wel bestaan vir die siekte om een of ander tyd tog 'n houvas te kry. Du Plessis se vermoedens is versterk deur Doidge *et al.* (1953), wat gevind het dat donsige skimmel sporadies voorkom in die somerreënvalstreke van veral die destydse Transvaal en Oostelike Provinsie. In 1955 en 1956 word donsige skimmel vir die eerste keer in Natal aangetref, maar daar word gemeen dat die siekte toe alreeds 'n geruime tyd teenwoordig was, maar net nog nie amptelik bevestig was nie (Anoniem, 1956).

Die eerste grootskaalse epidemie in die Wes-Kaap, het in die somer van 1968 voorgekom, geduur tot die begin van 1969, en het met groot oesverliese gepaard gegaan. Einde 1969 en begin 1970 en tot 'n mindere mate in die 1970/71 wingerd seisoene, is sporadiese gevalle van donsige skimmel aangemeld. Die voorkoms het gewissel van geringe tot ernstige gevalle (Marais, 1981). Meer onlangs in die 2001/2002 seisoen, het donsige skimmel weer erg toegeslaan in die Wes-Kaap en grootskaalse verliese tot gevolg gehad, in feitlik die hele wingerdbedryf, volgens Vermeulen (pers. komm., 2003). Dit is dus nie verbasend dat die siekte vandag as 'n uiters belangrike siekte geag word om jaarliks te bestry nie, aangesien donsige skimmel feitlik elke jaar die potensiaal het om grootskaalse skade aan te rig in die Wes-Kaap, asook in meeste ander wingerd verboude areas in Suid-Afrika. Daar is byvoorbeeld in 1995 bereken om donsige skimmel en witroes saam te bestry, dit die bedryf ongeveer 17,4 miljoen rand gekos het (de Kock, 1995).

Die gebiede in Suid-Afrika wat die meeste deurloop onder die siekte is gewoonlik in meer bergagtige gebiede, veral die suidelike en suidwestelike hange. Hierdie dele ontvang minder son as die noordelike dele en is daarom effens koeler en vogtiger, wat dit meer gunstig maak vir infeksies (Pienaar, pers. komm., 2002). Die lower bly ook langer nat, na hetsy dou, besproeiing en/of reën. In sommige jare is dit die knoppe en vlaktes wat meer infeksies toon, teenoor die hange wat minder of geen infeksies kry nie. Donsige skimmel infeksies kan slegs voorkom in enige gebied, indien die klimaatsvereistes gunstig is vir infeksies en die swam se spore teenwoordig is. Indien voldoende spore reeds aanwesig is in 'n gebied, bepaal net die huidige weerstoestand of infeksies gaan plaasvind al dan nie. Buiten wind as 'n verspreidings meganisme van spore, speel dit ook 'n belangrike rol met die afdroging van enige lower en kan dit dalk die rede wees hoekom die vlaktes in sekere jare meer infeksies toon teenoor die berghange. Sterker winde in van die berge se valleie/klowe waai sommige wingerde daar makliker en vinniger droog, afhangende van die wingerd se helling en ryrigting en sodoende bly die wingerde daar dan vir korter periodes vogtig (Pienaar, pers. komm., 2002).

### 1.1.3 Kultivar gevoeligheid

Alle variëteite van wingerd in RSA is vatbaar vir donsige skimmel, maar die weerstand teen die patogeen wissel redelik baie volgens Perold en Phil (1926). Kultivars binne *V. vinifera* is hoogs vatbaar vir donsige skimmel, terwyl *V. aestivalis* en *V. labrusca* minder vatbaar is, met *V. cordifolia*, *V. rupestris* en *V. rotundifolia* wat weer redelik bestand is (Pearson en Goheen, 1998). Die siekte kom nie elke jaar voor nie en soms word net die meer vatbare of gevoelige wingerde aangetas. Met die geweldige verwoesting wat dit kan saai, word dit as een van die belangrikste siektes beskou wat beheer moet word.

Sodra die weerstoestand reënerig, warm en vogtig is, infekteer die patogeen die groen dele van die stok, naamlik die blare, lote, blomrossies en later in die seisoen ook die trosse. Die korrels is egter net vatbaar tot by ertjekorrelstadium, maar die tros stingels en korrel se stingels bly vatbaar regdeur die seisoen. Met swak beheer en/of gunstige weerstoestand kan die siekte gedeeltelike of selfs totale misoeste tot gevolg hê. Die invloed van te veel ontblaring, byvoorbeeld net na oes in die huidige



seisoen, veroorsaak min reserwe energie opbou van die plant en dit gee weer aanleiding tot 'n swakker as normale bot in die eerskomende lente. Weens die plant se min reserwes, groei dit stadiger en is ook swakker, met die gevolg dat dit dan ook meer vatbaar raak vir donsige skimmel infeksies (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Vir oorlewingsdoeleindes is wingerd kultivars ook geneig om meer “energie” in die blare te stoor as in die trosse, afhangende van die hoeveelheid blaarval, sodat daar dan gewoonlik ook 'n geringe oesafname plaasvind in die betrokke seisoen. Met opeenvolgende donsige skimmel seisoene, teenoor afwisselende jare met donsige skimmel uitbrake, sal eersgenoemde toestande ernstiger implikasies van donsige skimmel tot gevolg hê. Die rede hiervoor is aangesien die wingerd plant die vermoë het om vinnig te herstel tydens 'n daaropvolgende jaar, met min of geen donsige skimmel infeksies (Vermeulen, pers. komm., 2003). Dit is veral een tot driejarige jong wingerd stokkies wat die maklikste en meeste lei onder te veel blaarval. Ouer stokke het meer opgebergde reserwes, wat hulle langer kan laat uithou, voor daar eers 'n merkbare verandering in byvoorbeeld die oesgrootte plaasvind (Fourie en Vermeulen, 2000). Wingerd se oesverliese is vir meeste jare in die orde van 10 % tot 20 %. Baie ernstige infeksies kan selfs 'n totale oesverlies tot gevolg hê, veral as dit tydens die blomfase plaasvind, wanneer die wingerd kultivars dan baie vatbaar is (Magarey *et al.*, 1994a).

#### 1.1.4 Seisoenale voorkoms (in die Wes-Kaap)

Die siekte het sy grootste invloed tydens laat lente en vroeg somer (Magarey *et al.*, 1994a). Die eerste simptome van infeksies kan dus reeds so vroeg as September al voorkom, afhangende hoofsaaklik van die reënval en lugtemperatuur wat dan voorkom. Die siekte kom as 'n reël nooit vroeër in die Wes-Kaap voor nie, aangesien die lugtemperatuur dan meestal nog benede 'n kritiese waarde is vir die ontwikkeling van die siekte en daar is dan ook nog nie blare op die wingerd se lote nie (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 1.1.5 Weerstoestand benodig

Donsige skimmel se primêre en sekondêre infeksies vind plaas sodra die regte weerstoestand heers. Die regte of optimum weerstoestand, tesame met die

hoeveelheid spore teenwoordig in 'n wingerd, bepaal die graad van siektedruk, wat moontlik in die wingerd op enige gegewe tydstip gaan heers (Perold en Phil, 1926). Digter wingerde se mikro-klimaat gaan meer verskil van die makro-klimaat, veral wat betref die relatiewe humiditeit binne die blaredak en die duurte van blaarbenatting na 'n bui reën. Die weerelemente wat donsige skimmel infeksies uiteindelik laat voorkom, is wanneer spesifieke lugtemperatuur, reënval, blaarnatheid en relatiewe humiditeit, vooraf vir sekere tydperke geduur het (Magarey en Wachtel, 1991). Op enige tydstip in die wingerd is die siektedruk, infeksie wat plaasvind en die voorkoms of uitbreek van donsige skimmel afhanklik van mekaar. Sou daar byvoorbeeld 'n lae siektedruk heers, vind min infeksies plaas en is die uiteindelijke voorkoms of uitbreek van die siekte dan gewoonlik ook laag. Daar is egter uitsonderings, soos byvoorbeeld wanneer daar vir 'n lang aaneenlopende tyd (paar dae), 'n lae siektedruk in 'n wingerd heers, sal die voorkoms van die siekte later ook hoog raak. Verder kan een relatief kort periode van hoë siektedruk (enkele ure), weer 'n lae uitbreek van donsige skimmel tot gevolg hê (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Die toestande wat benodig word vir infeksies, verskil egter by primêre en sekondêre infeksie, vanweë die biologiese siklus van die swam wat by die twee ontwikkeling stadiums van mekaar verskil. Vir primêre infeksie word sekere lugtemperatuur, reënval en blaarnatheid verlang, terwyl vir sekondêre infeksies om plaas te vind, weer ander lugtemperatuur en blaarnatheidswaardes benodig word. Binne enige 24 uur periode word vir primêre infeksie 10 mm of meer reën benodig, terwyl die minimum temperatuur konstant naby of meer as 10 °C moet wees. Tesame met laasgenoemde twee weerelemente, word by die sekondêre infeksies ook nog sekere relatiewe humiditeitswaardes in die plek van reënval, wat vir primêre infeksies benodig word, vereis. Die waardes en die tydperke wat elk van die weerelemente duur, bepaal hetsy of primêre of sekondêre infeksies dan kon plaasgevind het, al dan nie (Magarey en Wachtel, 1991). Vandag bestaan daar reeds wiskundige modelle wat gebruik maak van uurlikse weerdata om moontlike infeksie tye van primêre en sekondêre donsige skimmel infeksies, wat reeds plaasgevind het, te probeer bereken. Die afsny waardes of parameters van een model tot die volgende verskil effens van mekaar, asook die tipe modelle of tegnieke wat gebruik word.

## 1.2 Blaarnatheidsensors

Blaarnatheid duurte het 'n sterk verwantskap met die ontwikkeling en uitbreek van plant siektes, omrede baie belangrike patogene 'n laag vry water benodig om in te beweeg. Sodra patogene op die oppervlakte van plant organe kan beweeg, stel dit hulle in staat om met 'n moontlike infeksie proses te begin (Huber en Gillespie, 1992; Lhomme en Jimenez, 1992; Egger *et al.*, 1996; Papastamati *et al.*, 2004). Blaarnatheid moet dus gemeet word met een of ander soort sensor wat blare se natheid duurte kan naboots.

Meeste blaarnatheid sensors wat probeer om blaarnatheid te meet is in die vorm van 'n ruit netwerk van onafhanklike, maar aangrensende metaal elemente (Weiss *et al.*, 1988). Wanneer hierdie tipe sensor gekoppel word aan 'n elektroniese stroombaan, word natheid aangedui sodra vog teenwoordig is tussen twee of meer aangrensende metaal elemente. Een vorm van 'n blaarnatheid sensor (Cotton en Campbell sensors) is waar 'n ruit bo-op 'n stroombord ge-ets is en dan geverf is met lateks verf. Dit word gevolg deur 'n behandeling wat die lateks verf meer sensitief maak vir vog (Gillespie en Kidd, 1978). 'n Katoen doek op 'n ruit van fyn drade is ook al suksesvol gebruik om blaarnatheid te bereken (Weiss en Lukens, 1981). Hackel (1980) het weer verskillende sensor konfigurasies ontwikkel wat die natheid op verskillende plantdele meet. Die elektroniese vereistes om akkurate uitset seine van pas genoemde tipe sensors te verkry is egter nie baie hoog nie (Weiss *et al.*, 1988). Verdere navorsing word dus benodig, aangesien blaarnatheid sensors nie 'n goeie indikatie gee van werklike blaarnatheid waardes nie.

## 1.3 Modelle en Voorspelling van Blaarnatheid

Oppervlak natheid modelle kan geklassifiseer word as of statisties (empiries) of fisies. Fisiese modelle gebruik gewoonlik die energie balans om oppervlak natheid te definieer en beskryf. Die energie balans, in sy kombinasie vorm, is al sedert die 1950s gebruik om verdamping te bereken, maar eers in die 1980s is die benadering ook gebruik om oppervlak natheid van blare te simuleer. Simulasie modelle is al ontwikkel wat oppervlak natheid bepaal (Huber en Gillespie, 1992), alhoewel min daarvan operasioneel gebruik word in landbou (Magarey *et al.*, in druk). Intussen is ander modelle ook al ontwikkel, beide met empiriese (Gleason *et al.*, 1994; Rao *et al.*,

1998; Kim *et al.*, 2002) en fisiese benaderings (Pedro en Gillespie, 1982a; Bass *et al.*, 1991; Luo en Goudriaan, 2000). Een literatuur navorsing het byvoorbeeld 16 modelle uitgewys wat in staat is om oppervlak natheid te simuleer (Huber en Gillespie, 1992).

Weens fisiese en empiriese benaderings is blaarnatheid modelle ontwikkel wat gebruik maak van konvensionele weer veranderlikes soos byvoorbeeld lugtemperatuur, water vogdruk en windspoed (Pedro en Gillespie, 1982a; Gleason *et al.*, 1994; Francl en Panigrahi, 1997; Chitoui *et al.*, 1999; Madeira *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2002). Modelle wat gebaseer is op die energie balans prinsiep, voorspel blaarnatheid deur die latente hittevloedigheid te bereken (Pedro en Gillespie, 1982b; Anderson *et al.*, 2001; Madeira *et al.*, 2002). Francl en Panigrahi (1997) het onder andere gewys dat 'n neurale netwerk model die teenwoordigheid en afwesigheid van natheid op 'n oppervlakte met > 90 % akkuraatheid kan bereken, deur gebruik te maak van 'n standaard weerstasie.

Aangesien bostaande modelle wiskundig van aard is en fisiese eienskappe verteenwoordig, kan hulle toegepas word waar die benodigde inset, beskikbare weerdata is. Die akkuraatheid van hul uitsette is egter redelik sensitief tot die akkuraatheid van die gebruikte weerdata as insette (Magarey, 1999). Hierdie sensitiwiteit maak dit moeilik om blaarnatheid akkuraat te voorspel in die praktyk, veral op mikroskaal vlak. Dit is omrede die weerdata wat as insette gebruik word by elke area, self gemeet moet word daar waar blaarnatheid voorspel wil word (Rao *et al.*, 1998).

Tot dusver het geen studie (vergelykings/modelle) nog al die faktore beskryf wat oppervlak natheid beïnvloed nie (Magarey *et al.*, 2004). Faktore wat oppervlak natheid bepaal sluit in atmosferiese parameters soos straling, temperatuur, relatiewe humiditeit en windspoed. Verder beïnvloed plante se fisiese eienskappe dit ook, soos byvoorbeeld blare se benatbaarheid, wydte en dikte daarvan. Die aanvanklike water verspreiding bo-op blare (volume en dikte van water druppels) speel ook 'n rol (Magarey *et al.*, 2004). Om blaarnatheid dus te simuleer/voorspel met wiskundige vergelykings en/of modelle is gevolglik redelik kompleks om getrou na te boots.

#### 1.4 Metos-2 Vroeg-Waarskuwingsmodel

Die Metos-2 vroeg-waarskuwingsmodel van LNR Infruitec - Nietvoorbij maak gebruik van gemete uurlikse waardes van lugtemperatuur, reënval, blaarnatheid en relatiewe humiditeit om primêre en sekondêre infeksies te kan bereken op 'n daaglikse basis vir 'n periode van tot drie weke, (per lopies).

##### 1.4.1 Bestaande vroeg-waarskuwingsmodelle

Uit navorsing wat reeds gedoen is op donsige skimmel, gebruik meeste epidemiese- of voorspellings modelle, lugtemperatuur en reënval as parameters. Die twee parameters kan breedweg die hoofpunte van die ontwikkeling van die patogeen uitwys en in sommige modelle word net dit gebruik om die hele verloop van die swam te simuleer (Agrios, 1978). Die eerste poging wat aangewend is om donsige skimmel uitbrake met 'n model te probeer voorspel, strek terug na Muller (1929). Modelle na 1929 het byvoorbeeld atmosferiese toestande, soos relatiewe humiditeit ingesluit. Mills (1944) het byvoorbeeld van blaarnatheid gebruik gemaak om appel skurfsiekte, (*Venturia inaequalis*) te voorspel. Blaeser en Weltzien (1979) het ook van blaarnatheid gebruik gemaak om die voorwaardes vir die uitbreek van *P. viticola* vas te stel en later is nog ander faktore ingesluit by hul modelle. Modelle is ook ontwikkel deur Stryzik (1983), wat donsige skimmel se uitbreek kon voorspel, deur onder andere gebruik te maak van lugtemperatuur en reënval.

Nuwe tegnieke/modelle is relatief onlangs ontwikkel, wat produsente baie help om die koste van bespuitings af te bring en daarmee saam die skade aan die ekosisteem te verminder (Egger, 1990). Die metodes berus meestal op wiskundige modelle (Campbell en Madden, 1989; Orlandini *et al.*, 1991a) wat informasie gee aangaande die voorspelde toestand van die patogeen, die omliggende omgewing en die ekosisteem (Vanderplank, 1963). Die volledige siklus van die siekte word weer in ag geneem met modelle en stelsels wat deur Cortesi en Hill (1994), Magarey *et al.* (1994b) en Park *et al.* (1997) ontwikkel is. Eenvoudiger modelle maak weer gebruik van een of meer faktore gedurende die siekte se siklus, byvoorbeeld infeksie en spoorvorming, wat dan gebruik word om die risiko van die siekte se ontwikkeling te voorspel (Ellis *et al.*, 1994; Kassenmeyer, 1994). Empiriese modelle bestaan ook wat gebaseer is op langtermyn klimaatstoestande, met min direkte aandag aan die siekte-

siklus self (Stryzik, 1983; Vercesi *et al.*, 1994). Rosa *et al.* (1993) het byvoorbeeld 'n rekenaar program geskryf (PLASMO) wat donsige skimmel se ontwikkeling voorspel. Van die pas genoemde waarskuwings modelle/stelsels is al kommersieel verkoop as elektroniese voorspellingseenhede, soos die EnviroCaster (Travis *et al.*, 1994) en die Metos stelsel (Pessl, 2000) met elk hul eie voorspellingsagteware. Laasgenoemde stelsel is al gebruik in die Wes-Kaap.

#### 1.4.2 Sensitiwiteit van Metos-2 model

Een van die grootste tekortkominge van die model, is dat infeksie indikators nie sensitief genoeg aandui word nie (Vermeulen, 1999b). As voorbeeld word donsige skimmel uitbrake gerapporteer, maar in die tydperk word geen infeksieperiodes deur die Metos-2 model bereken nie. Enkel punt weerstasies in enige gebied in die Wes-Kaap is tans ook te min en ook nie altyd op die regte plek, om die model se sensitiwiteit na behore, teen werklike infeksie dae, te kan toets.

#### 1.4.3 Topografie rondom weerstasies

Donsige skimmel is afhanklik van sekere klimaatsvereistes, wat weer sterk beïnvloed word deur die topografie. Temperatuur is ongetwyfeld die enkel mees belangrikste aspek as dit kom by bergagtige topografie se klimaat. Skerp temperatuur gradiënte kan oor baie kort afstande voorkom en seisoenaal ook nog baie varieer (Steinhauser, 1967). Daaglikse maksimum temperature toon 'n goeie verwantskap met globale straling totale, terwyl minimum temperature weer baie meer area spesifiek is, veral met betrekking tot koue lug dreinerings (Barry, 1992). Die effek van hoogte bo seespieël op die vertikale verspreiding van reënval in bergagtige dele, is hoogs varieerbaar by verskillende geografiese lokaliteite (Salter, 1918). Atmosferiese voginhoud van die lug verminder redelik vinnig met toename in hoogte. In die laer troposfeer kan daar byvoorbeeld op 'n 3 km hoogte, maar slegs een derde soveel vog wees in die lug as teenoor seevlak (Fliri, 1967).

Na aanleiding van bostaande en die Wes-Kaap se bergagtige topografie is dit dus onwaarskynlik dat weerdata van 'n enkele weerstasie, verteenwoordigend van 'n groot area sal wees. Een weerstasie se gegewens mag dus die siekte infeksies aandui, terwyl 'n ander weerstasie weer niks aandui nie (weerdata val dalk net buite die Metos-2

model se afsny waardes), alhoewel die omgewing as 'n geheel onder 'n hoë siektedruk mag verkeer. Tussen enige twee weerstasies is daar dus onsekerheid in terme van die siektedruk wat daar heers. Die produsent sit dus met die dilemma van watter naaste weerstasie aan hom, om as riglyn te gebruik, vir toestande op sy plaas. Die naaste weerstasie se infeksievoorspellings is dus nie noodwendig altyd verteenwoordigend van die siektedruk en siektevoorkoms wat op sy plaas, oor die groot verskeidenheid van topografie plaasvind nie.

Indien daar op 'n vaste weerstasie besluit word, kan dit ook nog jare duur vir die produsent om die verwantskap te kry van die gegewe weerstasie se infeksie berekenings, teenoor die werklike infeksies wat by elke wingerdblok op sy plaas voorgekom het. Die produsent loop gevolglik die risiko, waar in die periode voor hy genoegsame kennis opgedoen het, hy 'n onderskatting of oorskatting mag maak, van die siektevoorkoms wat moontlik gaan uitbreek. So 'n scenario kan plaasvind, indien net die naaste weerstasie aan 'n gegewe produsent, se infeksievoorspellings elke keer gebruik word. Verder kan dit dan ook lei tot onnodige, groot oesverliese. Die ideaal is natuurlik vir produsente om elk een of meer weerstasies op hul plase te hê, maar weens verskeie redes is dit selde moontlik. Die gevolg is dus dat meeste produsente tans eerder gebruik maak van hul eie voorkomende, voor- of na-infeksie spuitprogramme, om sodoende die risiko so laag as moontlik te hou (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 1.4.4 Blaarnatheid

Blaarnatheid is een van die weerkundige elemente wat benodig word om primêre infeksie by donsige skimmel te bepaal, met die Metos-2 model. Om die duurte van blaarnatheid te definieer is moeilik, aangesien verskillende dele van enige gewas se blare en blaredak nat en droog is op verskillende tye (Huber en Gillespie, 1992). Om 'n sensor sodanig op te stel dat dit die gemiddelde blaarnatheid van al die blare binne in 'n gewas getrou kan naboots, is dus prakties moeilik uitvoerbaar. Faktore wat blaarnatheid beïnvloed sluit onder andere in straling, temperatuur, relatiewe humiditeit (RH), windspoed, oppervlakte, breedte en dikte van die blare, aanvanklike volume water, asook die dikte van die lagie vrywater bo-op die blare (Magarey *et al.*, 2004). Blaarnatheid en die duurte daarvan bly dus steeds 'n knelpunt van data

insameling en die behoefte vir 'n standaard tegniek om blaarnatheid te bereken, bestaan steeds. In die verhandeling is 'n regressie tegniek ontwikkel om hierdie spesifieke probleem aan te spreek (sien hoofstuk 4).

#### 1.4.5 Oprigting van blaarnatheidsensor

Daar bestaan tans nog nie 'n aanvaarde metingstandaard of opstelling vir die blaarnatheidsensor in die veld nie (Magarey *et al.*, 2004). Blaarnatheid duurte word gevolglik nie beskou as 'n ware landbouweerkundige veranderlike nie en dit lei tot 'n reeks van probleme (Sabatini *et al.*, 2005). Weens enige gewas se verskillende lae blare wat op verskillende tye nat en droog is, wys blaarnatheidsensors wat in verskillende dele van 'n gewas opgestel word, groot variasie in die metings van blaarnatheid (Penrose en Nicol, 1996). Verder veroorsaak die variasie in verskillende gewasse se plantstrukture, waarvan blaarnatheid bepaal moet word, dat die opstelling van die sensor noodgedwonge sal verskil, van een geval tot die volgende. Die hoek, aspek, binne of buite die lower, asook die hoogte wat die sensor bo die grond geplaas moet word, word dus bepaal deur die navorser self, vir sy eie unieke omstandighede en eksperimente. Daar heers by uitstek ook nog 'n relatiewe humiditeitsverskil binne en buite die lower, wat lei tot verskillende blaarnatheidswaardes binne en buite die lower. Die grofheid van die blaarnatheidsensor se oppervlakte, materiaal waarvan die sensor gemaak en konstante goeie geleiding van die sensor, is almal bydraende faktore wat die akkuraatheid van die sensor sterk beïnvloed en laat afneem (Barthakur, 1985).

#### 1.4.6 “Ja of Nee” waarskuwing

Die Metos-2 model gee tans net 'n kwalitatiewe (Ja of Nee) waarskuwing, wat aandui of primêre en/of sekondêre infeksie toestande reeds voorgekom het, al dan nie. Ten spyte van wat die donsige skimmel model voorspel, beheer baie produsente nog steeds die siekte op hulle eie ondervinding en metodes, aangesien vertroue in die bestaande modelle min is. Dit bring mee dat produsente soms op die verkeerde en/of onnodige tye donsige skimmel probeer spuit (Vermeulen, 1999b). 'n Model word benodig wat die persentasie en risiko van moontlike infeksies elke keer kan aandui, want dit gee die produsent meer inligting rakende die siekte, om daarvolgens dan beter besluitnemings kan maak vir die bestryding van donsige skimmel.



### 1.5 Doelwitte van hierdie Studie

- a) Om die Metos-2 model se akkuraatheid en betroubaarheid te toets teen historiese data.
- b) Om 'n verbeterde Donsige Skimmel Vroeg-Waarskuwings model (DSVW-model) vanaf die Metos-2 model te ontwikkel, deur dit nog meer akkuraat, betroubaar en gebruikers vriendelik te maak.
- c) Om die DSVW-model se akkuraatheid en betroubaarheid te toets teen veld-observasies vir verskillende tydperke, binne gegewe seisoene.

Omrede werklike gemete weerdata (afgelope week) elke keer gebruik is om die DSVW-model mee te loop en “voorspellings” mee te maak, kan dit nie as volwaardige voorspellings beskou word nie, maar eerder as vroeë waarskuwings gesien word. Die model “voorspel” egter wel dat daar binnekort (dui nie tydperk aan nie) 'n uitbreek van donsige skimmel mag plaasvind, gegee die historiese weerdata. In hierdie tesis word daar dus soms na die vroeë waarskuwings ook as “voorspellings” verwys en die nuwe verbeterde model sal voortaan as die DSVW-model bekend staan.

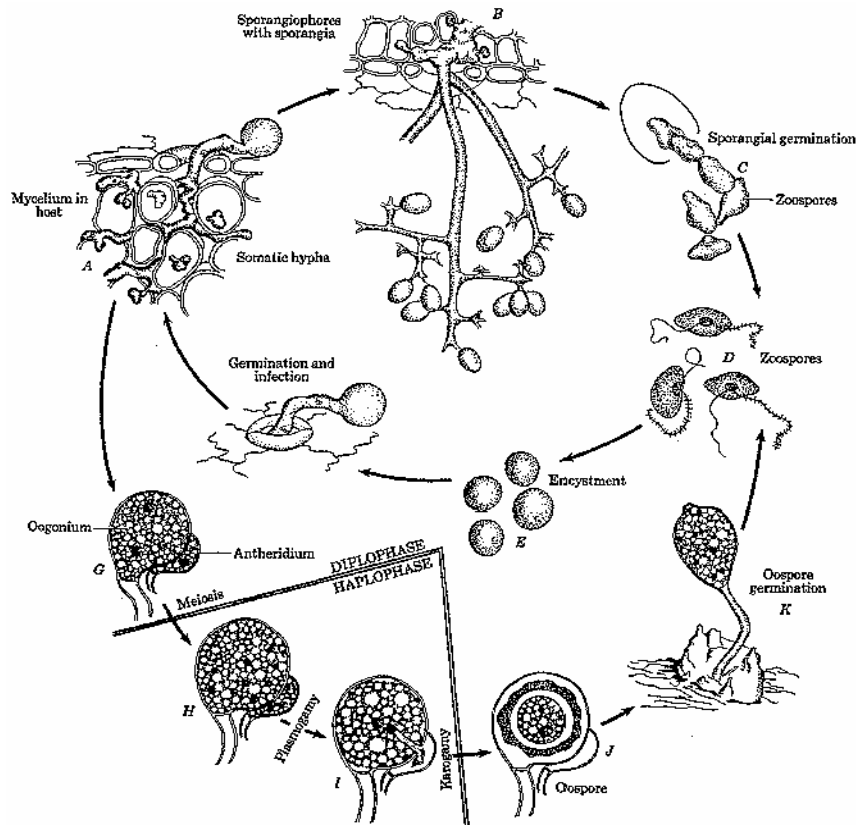
## HOOFSTUK 2 - LITERATUURSTUDIE, DONSIGE SKIMMEL OP DRUIWE

### 2.1 Donsige Skimmel Stamboom

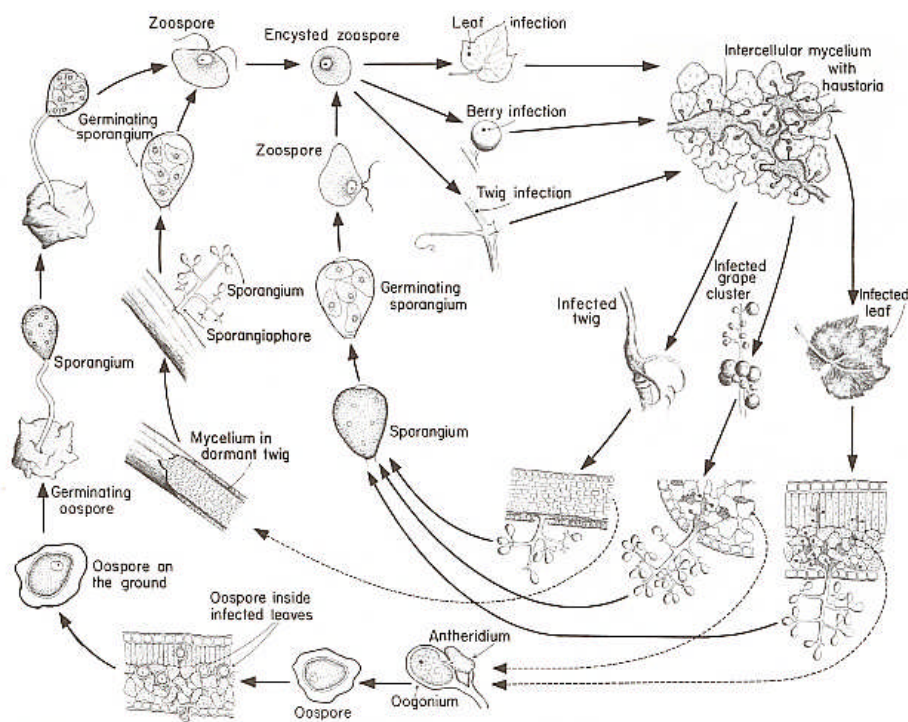
Die naam Mycota (swam) is afgelei van paddastoele (Grieks - *mykes*, Latyn - *fungus*), omrede hulle die swam die mees voordiehandliggend verteenwoordig. Die divisie van Mycota of swamme en skimmels, sluit die ware slym skimmels, naamlik Myxomycetes, die laer swamme, naamlik Phycomycetes en die hoër swamme genaamd Eumycetes in. Die Oomycetes is 'n groep wat val onder die Phycomycetes en kom in die water en op land voor. *P. viticola* asook *Phytophthora* en *Pythium*, behoort almal aan die Oomycetes groep (Schlegel en Schmidt, 1986). Volgens die nuwe indeling val *P. Viticola* egter onder die Chromista groep, filum Oomycota, orde Peronosporales en familie Peronosporaceae (Kirk *et al.*, 2004). Laasgenoemde gewese swam is nou as 'n pseudoswam geherklassifiseer en is een van die mees verwoestende patogene wat donsige skimmel by wingerd veroorsaak.

### 2.2 Lewensiklus van Donsige Skimmel

Figure 2.1 en 2.2 beeld die skematiese voorstelling van die lewensiklus van *P. viticola*, wat donsige skimmel by wingerd veroorsaak, uit. Figuur 2.1 is 'n verkorte en vereenvoudigde voorstelling van die lewensiklus, terwyl Figuur 2.2 'n meer volledige uiteensetting gee van die lewensiklus van *P. viticola*. Figuur 2.1 dui beide geslagtelike en ongeslagtelike voortplanting aan. Tydens ongeslagtelike voortplanting vorm sporangia op die vertakte sporangiofore (B). Elkeen van die sporangiums gee oorsprong aan twee tot tien soöspore, wat elk twee sweephare of flagellums bevat (D). Die soöspore infekteer blare, trosse en lote deur die huidmondjies en vorm dan siste op die plant materiaal (E). Intersellulêre swamdrade en suigorgane (haustoria), dring die plantselle binne en neem so voedingstowwe op, waarna sporangiofore weer van nuuts af ontwikkel (A). Tydens geslagtelike voortplanting verenig 'n manlike anteridium met 'n vroulike oögonium om uiteindelik oöspore te vorm (G). Die oöspore is hier dikwandig van aard, omrede dit weerstandbiedend moet wees vir die oorwinterings fase wat voorlê (H & I) (Lafon en Clerjeau, 1988). Die oöspore oorwinter op die grond en in geïnfekteerde blare, waarna dit verder ongeslagtelik reproduseer deur te ontkiem (K), sporangiums te vorm, wat weer soöspore produseer en elk twee flagellums besit (D) (Agrios, 1978).



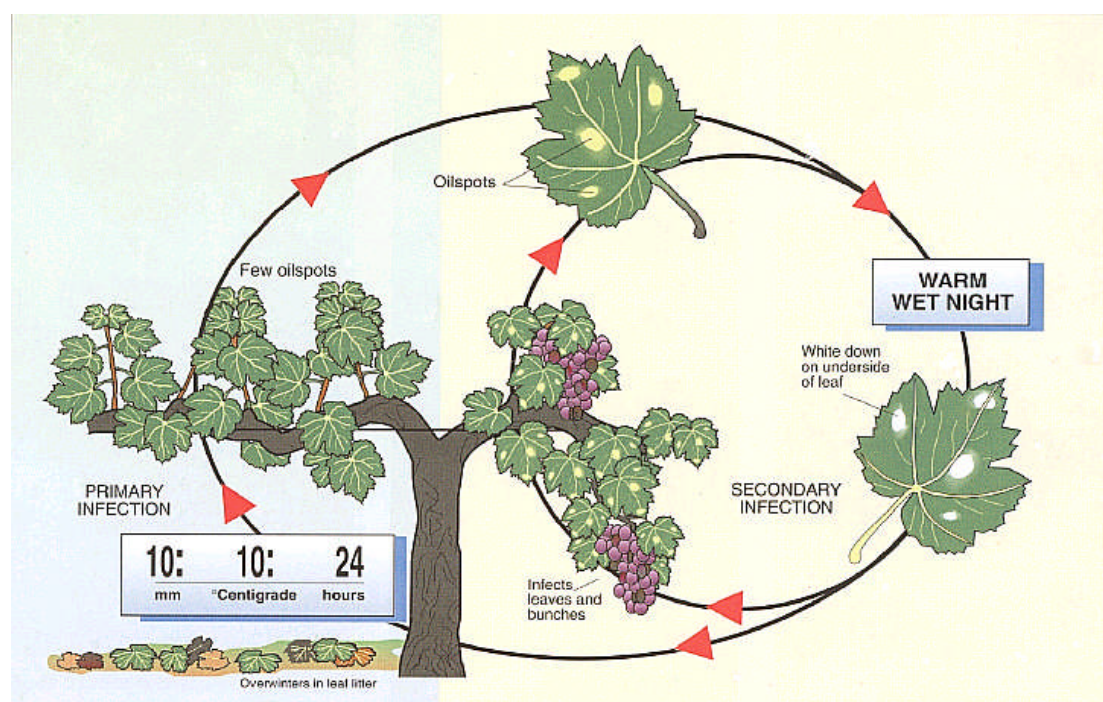
Figuur 2.1 Vereenvoudigde skematiese voorstelling van *Plasmopara viticola* se lewensiklus (Spencer, 1981).



Figuur 2.2 Volledige skematiese voorstelling van *Plasmopara viticola* se lewensiklus (Agrios, 1978). Die stippellyne dui die verloop van sekondêre infeksies aan wat plaasvind in 'n wingerd loot, druifwetroos en wingerd blaar.

## 2.3 Klimaatsvereistes in die Wingerd

Die ontwikkeling van donsige skimmel kan rofweg in vier stadiums opgedeel word, naamlik: oorwintering, verspreiding, primêre infeksie en laastens die sekondêre infeksie stadium. Elke patogeen benodig optimale klimaatsvereistes vir die verloop van sy infeksie siklus. By donsige skimmel is dit hoofsaaklik reënval, lugtemperatuur, relatiewe humiditeit en wind wat die belangrikste rolspelers is (Figuur 2.3). Donsige skimmel word egter die meeste bevoordeel deur die hoeveelheid vog in die grond, lug en plant. Om die rede is reënval die hoof komponent wat epidemies kan veroorsaak, volgens Travis *et al.* (2003). Lugtemperatuur is net ondergeskik en speel veral 'n belangrike rol by die vertraging of versnelling, tydens die ontwikkeling/inkubasie van die siekte.



**Figuur 2.3** Primêre en sekondêre infeksie vind plaas sodra die regte weerstoestande voorgekom het. Vir 'n primêre infeksie om in enige 24 uur tydperk voor te kom, moet daar ten minste 10 mm of meer reën val, terwyl die basis lugtemperatuur vir die tydperk 10 °C of meer moet wees (Magarey *et al.*, 1994a).

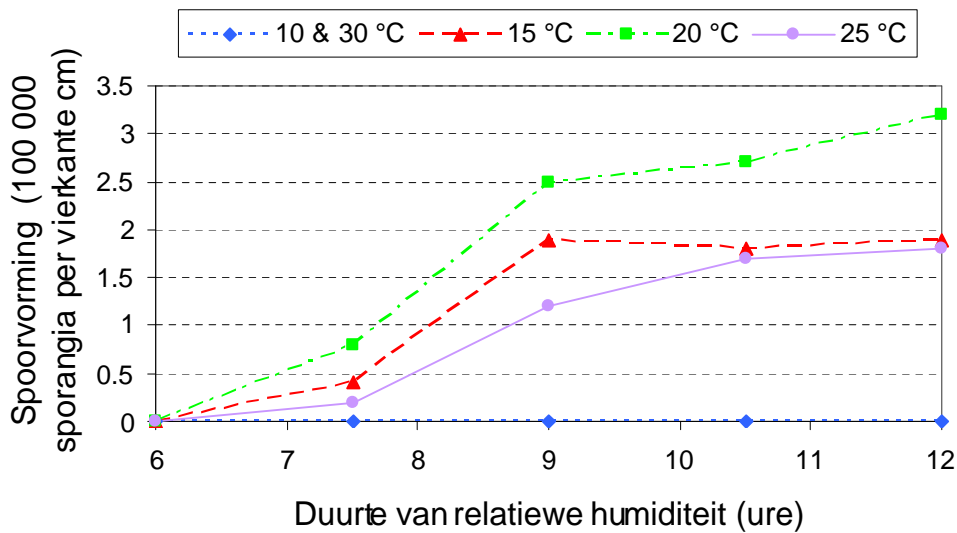
### 2.3.1 Oorwintering en ontkieming stadium

Donsige skimmel oorwinter hoofsaaklik as rustende spore (oöspore) in die grond, blare wat op die grond lê, druiwekorrels en lote. Dit kan ook voorkom in die blare

van stokke waarvan die blare nie afgeval het nie, a.g.v. matige winters en kan selfs oorleef as swamdrade in geïnfecteerde lote en ogies (Govi, 1983; Agrios, 1978). Die oöspore kan drie tot vyf jaar lank oorleef in blare wat in die grond lê en is in die tydperk bestand teen enige beskikbare swamdoder (Matthee en Heyns, 1969). Lugtemperatuur het in die tydperk min invloed op die oorlewing van die oöspore, maar vlak en vogtige gronde laat dit langer oorleef (Agrios, 1978).

Nat winters en nattigheid tydens die lente, met gronde wat dan vogtig en koel is, is belangrik vir die oöspore se oorlewing en ontkieming. Tesame daarmee moet die spore ook onderwerp word aan 'n aaneenlopende koue periode gedurende die winter, voor hulle sal ontkiem in die daaropvolgende lente of somer. Hoe koeler hoe beter, maar die oöspore sal egter nie benede 10 °C ontkiem nie (Matthee en Heyns, 1969). Nat somers aan die ander kant, bevoordeel weer die oorlewing en ontkieming van die sporangium en soöspore, wat voorkom op die wingerdplant. Tydens die lente raak die swam weer aktief en dit word beskou as die begin van die produksie stadium. Die oöspore ontkiem in die lente (Figuur 2.1, (K)) in water, sodra gemiddelde lugtemperatuur (24 uur tydperk) van 11 °C bereik is. Sporangiums ontwikkel dan, waarop soöspore gevorm word en deur reëndruppels verder versprei word (Lafon en Clerjeau, 1988).

Die miselium wat in ogies en blare oorwinter is “raar” en dit infekteer groen plantweefsel sodra die ogie begin groei in die lente (rondom September). By 'n 95 % tot 100 % relatiewe humiditeit en ten minste vier ure van donkerte, ontwikkel sporangiofore met sporangia (somerspore), wat bo-op die sporangiums geproduseer word (Lafon en Clerjeau, 1988). Die sporangiofore word deur die huidmondjies (kom voor op blare, trosdele en jong korrels) van geïnfecteerde plantweefsel geproduseer (sekondêre infeksie). Volgens Figuur 2.4 is die optimale lugtemperatuur in die tydperk vir spoorvorming in die orde van 20 °C (Lalancette *et al.*, 1988a). Geen spore word by 10 °C en 30 °C gevorm. Die sporangia kom later los van die sporangiofore, indien water beskikbaar is, om 'n ontbindings proses van selle te laat plaasvind. Wind se “skud aksie” maak ook die sporangia los, waarna die wind dan die “somerspore” of sporangia versprei tot hulle in vrywater, soöspore vrystel.



**Figuur 2.4** Effek van inkubasietyd en lugtemperatuur op die aantal sporangia van *Plasmopara viticola* wat geproduseer is, per eenheid area van 'n letsel. Geïnfekteerde plante is in 'n donker groeikamer geplaas en 'n konstante hoë relatiewe humiditeit en lugtemperatuur is deurgaans gehandhaaf. Elke punt is 'n gemiddelde van drie herhalings (Lalancette *et al.*, 1988a).

### 2.3.2 Verspreiding van swam

Die ergste uitbrake van donsige skimmel word voorafgegaan deur 'n nat winter, gevolg deur 'n nat lente en 'n warm somer, met gereelde reënbuie ongeveer elke agt tot vyftien dae (sien hoofstuk 3, primêre infeksie). Hierdie toestande verseker die oorlewing van oöspore, hulle ontkieming gedurende die lente en die uiteindelijke verspreiding binne 'n wingerd en ook na ander wingerde toe (Magarey en Wachtel, 1991). Soöspore en sporangia word hoofsaaklik deur reën en wind versprei. In die lente spat reën en soms besproeiingsdruppels die soöspore wat reeds gevorm het, teen die plant materiaal op, terwyl die vrywater dien as medium waarmee die soöspore kan swem, na die huidmondjies van die blare en lote, asook lentiselle van die wingerd se trosse (Magarey *et al.*, 1994a). Die spore gebruik die vrywater om te versprei op die plant. Wind, insekte en grond oordrag (bv. grond aan skoene, motor en trekker bande), versprei die somerspore na ander wingerde (Robertson, 1988). Spore kan dus oor groot afstande versprei, onder gunstige weerstoestande. Literatuur kon nie opgespoor word wat die presiese effek van wind op die verspreiding van donsige skimmel spore, beskryf nie. Navorsing het egter wel al bewys dat wind beslis 'n

bydrae lewer tot die verspreiding van die spore, maar die grootte-orde en op watter maniere dit alles kan plaasvind, is nog grootliks onbekend (Magarey en Wachtel, 1991).

### 2.3.3 Primêre infeksie

Donsige skimmel se siektesiklus is al deeglik deur verskeie navorsers bestudeer en beskryf (Magarey *et al.*, 1994a; Lafon en Clerjeau, 1988; Marais, 1981). In die lewensiklus van donsige skimmel, kan die swam vir drie tot vyf jaar as weerstandbiedende, spoordraende oöspore, in ou geïnfekteerde materiaal (blare, trosse en lote), wat bo-op en binne die grond voorkom, oorleef. In streke met matige winters mag die swam ook oorwinter in wingerde se ogies (Pearson en Goheen, 1998) of in oorblywende blare op die stokke.

Alle donsskimmel infeksies vind gewoonlik aan die onderkant van die duiweblare plaas, aangesien die meeste huidmondjies daar voorkom. Sodra die onderste blaar van 'n loot ongeveer twee sentimeter lengte bereik het, is die lote self gewoonlik tien sentimeter lank (Matthee en Heyns, 1969). Dan sal die 10:10:24 reël in werking tree (Magarey *et al.*, 1994a) (Figuur 2.3). Dit beteken in kort dat daar in 24 uur, ten minste 10 mm of meer reën moet voorkom, terwyl die basis lugtemperatuur (24 ure) vir die tydperk 10 °C of meer moet wees (Magarey *et al.*, 1994a). Soöspore wat reeds in die grond vrygestel is, word letterlik met windaksies en reëndruppels opgespat, vanaf die grond na die groen vatbare weefsel van die plant. Die soöspore gebruik dan hul sweephare om tot by die huidmondjies te swem en vorm daar siste. Die swam kan slegs die plant infekteer deur gebruik te maak van werkende oop huidmondjies en gevolglik word slegs die plantdele met funksionele huidmondjies aangetas. Net twee tot drie ure se blaarntheid is nodig tydens die 10:10:24 periode vir infeksie om suksesvol te wees (Magarey *et al.*, 1994a). Volgens Burger en Deist (1998), duur die hele ontkiemings- en infeksieproses van een en 'n half tot drie uur by 22 °C tot 24 °C.

Besproeiing selde veroorsaak primêre infeksies, aangesien ander gesamentlike omgewingstoestande dan gewoonlik ongunstig is, soos byvoorbeeld te hoë gemiddelde lugtemperatuur as die son sou skyn (Magarey *et al.*, 1994a). Daarenteen mag slegs klein hoeveelhede reënval, wat volg op 'n besproeiing, wel voldoende wees

vir infeksie om plaas te vind, aangesien die toestande dan meer gunstig is en die lower dan ook lank genoeg nat gebly het vir die swam om te ontkiem en die plant te infekteer (Magarey *et al.*, 1994a). Die tydperk wat die plantmateriaal nat moet wees vir die soöspore om te kan infekteer, is verder sterk afhanklik van lugtemperatuur (Wallin, 1967; Blaeser en Weltzien, 1979; Lalancette *et al.*, 1988b). Opeenvolgende periodes van reënval lei tot die produksie van meer jong, ontvanklike lote, met werkende huidmondjies en gevolglik vind infeksie dan makliker plaas (Lafon en Clerjeau, 1988). Blare en lote naaste aan die grond oppervlakte word meestal eerste geïnfekteer. Wanneer die blare se oppervlakte ongeveer ses vierkante sentimeter bereik het, begin die huidmondjies aktief raak en slegs dan kan die patogeen die huidmondjies infekteer. Die blare is daarna deurentyd vatbaar vir die siekte (Matthee en Heyns, 1969).

Nadat die soöspore geënsisteer het, ontkiem die siste en vorm hulle kiembuisies, wat op die oppervlak van die wingerd blare groei. Hulle dring dan die huidmondjies binne, groei intersellulêr en leef daar van die plantmateriaal (Figuur 2.1, (B)), voor die eerste simptome van die siekte te voorskyn kom. Die tyd van ontkieming tot penetrasie is minder as 90 minute (Lafon en Clerjeau, 1988). Vanaf infeksie tot en met die eerste verskyning van simptome, staan as die inkubasieperiode bekend. Volgens Agrios (1978) is die tydperk voor oliekolle verskyn in onbehandelde wingerde, ongeveer 5 tot 18 dae en is onderworpe aan die heersende lugtemperatuur, humiditeit en die betrokke kultivar se gevoeligheid. Gemiddelde somer lugtemperatuur in die Wes-Kaap is meestal baie gunstig vir korter inkubasieperiodes (Marais, 1973). Die inkubasieperiode is krities as dit kom by die beheer en bestryding van die siekte en kan wêreldwyd wissel van vier dae in die somer (Nov., Des., Jan. en Feb.), tot soveel as 25 dae in die kouer maande (Sept. en Okt.) (Orlandini *et al.*, 1991b; Rosa *et al.*, 1995). Die inkubasieperiode word die meeste beïnvloed deur die lugtemperatuur, maar blaas ouderdom, kultivar en humiditeit speel ook 'n belangrike rol (Lafon en Clerjeau, 1988). Hoe nader aan die optimum lugtemperatuur dit raak, hoe korter raak die inkubasieperiode.

Die optimum lugtemperatuur vir die ontwikkeling van die swam is ongeveer 25 °C en die uiterstes weerskante toe is 10 °C tot 30 °C (Pearson en Goheen, 1998). Volgens



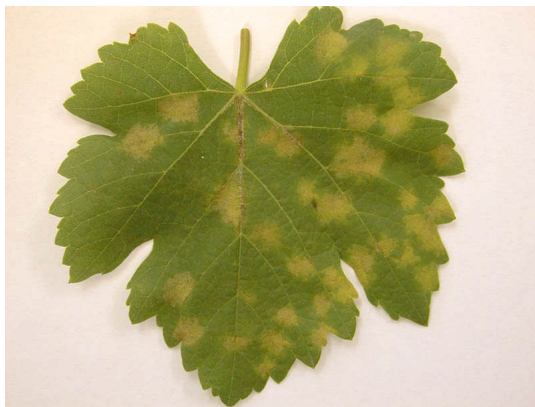
Lafon en Clerjeau (1988) is die optimum lugtemperatuur vir die biologiese prosesse vanaf 22 °C tot 25 °C. Die gemiddelde lugtemperatuur vir die Boland in September is ongeveer 15 °C en dit neem geleidelik toe tot omtrent 22 °C tydens Desember maande. Die swam ontwikkel optimaal wanneer die dag se uurlikse lugtemperatuur in die orde van 25 °C heers, terwyl die swam kan groei binne grense wat strek van 10 °C tot 30 °C (Agrios, 1978). Bo 30 °C en onder 10 °C gaan die spore nie ontwikkel nie (Figuur 2.4), omrede dit dan te warm of koud raak (Lalancette *et al.*, 1988a). Letsels wat soos geel oliekolle vertoon, verskyn meestal binne 5 tot 18 dae na infeksie (Fourie en Vermeulen, 2000). Hierdie tekens of letsels word gewoonlik eerste op die blare opgemerk. Die infeksie en ontwikkeling van die siekte wat hier beskryf is, staan bekend as primêre infeksie. Die aantal primêre infeksies is gewoonlik laag met een tot drie oliekolle wat ontwikkel vir elke 50 m in 'n wingerd ry (Magarey *et al.*, 1994a).

#### 2.3.4 Sekondêre infeksie

Sekondêre infeksie kan slegs 'n primêre infeksie opvolg, nadat oliekolle reeds verskyn het (Figure 2.5 en 2.6). Tydens warm, vogtige nagte groei sporangiofore uit die huidmondjies, aan die onderkant van oliekolle. Miljoene sporangia wat op die sporangiofore vorm, ontwikkel gewoonlik gedurende die nag. Infeksie vind hoofsaaklik vroeg-oggend plaas, omrede blootstelling aan sonlig die sporangia of somerspore onaktief maak (Pearson en Goheen, 1998). Groot hoeveelhede somerspore word nou geproduseer en aan die onderkant van die letsels word 'n wit donsige groei waarneembaar (Figure 2.7 en 2.8), vandaar die siekte se naam. Die potensiaal van die sporangiofore om weer sporangia te vorm, neem af met ouderdom, maar die swamdrade binne die plantweefsel produseer gereeld nuwe sporangia of bly aktief groei. Dit het tot gevolg dat ou oliekolle of letsels weer nuwe sporangiofore met sporangia kan produseer (Fourie en Vermeulen, 2000).

Reënval van 10 mm of meer en 'n blaarnatheid periode van een en 'n half tot drie aaneenlopende ure of langer, is nodig vir die ontkieming van spore om plaas te vind (Agrios, 1978). Magarey en Wachtel (1991) beweer reënval van slegs een tot drie millimeter is nodig in 'n enkele warm (gemid. temp.  $\geq 13$  °C vir vier ure), vogtige nag ( $RH \geq 95$  %), om sekondêre infeksies te veroorsaak. Reën, dou, mis en besproeiing

kan dus almal die proses aan die gang sit. Volgens Magarey *et al.* (1994a) ontwikkel spore aan die onderkant van die oliekolle, na ten minste vier ure van donker, met 'n gemiddelde lugtemperatuur van 13 °C of meer. Lugtemperatuur moet gemiddeld eerder 11 °C of meer wees en die relatiewe humiditeit moet 98 % oorskry, volgens (Magarey *et al.*, 1994b). Tesame daarmee moet die lower ook vir twee tot drie ure nat wees tydens skemer, vir ontkieming en penetrasie om plaas te vind en so sekondêre infeksies te induseer.



**Figuur 2.5**

**Figuur 2.5** Donsige skimmel simptome aan die bokant van 'n druiveblaar (Vermeulen, 2003).



**Figuur 2.6**

**Figuur 2.6** Selfde simptome as by Figuur 2.5, maar net verder gevorderd (Bates, 2004).



**Figuur 2.7**

**Figure 2.7 en 2.8** Wit donserigheid (spore) ontwikkel regoor die oliekolle aan die onderkant van die druiveblare, sodra warm, vogtige nagte voorkom (Bates, 2004).



**Figuur 2.8**

Die sporangia wat tydens primêre infeksie ontwikkel het, ontkiem nou op die lower en stel dan soöspore in vrywater vry. Dieselfde proses as by primêre infeksie vind nou plaas. Die soöspore gebruik die vrywater om daarin te swem en die blare deur die huidmondjies te infekteer. Onder optimale toestande is die tydperk vanaf ontkieming tot penetrasie by sekondêre infeksie minder as 90 minute (Agrios, 1978). Na 'n inkubasieperiode, word nuwe spore geproduseer tydens warm, vogtige nagte.

Die spore word hoofsaaklik deur wind en in 'n mindere mate reën, na aanliggende plante en wingerde versprei. Die spore infekteer daar en veroorsaak opnuut oliekolle en/of geïnfekteerde trosse. Die siekte kan geweldig vinnig versprei, veral as die omgewingstoestande gunstig is. Slegs een nag van gunstige toestande kan 20 tot 50 oliekolle op een plek, laat vermeerder tot maklik 100 000 nuwe oliekolle in die nabye omgewing (Magarey *et al.*, 1994a). Op die manier kan alle wingerdplante binne 'n radius van 50 m vanaf die spesifieke kol besmet word. As in ag geneem word dat dieselfde situasie heers vir al die ander oliekolle op ander plekke, kan totale wingerdblokke so besmet word en tot algehele oesverliese lei, in slegs een nag van infeksie. Die areas waar die meeste donsige skimmel voorkom is gewoonlik die dele wat baie vogtig is, soos afgeskermdes gebiede of laagliggende gebiede (Magarey *et al.*, 1994a). Oorhoofse besproeiings areas wat langer benattingsperiodes ondergaan, kan ook daartoe aanleiding gee (Magarey *et al.*, 1991b).

Sterk winde kan die sporangia oor groot afstande waai en siekte toestande veroorsaak, sodra die sporangia op plantmateriaal beland. Reënbuie en warm, vogtige nagte wat daarop volg, laat die sporangia dan toe om te ontkiem en infekteer en so ontstaan nuwe infeksies. Die duurte en hoeveelheid reën wat voorkom in 'n spesifieke tydperk, bepaal grootliks die infeksie intensiteit en gevolglike siekte uitbraak wat daarna gaan voorkom. 'n Nat winter, gevolg deur 'n nat lente en warm somer met baie reën, kan tereg grootskaalse infeksies tot gevolg hê (Magarey en Wachtel, 1991).

Die swam se seisoenale siklus kom tot 'n einde (teen einde somer, begin herfs), wanneer geslagtelike bevrugting tussen twee gedifferensieerde en aangeswolle ente van miselium drade voorkom en 'n oöspoor gevorm word. Dié spore is rond en donkerbruin met 'n dik omhulsel. Ou geïnfekteerde blare wat afval, raak later vrot en

stel dan die soöspore in die grond vry (Perold en Phil, 1926). Die swam gaan nou sy oorwinteringstadium binne. Spoorvrystelling, ontkieming en infeksie kan verskeie kere deur die seisoen plaasvind, sodra gunstige toestande ontstaan en dit kan lei tot epidemiese afmetings, soos wel die geval was gedurende die 1977 en 2001 seisoene in Suid-Afrika (Stipp, 2002).

## 2.4 Simptome

### 2.4.1 Blaar simptome

Die swam se sporangia wat op die blare gevorm word, dien gewoonlik ook as bron van infeksie vir die druiwekorrels. Perold en Phil (1926) beweer alle groen dele van die wingerdplant word aangeval, die trosse, lote en veral die blare word die meeste aangetas. Blaarinfeksies wys geel of rooibruin areas aan die bokant van die blare, waar weefsel al dood is (Figure 2.9 en 2.10) en dienooreenkomstig kom wit, donsige groei aan die onderkant van die blare (Figure 2.11 en 2.12) voor, na warm, nat nagte. Ligbruin dele op die blare is weefsel wat al begin doodgaan (Figuur 2.13). Ruby Cabernet se kolle kan byvoorbeeld selfs rooi vertoon (Magarey *et al.*, 1991a).



**Figuur 2.9**

**Figuur 2.10**

**Figure 2.9 en 2.10 Die twee figure toon twee druiwe blare met verskillende stadiums van donsige skimmel simptome aan die bokant van die druiwe blare (Babadoost, 2001).**

As warm weer egter heers, droog die kolle se sentrale dele gewoonlik eerste uit en raak bruin tot rooibruin van kleur, met die buitenste ring wat geel bly (Figure 2.10 en 2.13). Ou blare wat infeksie opgedoen het se simptome bly relatief klein, vertoon geel-bruin en is grootliks beperk tot die fynste dele van die blaar (Figuur 2.14) (Magarey *et al.*, 1991a).



**Figuur 2.11**



**Figuur 2.12**

**Figure 2.11 en 2.12** Gevorderde stadiums van wit donserigheid (spore), wat aan die onderkant van die druiveblare ontwikkel het na warm, vogtige nagte voorgekom het (Fisher *et al.*, 2000).



**Figuur 2.13**

**Figuur 2.13** Bruin kolle (dooie weefsel) wat geleidelik groter raak, ontstaan later in die middel van die geel oliekolle, soos wat die blare verder ontwikkel (Fisher *et al.*, 2000).



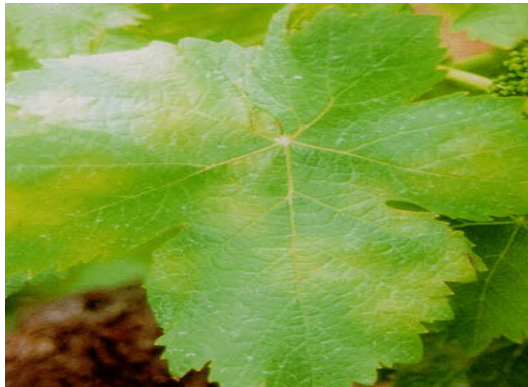
**Figuur 2.14**

**Figuur 2.14** By ou blare wat geïnfecteer word, bly die simptome relatief klein, vertoon geel-bruin en is grootliks beperk tot die fynste blaar-are (Fisher *et al.*, 2000).

As die blare baie ernstig besmet is, val dit af en 'n vermindering van suiker akkumulاسie vind in die vrug plaas, wat op sy beurt weer die plant se weerstand verminder (Agrios, 1978). Sommige spuitstowwe soos Paraquat, sekere insekte en beserings kan ook blaarval veroorsaak, volgens Magarey *et al.* (1991a) en kan dan maklik verwar word met donsige skimmel se simptome.

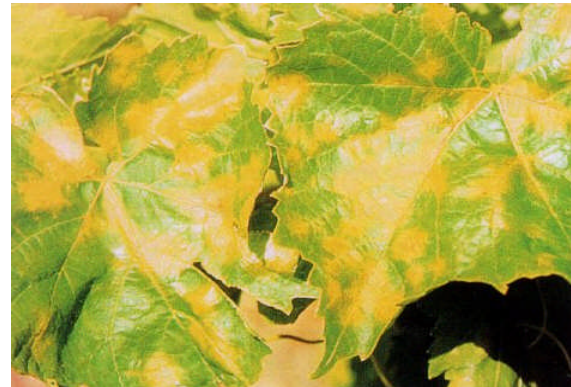
Soms is donsige skimmel uitbrake moeilik sigbaar en word eers ontdek wanneer die siekte versprei het en meer oliekolle sigbaar raak (Fisher *et al.*, 2000). Hier moet daar

mooi gelet word om die siektesimptome raak te sien (Figuur 2.15). As die blare eers ernstig besmet is, neem oliekolle vinnig die grootste deel van die blaar oor (Fisher *et al.*, 2000). Hier kan ernstige besmetting duidelik waargeneem word (Figuur 2.16). Jong blare wat pas geïnfekteer is, neem 'n tydjie voor die skade aan die blare begin toon (Figuur 2.17).



**Figuur 2.15**

**Figuur 2.15** Soms is donsige skimmel uitbrake moeilik sigbaar en word eers ontdek wanneer die siekte versprei het en meer oliekolle sigbaar raak (Fisher *et al.*, 2000).



**Figuur 2.16**

**Figuur 2.16** As die blare eers ernstig besmet is, neem oliekolle vinnig die grootste deel van die blaar oor (Fisher *et al.*, 2000).



**Figuur 2.17** Die jonger blaar aan die linkerkant wys nog geen skade weens donsige skimmel infeksie nie, terwyl die ouer blaar aan die regterkant se skade meer prominent is (Hellman en Kamas, 2002).

#### 2.4.2 Tros-loot simptome

Infeksie van trosse is eers bruin en olierig, en na warm en nat nagte ontwikkel wit, donsige swamgroeï op die geïnfekteerde trosdele (Figure 2.18 en 2.19). Al die korrels is vatbaar tot en met ertjiekorrel stadium (korrels dan vyf tot ses millimeter in

deursnee), waarvan die jongste korrels voor ertjiekorrel stadium die mees vatbaarste is (Magarey *et al.*, 1994a). Jong korrels bevat huidmondjies waardeur kiembuise van ontkiemende soöspore die korrels binnedring, tot in die korrels se plantweefsel. Die patogeen ontwikkel dan daar en na 'n sekere periode, afhange van die weerstoestand wat daarop volg, word sporangiofore gevorm (Figuur 2.2) wat deur dieselfde lentiselle na buite gestoot word. Die sporangiofore bevat spore, wat aan die buitekant van die jong korrels vrygestel word (Vermeulen, pers. komm., 2003).



**Figuur 2.18**

**Figuur 2.18** Wit spore het ontwikkel het op die bloeiwyse, nadat infeksie voorgekom het (Fisher *et al.*, 2000).

**Figuur 2.19**

**Figuur 2.19** Wit spore op 'n jong tros, tydens ertjie korrel grootte stadium (Vermeulen, 2003).

Figuur 2.20 toon die skade aan 'n tros wat net na blom geïnfekteer was. Die vatbaarheid van die korrels neem egter af namate hulle verder ontwikkel (Burger en Deist, 1998). 'n Wit donsige swamgroeï kom hier voor, wat maklik verwar kan word met witroes. Die trosstingels en tros ankers bly egter vatbaar, al het die korrels ertjie-grootte stadium bereik. Simptome van die trosse hang af van die tydperk wanneer infeksie plaasgevind het. Korrels wat voor die stadium geïnfekteer is, verhard gewoonlik soos 'n rosyntjie en ontwikkel 'n pers skakering, waarna dit donkerbruin raak (Figuur 2.21 en 2.23), krimp en uiteindelik van die trosse afval (Fourie en Vermeulen, 2000). Die volwasse korrels is redelik bestand teen infeksie, maar kan uitdroog en afsterf as die korrels of trosse se stingels geïnfekteer word. Die geïnfekteerde korrels is aanvanklik bruin en olierig, raak dan meer pers, verkrimp

mettertyd en val dan af (Figuur 2.21) (Magarey *et al.*, 1994a). Korrels van die tros of die hele tros se korrels mag afval as mens daaraan vat of sterk winde waai. Tydens ernstige infeksies wat blaarval kan veroorsaak, mag die ontblote trosse bykomend sonbrand opdoen en gevolglik raak die trosse dan selde ryp (Magarey *et al.*, 1994a). Met sonbrand skade sit die korrels egter vas en val nie af nie (Vermeulen, pers. komm., 2003).



**Figuur 2.20**

**Figuur 2.21**

**Figuur 2.20** Die skade aan 'n geïnfekteerde tros net na blom (Hellman en Kamas, 2002).

**Figuur 2.21** 'n Ryp tros wys uitgedroogte korrels, wat bruin verkleur het en toe afgesterf het weens infeksie (Vermeulen, 2003).

'n Tros wat alreeds halfpad ontwikkel het na volwassenheid of ouer (Figuur 2.22), toon nie die laag van donsige swamgroeï nie. Interessant is dat die swart kultivars se korrels rooi vertoon (Figuur 2.23) die wit kultivars se vrugte weer dowwe groen vertoon (Figuur 2.24). Op die einde raak feitlik al die korrels bruin, krimp in 'n mate, maar bly egter hard (Figuur 2.23) (Vermeulen, pers. komm., 2003). Hoe meer volwasse die korrels raak, hoe kleiner raak die kans vir die siekte om voor te kom, maar dit is egter nie dieselfde geval vir die stingels nie, volgens Magarey *et al.* (1994a).

Gesonde korrels raak sagter (Figuur 2.24) soos dit die volwasse stadium nader of ryp word, terwyl geïnfekteerde korrels wat eers laat in die seisoen geïnfekteer was, bruin en hard bly en later selfs kan afval. Net soos die trossies, vertoon die jong, groen lote wat aangeval word ook 'n bruin en oliegekleurde kleur en wys later die swamgroeï (Fourie



en Vermeulen, 2000). Die lote wat so geïnfecteer is, is gewoonlik effens geswel en krul om soos 'n herder se stok (Figuur 2.25) (Vermeulen, pers. komm., 2003). Die lote kry later 'n swart kleur, verdroog en sterf af. Onder epidemiese toestande kan jong stokkies, een tot drie jaar oud, baie erg beskadig word en selfs afsterf (Burger en Deist, 1998).



**Figuur 2.22**

**Figuur 2.22** Dele van die tros se korrels het al afgesterf (Babadoost, 2001).



**Figuur 2.23**

**Figuur 2.23** Volwasse druifwetrose met korrels wat reeds afgesterf en nou rosyntjie-agtig vertoon, terwyl van die korrels reeds afgeval het (Vermeulen, 2003).



**Figuur 2.24**

**Figuur 2.24** Sommige korrels van 'n volwasse druifwetrose het sag geraak, as gevolg van donsige skimmel se infeksie (Vermeulen, 2003).



**Figuur 2.25**

**Figuur 2.25** 'n Jong wingerd loot is besmet en het afgesterf (Vermeulen, 2003).

## 2.5 Siektebeheer

Die siektedruk in 'n wingerd word hoofsaaklik bepaal deur die hoeveelheid siekte en aantal spore teenwoordig in die wingerd (Magarey *et al.*, 1994a). Die toestande binne elke wingerd word weer bepaal deur die huidige weerstoestande wat heers van dag tot dag. Volgens Suid-Afrika se klimaat strek die gevaar tydperk vir donsige skimmel vanaf September tot Desember, alhoewel infeksies steeds tot einde April kan voorkom (Vermeulen, pers. komm., 2003). Goeie bestuurspraktyke in die tydperk is dus van kritiese belang, wat beteken dat die regte besluite en aksies op die regte oomblik geneem moet word (Magarey *et al.*, 1994a). Vir die mees doeltreffend beheer van donsige skimmel is die tipe swamdoder, toedieningstye en die metode van toediening uiters belangrik. Elke jaar word baie spuitstowwe onnodig aangewend, aangesien dit op die verkeerde tye toegedien word en verkeerde gifstowwe gebruik word (Magarey *et al.*, 1994a). Deur verkeerde siektebeheer besluite te neem, kan die produsent groot skade berokken, weens die feit dat die siekte langdurige skade of oorhouskade aan die plant kan veroorsaak (de Kock, 1995). Onvoldoende reserwe energie opbou weens blaarval, veroorsaak oorhouskade. Benewens die feit dat verskeie siektes jaarliks voorkom in wingerde, kan vroegtydige beheermaatreëls egter steeds toegepas word om donsige skimmel uitbrake grootliks te beperk. Passiewe en aktiewe wingerdpraktyke is albei ewe noodsaaklik om werklik effektiewe beheer van donsige skimmel uit te oefen.

### 2.5.1 Passiewe siektebekamping

Passiewe bekamping behels gewoonlik 'n eenmalige bestuurspraktyk, wat voor aanplanting van enige wingerd beplan en uitgevoer moet word. Die topografie speel 'n belangrike rol by die aanplant van nuwe wingerd, aangesien hoë lugtemperatuur, hoë reënval en vogtige gebiede tydens die lente en vroeë somer sodoende in 'n groot mate vermy kan word. Donsige skimmel floreer in toestande waar die plant, grond en lug se voginhoud hoog is (Travis *et al.*, 2003). Reënval en hoë humiditeit is die belangrikste weerkundige faktore as dit kom by die uitbreek van donsige skimmel (Travis *et al.*, 2003). Langdurige nat toestande in die grond, moet so ver moontlik verminder word en die relatiewe humiditeit mag nie te hoog raak binne 'n wingerd nie. Gronde se dreineringsmoëte moet vooraf reg beplan word, om doeltreffend ontslae te kan raak van oortollige water (Lafon en Clerjeau, 1988). Binne perke gesê, hoe

vogtiger en warmer die gronde, hoe makliker en meer spore oorleef in die grond, aangesien dit meer optimum toestande daarstel vir die spore om te oorleef (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Praktyke wat daarop gemik is om lugsirkulasie binne die lower te verbeter en gevolglik afdroging te verhaas, help baie om donsige skimmel beter te beheer (Travis *et al.*, 2003). Die humiditeit in enige wingerd kan laag gehou word deur die wingerd se ry-rigting, ry-spasiëring en ligging so te beplan, dat dit wind turbulensie verhoog. Die ry-rigting kan byvoorbeeld in lyn met die dominante wind vanaf September tot Desember, vir die betrokke omgewing geplant word, en die ry-spasiëring kan effens groter gemaak word in 'n wingerd. Winde wat so makliker die lower kan binnedring, help met die “afskud” en “afdrogings-effek” van reën, dou en besproeiingsdruppels op die lower. Terselfdertyd help dit ook om die humiditeit wat in wingerde heers te verlaag (Fourie en Vermeulen, 2000), as gevolg van die winde se laer RH buite die wingerde, wat meng met die hoër RH lug, binne wingerde.

Nouer gespaseerde wingerde is gewoonlik effens vogtiger en warmer, as gevolg van meer respirasie en transpirasie wat in die wingerd se blare plaasvind. Die maksimum rywydte in die Wes-Kaap vir wingerde is ongeveer drie meter (Vermeulen, pers. komm., 2003). Breër rywydtes is nie ekonomies vir die aantal stokke per hektaar wat aangeplant word nie. Rywydtes se primêre doel is egter trekker beweging en grondvog bewaring by droëland verbouing en nie om lugsirkulasie en die voginhoud daarvan te verander nie. Die swam benodig aaneenlopende water (vrywater) vir infeksies en bogenoemde maatreëls beperk dus die aantal infeksies wat andersins kon plaasvind. Die hoofdoel is dus om enige lug sirkulasie binne die wingerd wat laer RH veroorsaak en uitdroging kan versnel, dienooreenkomstig te probeer nastreef (Fourie en Vermeulen, 2000). Dele met min tot baie min wind, baat veral by die soort beplanning. Die teoreties gesproke “gesonder” wingerde, met of sonder enige chemiese bespuitings, as gevolg van effektiewe wingerd bestuur, kan uiteindelik tog 'n groter oes gee, vergeleke met nouer wingerde wat meer siektes mag opdoen. Alleenlik toegepaste lower bestuur, kan ook baie bydrae om afdroging te help versnel (Vermeulen, pers. komm., 2003).

### 2.5.2 Aktiewe siektebekamping

Aktiewe wingerdpraktyke, in teenstelling met passiewe wingerdpraktyke, is 'n voortdurende proses en moet jaarliks herhaal word. Sekere bewerkings praktyke en chemiese spuitprogramme word hier toegepas. Meeste produsente in die Wes-Kaap maak van 'n voorkomende spuitprogram gebruik, terwyl ander ook nog bykomend van 'n voor infeksie en/of 'n na-infeksie spuitprogram gebruik maak (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 2.5.2.1 Bewerkings praktyke

Tydens elke wingerd seisoen moet die lowerbestuur, onkruidbeheer, besproeiing en bemesting so bestuur word om baie digte lowergroei grootliks te verminder of heeltemal te voorkom. Dit is noodsaaklik om maksimum deurligting in die wingerd te probeer vestig, sodat die blare, lote en trosse so vinnig moontlik kan afdroog, na reën en/of besproeiing. Punte van lote wat reeds infeksies opgedoen het, moet afgesnoei en verwyder word, om die verspreiding van die siekte sodoende te stop of te vertraag (Lafon en Clerjeau, 1988). Enige blare wat afgeval het en vry is van siektes, moet ook so gou moontlik verwyder word, deur dit byvoorbeeld om te spit in die grond in, aangesien oöspore daarin kan oorwinter as dit bo-op die grond lê. Ander plantmateriaal op die grond, hetsy met of sonder spore, moet verkieslik verwyder word en mag wel suksesvol wees op klein skaal, maar is ongelukkig onprakties op 'n groter skaal, vanweë te veel arbeid en kostes daaraan verbonde (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 2.5.2.2 Chemiese beheer

Die fokuspunt van bestryding moet lê op die voorkoming van primêre infeksies, net voor en net na blom, terwyl sekondêre infeksies wat daarop volg, in die somer beheer moet word (Magarey *et al.*, 1994a). Die heersende weerstoestand gaan bepaal wanneer bespuit moet word. Aangesien die eerste primêre infeksies, meestal twee tot drie weke (soms lank voor dit al) voor blom kan plaasvind, behoort die regte beheermaatreëls alreeds dan in plek te wees. As die siekte reeds die vorige jaar voorgekom het, is dit dan nog belangriker om voorsorg te tref, weens die moontlikheid van spore wat dan oorwinter het. Indien die toestand vir moontlike infeksies betreklik laag is (lae siektedruk) en tyd en geld 'n faktor is, kan slegs die

mees vatbaarste kultivars bespuit te word. Vanaf so vroeg as 1981 het *P. viticola* reeds weerstandbiedende gene ontwikkel teen sommige chemiese middels in Frankryk, Suid-Afrika, Switserland en Uruguay. Om die maksimum effek van die chemiese middels te verkry, moet daar seker gemaak word om elke keer net die beste middels moontlik te gebruik vir bestryding van die swam (Agrios, 1978).

Twee tipe chemiese middels word gebruik vir die beheer van donsige skimmel, naamlik 'n kontak en 'n sistemiese of lokaal sistemiese middel (Magarey *et al.*, 1994a). Vir goeie beskerming met 'n kontak middel, moet die hele blaar bedek word met die chemiese middel, met ander woorde die bo en onderkant van die blaar. By 'n sistemiese middel hoef net een kant van die blaar benat te word. Die middel word hier deur die blare opgeneem en dan na die teenoorgestelde kant van elke blaar versprei. Al die blare van 'n wingerd moet steeds deeglik benat word, aangesien die middel net blare kan beskerm waarop spuitstof beland het. Die gif self kan ongelukkig nie verder versprei na ander blare toe nie (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Drie spuit tegnieke bestaan wat gevolg kan word, naamlik 'n voorkomende, net voor-'n infeksie en 'n net na-infeksie metode (Fourie en Vermeulen, 2000; Magarey *et al.*, 1994a). Nie een tegniek is noodwendig meer effektief as die volgende nie en 'n kombinasie van die drie metodes word steeds deur baie produsente toegepas. Navorsing te Nietvoorbij, het reeds getoon dat 'n kombinasie tegniek (twee of meer van pas genoemde metodes) meestal die beste resultate lewer, alhoewel dit gewoonlik duurder is en meer grond en lug besoedeling veroorsaak, as teenoor die voor- of na-infeksie metodes alleen (de Kock, 1995).

#### 2.5.2.2.1 Voorkomende spuitprogram

'n Voorkomende spuitprogram hou meer voordele as nadele in vir die produsent en derhalwe maak meeste produsente tans steeds gebruik van hierdie beheer. Dit beteken in effek dat produsente 'n herhalende spuitprogram (14 dag spuit siklus of 21 dag siklus) moet volg, wat gereelde bespuitings benodig, ongeag of die weerstoestand gunstig is vir die ontwikkeling van die siekte, al dan nie. Dit maak die metode baie veilig, maar terselfdertyd ook baie duur, veral as in ag geneem word dat kontak en chemiese middels se kostes vandag hoog is (Fourie en Vermeulen, 2000). Onnodige

mannekrag en tyd wat aangewend word, op tye wanneer geen siekte voorkom, dra verder by tot hoë kostes. Gereelde bespuitings dra ook by tot grond, lug en omgewing besoedeling, sodat produsente wat druiwe uitvoer soms sukkel, aangesien baie streng reëls en regulasies van toepassing is op die uitvoer van druiwe wat met enige kontak en chemiese middels behandel is (SPT, 2005).

Teoreties gewys is die wingerd feitlik deur sy hele groeifase gevoelig vir infeksies, maar ernstige infeksies rondom blomtyd kan druiwetrosse doodmaak en so aanleiding gee tot selfs algehele oesverliese (Balasubramaniam *et al.*, 1993). Die voorkomende spuitprogram moet dus 'n aanvang neem, sodra sommige kultivars se lote min of meer 10 cm lengte bereik het. Dit is dan ongeveer drie tot vier weke na bot, wat blomtyd insluit en tot voor ertjiekorrel grootte bereik word. Gereelde toedienings van 'n swamdoder is voortaan noodsaaklik en om die siekte effektief te bestry moet kontak, sowel as sistemiese middels gebruik word. Goedkoper kontakmiddels kan byvoorbeeld by uitstek toegedien word tydens min of geen vooraf voorspelde reën (minder as 10 mm) of wanneer min of geen siektedruk voorkom het. Die persentasie voorspellings en hoeveelheid reën wat moontlik kan voorkom, soos voorspel deur die Suid-Afrikaanse Weerdiens (SAWD), kan vir die doel gebruik word. Sodra swaar reën voorspel word van  $\geq 10$  mm, kan die duurder sistemiese middels aangewend word. Indien dit feitlik elke week meer as tien millimeter reën, moet sover moontlik elke twee weke, in plaas van elke drie weke bespuit word, maar tydens blomtyd moet die bespuitings vermeerder word tot minstens elke week, aangesien die tydperk krities vatbaar is vir donsige skimmel (Fourie en Vermeulen, 2000). Die metode verseker doeltreffende beskerming vir die vinnig groeiende lower. Soos wat die seisoen vorder (na die kritiese tydperk) kan die periode stadig verleng word tot 'n 21 dag skedule (Magarey *et al.*, 1994a). Dit moet so volgehou word tot oestyd, waarna selde enige bespuiting van swamdoders gemaak hoef te word (Fourie en Vermeulen, 2000).

Sodra primêre infeksies egter reeds voorgekom het, moet daar direk daarna met sistemiese middels opgevolg word. Enige nuwe plantegroei wat na die laaste bespuitings gemaak is, word nie deur die toegediende kontakdoder beskerm nie. Om voorkomende bespuitings te maak kort na reën, kan soms onvoldoende of selfs oneffektief wees, omrede die vrywater op die lower die gifstowwe verdun en dit ook

laat afloop (Magarey *et al.*, 1994a). Ten minste 24 uur moet gewag word na 'n bui reën, voor enige bespuitings gedoen word, om sodoende die wingerd kans te gee om voldoende af te droog, sodat die swamdoder deeglik kan “vasklou” op die lower. Bykomend kan verdere swaar reën en lang oorhoofse besproeiings, die pas toegediende spuitstowwe van die lower afwas en so die kanse nog verder verhoog vir die siekte om makliker te infekteer. Na sulke gebeure moet daar weer bespuit word en seker gemaak word dat die bedekking voldoende is. Swaar reën kan die gronde ook te nat maak vir trekker verkeer en kan so veroorsaak dat etlike dae verbygaan, voor die gronde genoeg uitgedroog het vir implemente om in die wingerde te kom, om verder chemiese beheer toe te pas. Dit verhoog die siekte se kans net nog meer om vinnig te vestig. Lug bespuitings as laaste uitweg is ongelukkig nie moontlik nie, weens geen gifstof wat huidiglik nog vir die doel in die Suid-Afrika geregistreer is nie en dit boonop onwettig is om op die manier toedienings van enige swamdoder vir donsige skimmel te maak (Vermeulen, 1999a). Prakties gewys is die wingerd se blaredak boonop gewoonlik baie dig en aangesien dit vertikaal groei, kan gifstowwe nie die hele lower maklik binnedring en deeglik benat soos vereis word nie. Hierdie tegniek is dus sover nog uiters oneffektief in die praktyk (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Wind is 'n belangrike faktor wat nie altyd na behore in ag geneem word nie. Geen effektiewe bespuitings van chemiese middels kan plaasvind wanneer die windspoed ongeveer  $> 4 \text{ m.s}^{-1}$  wai nie. Die windspoed waarin gewerk kan word, hang af van faktore soos byvoorbeeld die wingerd se ry-rigting t.o.v. die heersende wind, die heersende windrigting, die trekker se spoed, ensomeer. Laasgenoemde en ander faktore kan selfs verhoed dat enige bespuiting gemaak kan word met 'n windspoed wat wissel tussen  $1 - 4 \text{ m.s}^{-1}$  (Vermeulen, pers. komm., 2003). Met gereelde en soms sterk winde wat in die Wes-Kaap voorkom, veral tydens die wingerd se piek groeiseisoen (Okt. tot Des.), is dit nie altyd moontlik vir die produsent om swamdoders toe te dien, juis wanneer dit verlang word nie. Soos met te nat gronde, kan sterk winde enige spuitprogram met etlike dae vertraag en sodoende die risiko van donsige skimmel uitbrake verhoog. Een van die groot voordele van 'n voorkomende spuitprogram, is die feit dat vorige toedienings van sistemiese middels in 'n mate as buffer kan dien teen toekomstige infeksies. Dit help byvoorbeeld veral wanneer nat gronde en sterk winde die produsent vir te lank uit sy wingerde hou, om byvoorbeeld

sy veertien dag siklus van herhaalde bespuitings toe te pas. Met die voorkomende spuitprogram word noukeurige monitering van wingerde en deeglike beplanning vereis, om effektiewe beheer van donsige skimmel vol te hou (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 2.5.2.2.2 Voor-infeksie spuitprogram

Die voor-infeksie spuitprogram is 'n meer konserwatiewe benadering, maar die risiko van oesverliese is laer, vergeleke met die na-infeksie strategie, waar eers opgetree word nadat infeksie reeds voorgekom het. Produsente wat nie die siekte kan of wil monitor nie, gebruik die voor-infeksie strategie. Hierdie strategie behels dat daar slegs bespuit moet word net voor infeksie kan plaasvind, gewoonlik voordat reën voorkom (Magarey *et al.*, 1994a). Produsente maak hier gewoonlik van algemene weervoorspellings gebruik om hulle vroegtydig van moontlike reënbuie te waarsku. Die beheer van primêre infeksie is noodsaakliker as om sekondêre infeksies te probeer voorkom, aangesien sekondêre infeksies voortspruit uit primêre infeksies. Die kostes en epidemiese skade wat sekondêre infeksies kan veroorsaak, maak dit uiters belangrik om die siekte te beheer, voor die uitbreek of sodra dit verskyn het. Siektebeheer is dus reeds nodig vroeg in die seisoen, wanneer die plant nog aktief besig is om te groei. Finansiële werk dit gewoonlik goed vir baie groot wingerde, weens minder bespuitings oor 'n seisoen, vergeleke met byvoorbeeld die voorkomende spuitprogram, waar meer gereelde toedienings regdeur die seisoen gemaak moet word. Die tegniek is ook handig vir wingerde op swaar, kleierige en swak gedreineerde gronde, wat implement toegang beperk sodra dit gereën het, en die gronde dan te nat raak vir verdere beheer (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Die toediening kan drie dae of selfs tot een uur voor die weerstoestande gunstig geraak het vir die ontwikkeling van die siekte, toegedien word, afhangende van die tipe chemiese middel wat dan gebruik word. In teenstelling met die voorkomende spuitprogram, moet hier net sistemiese middels gebruik word, aangesien die reën wat binnekort verwag word, enige kontakmiddels sal afwas en die plant dan onnodig blootstel aan moontlike infeksies. Indien nat weerstoestande voorspel word deur die SAWD, moet die wingerd telkens voor die tyd bespuit word en 'n deeglike benatting van die lower gemaak word met 'n sistemiese swamdoder. Sistemiese middels word



deur die blare opgeneem en enige spore wat daarna ontkiem en die blaar probeer infekteer, word dan deur die sistemiese middel binne in die blaar doodgemaak. Dit is belangrik dat geregistreerde swamdoders gebruik word om die wingerde mee te behandel, aangesien foute nie nou herstel of bekostig kan word nie. Met die voor-infeksie tegniek is tyd en goeie 7 - 14 dag weervoorspellings die grootste probleem en kan faktore soos sterk wind en swaar reën, groot verliese veroorsaak (Fourie en Vermeulen, 2000).

#### 2.5.2.2.3 Na-infeksie spuitprogram

Indien produsente nie van die voorkomende spuitprogram gebruik wil maak nie, om sodoende kostes te bespaar, word die na-infeksie spuitprogram deur LNR Infruitec - Nietvoorbij aanbeveel. Produsente moet egter in gedagte hou dat hierdie bestrydingstegniek 'n groter risiko inhou, volgens Vermeulen (pers. komm., 2003). Hierdie benadering behels dat daar eers opgetree word, nadat toestande gunstig geraak het vir infeksie, volgens die 10:10:24 reël. Die voordeel van na-infeksie beheer is dat minder bespuitings nodig is, met 'n groter effektiwiteit en laer uitset koste, maar die produsent loop steeds die risiko dat die siekte groot verliese kan veroorsaak. Tyd is hier van kritiese belang en slegs een dag waar daar te laat opgetree word, kan ernstige verliese tot gevolg hê. Die voorwaarde vir die strategie is dat dit verkieslik toegepas moet word in streke waar die gemiddelde siektedruk laag is (ongunstige weerstoestande), van een seisoen tot die volgende. Met die na-infeksie tegniek kan die siekte sodoende verhoed word om verder te versprei en goeie beheer steeds volgehou word (Fourie en Vermeulen, 2000).

Produsente sonder enige weerstasie inligting tot hulle beskikking probeer gewoonlik nadat 'n bui reën geval het, die volgende dag so gou moontlik spuit, terwyl die tipe na-infeksie spuitprogram wat gevolg word, wissel van produsent tot produsent. Meeste produsente wat nie gebruik maak van weerdata en modelle nie, het met die jare eie ondervinding opgebou op hulle plaas en weet watter kultivars op watter dele van hulle plaas sensitief vir donsige skimmel is, al dan nie. Om goeie beplanning en beheer vol te hou, moet die wingerde verkieslik regdeur die gevaarperiode noukeurig gemonitor word. As gevolg van "beperkte" inligting sonder modelle, kan daar eers gereageer word met 'n spuitprogram, sodra die siekte sy visuele verskyning gemaak

het deur middel van oliekolle (Figuur 2.15). Die siekte het dan in effek reeds uitgebreek en is besig om verder te versprei.

Daarenteen het produsente wat wel gebruik maak van outomatiese weerstasies se weerdata en waarskuwings modelle van LNR Infruitec-Nietvoorbij (na-infeksie spuitprogram), die groot voordeel dat hulle weekliks deur die gevaar periode van donsige skimmel uitbrake, op hoogte kan bly van moontlike swam infeksies. Wingerde hoef slegs in die spesifieke tydperke noukeurig gemonitor en bespuit te word, om so nog meer effektiewe beplanning en beheer te verkry. Die 10:10:24 reël word gebruik om te bepaal wanneer die weerstoestande gunstig geraak het vir primêre infeksie (Magarey en Wachtel, 1991). Laasgenoemde reël word gebruik om primêre infeksie toestande van donsige skimmel te bepaal, met outomatiese weerstasies se sagteware, van LNR Infruitec-Nietvoorbij. 'n Sistemiese swamdoder moet so gou moontlik toegedien word na 'n moontlike infeksie, maar voor oliekolle verskyn. By die toediening van die swamdoder is faktore soos die regte toedieningstempo en korrek gekalibreerde masjinerie van groot belang. Daar moet seker gemaak word dat die blaredak behoorlik bedek word, om goeie beheer te verseker. Deur by die na-infeksie spuitprogram te veel toedienings van dieselfde middel te spuit, kan dit lei tot die swam se weerstand wat opbou teen die betrokke chemiese middel (Magarey *et al.*, 1994a). Oliekolle se ontwikkeling kan grootliks voorkom word deur betyds te spuit. Indien daar langer as drie tot vier dae gewag word, nadat infeksie reeds plaasgevind het, sal enige beheer vinnig minder effektief raak, aangesien sekere oliekolle alreeds mag verskyn het.

Sistemiese bespuitings wat gedoen word nadat oliekolle reeds hulle verskyning gemaak het, word as “genesend” beskou. Slegs die geel oliekolle word dan doodgemaak, maar die swam self oorleef meestal en bly steeds aktief op die res van die blaar se groen dele. Tydens die oliekolle fase, het spoordraers of sporangiofore nog nie by die huidmondjies gevorm nie, weens die afwesigheid van warm, vogtige nagte en kon spore dus nie vrygestel word nie. Die swamdoder sal gevolglik slegs verdere verspreiding van die swam na ander groen dele van die plant beperk, maar die skade wat reeds gedoen is, kan nie omgekeer word nie. Al die geel oliekolle waarop die gif beland het, sal ook nie groter raak nie. 'n Sistemiese swamdoder moet so gou

moontlik toegedien word sodra oliekolle voorkom of weer verskyn na warm, nat nagte met gemiddelde lugtemperatuur van 13 °C en hoër. Dit word gedoen om sodoende die ontwikkeling van nuwe kolle te verhoed, sporulering laag te hou en beskerm die plant teen sekondêre infeksies (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Reënval in die orde van 10 mm of meer per dag, oor verskeie dae, was die kontak gedeelte van sistemiese swamdoders van die plantdele af (Magarey *et al.*, 1994a). Te nat gronde en sterk winde het hier die grootste impak, aangesien die tydperk vir effektiewe beheer hier die kortste is van die drie tipe spuit tegnieke. Onder gunstige toestande kan sekondêre infeksies, wat baie nat toestande opvolg, epidemiese afmetings aanneem. Tesame met faktore soos onder andere swak beplanning, verkeerde swamdoders en verkeerde aanwending, lei maklik tot geen beheer van die siekte nie (Magarey *et al.*, 1994a). Aan die ander kant kan oorversigtigheid lei tot onnodige duur bespuitings by lae infeksies. Die na-infeksie strategie kan steeds doeltreffend toegepas word as produsente presies weet wat elke dag in die wingerd gebeur en vooruit beplanning strategieë moet dan ook in plek wees. Van die drie tipe tegnieke, dra die produsent hier die grootste risiko, want faktore buite sy beheer kan sy siekte bestrydingsmetode gedeeltelik of heeltemal oneffektief kan maak, met daadwerklike ernstige nagevolge (Fourie en Vermeulen, 2000).

## 2.6 Topografie se Invloed

Topografie is 'n redelike statiese eienskap van die fisiese landskap en word onder andere beskryf deur hoogte bo seespieël, aspek en helling. Hierdie drie topografiese faktore speel 'n baie belangrike bydrae ten opsigte van onder andere wingerdsiektes in die Wes-Kaap (Schulze, 1997). Volgens Tyson (1987) bepaal die hoogte en ligging van die land tot 'n groot mate die lugtemperatuur in Suid-Afrika. Daaglikse maksimum lugtemperatuur word byvoorbeeld heelwat minder geaffekteer deur topografie, vergeleke met die minimum lugtemperatuur, grootliks as gevolg van onder andere atmosferiese turbulensie wat naby die grond oppervlakte plaasvind (Tyson, 1987). Topografie met veral baie berge skep dus unieke meso-klimaat gebiede oor relatief kort afstande in die berge en dit kan lei van geringe tot groot verskille in hierdie betrokke klimaat gebiede. Een kant van 'n berg mag miskien warm en droog wees, terwyl die ander kant weer koeler en nat is. Vlaktes en die plato van 'n berg,

teenoor byvoorbeeld die valleie en terrasse, kan die weerstoestande by tye ook drasties van mekaar verskil. Lugtemperatuur, RH, reënval, asook ander weerkundige elemente toon almal hierdie onderlinge verskille (Barry, 1992).

### 2.6.1 Aspek

Afhangende van die grootte en hoogte van 'n berg of bergreeks, kan die aspek geringe tot groter verskille in lugtemperatuur, wind en reënval tot gevolg hê. Die Wes-Kaap is meer as 30 grade suid van die ewenaar geleë en kry die noordelike gedeeltes van bergreekse gemiddeld deur die jaar meer son en gevolglik heers hoër lugtemperatuur daar teenoor die suidelike dele. Hoër lugtemperatuur gee aanleiding tot laer lug relatiewe humiditeit, met droër toestande as gevolg van die atmosferiese aanvraag wat dan hoër is en gevolglik meer verdamping veroorsaak (Barry, 1992).

Die atmosfeer is in 'n voortdurende toestand van turbulensie, waarbinne die beweging van lug altyd plaasvind (Preston-Whyte en Tyson, 1988). Die suidoos wind is redelik dominant en by tye stormsterk in die Wes-Kaap gedurende die somermaande (ongeveer Oktober tot Februarie) en dit val grotendeels saam met donsige skimmel se siektegevaartydperk. Berge se aspekte wat in 'n suidoostelike rigting wys, ontvang dus gemiddeld in die somermaande meer wind. Die topografie van die Kaapse Skiereiland speel 'n rol by die rigting en die sterkte van die wind, sodat die suidoos wind veral sterk oor die Kaapse vlakte waai (Van Heerden en Hurry, 1983). Plante se lower raak makliker en vinniger van hul vrywater ontslae, weens sterker winde se afdrogings-effek. Verder help sterker winde verdamping op die blare aan, na 'n bui reën, besproeiing en selfs dou wat op die blare en elders gevorm het. Hoe droër die lug en sterker die wind waai, hoe vinniger is die verdamping en afdrogingsprosesse (Barry, 1992).

Orografiese opheffing van lugmassas vind plaas met berge se aspekte wat wys in die rigting van aankomende winde. Tydens onstabiele weerstoestande veroorsaak orografiese opheffing van lugmassas, meer reën aan die berg se heersende wind kant, vergeleke met die teenoorgestelde kant (Gedzelman, 1980). Weens faktore soos verskillende weerstelsels, topografie en ligging is daar nie noodwendig 'n vaste aspek

wat deurgaans minder reën ontvang vergeleke met ander nie en wissel dit van een area tot die volgende (Barry, 1992).

### 2.6.2 Helling

Steil hellings het nie juis 'n groot invloed op wingerdsiektes nie, aangesien wingerd meestal nie aangeplant word op hellings steiler as 30 grade nie (Vermeulen, pers. komm., 2003). Hellingswinde waai opwaarts (anabaties) met die helling langs in die dag en afwaarts (katabaties) in die nag. Die betrokke winde is minder as 20 m hoog en word gou deur meso-skaal winde van groter as  $5 \text{ m.s}^{-1}$  “geabsorbeer”. Anabatiese winde begin gewoonlik twee ure na sonop waai en bereik 'n maksimum teen die middel van die dag, terwyl katabatiese winde ongeveer twee ure voor sononder begin. Die anabatiese winde se presiese tyd van ontstaan, hang af van die helling se oriëntering ten opsigte van die son en beide tipe winde kan snelhede van tot  $40 \text{ m.s}^{-1}$  bereik, soos wat die geval byvoorbeeld in Antarktika is.

Hoe steiler en langer die hellings en hoe groter die verskil in lugtemperatuur van die onder na die bokant van 'n helling, hoe vinniger kan die twee tipe winde waai (Linacre, 1992). Meso-skaal, anabaties en katabatiese winde kan dus weens die invloed van die tipe helling, koel of koue lug vervoer na laerliggende of hoërliggende dele en so wingerde in die gebiede meer kwesbaar maak vir siektes, weens veranderde relatiewe humiditeit en lugtemperatuur verskille. Hellings veroorsaak ook vogtiger toestande aan die voetenent van berge, as gevolg van afloop en dreinerings van water en koue lug (Barry, 1992). As die hellings reg benut word deur byvoorbeeld grond kontoere en windbreke aan te bring, wat koue lug kan wegvoer of afkeer, kan dit tot voordeel van die produsent strek.

### 2.6.3 Hoogte bo seespieël

Hoogte bo seespieël varieer met afstand en veroorsaak groot verskille in die makro-, meso- en mikro-klimaat oor tyd. Op meso-skaal vlak (1 - 10 km) en makro-skaal vlak (meer as 10 km), kan hoogte bo seespieël optree as 'n buffer teen vogdraende lugmassas wat reën veroorsaak. Voorbeelde hiervan is die Hawekwa berge (pieke van > 1000 m bo seespieël) aan die weste kant en die Sonderend berge (pieke > 1000 m bo seespieël) aan die suidekant van die Wes-Kaap, gedurende die wintermaande.

Wingerde word buiten vir die vlaktes, ook aan die voeten van pas genoemde berge aangeplant, met hellings van nie steiler as 30 grade nie. Bergreekse kan ook vogtige lug opdruk, deur middel van orografiese opheffing en so kry bergreekse wat onderhewig is aan heersende winde nie net meer reën nie, maar ook meer reëndae en daarmee saam meer reën per dag (Schulze, 1997). Die Franschhoek berge (pieke van > 1000 m bo seespieël) strek noordoos-suidwes en is 'n goeie voorbeeld waar van Suid-Afrika se hoogste reënval weerstasies voorkom, met 'n gemiddelde jaarlikse totale reënval in die orde van 2100 mm (IGKW Databank, 2005).

Hoër liggende gebiede is die hooforsaak van laer temperature, terwyl die vervaltempo van lugtemperatuur wissel met die omgewing, seisoen en of lugtemperatuur ter sprake is. Die vervaltempo is die hoeveelheid grade Celsius wat lugtemperatuur kan toeneem of afneem vir elke 100 m, met verandering in hoogte bo seespieël (Barry, 1992). Onder sekere toestande van atmosferiese stabiliteit kan koue lug gedurende die nag afbeweeg na die laerliggende vlaktes en valleie en so selfs ryp veroorsaak (Gedzelman, 1980). Hoogte bo seespieël het dus in die Wes-Kaap met al sy baie bergreekse, 'n groot effek op veral die reënval en lugtemperatuur. Laasgenoemde twee klimaatselemente bepaal onder andere die relatiewe humiditeit en blaarnatheid wat in wingerde ondervind word en die kombinasie van die vier weerkundige elemente (reënval, lugtemperatuur, relatiewe humiditeit en blaarnatheid) se gemete waardes, kan op hulle beurt weer aanleiding gee tot gunstige of ongunstige toestande vir infeksie met donsige skimmel.

## 2.7 Historiese Donsige Skimmel Modelle

Donsige skimmel voorspellings en ander tipe modelle bestaan reeds vanaf die vroeë 1900. Die modelle se hoofdoel is daarop gemik om die uitbreek van die siekte te probeer voorspel. Verskeie tipe modelle is al ontwikkel en elkeen gebruik ander parameters as insette.

### 2.7.1 Inkubasie-kalender

In Europa is daar een van twee metodes van waarskuwing in gebruik, nadat primêre infeksie reeds plaasgevind het. Die een maak van 'n vooraf opgestelde inkubasie-kalender gebruik (Baldacci, 1950; Muller en Sleumer, 1934; Stellwaag, 1954; Zachos,

1959) en die ander van meteorologiese en fenologiese data (Amphoux en Bernon, 1954; Frezal, 1954; Martines, 1954). Du Pisani (1969) het beide tegnieke in Suid-Afrika getoets, waar hy daaglikse meteorologiese en fenologiese data van 'n aantal waarnemingspunte, tesame met 'n opgestelde inkubasie-kalender gebruik het, om die uitbreek van donsige skimmel te probeer bepaal. 'n Waarskuwingsdiens is hierna saamgestel, gebaseer op die inkubasie-kalender, waarbinne 'n sekere aantal dae na gunstige periodes vir donsige skimmel infeksie geheers het, opgetree moes word (Matthee en Heyns, 1969). Hierdie diens, verskaf deur Departement Landbou, het tot in 1976 in die Wes-Kaap bestaan, maar is toe weens praktiese probleme gestaak.

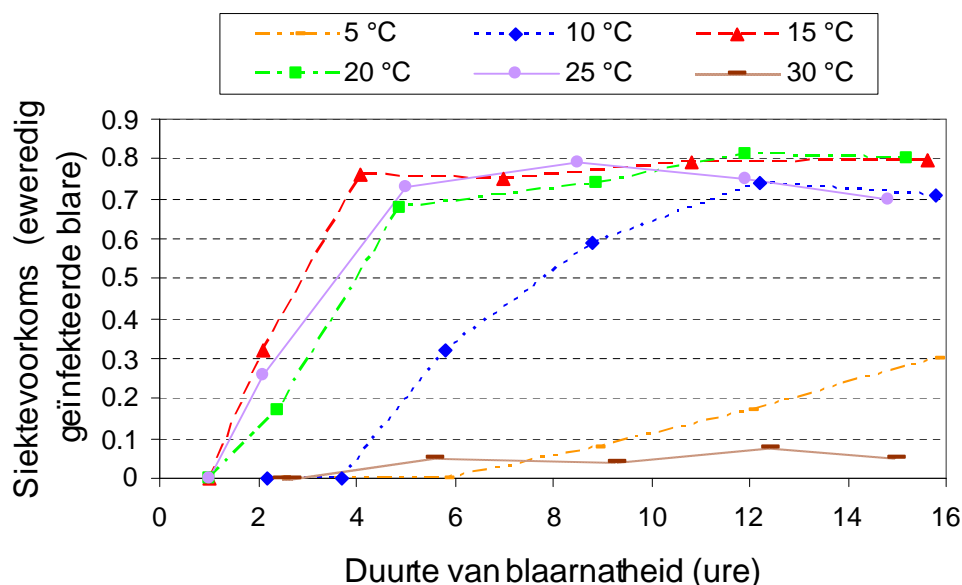
### 2.7.2 Modelle wat weerstoestande gebruik

Donsige skimmel se biologiese ontwikkeling en gevolge met optimum weerstoestande, is al heelwat navorsing oor gedoen en berig (Muller en Sleumer, 1934; Goidanich, 1959; Zachos, 1959; Blaeser en Weltzien, 1978 en 1979; Lalancette *et al.*, 1987; Hill, 1991; Magarey en Wachtel, 1991). Die presiese verwantskap tussen die omgewing se faktore soos lugtemperatuur, blaarnatheid en relatiewe humiditeit, tot die infeksie en spoorvorming van donsige skimmel, is sterk afhanklik van die druiwe spesie of kultivar. Dit neem byvoorbeeld 'n langer duurte van blaarnatheid en/of relatiewe humiditeit vir die swamspore om 'n infeksie te veroorsaak by *V. Lambrusca*, as vir *V. vinifera* (Lalancette *et al.*, 1988b). Neogen Inc. het 'n donsige skimmel waarskuwing sisteem ontwikkel (Anoniem, 1993; Travis *et al.*, 1994), wat onder andere gebruik maak van gepubliseerde modelle van Lalancette *et al.* (1988a en 1988b), vir die infeksie van *V. lambrusca* en spoorvorming van die swam op geïnfekteerde *V. lambrusca*.

Die kwantitatiewe model wat Lalancette *et al.* (1988a) ontwikkel het, beskryf spoorvorming van *P. viticola* op wingerd. Figuur 2.4 wys die aantal spore wat gevorm word by sekere lugtemperatuur en met 'n sekere duurte (ure) van blaarnatheid en 'n konstante RH, vir die tydperk van meer as 90 %. Geen spoorvorming het plaasgevind by 10 °C en 30 °C nie, maar by 15, 20 en 25 °C het die aantal spore geleidelik toegeneem, soos wat die blaarnatheid se tydsduurte verleng is. Na sewe en 'n half ure RH, het die aantal spore by 15, 20 en 25 °C egter skerp begin toegeneem tot by 9 ure van relatiewe humiditeit. By die 20 °C kurwe het die meeste spore

gevorm na 12 ure van blaarnatheid, terwyl die 15 °C kurwe vanaf 9 tot 12 ure van RH, feitlik konstant gebly het. Die 25 °C het ook 'n geringe toename getoon in spoorvorming vanaf 9 ure RH tot by 12 ure van relatiewe humiditeit.

Lalancette *et al.* (1988b) het verder gegaan en ook 'n siektevoorkoms en infeksie effektiwiteitsmodel vir *P. viticola* op Amerikaanse wingerde opgestel. Dit is gebaseer op lugtemperatuur en duurte van blaarnatheid. Figuur 2.26 wys siektevoorkoms van donsige skimmel wat toeneem (geïnfekteerde blare), soos wat die duurte van blaarnatheid toeneem, by verskillende lugtemperatuur. Die 15, 20 en die 25 °C kurwes was deurgaans baie na aan mekaar en almal se siektevoorkoms het begin sodra een uur van blaarnatheid voorgekom het. Vanaf een uur tot ongeveer vier ure van blaarnatheid, het donsige skimmel voorkoms skerp toegeneem, waarna al drie kurwes afgeplat het en redelik konstant gebly het daarna, ongeag die toename in duurte van blaarnatheid (Figuur 2.26).



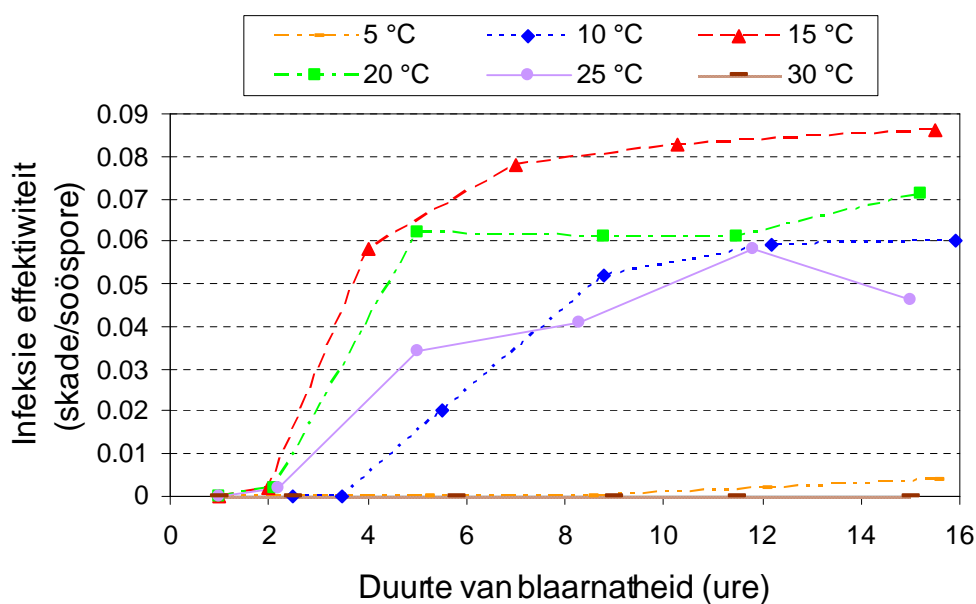
**Figuur 2.26** Siektevoorkoms van *Plasmopara viticola* as 'n funksie van die duurte van blaarnatheid, met vaste temperatuur vanaf 5 °C tot 30 °C. Elke punt was die gemiddelde van waarnemings wat gemaak was op 15 plante (3 eksperimentele herhalings, 5 plante/herhaling) (Lalancette *et al.*, 1988b).

Die 10 °C kurwe het eers na vier ure van blaarnatheid 'n siektevoorkoms begin toon en het ook meer geleidelik toegeneem, teenoor byvoorbeeld die 15, 20 en 25 °C kurwes se aanvanklike skerp toename. Eers na ongeveer 12 ure van blaarnatheid het die 10 °C afgeplat en daarna min of meer konstant gebly. Die 5 en 30 °C kurwes het



ook eers begin reageer na vier ure van blaarnatheid, maar die toename hier is gering en selfs na 16 ure van blaarnatheid was dit steeds ver minder as die ander lugtemperatuur kurwes (Figuur 2.26).

Figuur 2.27 dui die siekte infeksie effektiwiteit van soöspore aan by gegewe lugtemperatuur en blaarnatheid. Die infeksie effektiwiteit van die swam (Figuur 2.27) by 5 °C en 30 °C is deurgaans feitlik nul, terwyl die infeksie effektiwiteit egter skerp toegeneem het met lugtemperatuur van onderskeidelik 10, 15, 20 en 25 °C. Die 10 en 25 °C kurwes was deurentyd naby aan mekaar. Daarenteen was die 15 en 20 °C kurwes aanvanklik by nul tot vyf ure van blaarnatheid naby aan mekaar, maar vanaf 5 tot 16 ure van blaarnatheid het die twee kurwes 'n groter verskil ten opsigte van mekaar begin toon (Figuur 2.27).



**Figuur 2.27** Infeksie effektiwiteit van *Plasmopara viticola* as 'n funksie van die duurte van blaarnatheid, met vaste temperature vanaf 5 °C tot 30 °C. Elke punt was die gemiddelde van waarnemings wat gemaak was op 15 plante (3 eksperimentele herhalings, 5 plante/herhaling) (Lalancette *et al.*, 1988b).

Die 20 °C lugtemperatuur kurwe het na vyf ure van blaarnatheid redelik afgeplat, maar die 15 °C kurwe het steeds effens bly toeneem, selfs na 10 ure van blaarnatheid. Die aanvanklike toename in infeksie effektiwiteit van die spore by meeste temperature, het 'n aanvang geneem sodra die blaarnatheid duurte ongeveer twee ure bereik het. Van al die temperature (Figuur 2.27) het die 15 °C lugtemperatuur (blaarnatheid vanaf 3 - 16 ure), deurgaans die grootste infeksie effektiwiteit van al die

verskillende lugtemperatuur kurwes getoon. Daarenteen het die 5 °C en 30 °C lugtemperatuur kurwes feitlik geen infeksie effektiwiteit in dieselfde tydperk getoon nie.

### 2.7.3 Modelle wat gebied infeksies gebruik

Marais en Knox-Davies (1973) het die Wes-Kaap in drie siekte sones verdeel, na aanleiding van die siektedruk van donsige skimmel in elke betrokke area. Die A-sones verteenwoordig areas waar donsige skimmel feitlik jaarliks sal voorkom, die B-sones waar die siekte net sekere jare sal verskyn en faktore soos die ligging, helling, winde, ensomeer 'n rol speel. Laastens is daar ook C-sones getrek waar die siekte tot 1973 nog nooit aangemeld is en slegs sal voorkom indien buitengewone weerstoestande ervaar word, wat bevorderlik is vir die uitbreek van die siekte. Stellenbosch en Paarl se jaarlikse donsige skimmel siektedruk sal vandag merendeels in die A-sone geval het en Robertson se siektedruk weer in die B-sone.

Binne in die A-sones is wingerde gemerk en in tye van gunstige periodes is die wingerde deeglik ondersoek vir enige tekens van die siekte. Sodra simptome gevind is, is waarskuwings onmiddellik uitgereik aan die produsente, wat dan hul eie spuitprogram gevolg het of die van die Navorsings Instituut van Wingerd- en Wynbou (NIWW), (vandag bekend as LNR Infruitec - Nietvoorbij). Wiskundige modelle wat van klimaatsfaktore gebruik maak om die infeksieperiodes van donsige skimmel te voorspel, is tereg modelle van die toekoms, aangesien goeie resultate reeds verkry is (Metos en Metos-2 modelle) en terselfdertyd kan dit arbeid en kostes bespaar, teenoor ander tipe modelle, soos reeds onder andere bewys deur de Kock (1995).

### 2.7.4 Modelle wat wingerdstok faktore gebruik

Modelle wat wingerdfaktore gebruik om donsige skimmel infeksies te voorspel is ontwikkel deur onder andere Travis *et al.* (1994). Die modelle gee ook bestuursbesluite rondom donsige skimmel, gebaseer op die gemete wingerdfaktore. Sover vasgestel kon word is daar tans nie 'n model in Suid-Afrika wat hoofsaaklik gebruik maak van wingerdfaktore, soos byvoorbeeld die groeistadium en lootlengte, om donsige skimmel infeksies te voorspel nie. In teenstelling daarmee is daar verskeie waarskuwingsisteme al ontwikkel vir die Europese wingerde se *V. vinifera*

spesies (Kassenmeyer, 1994; Magarey *et al.*, 1994b; Park *et al.*, 1997). Die hoofkomponente van die betrokke sisteme is verkry vanaf eksperimentele navorsing resultate op *V. vinifera*.

Volgens Pearson en Goheen (1998) gee 'n model soos byvoorbeeld die Eichorn-Lorenz groeistadium 17, die aanvang van chemiese bespuitings aan in die groeiseisoen, wat gewoonlik duur vanaf Oktober tot Desember in die Wes-Kaap. Effektiewe vroeg-waarskuwings stelsels kan periodes wat gunstig is vir die siekte se infeksie, vroegtydig opspoor en swamdoders hoof slegs daarna toegedien te word (Madden en Ellis, 1988). Om chemiese toedienings hier te verminder is dit egter noodsaaklik om die einde van die inkubasieperiode te kan voorspel (Eynard en Dalmaso, 1990). Weens die koste verbonde aan gereelde toedienings van swamdoders en die feit dat dit nie omgewingsvriendelik is nie, word daar vandag al van uurlikse weerdata gebruik gemaak om die siekte se infeksies beter te probeer voorspel of waarskuwings van die uitbreek van die siekte aan die produsente deur te gee (Travis *et al.*, 1994; Magarey *et al.*, 1994b; Park *et al.*, 1997).

## 2.8 Outomatiese Weerstasies

Wiskundige waarskuwingsmodelle en ander tegnieke bestaan reeds lankal, voor daar van outomatiese weerstasies se uurlikse data gebruik gemaak is om wiskundige modelle mee te loop. In Suid-Afrika per sy, het daar gedurende die laaste ongeveer tien jaar wat voorspellings van donsige skimmel infeksies aanbetref, afkomstig vanaf outomatiese weerstasies se data, dit al meer en meer in gebruik geraak. Volgens Pettigrew (2001) het die aantal wingerdprodusente, wat gebruik maak van gereelde weermonitering, met behulp van outomatiese weerstasies as deel van hulle bestuursproses, ook toegeneem. Dit blyk dus sover asof outomatiese weerstasies 'n al belangriker rol speel met siekte voorkoming, asook ander toepassings, soos byvoorbeeld besproeiingsskedulering, waarvoor dit aangewend kan word.

### 2.8.1 Vroeg-waarskuwings

Die huidige waarskuwings (Metos en Metos-2 model) dui aan wanneer primêre en sekondêre infeksies moontlik kon voorgekom het. Tesame met een van die drie reeds bespreekte spuitprogram strategieë of 'n kombinasie daarvan, help weerstasies se data

in effek om die siekte se moontlike tye van infeksies meer akkuraat te kan bepaal. Historiese siektedruk en voorkoms, teenoor donsige skimmel infeksie waarskuwings vir dieselfde periodes, kan nuttig gebruik word vir addisionele kalibrasie doeleindes. Produsente sal dan self 'n rekord moet opbou van elke wingerd op sy plaas, om sodoende mettertyd presies te weet hoe sensitief elke deel van sy plaas is vir donsige skimmel infeksies en gevolglike uitbrake wat daarna kan plaasvind. Vroeg-waarskuwings vanaf wiskundige modelle en outomatiese weerstasies is 'n handige hulpmiddel, deur dit vir die produsent makliker te maak in sy besluitnemings vir effektiewe bestryding van donsige skimmel.

### 2.8.2 Praktiese voorbeelde

Die nut van outomatiese weerstasies by waarskuwings/voorspellingsmodelle, kan prakties as volg gedemonstreer word. Gestel produsent A gebruik die voorkomende spuitprogram en doen 'n kontak bespuiting op 'n Maandag en dit reën 10 mm of meer op Dinsdag, die volgende dag. Dit sal die pas toegediende kontak swamdoder grootliks afwas. Met gunstige weerstoestande sou die Metos-2 model dan met behulp van 'n outomatiese weerstasie se uurlikse weerdata, byvoorbeeld primêre infeksie vir Dinsdag bereken het. Die model waarsku dan die produsent dat toestande nou gunstig geraak het vir primêre infeksie en moet daar so gou moontlik 'n sistemiese middel aanwend word, wat nie weer afgewas kan word nie, sou nog reën later voorkom.

Sistemiese middels word translaminêr versprei en beweeg tussen en deur die wingerd blaas se selle, terwyl die gif wat op die stingels val, beperk opgeneem word. Enige sistemiese middels kan dus nie afgewas word deur reën en besproeiing nie, soos byvoorbeeld 'n kontak middel nie (Fourie en Vermeulen, 2000). Indien 'n outomatiese weerstasie en die Metos-2 model nie primêre en/of sekondêre infeksie periode/s uitgewys het nie, kon werklike infeksies plaasgevind het binne die veertiendag periode, van byvoorbeeld 'n veertiendag voorkomende spuitprogram. Die produsent kon dan gewag het vir die volgende twee weeklikse bespuiting en dan moontlik so ontydige infeksies in sy wingerde opgedoen het. Hierdie infeksies kon dan aanleiding gegee het tot donsige skimmel uitbrake, voor die volgende veertiendag voorkomende bespuiting plaasvind.

Aangesien enige voor-infeksie beheer toegepas word op die waarskynlikheid van reën wat binnekort gaan val, soos byvoorbeeld voorspel deur die SAWD, kan toestande egter alreeds lank voor die tyd ook gunstig wees vir sekondêre infeksies. Donsige skimmel modelle soos die Metos en Metos-2 model, met weerdata vanaf outomatiese weerstasies, sal die infeksies vroegtydig kan uitwys. Met die na-infeksie strategie bestaan daar gewoonlik na enige bui reën van 10 mm of meer, onsekerheid om te spuit al dan nie. As 'n reël moet daar dan egter altyd bespuit word, aangesien die risiko te hoog is om enige kanse te neem.

## 2.9 Gevolgtrekkings

Die bestaande Metos-2 model bevat sekere leemtes of tekortkominge, wat met verloop van die jare ontdek is en nou gepoog is om in hierdie studie aan te spreek. Een van die grootste tekortkominge van die model is dat infeksies nie sensitief genoeg aangedui word nie. Sommige donsige skimmel uitbrake word deur produsente gerapporteer, maar in die tydperk was daar geen infeksieperiodes deur die Metos-2 model bereken nie. Enkelpunt weerstasies in enige gebied in die Wes-Kaap maak dit ook moeilik om die model se sensitiwiteit na behore, teen werklike infeksie dae, te kan toets. Een weerstasie se gegewens mag baie siekte infeksies aandui, terwyl 'n ander weerstasie weer min aandui, alhoewel die omgewing as 'n geheel, onder 'n hoë siektedruk mag verkeer. Dit is na aanleiding van die topografie in die Wes-Kaap wat veroorsaak dat areas voorkom met min of feitlik geen donsige skimmel, waar weerstasies geleë is. Tussen enige twee weerstasies is daar dus onsekerheid in terme van die siektedruk wat daar heers en gevolglik weet produsente nie altyd watter naaste weerstasie aan hom se waarskuwing van donsige skimmel hy moet gebruik nie, as deel van sy siektebestuursprogram.

Blaarnatheidswaardes speel 'n uiters belangrike rol by donsige skimmel se primêre en sekondêre infeksies en daarom is dit uiters noodsaaklik om so akkuraat as moontlike syfers van blaarnatheid te verkry. Gemete blaarnatheidscyfers afkomstig van 'n blaarnatheid sensor is seker een van die mees onakkuraatste weerkundige sensors. Blaarnatheid duurte is nie 'n ware landbouweerkundige veranderlike nie en dit lei tot verskeie probleme. Van die belangrikste probleme is as volg: Geen standaard opstelling vir die blaarnatheidsensor bestaan in die veld nie en dit lei tot groot variasie

van blaarntheid in verskillende gewasse en by verskillende dele van dieselfde gewas. Die hoek, aspek, binne of buite die blaredak, asook die hoogte wat die sensor bo die grond geplaas moet word, sodat gemete blaarntheidswaardes verteenwoordigend kan wees van al die blare binne in 'n gewas, word dus bevraagteken. Ander faktore soos byvoorbeeld die grofheid van die blaarntheidsensor se oppervlakte, kleur en geleiding veroorsaak ook dat die akkuraatheid van die sensor heelwat verskil.

Laastens en seker die belangrikste leemte van die Metos-2 model is dat dit tans net 'n kwalitatiewe (Ja of Nee) waarskuwing gee, wat aandui of primêre en/of sekondêre infeksie toestande reeds voorgekom het, al dan nie. Dit is tans nog onbekend of die biologiese lewensiklus van donsige skimmel werk op spesifieke afsny waardes van bepaalde weerstoestande. Tydens weerstoestande wat nie heeltemal bevorderlik is vir ernstige donsige skimmel uitbrake nie, maar wel vir 'n lank tydperk duur, kan uiteindelik net sulke ernstige donsige uitbrake tot gevolg hê, as teenoor byvoorbeeld optimum weerstoestande vir 'n baie korter periode. In so 'n geval sou die Metos-2 model dalk net die optimum weerstoestande as 'n potensiële infeksie aandui, terwyl beide gevalle ernstige uitbrake tot gevolg kan hê. Sulke en ander soortgelyke gevalle, bring mee dat die Metos-2 model nie heeltemal voorsiening maak vir al die moontlikhede of variasies van weerstoestande wat op 'n uurlikse en daaglikse basis wissel nie. Die Metos-2 model neem ook nie die akkumulatie effek van donsige skimmel in die praktyk in ag nie. Hierdie spesifieke leemte gaan egter ook nie in die nuwe model aangespreek word nie. Na aanleiding van bogenoemde leemtes van die Metos-2 model, word 'n model dus benodig wat die persentasie en risiko van moontlike infeksies elke keer kan aandui. Dit sal die produsent meer inligting kan gee rakende gunstige weerstoestande vir die siekte, om dan daarvolgens beter besluitnemings te kan maak, vir die bestryding van donsige skimmel.

## HOOFSTUK 3 - TOETS VAN METOS-2 DONSIGE SKIMMEL MODEL

### 3.1 Inleiding

Die Metos-2 model word reeds vir die afgelope elf jaar (1995 - 2006) gebruik deur LNR navorsers om die bedryf met vroeë-waarskuwings teen donsige skimmel infeksies te help. Ten spyte daarvan is daar besluit om die model se akkuraatheid en betroubaarheid onafhanklik in meer diepte te toets, deur middel van ses jaar se historiese weerdata, asook gemete siektevoorkomsdata wat verkry is. In die tesis is gepoog om die bestaande model te verbeter, wat betref die akkuraatheid daarvan en tweedens om enige ander ernstige tekortkominge in die model aan te spreek en te probeer verbeter.

Die uitbreek van donsige skimmel infeksies word veroorsaak sodra gunstige weerstoestande heers. Aangesien die donsige skimmel spore vandag maar altyd teenwoordig is in meeste wingerd gebiede. Die aantal spore per gebied wissel egter van jaar tot jaar en gebied tot gebied. Slegs in hoogs uitsonderlike gevalle sal vandag nog enkele dele gevind word waar geen spore voorkom nie (Vermeulen, pers. komm., 2003). Weerelemente soos reënval, relatiewe humiditeit (RH), blaarnatheid en lugtemperatuur se onderskeie waardes is bepalend vir die siekte se voorkoms. Waar in die tesis verwys word na vogtigheid of water op enige deel van die wingerd, word dit beskou as oppervlak natheid, wat voortaan tereg as blaarnatheid aangespreek sal word. Verskeie outomatiese weerstasies en sagteware bestaan (soos bv. Campbell, Cotton, Davis, ens.) wat onder andere gebruik maak van bostaande weerkundige elemente, om donsige skimmel infeksies by wingerd te kan voorspel, oorsee sowel as hier in Suid-Afrika (Campbell Scientific, 2005).

Die maatskappy van Gottfried Pessl, het in Oostenryk in 1984 ontstaan en in 1992 het hulle hul eerste outomatiese Metos weerstasie en gepaardgaande sagteware verkoop, wat donsige skimmel infeksies kan voorspel met intydse weerdata (Pessl, 2000). Die sagteware neem elke twaalf minute lesings van die weerstoestande en gebruik dit dan om na 'n sekere tydperk, dag of enkele dae soos verlang, infeksie tye van donsige skimmel te bereken. As gevolg van die sukses wat al behaal is met die Metos weerstasie oorsee, is daar in 1992 by die destydse Nietvoorbij Instituut vir Wingerd en

Wynbou, (vandag bekend as LNR Infruitec - Nietvoorbij), besluit om die betrokke weerstasie aan te skaf, te toets en te kalibreer vir plaaslike toestande in die Wes-Kaap.

Die plaaslik vervaardigde Cotton (Cotton, 1993) en die Campbell outomatiese weerstasies uit die VSA (Campbell Scientific, 2005), samel weerdata in op 'n uurlikse basis (meet data elke minuut en verkry dan die gemiddelde daarvan). Gedurende 1995 is 'n nuwe donsige skimmel sagteware model ontwikkel (Metos-2), deur alleenlik die tydperk van meting van die Metos model te verander na uurlikse data as insette. Cotton en Campbell weerstasies se data kon nou ook gebruik word om die Metos-2 model mee te loop. Daar bestaan tans ongeveer 90 outomatiese weerstasies in die Wes-Kaap, waarvan ongeveer 55 tans gebruik word deur personeel van die LNR Instituut van Grond, Klimaat en Water (IGKW) om donsige skimmel infeksies mee te bereken.

### 3.1.1 Werking van Metos-2 model

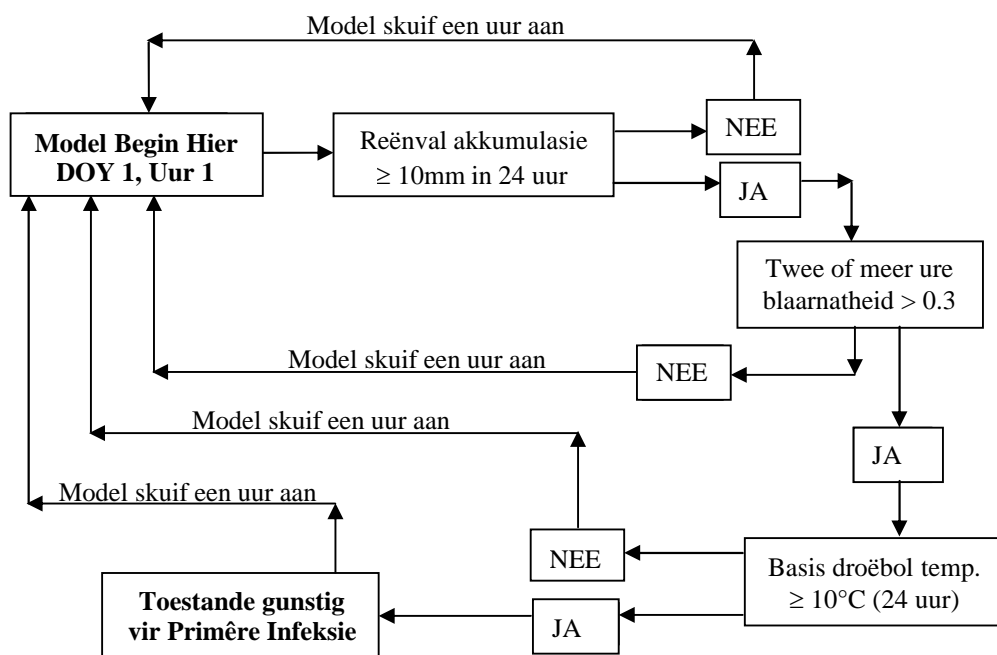
Vir 'n primêre infeksie om voor te kom, moet daar aan sekere weerstoestande voldoen word, wat kan duur vanaf een uur tot maksimaal so lank as 24 ure. Die model se berekening vir elke uur se infeksie word gebaseer op 'n periode van 24 uur, wat met een uur per slag aanskuif vir elke opeenvolgende uur se infeksie-berekening. Maksimaal kan net 21 dae se uurlikse infeksies, primêr en sekondêr, aaneenlopend bereken en uitgedruk word met die Metos-2 model. Figuur 3.1 dui 'n vloediagram voorstelling aan van die Metos-2 model se primêre infeksie. Die spesifieke tydperk wat toestande gunstig mag wees vir donsige skimmel infeksies, kan strek van een dag tot die volgende en hoef nie noodwendig net binne een spesifieke dag voor te kom nie. Hoe meer ure binne 'n 24 uur tydperk voldoen aan spesifieke kriteria, hoe groter is die kans gewoonlik vir infeksies om plaas te vind in die onmiddellike omgewing van 'n betrokke weerstasie. Uitspraak kan dus nie gegee word vir ander gebiede wat te vêr weg geleë is vanaf 'n weerstasie nie.

#### 3.1.1.1 Primêre infeksie vloediagram

Die belangrikste weerelement is reënval en hier begin die model (Figuur 3.1). Die Metos-2 model werk op akkumulاسie van reënval binne enige 24 uur of korter tydperk. Die model begin byvoorbeeld by 1 Oktober, uur 1 en akkumuleer die gemete



uurlikse reënval en moet so volhou tot 'n maksimum van 24 ure, indien daar 10 mm of meer reënval nie voorgekom het nie. Indien laasgenoemde die geval is, skuif die model een uur aan en begin dieselfde reënval akkumulاسie proses weer van voor af. Sou daar in die tydperk vanaf die eerste uur van reënval, tot 10 mm of meer reën gemeet wees, enige twee of meer aaneenlopende ure se blaarnatheid ( $B_G$ ) gelyk aan of minder as 0.3 wees, tesame met geen reën wat in die betrokke twee of meer ure geval het nie, begin die model ook weer van vooraf en skuif een uur aan. Hierdie reënval akkumulاسie proses word so volgehou totdat die totale uurlikse reënval ( $R_T$ ) groter en/of gelyk is aan 10 mm binne 'n 24 uur tydperk en geen twee of meer aaneenlopende ure se blaarnatheid binne die spesifieke 24 uur gelyk of minder is as 0.3 nie (Magarey en Wachtel, 1991).



**Figuur 3.1 Primêre infeksie vloedigram van die Metos-2 donsige skimmel model na aanleiding van Pessl, 2000.**

As 10 mm bereik of oorskry word en die blaarnatheid voldoen aan die nodige vereistes, moet die uurlikse droëbol temperature oor die 24 uur periode in berekening gebring word. Die lugtemperatuur se berekenings begin by die uur wanneer dit begin reën het en strek meestal tot in die volgende dag. In die spesifieke 24 uur tydperk moet die uurlikse lugtemperatuur ( $T_G$ ) elk groter en/of gelyk wees aan 10 °C. Indien

nie, dan skuif die model weer een uur aan en begin die reënval akkumulاسie proses weer by nul, andersins is die toestand gunstig vir primêre infeksie om voor te kom. Die model skuif nou weer een uur aan en 'n volgende kriteria word gesoek waaraan al drie weerelemente moet voldoen, vir 'n tweede moontlike infeksie om plaas te vind. 'n Tweede, derde of selfs meer infeksies per dag kan so verkry word, tot soveel as 24 potensiële primêre infeksies per dag.

Voorwaardes waaraan eers voldoen moet word voor toestand gunstig is vir moontlike primêre infeksie.

$R_T$  = Uurlikse reënval totaal  $\geq 10$  mm binne enige 24 uur tydperk.

$B_G$  = Enige twee of meer aaneenlopende ure se blaarnatheidswaardes  $\leq 0.3$ , binne 'n 24 uur tydperk.

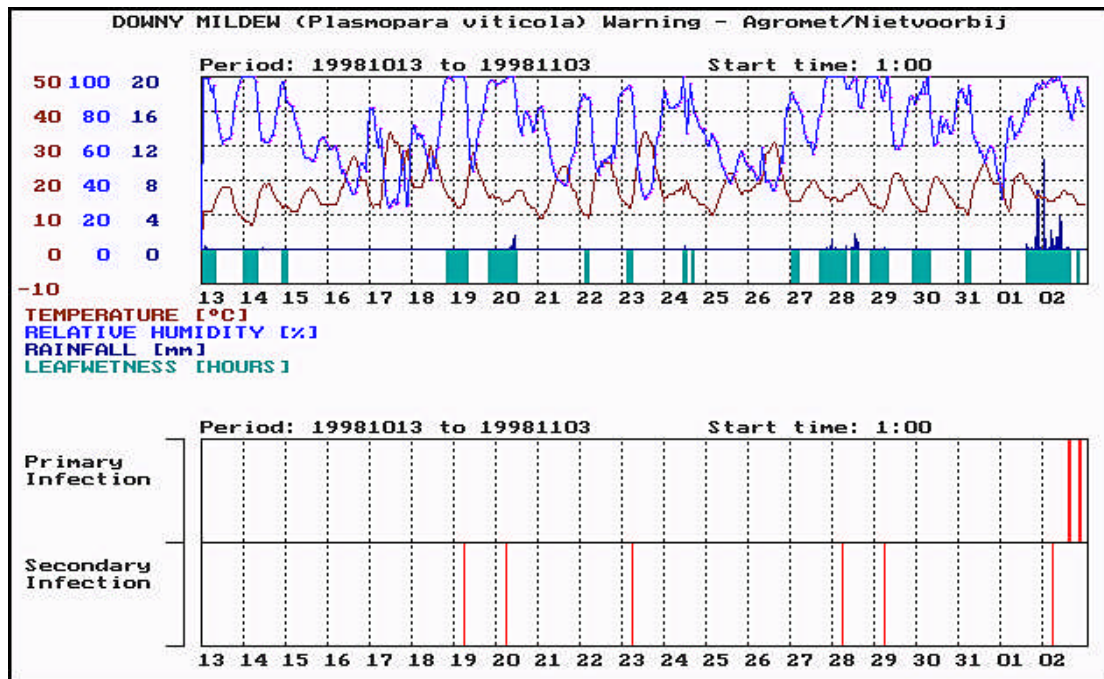
$T_G$  = Uurlikse lugtemperatuur elk  $\geq 10$  °C binne die 24 uur tydperk.

### 3.1.1.2 Visuele voorstelling van primêre infeksie

Die Metos-2 model se voorspellings, word visueel voorgestel met 'n primêre en sekondêre infeksie voorspelling van donsige skimmel (Figuur 3.2). Laasgenoemde figuur wys verskeie uurlikse primêre en sekondêre infeksieperiodes aan, vanaf 13 Oktober 1998 tot 3 November 1998. In Figuur 3.2 word elke dag opgedeel in 'n kolom en elke kolom verteenwoordig een dag van 24 ure. Die waarskuwing kan vir 'n tydperk van een dag tot 'n maksimum van drie weke per keer bereken en voorgestel word. Die boonste helfte van die figuur wys die variasie van uurlikse weerdata oor die betrokke dae, terwyl die onderste helfte die twee tipe infeksievoorspellings aandui. Sinodale kurwes en regaf lyne stel lugtemperatuur, relatiewe humiditeit, reënval en blaarnatheid voor.

In die boonste helfte van Figuur 3.2 word die uurlikse temperatuur aangedui as bruin sinodale kurwes en die reënval met donkerblou vertikale lyne. Relatiewe humiditeit word verteenwoordig deur helder blou sinodale kurwes en die blaarnatheid met 'n blokkige blou-groen kleur. In die onderste helfte van die figuur word die primêre en sekondêre infeksies aangedui met vertikale lyne. Elke vertikale lyn verteenwoordig een uur waarbinne toestand gunstig was vir infeksie (primêr of sekondêr) om plaas te kon vind, sien as voorbeeld Figuur 3.2, die 19 de, 20 ste en 23 ste Oktober. Meer lyne

direk langs mekaar of op afsonderlike dae, beteken net meer gunstige tye vir infeksies wat bereken is. Vir primêre infeksie kan tot 24 lyne per dag direk langs mekaar voorkom in een kolom, wat sal wys as een aaneenlopende, breë, vertikale lyn. Dit beteken vir elk van die 24 ure in die breë vertikale lyn wat aangedui word, is toestande gunstig vir donsige skimmel om 'n wingerd gewas te kon infekteer, maar word dan deur die Metos-2 model net aangedui as een aaneenlopende, regaf rooi blok.



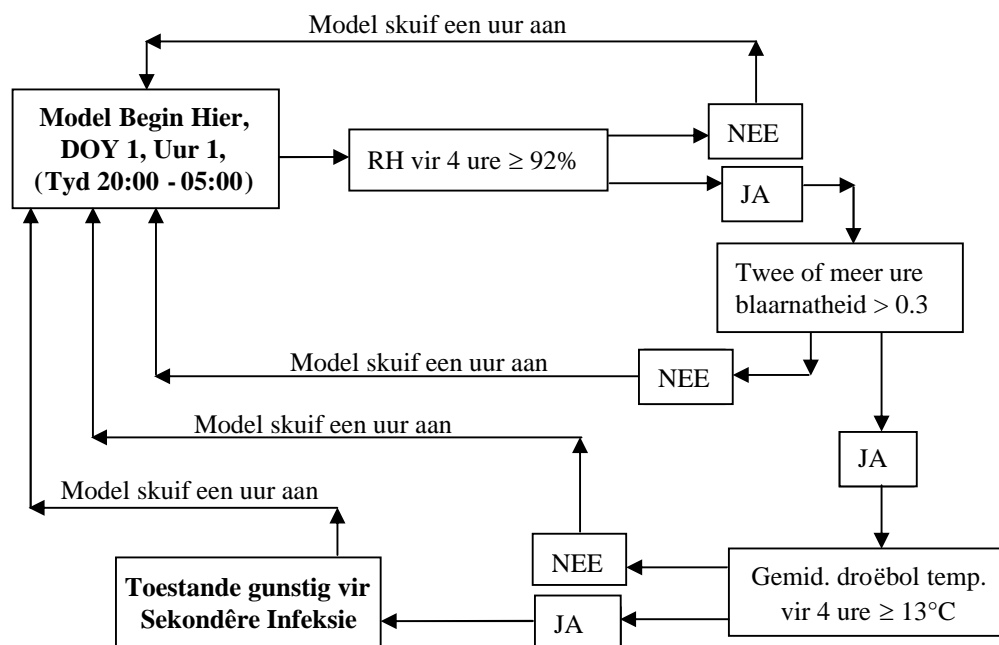
**Figuur 3.2** Gemete weerdata (bo) en voorspelde donsige skimmel infeksies (onder) met behulp van die Metos-2 model by Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) vir die tydperk 13 Oktober 1998 tot 3 November 1998.

Op 2 November 1998 (Figuur 3.2) was 'n aantal ure gunstig vir primêre infeksie, tydens twee afsonderlike tye in een 24 uur periode. Geen primêre infeksie lyne kom voor in kolomme van die voorafgaande twintig dae nie. Volgens die Metos-2 model dui die dae met geen lyne, op geen kans vir donsige skimmel infeksies, primêr en/of sekondêr, om by die gegewe weerstasie en sy omliggende omgewing voor te kom nie. Hoe meer ure per dag voorkom (dikker vertikale lyne), asook die aantal dae met infeksieperiodes in 'n gegewe tydperk, hoe groter raak die moontlikheid gewoonlik vir donsige skimmel om wel later uit te breek. In die praktyk is die uitbrake van donsige skimmel wat volg op sulke voorafgaande infeksies meestal ook ernstiger van aard

(Vermeulen, pers. komm., 2003). Die bestaande Metos-2 model voorspel egter nie die tyd, aantal of intensiteit van donsige skimmel uitbrake in 'n gegewe tydperk, wat direk volg op die aantal infeksies, soos deur die model voorspel word nie.

### 3.1.1.3 Sekondêre infeksie vloeddiagram

Vir sekondêre infeksies om plaas te vind, moet daar net soos vir primêre infeksies ook aan sekere weerkundige toestande voldoen word. In die Wes-Kaap duur die kritiese nagtydperk hier vanaf 20:00 tot 05:00. Figuur 3.3 is 'n vloeddiagram voorstelling van die Metos-2 model (Pessl, 2000) se sekondêre infeksie. Reënval eerder as spesifieke hoeveelheid reënval is hier van belang, asook waardes van relatiewe humiditeit (RH), blaarnatheid en lugtemperatuur, is almal noodsaaklik vir sekondêre infeksie om te kan plaasvind (Magarey *et al.*, 1994a). Vir elke uur in die nagtydperk, doen die Metos-2 model berekenings, om te bepaal wanneer die betrokke weerstoestande gunstig is om infeksies te kan veroorsaak. Potensiële sekondêre infeksie toestande kan gevolglik meer as een keer (verskeie ure) per nag gunstig wees, maar volgens die model se vloeddiagram en parameters net tot 'n maksimum van sewe maal per nag.



**Figuur 3.3 Sekondêre infeksie vloeddiagram van die Metos-2 donsige skimmel model na aanleiding van Pessl, 2000.**

Hoe meer ure gedurende die nagtydperk voldoen aan die spesifieke kriteria, m.a.w. meer infeksies, hoe hoër was die siektedruk wat dan gewoonlik geheers het in die onmiddellike omgewing. Soms gebeur dit dat verskeie ure in een nag gunstig is vir infeksies, maar die siektedruk bly tydens elke uur relatief laag, omrede optimum weerstoestand dan nie bereik is nie. Tydens ander nagte, met byvoorbeeld slegs een uur van infeksie, soos voorspel met die Metos-2 model, tesame met 'n hoë siektedruk wat dan aanwesig is (meer spore en optimum weerstoestand), kan hierdie spesifieke toestand uiteindelik aanleiding gee tot 'n groter siektevoorkoms. Die aantal spore teenwoordig en enige weerstoestand wat gunstig is vir die infeksie van donsige skimmel oor 'n sekere tydperk (uur, dag of dae), bepaal die siektedruk vir die spesifieke tydperk (Lalancette *et al.*, 1988b). Hoe meer spore en nader die weerstoestand is aan optimum waardes wat infektering van donsige skimmel veroorsaak, hoe groter is die siektedruk wat dan heers en andersom.

Relatiewe humiditeit, saam met reënval gedurende die nag (20:00 - 05:00) veroorsaak gewoonlik blaarnatheid en speel 'n belangrike rol by sekondêre infeksies. Laasgenoemde twee parameters bepaal grootliks of die siekte gaan voorkom al dan nie (Travis *et al.*, 2003). Miljoene sporangia wat op die sporangiofore vorm, ontwikkel gewoonlik gedurende die nag. Sekondêre infeksie vind hoofsaaklik vroeg-oggend plaas, omrede blootstelling aan sonlig die sporangia of somerspore onaktief maak (Pearson en Goheen, 1998). Magarey en Wachtel (1991) beweer reënval van slegs een tot drie millimeter is nodig in 'n enkele warm (gemid. temp.  $\geq 13$  °C vir vier ure), vogtige nag (RH  $\geq 95$  %), om sekondêre infeksies te veroorsaak. Gedurende die nag tussen 20:00 en 05:00 moet die RH vir vier aaneenlopende ure elk groter en/of gelyk wees aan 92 % RH (RH<sub>U</sub>). Die model se berekening begin byvoorbeeld by die 1 ste Oktober, uur 1, wat 20:00 is en gebruik die eerste vier ure om te bepaal of dit groter en/of gelyk is aan 'n 92 % RH (Madden *et al.*, 2000). Indien nie, skuif die model een uur aan na 21:00 en gebruik die volgende vier ure (vanaf 21:00 - 01:00) en hou so aan totdat 'n vier uur tydperk gevind word (met RH > 92 %) in die betrokke nag of daaropvolgende nagte. Sodra 'n vier uur periode gevind is, word die blaarnatheid volgende in berekening gebring. Ten minste twee ure van die vier uur tydperk wat gevind is, moet dan 'n blaarnatheidwaarde (BL<sub>G</sub>) van groter as 0.3 hê. Dit kan enige twee of meer van die vier ure wees en hoef ook nie aaneenlopend te wees nie. Sou die

voorwaardes vir blaarnatheid nie geld nie, skuif die model een uur aan en begin nou van voor af met die RH, wat eerstens aan genoemde kriteria moet voldoen en bring daarna blaarnatheid in berekening.

Sodra die blaarnatheid ook voldoen aan bogenoemde vereistes, moet die gemiddelde lugtemperatuur nou vir die betrokke vier uur periode bereken word. Die gemiddelde lugtemperatuur vir die spesifieke vier uur periode moet  $\geq 13$  °C ( $TE_G$ ). Indien nie, skuif die model een uur aan en begin weer reg van voor af met die volgende uur se RH, met die daaropvolgende verwerkings soos reeds bespreek. Indien  $TE_G$  egter geld, is die toestand gunstig vir sekondêre infeksie om voor te kom, binne een vier ure tydperk. Die model skuif hierna weer een uur aan en begin van vooraf by 22:00 en soek 'n volgende kriteria waaraan al drie weerelemente moet voldoen, alvorens 'n tweede infeksie voorspel kan word (Magarey *et al.*, 1994a).

Voorwaardes waaraan eers voldoen moet word voor toestand gunstig is vir moontlike sekondêre infeksie.

$RH_U$  = Uurlikse relatiewe humiditeit  $\geq 92$  % vanaf 20:00 tot 05:00.

$BL_G$  = Aantal ure (2 - 4) met blaarnatheidswaardes  $> 0.3$  in die  $RH_U$  4 uur periode.

$TE_G$  = Gemiddelde uurlikse lugtemperatuur  $\geq 13$  °C vir die  $RH_U$  4 uur periode.

#### 3.1.1.4 Visuele voorstelling van sekondêre infeksie

Net soos by primêre infeksie word die sekondêre infeksies ook in kolomme aangedui en kom net onder die primêre infeksie ry voor (Figuur 3.2). Moontlike sekondêre infeksies word hier ook deur rooi, vertikale lyne aangedui, maar vir 'n infeksie om plaas te vind moet die weerstoestand eers vir vier agtereenvolgende ure gunstig wees. In teenstelling met die primêre infeksies wat tot 24 keer per dag kan voorkom (een lang infeksie periode), kan sekondêre infeksies maksimaal slegs sewe keer per dag voorkom. Aaneenlopende lyne van twee of meer infeksies word beskou as een aaneenlopende infeksie periode. Meer vertikale lyne per dag, dui gunstiger toestand aan en meeste van die tyd beteken dit 'n hoër siektedruk toestand in die nabye omgewing van die betrokke weerstasie (Vermeulen, pers. komm., 2003). Figuur 3.2 wys ses afsonderlike, gunstige sekondêre infeksieperiodes, vir die tydperk 13 Oktober 1998 tot en met 3 November 1998, soos voorspel vir die Nietvoorbij weerstasie.

Teoreties kan primêre en sekondêre infeksies en uitbrake van donsige skimmel, enige tyd van die siekteseisoen voorkom. Faktore wat 'n rol speel is die wingerd plant, die swam en weerstoestande wat dan heers. Primêre infeksies is geneig om merendeels vanaf September tot Oktober en sekondêre infeksies vanaf November en later voor te kom (Vermeulen, pers. komm., 2003). In die praktyk kom sekondêre infeksies gewoonlik eers voor nadat een of meer primêre infeksies reeds vooraf in die seisoen voorgekom het, omrede primêre infeksies spore vorm wat onder gunstige weerstoestande sekondêre infeksies induseer. Selfs die vorige seisoen se spore in die grond en binne blaar reste, moet in die praktyk eers 'n primêre infeksie voorafgaan, voor sekondêre infeksies kan plaasvind. Sekondêre infeksies, ongeag of 'n primêre infeksie/s reeds vroeër die seisoen voorgekom het al dan nie, word egter deurgaans deur die Metos-2 model aangedui. Die invloed wat vorige primêre en sekondêre infeksie/s op daaropvolgende primêre en/of sekondêre infeksies binne dieselfde seisoen het, word nie deur die Metos-2 model uitgewys nie. Die Metos-2 model voorspel slegs moontlike primêre en sekondêre infeksie toestande, deur gebruik te maak van gegewe weerstoestande. Die produsent speel gevolglik 'n belangrike rol, om die effek wat vorige infeksies mag hê op daaropvolgende infeksies en die impak daarvan op sy oes, tot die minimum te probeer beperk. Deur gebruik te maak van die Metos-2 model se voorspelde infeksies, kan die produsent nou beter oordeelkundige besluite neem aangaande die beheer van sy wingerd se siekte.

### 3.2 Doel

Die doel van die hoofstuk was om die Metos-2 model te toets met historiese weerdata en historiese siektevoorkoms (infeksie dae) van donsige skimmel. Geselekteerde weke van die afgelope elf jaar (1992 - 2003), se weerdata is gebruik om sodoende die akkuraatheid en betroubaarheid van die model, wat donsige skimmel infeksies voorspel, te probeer bepaal. Vir die doelwit is die werklike siektevoorkoms van donsige skimmel vergelyk met die vroeg-waarskuwing van infeksies, soos bereken met die Metos-2 model, vir verskillende streke in die Wes-Kaap.

Om die modelle voortaan in die tesis se infeksie waarskuwings te vergelyk en toets teen gemete siektevoorkomsdata, word die modelle se berekende infeksies in die tesis ook na as infeksievoorspellings verwys. Voortaan in die tesis sal daar gevolglik ook

van “siektevoorspellings”, “infeksievoorspellings” of net van “voorspellings” melding gemaak word, wanneer daar van die onderskeie modelle se berekenings gepraat word, al is dit nie ’n vooruitskatting nie, want dit gebruik historiese weerdata vir die afgelope paar dae/weke.

### 3.3 Materiaal en Metodes

#### 3.3.1 Studie gebied

Die Robertson, Paarl en Stellenbosch streek is gekies as navorsingsgebiede, vanweë die feit dat dit van ’n relatief gesproke droë en warm (Robertson), tot ’n natter en koeler streek strek (Paarl en Stellenbosch) (IGKW Databank, 2005), asook die verskille en ooreenkomste in die verskillende streke se uitbrake behoort uit te wys. Vorige waarnemings oor donsige skimmel het reeds getoon dat die drie streke oor die langtermyn ’n lae (Robertson), medium (Paarl) en hoë (Stellenbosch) donsige skimmel uitbreekareas verteenwoordig (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 3.3.2 Infeksie dae en metings

Daar is geweldig min historiese, fisiese observasies van donsige skimmel uitbrake in die Wes-Kaap beskikbaar. Meeste infeksie dae wat wel beskikbaar is, handel slegs oor of donsige skimmel die betrokke jaar voorgekom het al dan nie en die graad van voorkoms, met ander woorde lae, medium of hoë siekte uitbrake. Data wat bestaan uit die graad van siektevoorkoms, tipe kultivars wat besmet is, areas wat deurgeloop het onder infeksies, tipe infeksies (primêr en/of sekondêr) en hoe lank die infeksies geduur het, is selde opgeteken. ’n Beperkte hoeveelheid infeksie dae wat slegs die area en graad van siektevoorkoms aandui, is van die Robertson Trust verkry en gebruik in die toetse.

##### 3.3.2.1 Weeklikse infeksie dae

In die praktyk sal slegs bepaal kan word watter tipe infeksie op watter tydstip verantwoordelik was vir daaropvolgende uitbrake, indien daar geen addisionele infeksies plaasgevind het, tot en met die simptome verskyn. Dit vind egter selde plaas, aangesien verskeie primêre en sekondêre infeksies mekaar gereeld onwillekeurig opvolg in die seisoen en sodoende kom infeksies meestal voor tydens voorafgaande infeksies se inkubasieperiodes. Verder kan primêre en sekondêre



infeksies boonop ook nog op dieselfde dag voorkom, wat dit nog moeiliker maak om te bepaal watter infeksie op watter tydstip verantwoordelik was vir die uitbreek of toename in donsige skimmel voorkoms. Die siektevoorkoms van die wingerd wat met die oog waargeneem word, is dus 'n kumulatiewe effek van al die donsige skimmel infeksies en uitbrake tot op hede, wat omgeskakel is in 'n persentasie van siektevoorkoms. Dit is hierdie kumulatiewe effek waarin die produsente baie belangstel, want dit bepaal uiteindelik die hoeveelheid skade wat in 'n gegewe wingerd gaan plaasvind.

#### 3.3.2.1.1 de Kock, donsige skimmel proewe (1992 - 1998)

Die siektevoorkomsdata wat vir die '92/93 tot '98/99 seisoene ingesamel is, het bestaan uit 'n persentasie van donsige skimmel voorkoms. Die voorkoms van donsige skimmel is slegs tydens deurslaan gevalueer en bepaal deur die persentasie donsige skimmel op 50 blare visueel te skat. Slegs die Nietvoorbij weerstasie op Stellenbosch is deurgaans gebruik en die behandelings van die proewe wat daar toegepas was, is as volg: een wingerd blok was die kontrole, waar geen bespuitings gedoen is nie; 'n ander blok is uitgesit waar 'n voorkomende spuitprogram (standaard) gevolg is en kontak, sowel as sistemiese middels bespuit is op 'n gereelde twee-weeklikse basis. Tydens geen siektedruktoestande is net kontakmiddels bespuit, maar sodra die Metos of Metos-2 model een of meer primêre of sekondêre infeksies per dag voorspel het, is 'n sistemiese middel so gou moontlik aangewend. Sistemiese middels is altyd opgevolg met een addisionele bespuiting van 'n sistemiese middel. Kontakmiddels kon eers weer bespuit word, sou geen infeksieperiode binne die tweede sistemiese middel se veertien dae tydperk voorgekom het nie. As daar egter infeksieperiode toestande voorgekom het, binne veertien dae na die tweede sistemiese middel se aanwending, is volstaan by sistemiese middels totdat daar vir veertien dae na die laaste sistemiese middel geen infeksies meer deur die modelle bereken is nie.

Bykomend tot die eerste twee blokke is addisioneel twee wingerd blokke gekies waar bespuitings teen donsige skimmel slegs gedoen is sodra die Metos en die Metos-2 model infeksies voorspel het. Een wingerd blok is gebruik vir die Metos weerstasie se sagteware voorspellings, terwyl die ander blok gebruik is vir die Metos-2 model se voorspellings vanaf 'n Cotton weerstasie. Hier is net sistemiese middels deurgaans

bespuit, sodra die modelle infeksies voorspel het. Sou voorspelde infeksies op 'n gereelde amper daaglikse basis bereken wees, is daar dan net elke veertien dae 'n sistemiese middel bespuit, aangesien die middel beskerming bied vir ongeveer veertien dae, ongeag die siektedruktoestande in die tydperk. Met tye van geen infeksievoorspellings deur enige van die twee modelle nie, is geen sistemiese of enige ander middels aangewend nie.

#### 3.3.2.1.2 Tydperk van geen infeksie dae (1998 - 2002)

Min tot geen historiese siektevoorkomsdata is beskikbaar vir Robertson, Paarl en Stellenbosch vir die tydperk 1998 - 2002. Data wat wel beskikbaar is vir byvoorbeeld die Robertson area, het net aangedui of sekere dele in die drie afsonderlike streke, donsige skimmel vir die seisoen gehad het al dan nie en of dit gemiddeld 'n lae, medium of 'n hoë siektevoorkoms was vir die betrokke siekteseisoen. Geen infeksie dae kon opgespoor word wat op 'n daaglikse, weeklikse of maandelikse basis die onderskeie areas, se donsige skimmel siektevoorkoms weergegee het nie. Die beskikbare infeksie dae was dus te min en te grof vir die doel van die toetse en kon gevolglik nie gebruik word om die akkuraatheid van die Metos-2 model mee te toets nie. Geen siektevoorkomsdata vir die tydperk 1998 - 2002 is toe gebruik om die voorspelde siekte infeksies vanaf die Metos-2 model teen te vergelyk nie.

#### 3.3.2.1.3 Aaneenlopende infeksie dae (2002 - 2003)

In die 2002 - 2003 seisoene is meer volledige siektevoorkomsdata ingesamel op 'n weeklikse basis vanaf 6 November 2002 tot 19 Februarie 2003, vir die Stellenbosch en Paarl omgewings. By Paarl is die Waltham Cross kultivar se persentasie siektevoorkoms bepaal, terwyl die Suid-Afrikaanse Riesling en Merlot kultivars in Stellenbosch, se siektevoorkoms gemeet is. Die blokke waarvan die weerdata en siektevoorkoms bepaal was, is kontrole blokke of onbespuite persele, in die onmiddellike omgewing (binne 1 - 50 m) van die betrokke outomatiese weerstasies. Die res van die wingerd is voorkomend bespuit met kontak en sistemiese middels. Ongeveer elke 10 tot 14 dae, afhangende van die weerstoestande, is swamdoders toegedien. Wanneer siektedruktoestande aanwesig was, is sistemiese middels toegedien, andersins is kontakmiddels bespuit. As daar na die eerste sistemiese aanwending, vir een week geen donsige skimmel uitbreek het nie, is dit opgevolg

met 'n tweede sistemiese middel. Indien daar na die tweede week steeds geen siekte uitbrake plaasgevind het nie, is daar weer met kontakmiddels bespuit.

#### 3.3.2.1.4 Tydperk van geen infeksie dae (2002 - 2003)

Hier is 'n aaneenlopende tydperk van vier maande gekies (1 November 2002 - 28 Februarie 2003), waar ook minimum werklike infeksie dae beskikbaar was, bloot om die Metos-2 model se infeksievoorspellings te vergelyk met die variasie in weerstoestand, oor die verskillende maande. Daar was dus nie van enige infeksie dae by die Nietvoorbij weerstasie in Stellenbosch en die Môrewag weerstasie in die Paarl gebruik gemaak nie. Die spesifieke outomatiese weerstasie en tydperk is gekies na aanleiding van genoeg reënval dae wat oor die tydperk voorgekom het, om sodoende te verseker dat daar ten minste primêre en sekondêre infeksies deur die Metos-2 model bereken sou word.

#### 3.3.2.2 Metode van meting

Die werklike persentasie van donsige skimmel uitbrake is net gemeet (6 Nov. 2002 - 19 Feb. 2003) in die onmiddellike omgewings (binne 1 - 50 m) van die twee gegewe weerstasies, m.a.w. kontrole blokke sonder enige kontak/chemiese bespuitings. Geen infeksie dae is dus ingesamel van die persentasie siektevoorkoms wat geheers het, waar spuitprogramme gevolg is deur produsente. Om die siektevoorkoms van elke kultivar te bepaal, is 100 blare elke keer onwillekeurig na gekyk en die siektesimptome so visueel waargeneem. Slegs die simptome wat so waargeneem kon word, se persentasie van oppervlak blaarbesmetting is verkry, deur dit dan met die oog te skat. Metings wat elke opeenvolgende week in die veld geneem is, het die kumulatiewe siektevoorkoms van die gewas op daardie spesifieke tydstop aangedui. Dit was die resultaat van al die voorafgaande infeksies (primêr en sekondêr), wat reeds sedert die aanvang van die donsige skimmel siekteseisoen, plaasgevind het. Die tipe infeksie, hetsy dit primêre en/of sekondêre infeksie was, is nie aangeteken nie, aangesien die simptome daarvan presies dieselfde lyk en dit onmoontlik is om die onderlinge verskil te kan bepaal. Slegs onder beheerde laboratorium toestande kan bepaal word watter tipe infeksie (primêr of sekondêr), asook die tydstop van infeksie, aanleiding gegee het tot watter uitbrake (Vermeulen, pers. komm., 2003).

### 3.3.3 Outomatiese weerstasie sensors

In die betrokke studie is daar gebruik gemaak van Metos (Pessl, 2000) se sagteware en van MC-Systems (Cotton, 1993) weerstasies, Tabelle 3.1 en 3.2. Beide weerstasies is outomaties en maak gebruik van soortgelyke sensors om weerdata te meet. Die sensors van beide weerstasies is gekoppel aan 'n logger, wat al die weerinligting stoor. Hierdie inligting kan dan per rekenaar, foon, selfoon of per satelliet afgetrek word. Weersensors van die Cotton weerstasie word in 'n standaard Stevenson skerm gehuisves, terwyl die Metos weerstasies se sensors binne in 'n kleiner aluminium omhulsel geplaas word.

Beide weerstasies se blaarnat sensors, word egter buite die omhulsels, maar direk langs wingerde, ongeveer 1.5 m bo die grond oppervlakte opgestel. Die helling van die blaarnat sensors word teen ongeveer 45 ° opgestel, met 'n suidelike aspek. Die reënmeters van beide weerstasies word so ver moontlik weg van die betrokke weerstasies, 1.2 m (MC-Systems) en 2 m (Metos) bo die grond oppervlakte opgestel, sodat enige moontlike obstruksies rondom die reënmeters, so klein as moontlike effek het op die reënval wat gemeet word.

**Tabel 3.1 Lys van Cotton outomatiese weerstasies, waarvan uurlikse weerdata gebruik gemaak was om die donsige skimmel infeksies mee te voorspel.**

Naaste Dorp	Stasiennaam (Cotton)	Breedtegraad	Lengtegraad	Hoogte bo seespieël
Stellenbosch	Nietvoorbij	33° 55' 00 S	18° 51' 36 O	167 m
Stellenbosch	Alto	34° 00' 52 S	18° 51' 22 O	280 m
Paarl	Otterkuil	33° 43' 23 S	18° 50' 23 O	120 m
Paarl	Mooigeleë	33° 38' 42 S	18° 50' 19 O	187 m
Paarl	Môrewag	33° 40' 43 S	18° 56' 36 O	240 m
Paarl	Nederburg	33° 43' 03 S	19° 01' 06 O	183 m
Robertson	Zandvliet	33° 50' 45 S	20° 03' 40 O	179 m
Robertson	Vinkrivier	33° 45' 22 S	19° 46' 35 O	280 m
Robertson	Le Chasseur	33° 51' 41 S	19° 43' 26 O	197 m
Robertson	Goree	33° 48' 55 S	19° 47' 16 O	203 m
Robertson	Klaasvoogds	33° 48' 27 S	19° 59' 20 O	233 m
Robertson	NIVV	33° 49' 59 S	19° 54' 00 O	156 m

**Tabel 3.2 Cotton outomatiese weerstasies, waar uurlikse weerdata gebruik was (1992 - 2003) om die donsige skimmel infeksies mee te voorspel.**

Naaste Dorp	Stasiennaam (Cotton)	'92 - '98	'98 - '02	'02 - '03	'98	'00	'01
Stellenbosch	Nietvoorbij	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee
Stellenbosch	Alto	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Paarl	Otterkuil	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Paarl	Mooigeleë	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Paarl	Môrewag	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee
Robertson	Zandvliet	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Robertson	Vinkrivier	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee
Robertson	Le Chasseur	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee
Robertson	Goree	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee
Robertson	Klaasvoogds	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja

#### 3.3.4.1 Reënmeter

Die reënmeters van beide weerstasies is standaard “tipping-bucket” reënmeters en elk meet 0.2 mm per slag, sodra die bakkie reënwater uitgooi. Die Metos weerstasie se bakkies is van plastiek en die Cotton weerstasie sin bestaan uit koper. Die hoogte van opstelling vir die Metos weerstasie se reënmeter bokant die grond oppervlakte is ongeveer 2 m en vir die MC-Systems weerstasie 1.2 m.

#### 3.3.4.2 Temperatuur sensor

Die temperatuur sensors van albei weerstasies lyk dieselfde en is akkuraat tot 0.1 °C. Maksimum, minimum, gemiddelde en natbol temperature word gemeet op 'n 1.4 m hoogte, met twee temperatuur sensors by elke weerstasie.

#### 3.3.4.3 Blaarnatheidsensor

Presies dieselfde blaarnatheidsensor is vir beide weerstasies gebruik. Die blaarnatheidsensors is groen geverf en word teen 'n hoek van 45 ° opgestel, direk langs 'n wingerd (1.4 m hoogte), met 'n suidelike aspek. Sodra die sensor nat raak, deur byvoorbeeld reën, word 'n elektriese stroom omgesit na 'n digitale syfer, wat wissel tussen nul en een. Nul is droog, terwyl 'n syfer van een aandui dat die hele oppervlakte van die sensor nat is (Kim *et al.*, 2004).

#### 3.3.4.4 Windspoedsensor

Die windspoedsensors van die twee weerstasies bestaan uit drie halwe bakkies elk, wat in die rondte draai. Elk meet die windspoed in meter per sekonde op 'n 2 m hoogte. Die bakkies windspoed meter van MC-Systems bestaan uit aluminium en is ongeveer twee maal groter as die plastiek bakkies windspoed meter van die Metos weerstasie.

#### 3.3.4.5 Relatiewe humiditeit sensor

Relatiewe humiditeitswaardes by die Metos weerstasie is gemeet (1.4 m hoogte) met 'n relatiewe humiditeitsensor. Die Cotton weerstasies het geen relatiewe humiditeit (RH) sensors nie en moes die RH gevolglik met 'n wiskundige formule bereken word, deur die uurlikse droëbol en natbol temperature te gebruik. Die relatiewe humiditeit kan varieer van 0 % tot so hoog as 100 %, wat versadiging van die lug aandui.

### 3.3.4 Weerdata

Aangesien die Metos en Metos-2 model uurlikse weerdata benodig as inset, kon slegs outomatiese weerstasies se data gebruik word vir die toetse. Dit het tot gevolg gehad dat heelwat meganiese weerstasies wat vir die toetse gebruik kon word, se data buite rekening gelaat moes word. Om soveel as moontlik weerstasies te bekom vir die Metos-2 model, is daar gevolglik vir die doel van die toetse geen onderskeid gemaak tussen die meso-klimaat en mikro-klimaat stasies se weerdata nie. Die mikro-klimaat weerstasies se weerdata word binne in wingerde en boorde se rye gemeet (in weerkaste), terwyl die meso-klimaat weerstasies direk langs boorde en wingerde opgerig word, onder standaard weerstasie riglyne. Die verskille wat as gevolg hiervan in die praktyk voorkom, se inherente foute is dus buite rekening gelaat en beide se gegewens is net so gebruik vir die voorspelling van donsige skimmel infeksies.

#### 3.3.4.1 Uurlikse weerdata

Die uurlikse weerdata (temperature, blaarnatheid en reënval) vir die 1998 - 2002 en die 2002 - 2003 seisoene is slegs gemeet met outomatiese Cotton weerstasies. Die weerstasie se logger registreer elke minuut 'n waarde en na elke uur word die 60 gemete waardes geakkumuleer en die gemiddelde daarvan bereken en gestoor op die logger. Dit is hierdie gemiddelde uurlikse waardes wat gebruik word in die navorsing

van hierdie tesis. Die enigste uitsondering is reënval, waar elke hoeveelheid reënval wat val, geakkumuleer word en die totale hoeveelheid reënval dan per uur geregistreer word. Die uurlikse relatiewe humiditeitswaardes word nie gemeet nie, maar wiskundig bereken na die tyd, met behulp van Penman (1948) se versadigde dampdruk formule.

Vir die 1992 - 1998 seisoene is slegs gebruik gemaak van 'n Metos weerstasie, maar vanaf 1995 is ook een Cotton weerstasie opgerig, wat uurlikse weerdata gemeet het. Die verskil tussen hierdie betrokke weerstasie en die Cotton weerstasies, is dat die Metos weerdata op 'n 12 minuut interval, in plaas van 'n uurlikse interval, weerdata vaslê op die logger. Die twaalf-minuut interval weerdata (Metos) word verkry deur alleenlik 'n oombliklike waarde te neem op elke 12 min., terwyl die Cotton weerstasie, elke minuut 'n lesing registreer en na 60 min. die totale of gemiddelde van die vorige sestig waardes te neem en as een uurlikse waarde te stoor.

#### 3.3.4.1.1 Seleksie van uurlikse weerdata

Die Cotton outomatiese weerstasies se uurlikse en die Metos weerstasies se twaalf minuut interval weerdata, bepaal dat daar altyd voldoende weerdata beskikbaar is vir enige jaar. Die beperkende faktor is meestal die infeksie dae self, wat in die ooreenstemmende tydperke ingesamel is, al dan nie. Om die gemete weerdata dus te kan vergelyk met die infeksie dae, moes daar gevolglik van een of ander seleksie kriteria gebruik gemaak word. Vir die 1992 - 1998, asook die 2002 - 2003 seisoene (Stellenbosch en Paarl weerstasies), het die infeksie dae wat gemeet was, bepaal watter ooreenstemmende tydperk weerdata gebruik moes word. Tydens die 1998 - 2002 en 2002 - 2003 (ander tydperk hier vir Stellenbosch gebruik) seisoene, was feitlik geen gemete infeksie dae beskikbaar nie en gevolglik kon enige tydperk van weerdata dus hier gebruik word. Weens die feit van die min gemete infeksie dae, is daar toe alleenlik net van weerdata gebruik gemaak, om die Metos-2 model se akkuraatheid teen te toets. Meer as een weerstasie is per streek gebruik.

Donsige skimmel se primêre infeksie neem eers 'n aanvang, sodra 10 mm of meer reën voorgekom het. Die piektyd van donsige skimmel uitbrake is September, Oktober en November. Daarmee saam kan die Metos-2 model slegs drie weke se

weerdata per keer hanteer, om donsige skimmel infeksies mee te bereken. Hierdie pas genoemde drie faktore het bepaal watter weerdata van die 1998 - 2002 seisoene geselekteer was, vir die onderskeie toetse. Vir die piek tydperk van donsige skimmel uitbrake (September tot November), is vir elke weerstasie en elke afsonderlike jaar, slegs een drie weke periode van weerdata gekies, waar reënval van 10 mm of meer voorgekom het. Dieselfde tydperke wat aanvanklik gekies is, is egter deurgaans gebruik vir die betrokke maande van die ander weerstasies ook, ongeag of dit in sekere maande minder as 10 mm in 'n drie weke periode by 'n betrokke weerstasie gereën het.

#### 3.3.4.1.1.1 de Kock se proewe (1992 - 1998)

'n Metos weerstasie by Nietvoorbij is gebruik om deurlopend twaalf minuut interval weerdata (1992 - 1998) in te samel op Stellenbosch. Vanaf 1995 is bykomend nog 'n Cotton outomatiese weerstasie ook by Stellenbosch op Nietvoorbij opgerig, wat uurlikse weerdata ingesamel het. Die infeksie dae insameling en bestrydings tydperk het elke jaar aaneenlopend gestrek vanaf ongeveer Oktober tot Januarie die volgende jaar en is die ooreenstemmende weerdata vir die betrokke tydperke ook gebruik, vir die toetsing van die Metos model.

#### 3.3.4.1.1.2 Maande gedurende 1998 - 2002

Historiese uurlikse weerdata (vanaf slegs outomatiese Cotton weerstasies), van die afgelope vyf jaar (1998 - 2002), is vir die Metos-2 model se voorspellings gebruik. Die weerdata bevat uurlikse weergegewens van droëbol temperatuur, reënval, persentasie relatiewe humiditeit en blaarnatheid. Vir Robertson is die Vinkrivier en Zandvliet weerstasies se data, by Paarl die Mooigeleë en Otterkuil weerstasies en vir die Stellenbosch omgewing is die Alto en Nietvoorbij weerstasies se data gebruik (Tabel 3.2). Vir die tydperk 1998 - 2002 is slegs September, Oktober en November maand se weerdata gebruik om die model mee te loop. Vir elke gekose maand, is slegs een aaneenlopende tydperk van presies drie weke per jaar gekies, in die tye wanneer die meeste reën geval het, vanweë die Metos-2 model wat maksimaal slegs drie weke se weerdata per slag kan verwerk en voorstel. Hoe meer reëndae voorkom, hoe groter is die moontlikheid vir infeksies in die praktyk en dienooreenkomstig voorspel die Metos-2 model dan ook gewoonlik meer infeksieperiodes. Met meer



infeksieperiodes wat deur die Metos-2 model voorspel word, kan die verskille en ooreenkomste tussen verskillende weerstasies dan makliker bepaal word, vergeleke met min of geen infeksievoorspellings, as gevolg van min of geen reën.

#### 3.3.4.1.1.3 Stellenbosch en Paarl (2002 - 2003)

Vir die 2002 - 2003 tydperk is al die dae vanaf 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003, se uurlikse weerdata vir een Cotton outomatiese weerstasie elk (Tabel 3.2), by Stellenbosch (Nietvoorbij) en Paarl (Môrewag) gebruik, om infeksies mee te voorspel. Die twee streke is gekies, aangesien daar verwag word dat die temperature en reënval genoegsaam van mekaar mag verskil, vir die Metos-2 model om infeksievoorspellings/verskille uit te kan wys. Hoe groter die variasie in klimaat tussen streke, hoe deegliker kon die Metos-2 model getoets en gekalibreer word.

Die aantal dae van primêre en sekondêre infeksievoorspellings, is verkry deur die voorafgaande sewe dae vanaf elke datum waarop die werklike siektevoorkoms gemeet is, se weerdata te gebruik. Dit is so gedoen aangesien die swam 'n paar dae neem om uit te breek, vanaf infeksie tot wanneer die eerste siektesimptome sigbaar raak (inkubasieperiode). Volgens Travis *et al.* (2003), is lugtemperatuur net ondergeskik aan reënval en speel veral 'n belangrike rol by donsig skimmel se inkubasietydperk, deurdat dit hierdie proses kan vertraag of versnel. Die inkubasieperiode in die Wes-Kaap is gemiddeld in die orde van sewe dae oor die siektetydperk, hoofsaaklik as gevolg van die temperature wat dan heers (Vermeulen, pers. komm., 2003). Die probleem met vaste inkubasieperiodes van 7 dae, wat kan wissel vanaf 4 dae tot soveel as 25 dae (Orlandini *et al.*, 1991b), is dat die siektevoorkoms wat gemeet word, eintlik afkomstig mag wees van gunstige infeksie toestande, langer as sewe dae gelede. Dit veroorsaak dat die korrelasie tussen die gemete siektevoorkoms en die voorspelde infeksies nie altyd na behore getoets kan word nie. Foute mag maklik so begaan word. Die Wes-Kaap se lugtemperatuur in die siektetydperk van donsig skimmel (Sept. - Feb.) is vir meeste plekke gunstig genoeg om relatief kort inkubasieperiodes van enkele dae tot gevolg te hê (Tabelle 3.4 - 3.6), sodat inkubasieperiodes van langer as sewe dae meer die uitsondering as die reël is. Die korrelasie tussen die werklike siektevoorkoms (kontrole blok) en die moontlike infeksieperiodes, soos voorspel met die Metos-2 model, kon op die manier

dienooreenkomstig met mekaar vergelyk word. Dit sal ten minste 'n goeie aanduiding gee of die Metos-2 model betroubaar genoeg is om donsige skimmel infeksies uit te wys, na aanleiding van die voorkoms van donsige skimmel op die kontrole blokke.

#### 3.3.4.1.1.4 Stellenbosch (2002 - 2003)

Nietvoorbij se gemete weerdata is gebruik vir die tydperk van begin November 2002 tot einde Februarie 2003. In hierdie tydperk het genoeg reën voorgekom wat moontlik primêre infeksies kon veroorsaak het. Aangesien die gemiddelde temperature in die tydperk meestal ook hoog genoeg is vir sekondêre infeksies, is die gegewe tydperk geselekteer vir die voorspelling van primêre, sowel as sekondêre infeksies, met die Metos-2 model.

### 3.3.5 Metode van werkverrigting

Navorsingsresultate van die Metos model (de Kock, 1995; Vermeulen, 1999b) word net in die tesis herhaal, terwyl drie streke en ses outomatiese weerstasies se weerdata gebruik is om die akkuraatheid van die Metos-2 model mee te toets. Omrede die Metos-2 model feitlik dieselfde model as die Metos model is, soos reeds voorheen bespreek, is daar besluit om nie die Metos-2 model te toets teen die resultate van die Metos model nie. Die resultate behoort baie dieselfde te wees en geen sinvolle afleidings sal gevolglik gemaak kan word nie. Geen infeksie dae was in elk geval ook tydens 1998 - 2002 beskikbaar nie en kon die Metos-2 model se voorspellings, vir die verskillende tydperke (3 weke elk) en oor verskillende jare vir drie afsonderlike streke, gevolglik net teen mekaar vergelyk word.

#### 3.3.5.1 Metos model (1992 - 1998)

Die Metos weerstasie se sagteware is vanaf die 1992/93 seisoen tot en met die 1998/99 seisoen deurgaans getoets, om donsige skimmel infeksies te voorspel en die resultate is daarna vergelyk teen kontrole en voorkomende spuitprogramme. Dit is gedoen vir verskillende areas en met verskillende wingerd kultivars (Vermeulen, 1999b). Die kontrole is waar geen bespuitings gedoen is nie en die voorkomende spuitprogram is waar twee-weeklikse bespuitings deurlopend in die gevaar tydperk, vanaf September tot Januarie van elke jaar, gedoen is. Die voorkomende spuitprogram se tydperk van gereelde toediening het soms gevarieer weens praktiese

implikasies. Bespuitings volgens die Metos (1992 - 1998), sowel as die Metos-2 modelle (1996 - 1998), is net gedoen wanneer 'n donsige skimmel infeksieperiode deur enige van die twee sagteware modelle voorspel was (Vermeulen, 1999b).

#### 3.3.5.2 Metos-2 model

Weens 'n tekort aan voldoende infeksie dae vanaf 1998 - 2002, was daar besluit om net die Metos-2 model se voorspellings te toets vir verskillende streke, oor die gegewe tydperk. Vir elke betrokke jaar is net drie weke tydperke geneem, vir sekere maande van die jaar (Sept., Okt. en Nov.), met twee afsonderlike weerstasies per streek. Die areas wat gekies was vir die proef, was gekies na aanleiding van drie streke in tye van siektedruktoestande, waar die klimaat voldoende van mekaar verskil om verskillende donsige skimmel uitbrake te veroorsaak. Robertson, Paarl en die Stellenbosch areas is geneem, aangesien hulle vanaf 'n warm en droog tot 'n koeler en natter streek verteenwoordig.

#### 3.3.5.3 Stellenbosch en Paarl (2002 - 2003)

Betroubare infeksie dae is deur die plantsiekte afdeling te Nietvoorbij, deurlopend op 'n weeklikse basis ingesamel vanaf 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003, waarteen die voorspellings van die Metos-2 model getoets kon word. Die siektevoorkoms se lesings (infeksie dae) is in kontrole "onbespuite" persele geneem. Geen beheer was dus op die persele toegepas nie. Die res van die blok waarin die proewe gedoen is, was voorkomend bespuit. Al twee lokaliteite is slegs met chemiese kontakmiddels voorkomend beheer. Twee streke, naamlik Stellenbosch en Paarl is gekies, waarvan eersgenoemde 'n koeler en natter streek en laasgenoemde 'n effens warmer en droër streek verteenwoordig. Een weerstasie naamlik Nietvoorbij, is vir die Stellenbosch area en 'n ander weerstasie naamlik Môrewag (Tabel 3.2), is vir die Paarl area gekies.

#### 3.3.5.4 Stellenbosch (2002 - 2003)

Die Metos-2 model kan slegs drie weke se weerdata per keer bereken en daarom is die tydperk van meting (1 November 2002 - 28 Februarie 2003) in drie-week-periodes opgedeel. Die model is dus eers geloop op weerdata wat gestrek het vanaf 1 Nov. - 22 Nov. 2002 en die volgende lopie het weer by die 22ste November begin en drie weke aan gestrek tot by die 13de Desember, ensomeer. Hierdie proses is herhaal totdat die

hele tydperk se weerdata geloop is. Beide primêre en sekondêre infeksies is voorspel vir die aaneenlopende tydperk. Vir die tabelle strek die tydperk egter vanaf 6 November 2002 - 19 Februarie 2003, omrede dit die tydperk was wanneer siektevoorkoms van donsige skimmel ingesamel was.

### 3.4 Resultate en Bespreking

Die resultate van die Metos model, waarvan die navorsing reeds jare gelede gedoen is (de Kock, 1995; Vermeulen, 1999b), word net kortliks bespreek, terwyl die Metos-2 model se resultate in meer diepte bespreek word.

#### 3.4.1 Seleksie van weerdata

Vir die 1998 - 2002 periode van geen siektevoorkomsdata, moes daar een of ander kriteria gebruik word om te bepaal watter weerdata van die verskillende jare en maande gebruik sou word, om die Metos-2 model op te loop. Reënval is die belangrikste faktor by primêre infeksie en dit is hier waar die siekte 'n aanvang kan neem, al dan nie. Enige reënvalwaardes vanaf 10 mm en meer is dan ook die drumpelwaarde van waar moontlike infeksie kan plaasvind al dan nie, sou die regte temperature en blaarnatheid tydperk daarmee saam voorkom, bygesê. Vir die ses outomatiese weerstasies hier van belang (Tabel 3.2), is toe 3-week-periodes gesoek (vanaf September tot Februarie), vir elke afsonderlike jaar waar 10 mm of meer per dag voorgekom het. Die betrokke maande moes egter ook val binne donsige skimmel se gevaarperiode (September tot Februarie). Vir die jare 1998 - 2002 het die September en Oktober maande se gemiddelde totale reënval, by al ses weerstasies die meeste reënval getoon en is om die rede toe gekies. Tabel 3.3 dui die spesifieke drie weke tydperke wat uiteindelik bepaal is. Die 3-week-periodes wat in Tabel 3.3 voorkom, is deurgaans net so gebruik vir al ses die outomatiese weerstasies, tydens die onderskeie jare.

**Tabel 3.3** Drie week periodes is gekies na aanleiding van 'n maksimum daaglikse reënval van 10 mm of meer, vir die onderskeie maande en jare binne donsigse skimmel se siekte gevaartyd. Met behulp van die Metos-2 model is die aantal infeksies toe voorspel.

Stasiennaam	Jaartal	Datum en hoeveelheid reënval	Drie weke periode	Aantal primêre infeksies	Aantal sekondêre infeksies
Nietvoorbij	1998	2 Okt. '98 (15.8 mm)	13 Okt. '98 - 3 Nov. '98	2	6
Nietvoorbij	1999	9 Sept. '99 (35.6 mm)	9 Sept. '99 - 30 Sept. '99	2	1
Nietvoorbij	2000	9 Sept. '99 (11.6 mm)	6 Sept. '00 - 27 Sept. '00	1	2
Nietvoorbij	2001	26 Sept. '01 (14.4 mm)	12 Sept. '01 - 3 Okt. '01	2	2
Nietvoorbij	2002	18 Okt. '02 (6 mm)	1 Okt. '02 - 22 Okt. '02	0	2

#### 3.4.1.1 Langtermyn weerdata

Daar is gepoog om een verteenwoordigende meganiese weerstasies te bekom vir elk van die volgende drie streke, naamlik Stellenbosch, Robertson en die Paarl. Die betrokke weerstasies se langtermyn weerdata (30 jaar), gee 'n goeie aanduiding van hoe die spesifieke drie streke se reënval en temperature van mekaar verskil. Uit Tabelle 3.4 - 3.6, is dit duidelik dat Robertson die droogste en warmste is deur die dag (27.4 °C) en ook die koelste deur die nag (12.9 °C). Daarenteen is Stellenbosch weer die natste (193 mm) van die drie streke en die koelste deur die dag (25.1 °C). Paarl se weerstasie dui 'n klimaat aan wat so iets tussen die klimaat van Robertson en Stellenbosch is, met die warmste gemiddelde temperature oor dertig jaar deur die nag (14.5 °C), van die drie streke.

**Tabel 3.4** Langtermyn gemiddelde weerdata van die afgelope 30 jaar (1967 - 1997), vir die NIVV weerstasie in die Robertson streek.

<b>NIVV weerstasie te Robertson</b>				
<b>Maande van die jaar</b>	<b>Reënval (mm)</b>	<b>Gemiddelde Temp. (°C)</b>	<b>Maksimum Temp. (°C)</b>	<b>Minimum Temp. (°C)</b>
September	19	14.9	21.9	8.0
Oktober	21	17.5	24.5	10.4
November	16	20.0	27.2	12.8
Desember	16	22.0	29.4	14.6
Januarie	13	23.2	30.7	15.6
Februarie	15	23.1	30.4	15.9
	<b>Totaal 100</b>	<b>Gemid. 20.1</b>	<b>Gemid. 27.4</b>	<b>Gemid. 12.9</b>

**Tabel 3.5** Langtermyn gemiddelde weerdata van die afgelope 30 jaar (1967 - 1997), vir die Nederburg weerstasie in die Paarl streek.

<b>Nederburg weerstasie te Paarl</b>				
<b>Maande van die jaar</b>	<b>Reënval (mm)</b>	<b>Gemiddelde Temp. (°C)</b>	<b>Maksimum Temp. (°C)</b>	<b>Minimum Temp. (°C)</b>
September	61	15.3	20.8	9.8
Oktober	37	18.2	24.3	12.1
November	26	20.7	27.1	14.2
Desember	32	22.4	28.8	16.0
Januarie	17	23.8	30.7	17.0
Februarie	20	24.5	31.2	17.7
	<b>Totaal 193</b>	<b>Gemid. 20.8</b>	<b>Gemid. 27.2</b>	<b>Gemid. 14.5</b>

**Tabel 3.6** Langtermyn gemiddelde weerdata van die afgelope 30 jaar (1967 - 1997), vir die Nietvoorbij weerstasie in die Stellenbosch streek.

<b>Nietvoorbij weerstasie te Stellenbosch</b>				
<b>Maande van die jaar</b>	<b>Reënval (mm)</b>	<b>Gemiddelde Temp. (°C)</b>	<b>Maksimum Temp. (°C)</b>	<b>Minimum Temp. (°C)</b>
September	56	14.7	20.0	9.4
Oktober	46	17.1	22.8	11.4
November	26	19.1	25.2	13.1
Desember	25	20.5	26.5	14.5
Januarie	20	21.5	27.8	15.2
Februarie	22	21.6	28.0	15.3
	<b>Totaal 195</b>	<b>Gemid. 19.1</b>	<b>Gemid. 25.1</b>	<b>Gemid. 13.2</b>

### 3.4.1.2 Gemiddelde ses jaar weerdata

Die afgelope ses jaar (1999 - 2004) se weerdata van tien weerstasies by Robertson, Stellenbosch en Paarl (Tabelle 3.7 - 3.14) toon dieselfde variasie in klimaat as die langtermyn klimaat gegewens by Tabelle 3.4 - 3.6. Robertson is ook hier (ses jaar gemiddelde) die droogste en warmste deur die dag (Tabel 3.11) en koelste deur die nag (Tabel 3.13). Stellenbosch bly steeds die natste (Tabel 3.8) van die drie streke en die koelste tydens dag temperature (Tabel 3.12). Paarl se weerstasies dui 'n klimaat aan wat bly wissel tussen die klimaat van Robertson en Stellenbosch se weerstasies (Tabelle 3.8, 3.10, 3.12 en 3.14).

**Tabel 3.7 Gemiddelde reënval (mm) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.**

Maande van die jaar	Robertson				
	Zandvliet	Klaasvoogds	Le Chasseur	Goree	Vinkrivier
September	15	13	13	12	22
Oktober	10	13	6	6	13
November	16	21	11	15	27
Desember	29	28	37	30	36
Januarie	22	17	16	13	44
Februarie	7	10	4	2	5
<b>Totaal</b>	<b>99</b>	<b>102</b>	<b>87</b>	<b>78</b>	<b>147</b>

**Tabel 3.8 Gemiddelde reënval (mm) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.**

Maande van die jaar	Stellenbosch		Paarl		
	Nietvoorbij	Alto	Mooigeleë	Otterkuil	Môrewag
September	90	-	50	51	56
Oktober	35	-	13	20	20
November	30	-	21	19	29
Desember	31	-	15	19	24
Januarie	360	-	11	15	15
Februarie	8	-	6	5	7
<b>Totaal</b>	<b>230</b>	<b>-</b>	<b>116</b>	<b>129</b>	<b>151</b>

**Tabel 3.9 Gemiddelde temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.**

Maande van die jaar	Robertson				
	Zandvliet	Klaasvoogds	Le Chasseur	Goree	Vinkrivier
September	14.0	13.6	13.8	13.6	13.2
Oktober	16.8	16.5	17.0	16.6	16.3
November	18.9	18.5	19.2	18.7	18.6
Desember	21.3	21.1	21.8	21.2	21.3
Januarie	21.3	21.0	20.8	21.1	21.2
Februarie	21.7	21.4	22.5	21.5	22.0
<b>Gemiddeld</b>	<b>19.0</b>	<b>18.7</b>	<b>19.2</b>	<b>18.8</b>	<b>18.8</b>

**Tabel 3.10 Gemiddelde temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.**

Maande van die jaar	Stellenbosch		Paarl		
	Nietvoorbij	Alto	Mooigeleë	Otterkuil	Môrewag
September	13.8	14.1	14.0	14.3	14.6
Oktober	16.7	17.4	17.3	17.6	18.0
November	18.5	19.3	18.8	19.3	19.7
Desember	20.8	21.7	21.5	21.6	22.2
Januarie	21.0	21.6	21.9	22.2	22.8
Februarie	22.2	22.6	22.8	23.2	24.0
<b>Gemiddeld</b>	<b>18.8</b>	<b>19.5</b>	<b>19.4</b>	<b>19.7</b>	<b>20.2</b>

**Tabel 3.11 Gemiddelde maksimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.**

Maande van die jaar	Robertson				
	Zandvliet	Klaasvoogds	Le Chasseur	Goree	Vinkrivier
September	21.9	21.3	21.8	21.2	21.3
Oktober	25.4	24.8	25.6	24.8	24.8
November	27.3	27.0	28.0	27.0	27.3
Desember	29.1	29.0	30.0	28.9	29.6
Januarie	29.3	29.2	30.2	28.9	29.5
Februarie	30.2	29.9	31.4	29.9	30.8
<b>Gemiddeld</b>	<b>27.2</b>	<b>26.9</b>	<b>27.8</b>	<b>26.8</b>	<b>27.2</b>



**Tabel 3.12 Gemiddelde maksimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.**

Maande van die jaar	Stellenbosch		Paarl		
	Nietvoorbij	Alto	Mooigeleë	Otterkuil	Môrewag
September	19.3	18.6	19.9	19.5	20.1
Oktober	22.9	22.9	24.7	24.0	24.4
November	24.5	25.0	26.4	26.1	26.3
Desember	26.8	28.1	28.5	28.4	28.5
Januarie	27.5	27.7	29.2	29.1	29.8
Februarie	29.0	29.5	31.1	30.5	31.2
<b>Gemiddeld</b>	<b>25.0</b>	<b>25.3</b>	<b>26.6</b>	<b>26.3</b>	<b>26.7</b>

**Tabel 3.13 Gemiddelde minimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir vyf outomatiese weerstasies in die Robertson streek.**

Maande van die jaar	Robertson				
	Zandvliet	Klaasvoogds	Le Chasseur	Goree	Vinkrivier
September	7.5	7.6	7.4	7.3	6.7
Oktober	10.1	10.1	10.3	10.0	9.4
November	12.0	12.0	12.3	11.8	11.4
Desember	14.5	14.6	15.2	14.8	14.2
Januarie	15.1	15.1	15.6	15.1	14.7
Februarie	15.8	15.9	16.5	16.0	15.7
<b>Gemiddeld</b>	<b>12.5</b>	<b>12.6</b>	<b>12.9</b>	<b>12.5</b>	<b>12.0</b>

**Tabel 3.14 Gemiddelde minimum temperatuur (°C) vir sekere maande van die afgelope ses jaar (1999 - 2004), vir tesame vyf outomatiese weerstasies in die Stellenbosch en Paarl streke.**

Maande van die jaar	Stellenbosch		Paarl		
	Nietvoorbij	Alto	Mooigeleë	Otterkuil	Môrewag
September	9.0	10.6	9.9	10.3	10.7
Oktober	11.6	12.9	12.1	12.6	13.0
November	13.1	14.5	13.4	13.9	14.6
Desember	15.3	16.4	15.6	16.2	16.7
Januarie	15.8	16.4	16.5	16.8	17.7
Februarie	16.2	17.2	17.1	17.6	18.7
<b>Gemiddeld</b>	<b>13.5</b>	<b>14.7</b>	<b>14.1</b>	<b>14.6</b>	<b>15.2</b>

#### 3.4.1.3 Weerdata van een weerstasie

Tabel 3.15 dui die Nietvoorbij outomatiese weerstasie se daaglikse reënval aan vir die periode vanaf September 1999 tot Februarie 2000. Hier het die meeste reënval gedurende September 1999 geval. 'n Drie weke periode binne September maand is toe gekies vir die Nietvoorbij weerstasie (jaartal 1999), as weerdata vir die Metos-2 model toetse. Die drie weke periode wat gekies is (sien skadu areas), het gestrek van 9 tot 30 September 1999, waar dae van meeste reënval in die betrokke maand voorgekom het.

#### 3.4.1.4 Weerdata by res van weerstasies

Dieselfde proses wat gevolg is om 'n 3-week-periode van weerdata vir Nietvoorbij in die 1999 jaartal te kies, is ook gevolg vir die ander vyf weerstasies en jare van die gekose tydperk van belang (1998 - 2002). September maand se daaglikse reënval was deurgaans vir die jare 1999 - 2001 die meeste, daarom is hierdie spesifieke drie weke tydperk van die September maand gekies vir al ses weerstasies. Presies dieselfde drie weke tydperk vir al ses weerstasies, binne dieselfde jaar, is elke keer gebruik om infeksies voorspellings te bereken met die Metos-2 model. Vir die afsonderlike jare (1999 - 2001), het die drie weke tydperke egter met enkele dae van mekaar verskil. Die oorblywende twee jare (1998 en 2002), het dit tydens Oktober maand die meeste gereën en gevolglik is die maand toe gebruik om twee verskillende drie weke periodes te kies, vir die twee jare. Ook hier is die spesifieke drie weke tydperke wat gekies was, gebruik by al ses die weerstasies (Tabel 3.3).

#### 3.4.2 Toets Metos teenoor Metos-2 model, de Kock se proewe

Die resultate wat verkry is vanaf die 1992/93 seisoen tot die 1998/99 seisoen, word aangetoon in Tabel 3.16. Die kontrole (geen bespuiting), standaard metode (voorkomende spuitprogram), bespuiting volgens die Metos model en die Metos-2 model se sagteware voorspellings, is vergelyk met die uitbreek van donsige skimmel by elk. Die boonste deel van die tabel wys die aantal kere wat chemiese middels/swamdoders in die betrokke seisoene toegedien moes word, na aanleiding van die tipe behandeling wat gevolg is. In die onderste deel van die tabel word die persentasie voorkoms van donsige skimmel aangedui vir die gegewe seisoene, nadat

verskillende beheer metodes (bespuitings) of geen beheer (kontrole) toegepas is (Vermeulen, 1999b).

**Tabel 3.15** Daaglikse reënval (mm) van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie te Stellenbosch, vanaf September 1999 tot Februarie 2000. Die verskillende maande se reënvalsyfers word langs mekaar voorgestel vir elke afsonderlike maand en dag. As voorbeeld is die skadu area, 9 - 30 Sept. 1999 gebruik om die Metos-2 lopie op te doen, vir die 1999/2000 seisoen.

Nietvoorbij weerstasie te Stellenbosch						
Dag van die maand	Sept. '99 Reënval (mm)	Okt. '99 Reënval (mm)	Nov. '99 Reënval (mm)	Des. '99 Reënval (mm)	Jan. '00 Reënval (mm)	Feb. '00 Reënval (mm)
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0
4	0	0	2	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0
8	5	0	5	3	0	0
9	36	0	0	0	0	0
10	27	0	0	1	0	0
11	17	4	0	0	7	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0	0
16	5	0	0	0	0	0
17	2	0	3	0	0	0
18	0	0	17	0	0	0
19	0	0	1	0	0	0
20	2	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	6	0	0	0	0	0
25	24	0	0	0	0	0
26	4	0	9	0	0	0
27	4	0	0	0	0	0
28	0	0	1	0	10	0
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	3	20	0
31	-	0	-	0	0	-

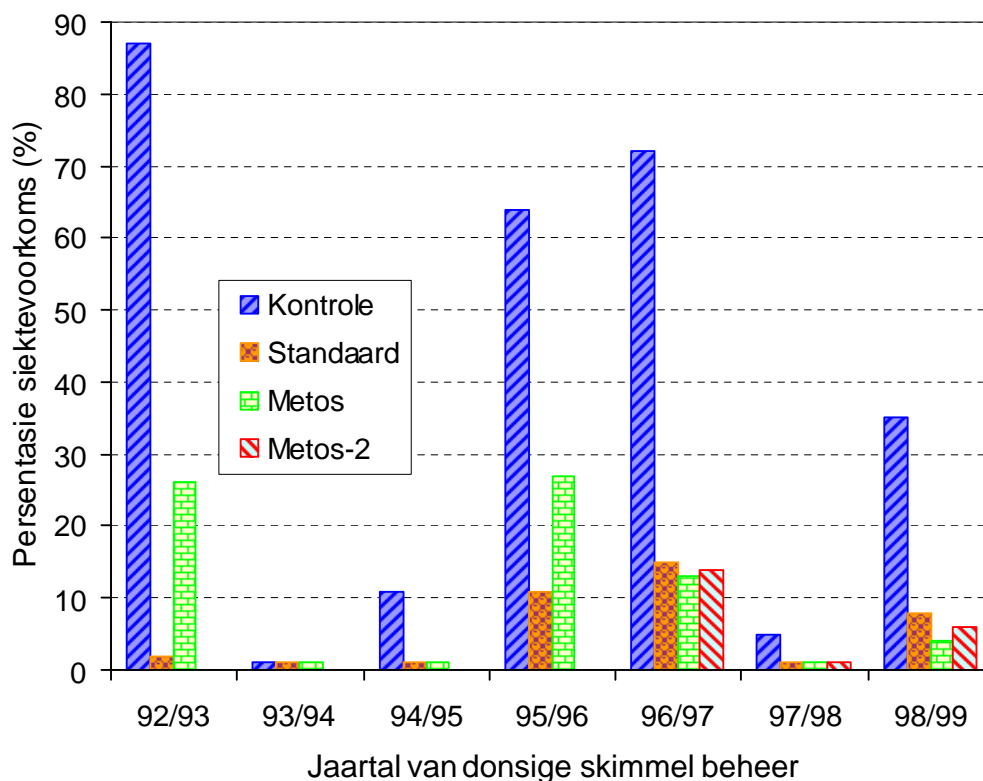
**Tabel 3.16 Persentasie voorkoms en model uitsette van donsige skimmel op Nietvoorbij oor die verskillende jare se siekteseisoene (1992/3 - 1998/99), met verskillende behandelings van beheer (na Vermeulen, 1999b).**

	<b>Aantal kontak/sistemiese toedienings per seisoen</b>						
<b>Behandeling</b>	<b>'92/93</b>	<b>'93/94</b>	<b>'94/95</b>	<b>'95/96</b>	<b>'96/97</b>	<b>'97/98</b>	<b>'98/99</b>
<b>1. Kontrole</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>2. Standaard</b>	10	7	8	10	6	5	7
<b>3. Metos</b>	8	4	4	4	3	1	6
<b>4. Metos-2</b>	-	-	-	-	4	2	5
	<b>Uitbreek van donsige skimmel (%)</b>						
<b>1. Kontrole</b>	87	< 1	11	64	72	5	35
<b>2. Standaard</b>	2	< 1	< 1	11	15	< 1	8
<b>3. Metos</b>	26	< 1	< 1	27	13	< 1	4
<b>4. Metos-2</b>	-	-	-	-	14	< 1	6

Volgens Figuur 3.4 en Tabel 3.16 was die 1992/93 seisoen se siektedruk en gevolglike siektevoorkoms van donsige skimmel die hoogste, want die kontrole behandeling het 'n 87 % uitbreek persentasie gehad. Volgens die Metos voorspelling se beheer, is slegs twee maal minder bespuitings gedoen (agt keer), vergeleke met die standaard beheer program se tien keer, tog is die voorkoms van donsige skimmel hier heelwat hoër (26 % teenoor 2 %). Die rede hiervoor kan moontlik toegeskryf word aan 'n infeksie wat wel deur die Metos sagteware voorspel is, maar weens praktiese probleme kon daar nie betyds 'n chemiese bespuiting toegedien word nie (Vermeulen, pers. komm., 2003). Die siekte het toe 'n houvas op die wingerd gekry, teenoor die standaard tegniek waar feitlik geen uitbreek van die siekte voorgekom het nie, omrede daar op 'n gereelde basis (elke 14 dae) bespuitings gedoen is. Daardie spesifieke deel van die wingerd is dus deur die hele potensiële infeksietydperk effektief beskerm (Vermeulen, pers. komm., 2003).

Tydens die 1995/96 seisoen was die siektevoorkoms relatief hoog (Tabel 3.16), kontrole blok van donsige skimmel (64 %), alhoewel die werklike persentasie infeksies wat beheer is met die standaard en die Metos model, nou nader aan mekaar is, 11 % en 27 % onderskeidelik. Die grootste verskil hier is dat minder as die helfte soveel bespuitings gedoen is volgens die Metos sagteware se voorspellings, vier keer teenoor tien keer met die standaard spuitprogram, vir 'n lae voorkoms van donsige skimmel uitbrake in beide gevalle. Dit beteken dit sou winsgewend beter gewees het.

Met die 1996/97 en 1998/99 seisoene was die standaard, Metos en die Metos-2 model se persentasie uitbreek van donsige skimmel feitlik eenders. Vir die twee Metos modelle is dit te wagte, aangesien die twee modelle in wese weinig van mekaar verskil. Die 1997/98 seisoen was weer 'n lae donsige skimmel siektevoorkoms seisoen (sien kontrole), met beide die standaard program, Metos model en die Metos-2 model se persentasie van siekte uitbrake wat minder as een persent was (Tabel 3.16). Om dieselfde beheer te kon verkry vir die 1997/98 seisoen, is daar vyf keer spuitstowwe deur die seisoen toegedien (standaard), teenoor een en twee bespuitings volgens die twee Metos modelle se voorspellings. Tydens die 1998/99 jaar is met al drie tegnieke relatief baie bespuitings toegedien (standaard sewe, Metos model ses en die Metos-2 model vyf bespuitings), tog was die uiteindelijke siektevoorkoms van donsige skimmel net 35 % by die kontrole, wat laer is as wat daar verwag was vir die gegewe jaar (Vermeulen, pers. komm., 2003).

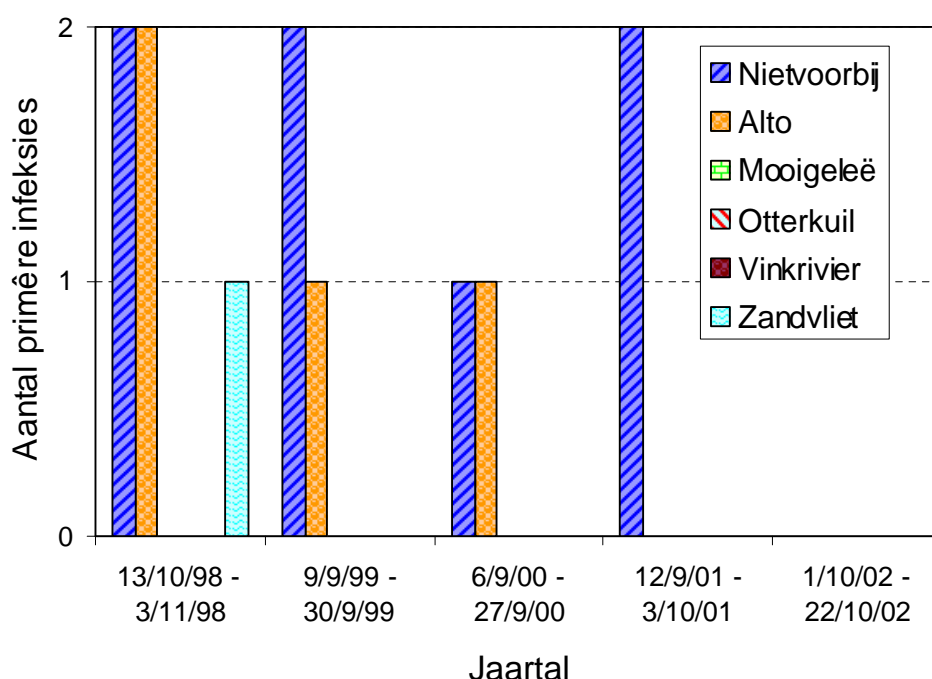


**Figuur 3.4** Persentasie voorkoms van donsige skimmel op Nietvoorbij, met verskillende metodes van beheer, gedurende die 1992/3 - 1998/9 seisoene (na Vermeulen, 1999b).

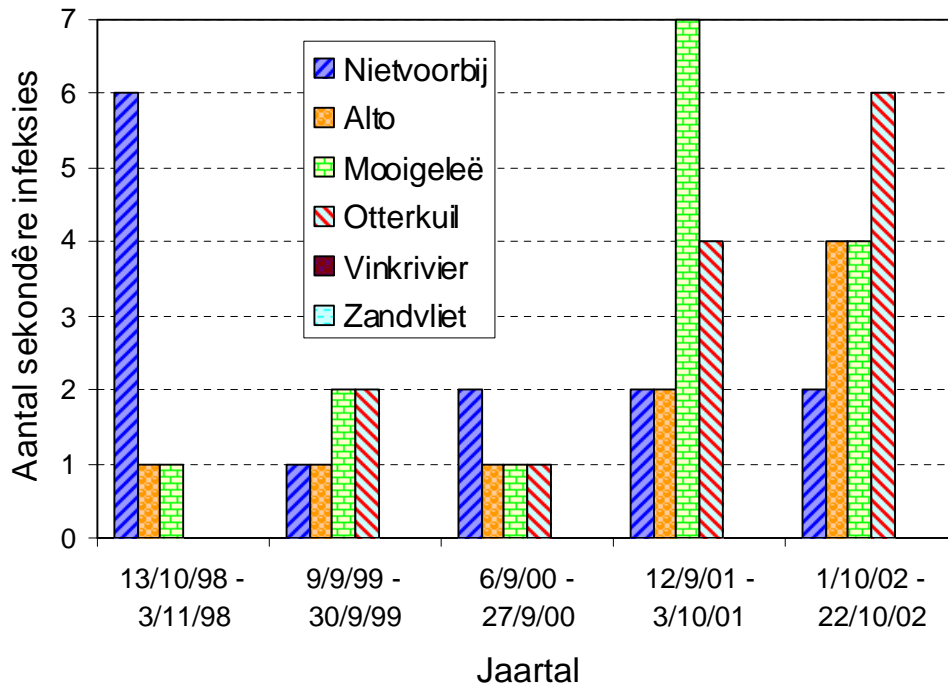
In die geheel gesien is daar vir al die jare van belang, elke keer minder bespuitings toegedien volgens die Metos en Metos-2 modelle se voorspellings, om amper dieselfde resultate te verkry, as teenoor die standaard of voorkomende spuitprogram. As 'n mens in ag neem die tyd, mannekrag en kostes verbonde vir elke addisionele bespuiting, kan die afleiding dan tereg gemaak word dat die Metos model goeie tot baie goeie resultate gelewer het. Die Metos model is dus betroubaar en akkuraat genoeg om met vertroue toegepas te kan word in die bedryf, soos wat wel die geval was die afgelope dertien jaar.

### 3.4.3 Vergelyk Metos-2 model oor drie gebiede

Die Metos-2 model se resultate word met Figure 3.5 - 3.6 aangedui. Aan die einde van die tesis by Aanhangsel A, is addisionele Figure A.1 - A.71 (net die oneweredige figuur nommers) van die Metos-2 model se voorspellings resultate. Die uitdrukke toon primêre en sekondêre infeksies vir verskillende weerstasies in verskillende areas.



**Figuur 3.5** Aantal aaneenlopende primêre infeksies, soos voorspel met die Metos-2 model, vir die Stellenbosch streek (Nietvoorbij en Alto), Paarl streek (Mooigeleë en Otterkuil) en Robertson streek (Vinkrivier en Zandvliet), vir 'n gegewe tydperk van drie weke in elke afsonderlike jaar.



**Figuur 3.6** Aantal aaneenlopende sekundêre infeksies soos voorspel met die Metos-2 model vir die Stellenbosch streek (Nietvoorbij en Alto), Paarl streek (Mooigeleë en Otterkuil) en Robertson streek (Vinkrivier en Zandvliet), vir 'n gegewe tydperk van drie weke in elke afsonderlike jaar.

Omrede infeksie dae nie beskikbaar was vir die tydperk nie, kon die Metos-2 model se voorspellings nie gemeet word teen die praktyk nie. Gedurende laat 1990 is die betrokke model wel getoets vir drie agtereenvolgende jare (1996/97 - 1998/99), met navorsing te Nietvoorbij (Vermeulen, 1999b). Vanaf 1996 word die Metos-2 model nog deurgaans gebruik om donsig skimmel infeksievoorspellings te maak vir die bedryf. Weens die tekort aan siektevoorkomsdata is historiese gemete weerdata vir die drie areas (Paarl, Stellenbosch en Robertson) en ses outomatiese weerstasies (Tabel 3.1) gebruik om voorspellings mee te maak met die Metos-2 model. Aangesien daar genoeg vertroue bestaan in die Metos-2 model se betroubaarheid om donsig skimmel infeksies duidelik uit te wys, kon die voorspellings van die drie areas met mekaar vergelyk word om so verskille en ooreenkomste tussen die drie streke te probeer bepaal.

Oorhoofs gewys is Robertson se klimaat die droogste deur die seisoen (Tabelle 3.4 - 3.6), met Stellenbosch wat die meeste reënval ontvang van die drie. Daar sal dus

verwag word dat die meeste siektes in die Stellenbosch omgewing voorkom, terwyl die Robertson omgewing die laagste voorkoms behoort te reflekteer. Paarl se klimaat reflekteer min of meer tussen die ander twee streke se uiterstes en die infeksies behoort dit dan ook so uit te wys. Die Metos-2 model se resultate word aangetoon as uitdrukke by Aanhangsel A met Figure A.1 - A.59 (net die oneweredige figuur nommers). Dit bevat die infeksievoorspellings vir donsige skimmel vir die jare 1998 - 2002, soos bereken met die Metos-2 model.

Die Metos-2 uitdrukke is saamgevat en opgesom met Figure 3.5 - 3.6. Die aantal aaneenlopende primêre en sekondêre infeksies word aangedui vir die Stellenbosch, Robertson en Paarl streke, soos voorspel met die Metos-2 model, vir 'n gekose drie weke tydperk. Die drie weke tydperke is gekies in tye van meeste reënval (IGKW Databank, 2005). Volgens Figure 3.5 en 3.6 wissel Stellenbosch se twee weerstasies (Nietvoorbij en Alto), se aantal primêre en sekondêre infeksies onderskeidelik van een tot twee en een tot ses, binne elk van die jare 1998 - 2002. Paarl se twee weerstasies (Mooigeleë en Otterkuil), het geen primêre infeksies tydens 1998 - 2002 se drie weke tydperk gehad nie, terwyl die aantal sekondêre infeksies wat voorspel is deur die Metos-2 model, gevarieer het vanaf een tot so hoog as sewe moontlike infeksieperiodes in die 2001 se drie weke tydperk (Figuur 3.6).

Robertson wat die droogste en warmste streek is van die drie streke, het slegs een primêre infeksie by Zandvliet (Figuur 3.5), gedurende 1998 se drie weke tydperk ervaar, met geen sekondêre infeksievoorspellings vir enige van die oorblywende jare by die twee weerstasies (Vinkrivier en Zandvliet) nie (Figuur 3.6). Tydens die 2002 jaartal het Stellenbosch, Paarl en Robertson se weerstasies geen primêre infeksies aangedui vir die drie weke tydperk nie (Figuur 3.5), maar Stellenbosch se twee weerstasies het onderskeidelik twee en vier aaneenlopende sekondêre infeksies getoon (Figuur 3.6). Daarenteen is by Paarl se twee weerstasies, onderskeidelik vier en ses sekondêre infeksies voorspel (Figuur 3.6), met geen aaneenlopende sekondêre infeksies vir Robertson se twee weerstasies nie.

Volgens Figure 3.5 en 3.6 kan afgelei word dat Stellenbosch se twee weerstasies in totaal (primêre (11) sowel as sekondêre (22) infeksies = 33), die meeste



aaneenlopende maandelike infeksie toestande ervaar het. Robertson se voorspelde infeksies was die minste, slegs een primêre infeksie in die tydperk, met Paarl se aantal primêre (niks) en sekondêre infeksies vir beide weerstasies gelyk aan 28. In totaal is die drie verskillende streke se aantal aaneenlopende primêre infeksies, minder as die aantal sekondêre infeksies, vir die drie weke tydperke in die jare 1998 - 2002. Vir Stellenbosch se twee weerstasies (Nietvoorbij en Alto), is tydens 1998 en in 2000, meer aaneenlopende sekondêre infeksies voorspel, teenoor die Paarl streek se twee weerstasies (Mooigeleë en Otterkuil). Vir die oorblywende jare 1999, 2001 en 2002 (drie weke tydperke), is gesamentlik meer aaneenlopende sekondêre infeksies by Paarl, as by die Stellenbosch streek se weerstasies voorspel. Die aantal uitbrake van donsige skimmel by Paarl was met tye meer as by Stellenbosch. Faktore soos byvoorbeeld die regte bestrydings tegnieke, tipe en hoeveelheid vatbare wingerd kultivars en chemiese middels wat gebruik word, dra alles wesentlik by tot die uiteindelige siektevoorkoms van enige omgewing/streek in 'n betrokke jaar.

#### 3.4.4 Toets Metos-2 model teen gemete infeksie dae

Resultate van die Metos-2 model se voorspellings word in Tabel 3.17 en Tabel 3.18 aangedui. Stellenbosch en Paarl se voorspellings word hier vergelyk met die werklike infeksie dae vir dieselfde tydperke (6 Nov. '02 - 19 Feb. '03). Tabelle 3.17 en 3.18 wys die aantal dae wat een of meer primêre en/of sekondêre infeksies per dag voorspel is, binne een week periodes elk. Elke ry bevat die werklike, asook voorspelde aantal primêre en sekondêre infeksie-dae. Die totale en die geakkumuleerde aantal primêre en sekondêre infeksies (dae) is ook opgestel, om te kon korreleer teen die gemete siektevoorkomsdata. Die graad van siekte-infeksies (in persentasies) word nie deur die Metos-2 model bereken nie en gevolglik nie aangedui nie.

Vir beide Nietvoorbij en Môrewag was die werklike siektevoorkoms (kontrole blok) aanvanklik nul, maar met verloop van tyd het die persentasie uitbrake geleidelik meer geraak (Tabelle 3.17 - 3.18). Teen middel Februarie 2003 was bykans driekwart van die wingerd besmet met donsige skimmel. Slegs een primêre infeksie is voorspel by Nietvoorbij en dit was op 18 Desember 2002 (Tabel 3.17), met heelwat meer sekondêre infeksies wat voorspel was. November, Desember en Januarie korreleer relatief goed met die sekondêre voorspellings. In die tydperk is gemiddeld elke

alternatiewe week, een sekondêre infeksie voorspel deur die Metos-2 model. Toestande was dus gunstig volgens die model en is ook so weerspieël in die persentasie siektevoorkoms wat gemeet is vir die gegewe periodes.

**Tabel 3.17** Persentasie donsige skimmel voorkoms gemeet (kontrole) en aantal dae van primêre en sekondêre infeksies volgens die Metos-2 model, gedurende die 2002 - 2003 seisoen by Nietvoorbij, in die Stellenbosch streek.

<b>STELLENBOSCH - Nietvoorbij</b>					
<b>Datum van siekte meting</b>	<b>Siektevoorkoms gemeet (%)</b>	<b>Metos-2 model</b>		<b>Totale aantal primêre en sekondêre infeksies (dae)</b>	<b>Geakkumuleerde primêre en sekondêre infeksies (dae)</b>
		<b>Primêre infeksie (dae)</b>	<b>Sekond. infeksie (dae)</b>		
<b>16 Okt. 2002</b>	0	0	0	0	0
<b>23 Okt. 2002</b>	0	0	0	0	0
<b>30 Okt. 2002</b>	0	0	2	2	2
<b>6 Nov. 2002</b>	1	0	1	1	3
<b>13 Nov. 2002</b>	8	0	0	0	3
<b>20 Nov. 2002</b>	15	0	1	1	4
<b>27 Nov. 2002</b>	15	0	0	0	4
<b>4 Des. 2002</b>	20	0	1	1	5
<b>11 Des. 2002</b>	20	0	0	0	5
<b>18 Des. 2002</b>	20	1	4	5	10
<b>25 Des. 2002</b>	20	0	0	0	10
<b>1 Jan. 2003</b>	20	0	0	0	10
<b>8 Jan. 2003</b>	20	0	1	1	11
<b>15 Jan. 2003</b>	25	0	1	1	12
<b>22 Jan. 2003</b>	45	0	2	2	14
<b>29 Jan. 2003</b>	45	0	0	0	14
<b>5 Feb. 2003</b>	55	0	4	4	18
<b>12 Feb. 2003</b>	65	0	4	4	22
<b>19 Feb. 2003</b>	70	0	4	4	26

Buiten een primêre infeksie op 18 Desember, is daar ook vier sekondêre infeksieperiodes voorspel vir daardie week. Die voorspelde infeksieperiodes het egter nie in siekte-uitdrukking gerealiseer nie, aangesien die persentasie siektevoorkoms vir nog drie weke daarna op 20 % gebly het. Die laaste ses weke van die proef, vanaf 22 Januarie 2003 tot 19 Februarie 2003, is daar altesaam veertien afsonderlike sekondêre infeksies deur die Metos-2 model voorspel. Die werklike siektevoorkoms het

ooreenkomstig geleidelik toegeneem van 45 % tot 70 %. Die groot aantal infeksievoorspellings wat dui op 'n hoë siektedruk wat gereeld geheers het, het dus hier baie goed vergelyk met wat in die praktyk gebeur het (Tabel 3.17).

**Tabel 3.18 Persentasie donsige skimmel voorkoms gemeet (kontrole) en aantal dae van primêre en sekondêre infeksies volgens die Metos-2 model, gedurende die 2002 - 2003 seisoen by Môrewag, in die Paarl streek.**

<b>PAARL - Môrewag</b>					
<b>Datum van siekte meting</b>	<b>Siektevoorkoms gemeet (%)</b>	<b>Metos-2 model</b>		<b>Totale aantal primêre en sekondêre infeksies (dae)</b>	<b>Geakkumuleerde primêre en sekondêre infeksies (dae)</b>
		<b>Primêre infeksie (dae)</b>	<b>Sekond. infeksie (dae)</b>		
<b>16 Okt. 2002</b>	0	0	3	3	3
<b>23 Okt. 2002</b>	0	0	2	2	5
<b>30 Okt. 2002</b>	0	0	1	1	6
<b>6 Nov. 2002</b>	1	0	1	1	7
<b>13 Nov. 2002</b>	8	0	0	0	7
<b>20 Nov. 2002</b>	15	0	3	3	10
<b>27 Nov. 2002</b>	20	0	0	0	10
<b>4 Des. 2002</b>	20	0	0	0	10
<b>11 Des. 2002</b>	25	0	1	1	11
<b>18 Des. 2002</b>	25	0	3	3	14
<b>25 Des. 2002</b>	35	0	4	4	18
<b>1 Jan. 2003</b>	40	0	2	2	20
<b>8 Jan. 2003</b>	45	0	0	0	20
<b>15 Jan. 2003</b>	55	0	1	1	21
<b>22 Jan. 2003</b>	60	0	4	4	25
<b>29 Jan. 2003</b>	60	0	1	1	26
<b>5 Feb. 2003</b>	70	0	2	2	28
<b>12 Feb. 2003</b>	70	0	3	3	31
<b>19 Feb. 2003</b>	75	0	1	1	32

Môrewag se donsige skimmel voorkoms (Tabel 3.18) het baie dieselfde siektevoorkoms as die Nietvoorbij omgewing getoon (Tabel 3.17), buiten vir die feit dat die werklike siektevoorkoms in die middel van die proeftydperk hier toegeneem het, vandaar die groter persentasie siektevoorkoms. Die Nietvoorbij omgewing se siektevoorkoms het toe vir 'n paar weke stilgestaan op 'n 20 % van besmetting. Môrewag area se donsige skimmel voorkoms wat gemeet is, het gemiddeld met

reëlmaat amper elke week met 5 % toegeneem. In teenstelling met die Nietvoorbij omgewing, het die Metos-2 model amper elke week sekondêre infeksieperiodes vir Môrewag voorspel. Geen primêre infeksies is voorspel vir Môrewag nie en die sekondêre infeksies is ook meer egalig versprei oor die paar maande, vergeleke met die Nietvoorbij area, waar daar in die laaste drie weke (5 Feb. '05 - 19 Feb. '05) 'n sterk toename was in die aantal voorspelde sekondêre infeksies. By Môrewag is die helfte soveel sekondêre infeksies voorspel (ses teenoor twaalf) en die siektevoorkoms wat gemeet was, het in die tydperk met 5 % toegeneem, teenoor 15 % by Nietvoorbij. Sekondêre infeksies is feitlik weekliks vir Môrewag voorspel en dit het redelik goed ooreengestem met die geleidelike toename in die werklike siektevoorkoms wat gemeet is (Tabel 3.18).

Volgens Tabele 3.17 en 3.18 was daar in totaal 25 sekondêre infeksies vir Nietvoorbij en 32 sekondêre infeksies vir Môrewag voorspel. Die werklike siektevoorkoms is effens hoër by Môrewag (5 %), met die siektevoorkoms wat op 'n 75 % besmetting gestaan het toe die proefopmetings op 19 Februarie 2003 gestaak was. Die bykans geen voorspelde primêre infeksies (Tabel 3.19) is toe te skryf aan November tot Februarie, wat gekenmerk word deur lae reënval (< 10mm per dag). Min dae kom onder andere dus voor met reënval meer as 10 mm op enige gegewe dag in die tydperk. By Nietvoorbij is daar by vier geleenthede, naamlik 3 Nov. 2002, 17 Des. 2002, 21 Des. 2002 en 16 Jan. 2003 (*Italic syfers*), en by Môrewag net een maal, naamlik 21 Des. 2002 (*Italic syfer*), meer as 10 mm reën aangeteken (Tabel 3.19). Die tyd wat dit die swam se spore neem om te infekteer, ontwikkel, ontkiem en die periode voor die eerste simptome verskyn (inkubasie), maak dit moeilik om die model se akkuraatheid effektief te kan bepaal. Ten spyte daarvan wil dit tog voorkom asof die Metos-2 model die gevaarlike siekte infeksie tydperke betroubaar genoeg naboots en uitwys.

**Tabel 3.19** Aantal daaglikse reënval in millimeter soos gemeet by die Nietvoorbij en Môrewag weerstasies, vir die tydperk November 2002 tot Februarie 2003. Die kursief gedrukte reënval is almal meer as 10 mm.

Jaartal	Maand	Dag van die maand	Outomatiese weerstasies	
			Nietvoorbij	Môrewag
2002	November	3	<i>14.6</i>	4.5
2002	November	4	2.4	1.1
2002	November	5	0.4	0
2002	November	8	1.0	0
2002	November	9	0.4	0
2002	November	19	1.2	0
2002	November	20	5.2	2.0
2002	November	22	0.4	0.3
2002	November	28	2.8	0.3
2002	Desember	17	<i>12.8</i>	4.4
2002	Desember	21	<i>13.6</i>	<i>13.4</i>
2003	Januarie	15	4.4	2.3
2003	Januarie	16	<i>17.4</i>	6.3
2003	Januarie	19	2.4	0.3
2003	Januarie	20	1.4	0.2
2003	Februarie	4	0.2	0
2003	Februarie	6	0.2	0
2003	Februarie	7	0.8	1.8
2003	Februarie	14	3.0	1.7
2003	Februarie	15	1.8	1.6
2003	Februarie	17	6.8	0
2003	Februarie	18	0.2	0

### 3.4.5 Infeksies met Metos-2 model

Die 2002 - 2003 seisoen se voorspellings met behulp van die Metos-2 model word aangetoon aan die einde van die tesis (Aanhangsel A), met Figure A.61 - A.71 (net die oneweredige figuur nommers), vir alleenlik die Stellenbosch omgewing. Elke figuur stel slegs drie weke se voorspellings voor vir moontlike primêre en sekondêre infeksies, beginnende by die 1ste November 2002 en eindig by 22 November 2002, vir Figuur A.61. In die totale tydperk vanaf 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003, is net een primêre en 26 sekondêre infeksieperiodes voorspel vir Stellenbosch. Vir ses agtereenvolgende dae (3 - 8 Februarie 2003) het warm, vogtige nagte voorgekom (sien vloeiagram van Figuur 3.3), en dienooreenkomstig is ses sekondêre infeksies deur die Metos-2 model vir die spesifieke periode voorspel (Figuur A.69). Net in Februarie 2003 alleen was 15 sekondêre infeksievoorspellings bereken deur die

Metos-2 model (Figure A.69 en A.71). Die baie sekondêre infeksies vir Februarie kan dus toegeskryf word aan die baie warm, vogtige nagte wat in die periode geheers het en ideaal was vir die ontkieming van oöspore, wat soöspore vrystel en dan aanleiding gee tot sekondêre infeksies.

Vanaf 1 November 2002 tot middel Desember 2003 (Figure A.61 en A.63), het feitlik geen reën voorgekom nie ( $< 10$  mm) en daarmee saam was die nag (20:00 - 05:00) se uurlikse droëbol temperature deurgaans relatief laag ( $< 10$  °C). Geen primêre en net drie sekondêre infeksies is toe hier voorspel. In November 2002 tot Februarie 2003 is slegs een primêre infeksie voorspel vir Stellenbosch, in vier agtereenvolgende maande (net die oneweredige figuur nommers van Figure A.61 - A.71). Twee hoofredes kan vir die verskynsel aangevoer word. Die hoeveelheid reën in die totale tydperk soos pas genoem, het slegs een maal 10 mm reën oorskry en dit was op 17 Desember 2002. Tweedens is die totale hoeveelheid reën wat byvoorbeeld gemeet word in die Paarl en Stellenbosch streek, gedurende September en Oktober van elke jaar, gebaseer op slegs twee weerstasies se langtermyn syfers (Tabel 3.4 en 3.5), meer as die totale reënval vanaf November tot Februarie, die volgende jaar (IGKW Databank, 2005). Die aantal primêre infeksies wat elke jaar verwag word, is gevolglik meer in die eerste twee maande, naamlik September en Oktober. Primêre infeksies benodig reënval van 10 mm of meer vroeg in die siekteseisoen, teenoor die warmer en droër vier maande wat dit opvolg (Nov. - Feb.), waar sekondêre infeksies dan weer merendeels plaasvind (Vermeulen, pers. komm., 2003).

### 3.5 Gevolgtrekkings

Die Metos model is vir agt agtereenvolgende jare (1992 - 1998), getoets by een van die LNR se Institute naamlik, LNR Infruitec-Nietvoorbij (Vermeulen, 1999b). Tydens die seisoene met donsige skimmel uitbrake is daar deurgaans goeie tot baie goeie beheer verkry. Minder bespuitings as gevolg van die Metos model se voorspellings is benodig vir dieselfde of beter resultate, teenoor die meer toedienings by die voorkomende bespuitings of gereelde roetine bespuitings. Die vermindering in die aantal bespuitings het produsente wat van die diens gebruik gemaak het, onnodige kostes aan onder andere swamdoders bespaar. Die goeie beheer was alleenlik verkry wanneer bespuitings kort na die Metos model se berekende infeksieperiodes toegedien

is. Indien daar te laat bespuit is, was die effektiewe beheer gering of weglaatbaar klein en is net onnodig tyd, geld en mannekrag aangewend. Die ideaal is om die weerdata en model op 'n daaglikse basis te kan insamel en loop, waarna die model se waarskuwing so gou moontlik by die produsent moet uitkom.

### 3.5.1 Metos teenoor Metos-2 model

Resultate van die Metos-2 model teenoor die Metos model het getoon dat soortgelyke voorspellings deur beide modelle bereken is. Die verskille tussen die twee modelle was aanvaarbaar en kan daar dus met 'n groot mate van sekerheid gesê word dat die Metos-2 model, soos die Metos model, ook met vertroue aanbeveel en toegepas kan word. Die nuwer Metos-2 model kan slegs met sukses toegepas word, indien produsente so gou moontlik na 'n infeksieperiode soos voorspel vanaf die model (binne twee tot vier dae), 'n chemiese middel wat 'n sistemiese werking het, spuit. Die bespuiting moet dan opgevolg word met 'n addisionele bespuiting van dieselfde middel, waarna kontakmiddels weer bespuit kan word, indien weerstoestande dit regverdig. 'n Kombinasie van die Metos-2 model, saam met voorkomende siektebeheer, word deur die Siektebestuur Afdeling te LNR Infruitec-Nietvoorbij aanbeveel en behoort deurgaans die beste resultate te lewer. Weens die feit dat die Metos-2 en die Metos model soortgelyke resultate gelever het, beteken dit in effek dat die leemtes wat bestaan by die Metos model, ook aanwesig is by die Metos-2 model. Hierdie tekortkominge is reeds in meer diepte bespreek in hoofstuk twee.

### 3.5.2 Metos-2 model vir drie gebiede

Die resultate van infeksievoorspellings, wat verkry was deur die Metos-2 model, het dan ook die variasie in weerstoestande van die drie afsonderlike streke getrou nagevolg. Robertson se twee weerstasies het in totaal vir die voorspelde tydperk, die minste gesamentlik aantal primêre en sekondêre aantal infeksies uitgewys (net een), met Stellenbosch se twee weerstasies die meeste (33). Paarl se totale aantal voorspelde primêre en sekondêre infeksies (28), was wel minder as vir Stellenbosch, alhoewel die verskil hier nie baie groot was nie, maar by Paarl was al die infeksies sekondêr.

Paarl streek se voorspelde aantal infeksies was uniek in die opsig, dat die streek slegs sekondêre infeksies getoon het by die Metos-2 model. Daarenteen het Stellenbosch se twee weerstasies in totaal, een derde (11) primêre en twee derdes (22) van die totale aantal voorspelde infeksies, sekondêre infeksies uitgewys. Klimaatgewys verskil die twee streke nie veel van mekaar nie (Tabel 3.5 en 3.6) en sou daar dus verwag word dat die Paarl streek meer primêre infeksies moes aangetoon het. Die Metos-2 model dui nou wel geen primêre infeksies aan vir Paarl se twee weerstasies nie, volgens die gemete reënval en temperature wat as insette gebruik was om 'n voorspelling te gee. Opgetekende donsige skimmel uitbrake in die verlede, by Paarl en Stellenbosch het min verskil van mekaar. Een aanname wat hieruit gemaak kan word is dat dit dus wil voorkom asof die Metos-2 model nie altyd sensitief genoeg is om werklike infeksies getrou na te boots nie, veral in tye wanneer een of meer van die weerstoestande, net buite die model se afsny parameters val.

### 3.5.3 Metos-2 model teenoor infeksie dae

Vanaf 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003 is daar infeksie dae ingesamel in die Paarl en Stellenbosch omgewings. Hierdie infeksie dae was vir 'n aaneenlopende tydperk van vier maande ingesamel en as 'n persentasie voorkoms van donsige skimmel aangeteken. Omrede siektesimptome (persentasie siekte) van primêre en sekondêre infeksies nie van mekaar onderskei kan word in die veld nie, is net die algehele persentasie van siektevoorkoms in die wingerd elke week bepaal en so opgeteken. Die Metos-2 model bereken egter die aantal primêre en sekondêre infeksies, wat vergelyk is met die werklike siektepersentasie van donsige skimmel uitbrake.

In Stellenbosch het die siektevoorkoms vanaf een persent in November 2002 tot 70 % in Februarie 2003 toegeneem. Die Metos-2 model het in dieselfde tydperk net een primêre infeksie voorspel, maar ook 23 sekondêre infeksies. Die lae reënval in die somermaande verklaar die min primêre infeksies, terwyl die warm, vogtige nagte die baie sekondêre infeksies tot gevolg gehad het. Die beste korrelasie tussen die werklike infeksie dae en die voorspelde infeksies, is tydens Februarie 2003 waargeneem. Twaalf sekondêre infeksies is in die periode deur die Metos-2 model



voorspel, terwyl die uitbreek van donsige skimmel in die hierdie tydstip skerp toegeneem het vanaf 45 % tot 70 %.

Die wingerd naby die weerstasie in die Paarl, het die siektevoorkoms in die ooreenstemmende tydperk toegeneem vanaf een persent (6 Nov. 2002) tot 75 %, teen 19 Februarie 2003. Weens die lae reënval was hier geen primêre infeksies voorspel nie, maar meer (26) sekondêre infeksies as in Stellenbosch. 'n Skerp toename van donsige skimmel siektevoorkoms (25 - 45 %), het plaasgevind vanaf 18 Desember 2002 tot en met 8 Januarie 2003 en nie aan die einde van die meet periode, soos die geval by Stellenbosch nie. Vir die spesifieke tydperk het die Metos-2 model nege sekondêre infeksies voorspel.

Die resultate wys dat dit baie moeilik is om duidelike ooreenkomste/verskille te verkry, tussen wat die Metos-2 model voorspel het en wat uiteindelik in die wingerd gebeur het. Dit kan grootliks toegeskryf word aan die feit van die akkumulatie effek van donsige skimmel wat plaasvind. Die model bereken byvoorbeeld net die moontlike infeksies per dag, gegee die huidige weerstoestand, ongeag of daar baie of min spore teenwoordig is. Aan die ander kant raak al meer en meer spore beskikbaar vir sekondêre infeksies, soos wat die persentasie uitbraak binne 'n wingerd toeneem. Dit gee dus hier aanleiding tot meer sekondêre infeksies wat nou kan plaasvind in so 'n betrokke wingerd. Lang inkubasiëperiodes, afhanklik hoofsaaklik van temperatuur (Orlandini *et al.*, 1991b), bemoeilik enige resultate verder in die opsig dat uitbrake van enkele dae tot soveel as drie weke later eers kan plaasvind. Intussen het die Metos-2 model in die gegewe periode al moontlik etlike primêre en/of sekondêre infeksies voorspel.

Moontlike vrae wat nou gevra kan word is byvoorbeeld of daar nie dalk 'n lang inkubasiëperiode plaasgevind het, wat weke later die toename in donsige skimmel uitbrake veroorsaak het nie? Dit moontlik die toename van spore in die wingerd was en of dit nie eerder as gevolg van die Metos-2 model se voorspelde infeksies van die afgelope paar dae was, wat die verskille van die model teenoor die wingerd se gemete siekte veroorsaak het nie? Wat die hele situasie nog verder bemoeilik is dat primêre en sekondêre infeksies binne enkele ure van mekaar of selfs gelyktydig kan plaasvind.

Weereens is die vraag of dit nou die Metos-2 model se primêre, of die sekondêre voorspelde infeksies is, wat die toename in donsige skimmel uitbrake veroorsaak het? Dit is juis hierdie leemtes wat die Metos-2 model nie aanspreek nie en verbeter moes word.

#### 3.5.4 Metos-2 model vir Nietvoorbij

Die Nietvoorbij weerstasie in Stellenbosch se weerdata is gebruik om 'n aaneenlopende tydperk (1 Nov. 2002 - 28 Feb. 2003) van donsige skimmel infeksies te voorspel, met behulp van die Metos-2 model. Dit was gedoen om die effek wat variasie in weerstoestand het op die Metos-2 model se voorspellings, van nader te beskou. In die totale tydperk het die Metos-2 model slegs een primêre, maar 26 sekondêre infeksies voorspel. Daarvan was 15 sekondêre infeksies in Februarie 2003 alleen voorspel. Februarie 2003 was gekenmerk deur warm, vogtige nagte (temperatuur waardes binne model se limiete) en vandaar die hoë aantal sekondêre infeksies. Deur die totale tydperk is daar lae reënval (< 10 mm) aangeteken en vandaar net die een primêre infeksie. November tot middel Desember 2002 se lae reënval, sowel as lae droëbol temperature (< 10 °C), is daar toe net drie sekondêre infeksies bereken met die Metos-2 model. Warm en vogtige weerstoestand gedurende die nagte (Nov. 2002 - Feb. 2003), veroorsaak dat die Metos-2 model hoofsaaklik dan sekondêre infeksies voorspel. In die praktyk gebeur dit ook dat meer primêre infeksies gedurende September en Oktober voorkom (hoër reënval en laer uurlikse droëbol temperature), met meer sekondêre infeksies (lae reënval en hoër uurlikse droëbol temperature), gedurende die maande van November tot Februarie. Ten spyte van leemtes in die Metos-2 model soos reeds voorheen bespreek, bereken of voorspel die model die tendens van donsige skimmel infeksies en uiteindelijke uitbrake dus redelik tot baie goed en kan as 'n vroeg waarskuwingstelsel gebruik word in die praktyk.

## HOOFSTUK 4 - ONTWIKKELING VAN DSVW-MODEL

### 4.1 Inleiding

Navorsers het verskillende optimum reënval, lugtemperatuur, blaarnatheid en relatiewe humiditeit verkry, wat as insette gebruik word om donsige skimmel se infeksies te kan voorspel met modelle. Volgens Travis *et al.* (2003) is reënval die hoofkomponent wat epidemies kan veroorsaak. Die duurte en hoeveelheid reën wat voorkom in 'n spesifieke tydperk, bepaal grootliks die infeksie intensiteit en gevolglike siekte uitbraak wat daarna gaan voorkom. 'n Nat winter, gevolg deur 'n nat lente en warm somer met baie reën, kan tereg grootskaalse infeksies tot gevolg hê (Magarey en Wachtel, 1991). Magarey *et al.* (1994a) se 10:10:24 reël beteken kortliks dat daar in 24 uur ten minste 10 mm of meer reën moet voorkom, terwyl die lugtemperatuur vir die tydperk 10 °C of groter moet wees voor primêre infeksie kan plaasvind. Magarey en Wachtel (1991) het bevind dat reënval van slegs een tot drie millimeter nodig is in 'n enkele warm (gemiddelde temperatuur  $\geq 13$  °C vir vier ure) en vogtige nag ( $RH \geq 95$  %), om sekondêre infeksies te veroorsaak

Lugtemperatuur is net ondergeskik aan reënval en speel veral 'n belangrike rol by die vertraging of versnelling, tydens die ontwikkeling/inkubasie van die siekte. Die optimum lugtemperatuur vir die ontwikkeling van die swam is ongeveer 25 °C en die uiterstes weerskante toe is 10 °C tot 30 °C (Pearson en Goheen, 1998). Volgens Lafon en Clerjeau (1988) is die optimum lugtemperatuur vir die biologiese prosesse vanaf 22 °C tot 25 °C. Die swam ontwikkel optimaal wanneer die dag se uurlikse lugtemperatuur in die orde van 25 °C heers, terwyl die swam ook kan groei binne grense wat strek van 10 °C tot 30 °C (Agrios, 1978). Onder meer moet lugtemperatuur gemiddeld 11 °C of meer wees en die relatiewe humiditeit moet 98 % oorskry, volgens (Magarey *et al.*, 1994b) voor sekondêre infeksies kan plaasvind.

Die miselium wat in ogies en blare oorwinter, infekteer groen plantweefsel sodra die ogie begin groei in die lente. Met 'n 95 % tot 100 % relatiewe humiditeit en ten minste vier ure van donkerte, ontwikkel sporangiofore met sporangia, wat bo-op die sporangiums geproduseer word (Lafon en Clerjeau, 1988). Volgens Agrios (1978) is die tydperk voor oliekolle verskyn in onbehandelde wingerde, ongeveer 5 tot 18 dae

en is onderworpe aan die heersende lugtemperatuur, humiditeit en die betrokke kultivar se gevoeligheid.

Oöspore ontkiem gedurende die lente in water, sodra gemiddelde lugtemperatuur (vir 'n 24 uur tydperk) 11 °C bereik het. Volgens Burger en Deist (1998) duur die hele ontkiemings- en die infeksieproses van een en 'n half tot drie uur by 22 °C tot 24 °C. Die optimale lugtemperatuur in die tydperk van spoorvorming is rondom 20 °C (Lalancette *et al.*, 1988a). In die orde van 30 °C gaan die spore nie ontwikkel nie, omrede dit dan te warm raak (Lalancette *et al.*, 1988a). Volgens Magarey *et al.* (1994a) ontwikkel spore aan die onderkant van die oliekolle, na ten minste vier ure van donkerte, met 'n gemiddelde lugtemperatuur van 13 °C of meer.

Gemiddelde somer lugtemperatuur in die Wes-Kaap is meestal baie gunstig vir korter inkubasieperiodes (Marais, 1973). Die inkubasieperiode is krities as dit kom by die beheer en bestryding van die siekte en kan wêreldwyd wissel van vier dae in die somer (Nov., Des., Jan. en Feb.), tot soveel as 25 dae in die kouer maande (Sept. en Okt.) (Orlandini *et al.*, 1991b). Die inkubasieperiode word die meeste beïnvloed deur die lugtemperatuur, maar blaarouderdom, kultivar en humiditeit speel ook 'n belangrike rol (Lafon en Clerjeau, 1988). Hoe nader aan die optimum lugtemperatuur dit raak, hoe korter raak die inkubasieperiode.

Net twee tot drie ure se blaarnatheid is nodig tydens die 10:10:24 periode (Figuur 2.3), vir infeksie om suksesvol te wees (Magarey *et al.*, 1994a). Blaeser en Weltzien (1978) en Hill (1991), het gevind dat die spore wat vrygestel word vanaf wingerd, benodig vier ure van aaneenlopende natheid, RH van groter of gelyk aan 95 % en donkerte vanaf 10 die aand tot 5 uur die volgende oggend. Sodra reënval van 10 mm of meer voorkom, word 'n blaarnatheidperiode van een en 'n half tot drie aaneenlopende ure of langer benodig, vir die ontkieming van spore om plaas te vind (Agrios, 1978). Temperature aan die begin van die nat en donker periode, moet groter wees as 12.5 °C en temperature gedurende die uitbreek periode (10 pm - 5 am) groter as 10 °C.

Die variasie in onder andere reënval en temperatuur, wat deel uitmaak van sekere sagteware modelle, mag miskien klein lyk (bv. 'n graad of twee), maar in die praktyk

lei dit soms tot redelike groot verskille in die voorspelling van donsige skimmel uitbrake. Een model mag gevolglik te streng wees (dui te min infeksies aan), terwyl 'n ander weer te veel infeksies voorspel of dalk grotendeels verkeerde voorspellings maak. Voortaan word hier gewerk met 'n biologiese sisteem (swam en plante) en gevolglik is daar ander interne sowel as eksterne interaksies wat tegelykertyd plaasvind en die bepaling van optimale parameters, vanaf meteorologiese faktore, geweldig bemoeilik. Bestaande weerkundige parameters is in die tesis aangepas en dit is toe gebruik as inset parameters by die DSVW-model se voorspellings. Die bestaande Metos-2 model se uitsette word as grafieke uitgedruk en nie in 'n lêer gestoor nie, wat 'n leemte is van die betrokke model.

#### 4.1.1 Tekortkominge van Metos-2 model

Van al die weerkundige sensors gee die blaarnatheidsensor seker die mees onakkuraatste gemete waardes (Magarey *et al.*, 2004). Die Metos-2 model maak onder andere gebruik van hierdie waardes en vir die ontwikkeling van die DSVW-model is daar besluit om hierdie gemete waardes te vervang met 'n ander tegniek of metode.

##### 4.1.1.1 Blaarnatheidsensor

Daar bestaan verskeie redes waarom die blaarnatheidsensor oor die algemeen nie 'n baie betroubare weerkundige sensor is nie, waarvan die volgende die belangrikste is.

##### 4.1.1.1.1 Helling en aspek

Geen vaste standaard bestaan vir die opstelling van die blaarnatheidsensor se helling en aspek nie. Meeste navorsers en gebruikers van weerstasies stel die helling gewoonlik teen  $45^\circ$  op, terwyl die aspek gewoonlik in 'n suidelike rigting wys (Suidelike halfmond), naamlik om so min as moontlik direkte sonlig op die sensor te laat skyn. Sou die sensor se helling en aspek byvoorbeeld so opgestel word dat dit meer son kry, kan die son die blaarnatheidsensor te veel verwarm. Vrywater kan na aanleiding daarvan te vinnig verdamp, teenoor die wingerd se blare wat deels in die son en skadu geleë is en daar stadiger verdamp. Verskillende dele van enige gewas se lower raak dus verskillend droog en nat en dit veroorsaak dat moontlike opstellings van blaarnatheidsensors vir 'n betrokke gewas, aanleiding gee tot

blaarnatheidswaardes, wat tot 'n groot mate kan verskil van een sensor se opstelling tot die volgende (Penrose en Nicol, 1996).

#### 4.1.1.1.2 Posisie van blaarnatheidsensor

Die plasing van die sensor, hetsy binne die lower of buite die lower, is belangrik in die opsig dat die hoeveelheid vog, verdamping, straling en gevolglik lugtemperatuur by beide gevalle van mekaar gaan verskil. Dit kan soms selfs groot verskille teweegbring, indien baie digte lower voorkom. Penrose en Nicol (1996) het byvoorbeeld gevind dat blaarnatheidsensors, in verskillende dele van 'n boom se lower, aansienlike onderlinge verskille getoon het. Aangesien donsige skimmel meer sporadies voorkom waar dit warmer en vogtiger is (meer respirasie), soos byvoorbeeld dieper in die lower, is dit dus raadsaam om die sensor liever so na as moontlik aan en op dieselfde hoogte as die digste lower (naby druiwe trosse) op te stel, maar nie binne die lower self nie. Die voginhoud van die lug is daar die hoogste. Ander kleiner praktiese probleme lei ook maklik tot verkeerde lesings. Met die sensor direk langs die digste lower geplaas, gee dit gevolglik 'n beter gemiddelde van die lower se duurte van natheid aan. Laasgenoemde werk die beste, aangesien die duurte van blaarnatheid moeilik verkry word, omrede die verskillende dele van 'n gewas se blaredak, verskillende tye nat en droog raak (Huber en Gillespie, 1992).

Die hoogte wat die blaarnatheidsensor opgestel moet word, is sekerlik die mees kritiese aspek by meeste gevalle. Windspoed, lugtemperatuur en relatiewe humiditeit verskil almal, soos wat daar vanaf die grondoppervlakte hoër in die lug op beweeg word. Die sensor moet verkieslik geplaas word op 'n hoogte waar donsige skimmel infeksie die meeste skade kan aanrig, naamlik die hoogte waar meeste trosse gedra word. Ongelukkig word dit selde gedoen, bloot aangesien geen riglyne tans bestaan wat die groeistadia van verskillende gewasse, met elk se hoogte van opstelling aandui nie (Anoniem, 1990).

#### 4.1.1.1.3 Oppervlakte en kleur van sensor

Aangesien oortollige water van die sensor moet kan afloop, net soos by 'n blaar, is die tipe oppervlakte van die sensor van groot belang. Dit moenie te grof of selfs te glad wees nie, anders loop te min of te veel water af, vergeleke met 'n tipiese

wingerdblaar. Die sensors word gewoonlik groen gevef om meeste wingerdblare se kleur na te boots. Verf verhoog die sensitiviteit van die sensor vir kleiner water druppels en verder boots dit die stralingsvermoë van 'n plant se blare ook so na (Kim *et al.*, 2004). Wingerdblare se kleure verskil effens van mekaar en dit opsig self mag 'n effek hê, nie net op die energie onderskepping nie, maar ook op die uiteindelijke verdampingstempo van die water vanaf die sensor self.

#### 4.1.1.2 Risiko-klasse

Die Metos-2 model dui net met behulp van 'n enkele "Ja of Nee" voorspelling aan, hetsy primêre en/of sekondêre infeksies voorgekom het, (sien Figure 3.1 en 3.3). Hierdie tipe voorspellings dui egter nie vir die produsent die graad van risiko aan nie. Om hierdie spesifieke leemte van die Metos-2 model te verbeter by die DSVW-model, is daar besluit om die enkele "Ja of Nee" voorspelling, op te deel in vier klasse van risiko. Dit sal dan die produsent beter in staat stel om 'n meer getroue prentjie te kan verkry van die tipe siektedruk wat hy moontlik in sy wingerde kan ervaar en gevolglik na aanleiding daarvan, beter siektebestuur toepas (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 4.1.1.3 Akkumulاسie effek van donsige skimmel

In die natuur vind daar 'n opbou of akkumulاسie effek van donsige skimmel plaas. In kort beteken dit dat die siektevoorkoms persentasie voortdurend kan toeneem in 'n wingerd soos wat gunstige weerstoestande voorkom tydens geen beheer. Slegs een onbeheerde infeksie is byvoorbeeld in staat om inokulum vir die volgende infeksies te produseer en die proses kan aanhoudend herhaal word onder die regte weerstoestande. Een klein aangetaste deel van 'n wingerd kan dus so groot dele van 'n wingerd vinnig besmet (Orlandini *et al.*, 1991b). Die Metos-2 en DSVW-model maak nie vir hierdie tipe situاسie voorsiening nie, maar dui net die moontlike gunstige infeksietoestande aan, soos gebaseer op die afgelope week se weerstoestande.

#### 4.1.1.4 Opeenvolgende primêre en sekondêre infeksies

Teoreties kan sekondêre infeksies net soos primêre infeksies ook tydens die dag plaasvind. Vir sekondêre infeksies om suksesvol te wees, benodig dit egter hoë relatiewe humiditeit, verskeie ure van blaarnatheid, donker toestande en relatief lae

temperature. Die kans om sulke weerstoestande tydens enige dag te kry is uiters skraal en gevolglik sal die min sekondêre infeksies wat wel mag voorkom, as weglaatbaar beskou kan word. Gunstige weerstoestande in die nag ongeveer vanaf 20:00 - 05:00, wat moontlik sekondêre infeksies kan induseer, kan terselfdertyd ook gunstig wees vir primêre infeksies. Primêre en sekondêre infeksies kan mekaar dus oorvleuel of binne enkele ure mekaar opvolg. Dit het tot gevolg dat daar verskeie ure binne in enige dag, primêre en/of sekondêre infeksies kan plaasvind, maksimaal tot sewe sulke ure (20:00 - 05:00). Alhoewel die Metos-2 en DSVW-model volgens historiese weerstoestande aandui dat primêre en sekondêre infeksies moontlik kon plaasgevind het, is daar tot dusver nog geen manier om dit vas te stel of dit merendeels die voorspelde primêre infeksies of die voorspelde sekondêre infeksies was wat die toename in siektevoorkoms veroorsaak het nie.

#### 4.1.1.5 Model in GIS omgewing

Die Metos-2 en DSVW-model werk tans in DOS programmerings taal en dit veroorsaak sekere beperkinge op die model se moontlike uitsette. As die model byvoorbeeld oorgeprogrammeer kan word in die Geografiese Informasie Stelsel (GIS) omgewing, kan die weerdata wat as insette gebruik word, byvoorbeeld tussen weerstasies geïnterpoleer en geëkstrapoleer word met gebruik van ander GIS vlakke of inligting. Dit gee onmiddellik 'n magdom meer weerdata om mee te werk en meer bruikbare resultate kan so verkry word. Voorspelde donsige skimmel infeksies sal dan nie meer net by 'n punt weerstasie en sy onmiddellike omgewing van toepassing wees nie, maar 'n kontinue/aaneenlopende omgewing se moontlike infeksies kan dan bereken word.

#### 4.1.1.6 Ware voorspellingsweerdata in model

By die Metos-2 en DSVW-model word net van historiese weerdata (ongeveer afgelope week) gebruik gemaak. Sou die modelle aangepas word om ook van ware voorspellings weergegewens gebruik te maak, soos byvoorbeeld verskaf deur die SAWD, kan ware infeksievoorspellings langer vooruit gemaak word. Dit gee die produsent dan meer dae tot sy beskikking, om vroegtydig die nodige bespuitings toe te pas. Te nat grond in die wingerd veroorsaak baie maal dat die produsent nie betyds in sy wingerd met masjinerie kan inkom, om die siekte te bestry nie. Met meer tyd tot sy



beskikking voor dit nog enigsins gereën het, kan die produsent dan die nodige bestrydingsaksies vroegtydig uitvoer.

#### 4.1.1.7 Inkorporeer wind in die model

Wind speel 'n belangrike rol by die verspreiding van donsige skimmel spore (Dalla Marta, 2005). Spore word onder andere so na aanliggende wingerde vervoer. Skoon wingerde wat vooraf geen primêre infeksie simptome gehad het nie, ondervind dus soms skielik donsige skimmel simptome. Sterk winde dra ook by tot die vinnige afdroging van die blare en dit verkort dan die moontlike infeksieperiodes van donsige skimmel, wat andersins moontlik kon plaasgevind het (Vermeulen, pers. komm., 2003).

#### 4.1.1.8 Voorspel inkubasietydperk

Vanaf infeksies tot en met die eerste simptome van donsige skimmel verskyn, word die inkubasietydperk genoem. Temperatuur vertraag of versnel die ontwikkeling van donsige skimmel siekte se inkubasietydperk vir beide primêre en sekondêre infeksies (Rosa *et al.*, 1993). Indien ware voorspelde temperature (bv. vanaf die SAWD) gebruik word, kan die inkubasiëperiodes vooruit voorspel word. Produsente sal dan weet wanneer om die siekte se moontlike infeksiedatums te verwag, sowel as die duurte van die inkubasies. Daar bestaan reeds formules (Magarey *et al.*, 1991b) wat die inkubasietydperke voorspel (nie deel van die Metos, Metos-2 of die DSVW-model nie), maar die voorspelde daaglikse temperatuur waardes is tans nog te grof om dit akkuraat genoeg te maak.

## 4.2 Doel

- a) Eerstens om 'n alternatiewe metode of tegniek te ontwikkel wat die blaarnatheid-sensor kan vervang.
- b) Tweedens om verskillende persentasie risiko-klasse te inkorporeer in die plek van die huidige enkele "Ja/Nee" voorspelling.
- c) Om 'n nuwe model (DSVW-model) te skep wat meer betroubaar en akkuraat is.

## 4.3 Materiaal en Metodes

### 4.3.1 Blaarnatheid meting

Daar is besluit om die blaarnatheidsensor te vervang met 'n wiskundige nie-lineêre regressie wat blaarnatheidswaardes na gelang van twee verskillende weerelemente kan bepaal. Voor 'n wiskundige nie-lineêre regressie egter ontwikkel kon word, moes daar eers statisties bepaal word watter van die volgende weerkundige elemente (reënval, RH, temperatuur, windspoed en straling) die grootste invloed het tot die berekening van blaarnatheid. Dit is verkry deur gebruik te maak van 'n veelvoudige stapsgewyse regressie metode. Die vyf verskillende elemente is eers afsonderlik gekorreleer teenoor blaarnatheid en is toe daarna elk saam met 'n ander weerelement, in verskillende kombinasies getoets teen blaarnatheid. Al die moontlike kombinasies tussen die vyf weerelemente is met die gemete blaarnatheid waardes getoets. Die veelvoudige stapsgewyse regressie het toe uitgewys watter twee van die weerelemente in kombinasie die beste resultate gelewer het.

#### 4.3.1.1 Weerdata

Om die korrelasie vas te stel tussen gemete reënval, droëbol temperatuur, relatiewe humiditeit, windspoed en straling teenoor gemete blaarnatheid, is uurlikse sowel as afsonderlike dag en nag uurlikse weerdata-waardes gebruik. Die weerdata wat gebruik was is afkomstig van die Nietvoorbij weerstasie. Een hele jaar (2002) se uurlikse RH, blaarnatheid, lugtemperatuur, straling en windspoed waardes is geneem ( $n = 8\ 760$ ) om 'n regressie te verkry. Aangesien blaarnatheidswaardes nie baie betroubaar is nie, is 'n paar duisend waardes geneem sodat die regressie wat bepaal is, se fout op die manier tot die minimum beperk kon wees. Die regressie is bepaal met behulp van "SYSTAT Software Incorporated" sagteware.

##### 4.3.1.1.1 Uurlikse weerdata

Historiese uurlikse weerdata van Nietvoorbij vir September tot Desember 2000 is gebruik om reënval te plot teen blaarnatheid. In hierdie tydperk van 120 dae het daar 160 reënval ure voorgekom. Droëbol temperature van Nietvoorbij vir Sept. - Des. 2000 (2 904 uurlikse waardes) is geplot teen die gemete blaarnatheidswaardes vir die ooreenstemmende tydperk. Dit is gedoen om die verwantskap tussen droëbol lugtemperatuur en gemete blaarnatheid te bepaal. Berekende relatiewe

humiditeitswaardes van Nietvoorbij vir die 2000 jaartal is vir dieselfde rede geplot teen die gemete blaarnatheidswaardes (Sept. - Des. 2000). Hier is soortgelyk aan die temperatuurwaardes ook dieselfde 2 904 waardes gebruik.

#### 4.3.1.1.2 Dag en nag weerdata

Vir volledigheidsonthalwe is die uurlikse reënvalwaardes, opgedeel in 'n dag en 'n nag periode. Dit is gedoen, aangesien dag en nag weerstoestande van mekaar verskil en dit gevolglik verskillende effekte het op die siekte. Die uurlikse nag waardes in die toetse het gestrek vanaf 20:00 tot 05:00 en die dag waardes was die oorblywende deel van die uurlikse weerdata. Die 1997 - 2002 seisoene se weerdata van Nietvoorbij vir die maande van September tot Desember is geneem om die data mee te plot. Hier was ook net weerdata waar die uurlikse reënval en/of dou 0.2 mm of groter was, se ooreenstemmende blaarnatheidswaardes gebruik. Weens die dag en nagtydperke se ure wat verskil het, het die dag se totale aantal waardes bestaan uit 540 waardes en die nag uit 384 waardes.

Soortgelyk aan die dag- en nag-reënval, is die dag en nag uurlikse temperatuurwaardes wat teen die blaarntheid geplot is, slegs waardes geneem waar die reënval vir dieselfde tydperk 0.2 mm of groter was. Die totale aantal waardes vir die dag het bestaan uit 540 waardes en die nag uit 384 waardes.

Soortgelyk aan die dag- en nag-temperatuur, is die dag en nag uurlikse berekende relatiewe humiditeitswaardes, wat teen die blaarntheid geplot is, slegs waardes waar die reënval vir dieselfde tydperk 0.2 mm of groter was.

#### 4.3.2 Skep van vier risiko-klasse

Daar is besluit om die “Ja/Nee” infeksie voorspelling van die Metos-2 model op te deel in vier risiko-klasse by die DSVW-model, aangesien produsente dikwels werklike donsige skimmel voorkoms as geen, laag, medium of hoog klassifiseer (Stipp, 2002). Hierdie gegewe vier klasse moes bepaal word deur gebruik te maak van weer-parameters, soos dit gebruik word in bestaande donsige skimmel modelle, bv. die Metos-2 model. Vir die Metos-2 model om by 'n infeksie of geen infeksie uit te kom (“Ja/Nee” voorspelling), maak dit gebruik van verskillende afsny of

drumpelwaardes, waaraan eers voldoen moet word, voor 'n infeksie gegee gaan word al dan nie. By die DSVW-model is dit juis hierdie drumpelwaardes van die Metos-2 model wat geneem is en waardes-klasse toe saam gestel wat meer en minder is as die spesifieke drumpelwaardes. Waardes deur navorsing reeds bepaal verskil van een navorsers tot die volgende en moes daar gevolglik op een se drumpelwaardes besluit word wat as standaard sou dien. 'n Reeks van waardes is toe saamgestel, wat aan beide kante van die oorspronklike afsny waardes van die Metos-2 model lê. Bestaande navorsings resultate is as riglyne gebruik om sodoende nie die afsny waardes te veel te "rek" nie. Die waardes moes dus steeds naby bly aan die weer-parameters wat al reeds wetenskaplik bepaal is.

Hierdie betrokke waardes van elke weerelement, soos aanwesig in die Metos-2 model, is toe in vier klasse opgedeel en daarna is 'n sekere gewig aan elke klas toegeken. Hoe nader die weer-parameters aan die optimum waardes soos bespreek aan die begin van hierdie hoofstuk, gekom het, hoe meer gewig het die gegewe parameter verkry. Die onderskeie vier klasse se maksimum en minimum waardes is bepaal deur vooraf kommunikasie met produsente, siektekeners, sowel as deur bestaande navorsing parameters as riglyne te gebruik. Sommige produsente het byvoorbeeld gesien dat hulle donsige skimmel in hul wingerde gekry het met reënval van net minder as 3 mm, terwyl Magarey *et al.* (1994a) byvoorbeeld gevind het dat dit ten minste 10 mm of meer moet reën in een dag. Hierdie betrokke klasse is dus nog nie voorheen deur ander navorsing bepaal nie en ook nog nie getoets nie. Afhangende van die weerstoestand by die DSVW-model, val elke weerelement, wat as 'n inset parameter dien in die model, nou in een van die vier klasse, sodra die model geloop word. Die ooreenstemmende gewig wat aan elke klas toegeken is, word as 'n persentasie beskou.

Die DSVW-model, net soos die Metos-2 model, werk op die beginsel van dat daar eers aan al die weerkundige parameters se voorwaardes voldoen moet word, voordat die model 'n infeksie sal aandui. Met ander woorde, sou enige een van die weerkundige parameters bo of onder die risiko-klasse se limiete val (geen risiko-klas), word 'n infeksie nie voorspel nie. Met al die parameters wat binne in een van die oorblywende drie klasse val, word die gewig van die gegewe klas geneem en bymekaar getel en as 'n persentasie uitgedruk. Hierdie betrokke persentasie dui dan

die finale risiko-klas van maandelike primêre of sekondêre infeksie aan. In die kolomme van elk van die berekende figure se infeksievoorspellings, is die aantal dae bereken waar primêre en sekondêre infeksies voorgekom het. Vir die dae waar meer as een tipe risiko (laag, medium of hoog) en/of meer as een tipe infeksie per dag voorgekom het, is dit as net een primêre of sekondêre infeksie beskou.

#### 4.3.2.1 Infeksie dae

Geen gemete infeksie dae is in hierdie hoofstuk van gebruik gemaak nie.

#### 4.3.2.2 Ontwikkeling van model parameters vir primêre infeksie

Reënval, blaarnatheid en temperatuur speel 'n rol by primêre infeksies van die DSVW-model. Hier is besluit om al drie die betrokke weerkundige elemente in vier risiko-klasse op te deel, vanaf die enkele waardes, soos dit in die Metos-2 model voorkom. Daar is toe as volg te werk gegaan met elk van die weerkundige parameters.

##### 4.3.2.2.1 Reënval

Reënval van 10 mm of meer, in enige 24 uur tydperk, word benodig as die eerste van drie weerkundige parameters waaraan voldoen moet word, voor die infeksie 'n aanvang kan neem. Daar is die afgelope 13 jaar (1992 - 2005) in die Boland (Stellenbosch en Paarl) gevind dat primêre infeksies wel voorgekom het, met relatief lae reënval van minder as 10 mm (Vermeulen pers. komm., 2003). Selfs met reënval van tot so laag as 2.5 mm, het al primêre infeksies in die praktyk tot gevolg gehad (Vermeulen pers. komm., 2003) en is 2.5 mm toe as die onderste limiet vir reënval geneem. Die vier risiko-klasse is toe so opgestel sodat die laagste risiko-klas 'n reënval van minder as 2.5 mm vereis, terwyl die hoogste risiko-klas 10 mm of meer reënval benodig, as eerste van drie voorwaardes waaraan eers voldoen moet word, voor primêre infeksie maandelik kan plaasvind. Elke risiko-klas wat toe verkry is, is ook 'n sekere gewig aan toegeken. Hoe hoër die risiko-klas, hoe groter was die waarde van die gewig of telling.

#### 4.3.2.2.2 Tydperk van blaarnatheid-ure

Blaarnatheid duurte is die aantal ure van blaarnatheid (waardes  $> 0.3$ ) binne 24 uur, sodra reënval voorgekom het. By die Metos-2 model kan tot 24 aaneenlopende ure 'n blaarnatheidswaarde van  $> 0.3$  toon, met ander woorde die aantal blaarnatheidswaardes ( $> 0.3$ ) is dan deurlopend voldoende vir primêre infeksie om plaas te vind. By die DSVW-model is die dag se 24 ure van potensiële blaarnatheid opgedeel in die volgende vier klasse ( $\leq 2$ ; 3 - 8; 9 - 14 en  $\geq 15$  blaarnatheid-ure). Figure 2.26 en 2.27 se inligting het onder andere bygedra om die verskillende blaarnatheid klasse op te stel. Die uitgangspunt hier was dat hoe meer ure van blaarnatheid voorkom, hoe natter is die toestande in die wingerde en gevolglik ook die blare van die wingerde en hoe meer ontvanklik is dit vir moontlike infeksie.

#### 4.3.2.2.3 Temperatuur

Die derde parameter waaraan voldoen moet word is die uurlikse temperatuur waardes oor die gegewe 24 uur tydperk, wat elk  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  of meer moet wees. Aangesien  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  die drumpelwaarde is vir primêre infeksie (Metos-2 model), is daar besluit om dit net so te behou vir die hoogste risiko-klas, maar om die ander drie temperatuur klasse te verkry deur waardes onder tien te gebruik. In die Handboek oor Wynbou (Perold en Phil, 1926) word  $6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  gemeld as die temperatuur waar die ontkieming van koniediums reeds plaasvind. Laasgenoemde temperatuur is die laagste temperatuur wat verkry was, wat moontlik nog aanleiding sal gee tot genoeg energie vir primêre infeksie om plaas te vind. Gevolglik is die onderste limiet waar primêre infeksie nog kan plaasvind toe as  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  geneem. Die drie temperatuur risiko-klasse, waar primêre infeksies voorspel kan word, is toe in gelyke eenhede van twee grade Celsius elk, as volg opgedeel:  $< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $6 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $8.1 - 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  en  $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In plaas van 'n basis waarde bo  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , soos by die Metos-2 model, word die gemiddelde uurlikse temperatuur hier oor 24 uur by elke afsonderlike temperatuur klas bereken.

#### 4.3.2.3 Ontwikkel model parameters vir sekondêre infeksie

By sekondêre infeksies is dit relatiewe humiditeit (weens reën, mis, ens.), blaarnatheid en temperatuur wat bepaal of donsige skimmel infeksies voorspel gaan word al dan nie, met die DSVW-model. Hier is ook vier risiko-klasse opgestel, maar in die geval is slegs die temperatuur in vier klasse opgedeel. Die relatiewe humiditeit het net 'n

waarde aanpassing ondergaan en dieselfde gebly by al vier risiko-klasse, terwyl die aantal blaarnatheid-ure se waardes ook net so gelos is vir al vier onderskeie klasse.

#### 4.3.2.3.1 Relatiewe humiditeit

Die relatiewe humiditeit gedurende die nag (20:00 - 05:00), moet vir vier aaneenlopende ure of langer, elk groter of gelyk wees as 92 % (Madden *et al.*, 2000). Uit navorsings literatuur is vasgestel dat hierdie betrokke RH selfs so hoog kan wees as 98 % (Magarey en Wachtel, 1991). Om die DSVW-model meer gevoelig te maak vir relatiewe humiditeit, is 'n verandering aangebring om 'n 90 % RH waarde deurgaans te gebruik by al vier risiko-klasse. Weens die RH waarde wat vir elk van die vier risiko-klasse dieselfde bly, is hier van geen gewigte of tellings gebruik gemaak nie.

#### 4.3.2.3.2 Blaarnatheid-ure

By die Metos-2 model word van vier uur periodes per slag gebruik gemaak, om 'n moontlike infeksie te bereken, en gevolglik is hierdie weerkundige parameter nie verander nie en net so gebruik by al vier risiko-klasse van die DSVW-model. Geen gewigte is ook hier van gebruik gemaak nie.

#### 4.3.2.3.3 Temperatuur

By sekondêre infeksie moet die gemiddelde lugtemperatuur onder andere 11 °C of meer wees (Magarey *et al.*, 1994b), maar 13 °C of meer vir vier ure, volgens Magarey en Wachtel (1991). Vervolgens is 11 °C as die onderste waarde en 15 °C (Lalancette *et al.*, 1988a) as die boonste waarde vir die DSVW-model geneem. Tussen hierdie twee limiete is, soortgelyk aan die temperatuur by primêre infeksie, die temperatuur hier ook in vier groepe of klasse ingedeel, naamlik < 11 °C; 11 - 13 °C; 13.1 - 15 °C en > 15 °C. Die temperatuur klasse is hier ook gewigte aan toegeken, wat groter geraak het soos wat die temperatuur na optimale toestande toegeneem het.

### 4.4 Resultate en Bespreking

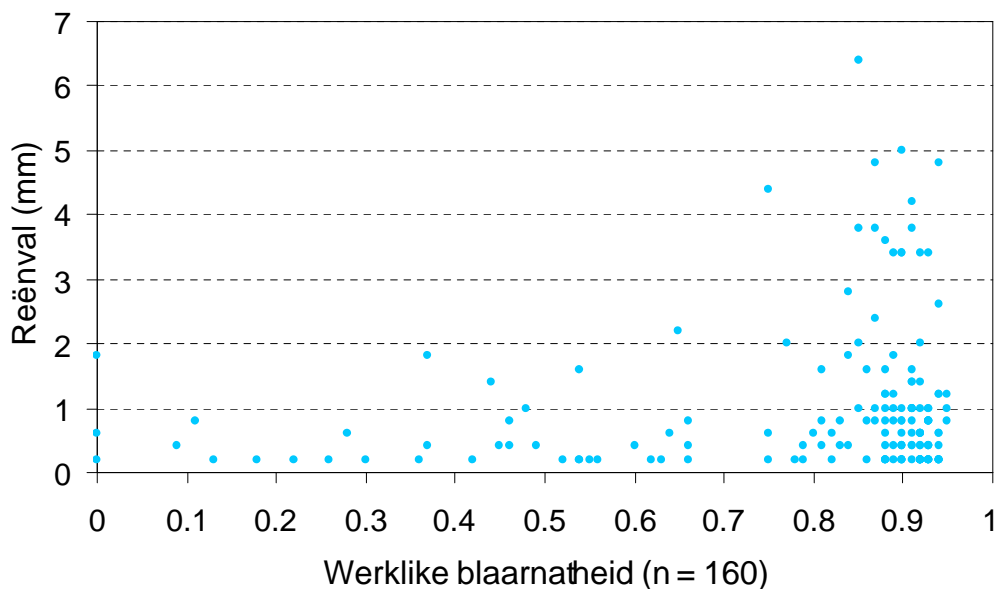
#### 4.4.1 Blaarnatheid

Om te kon bepaal watter weerkundige elemente gebruik moes word, om uiteindelik 'n nie-lineêre regressie te ontwikkel en ook om te sien hoe reënval, temperatuur, RH, windspoed en straling die blaarnatheid beïnvloed, is gemete blaarnatheidswaardes

vergelyk met reënval, temperatuur, relatiewe humiditeit, windspoed en straling. Windspoed en straling se effek op blaarnatheid is nie in die tesis in diepte bespreek nie, maar is wel statisties na gekyk om uiteindelik 'n veelvoudige regressie te bepaal, waarmee blaarnatheid in die toekoms wiskundig berekening kan word.

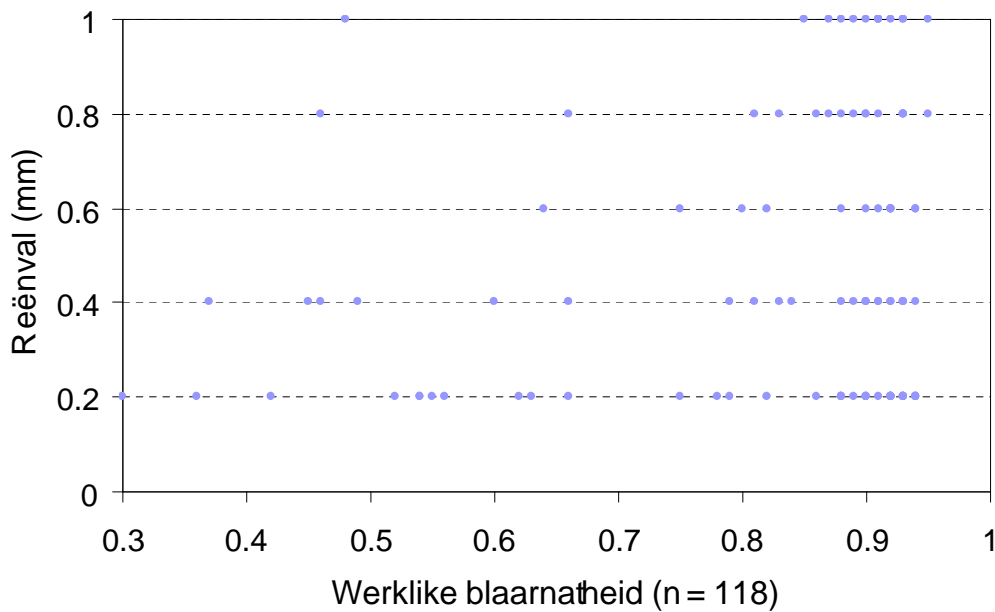
#### 4.4.1.1 Reënval teenoor blaarnatheid

In Figuur 4.1 ( $n = 160$ ) is gemete uurlikse blaarnatheid geplot teen die uurlikse reënval vir Nietvoorbij gedurende Sept. - Des. 2000. Al die uurlikse waardes met totale reënval van 0.2 mm en groter is geneem vir die figuur se opstelling. Die statistiese koëffisiënt van determinasie ( $R^2 = 0.024$ ), beteken dat hier geen verband is tussen reënval en werklike gemete blaarnatheid nie. Met al die gemete reënvalsyfers vanaf 0.2 - 6.4 mm, kom die meeste waardes voor by blaarnatheidswaardes van meer as 0.8. Blaarnatheidsensors is so ontwerp dat die hoogste lesings verkry moet word tydens reënval, aangesien daar dan 'n dun laagie vrywater bo-op die sensor voorkom (Henshall en Beresford, 2004). Figuur 4.2 wys lae reënvalwaardes vanaf 0.2 mm tot 1 mm, waar die blaarnatheidsensor selfs hoë waardes ( $> 0.8$ ) geregistreer het, by meeste van die lae reënvalwaardes. Die blaarnatheidsensor se akkuraatheid word dus met tye bevraagteken.



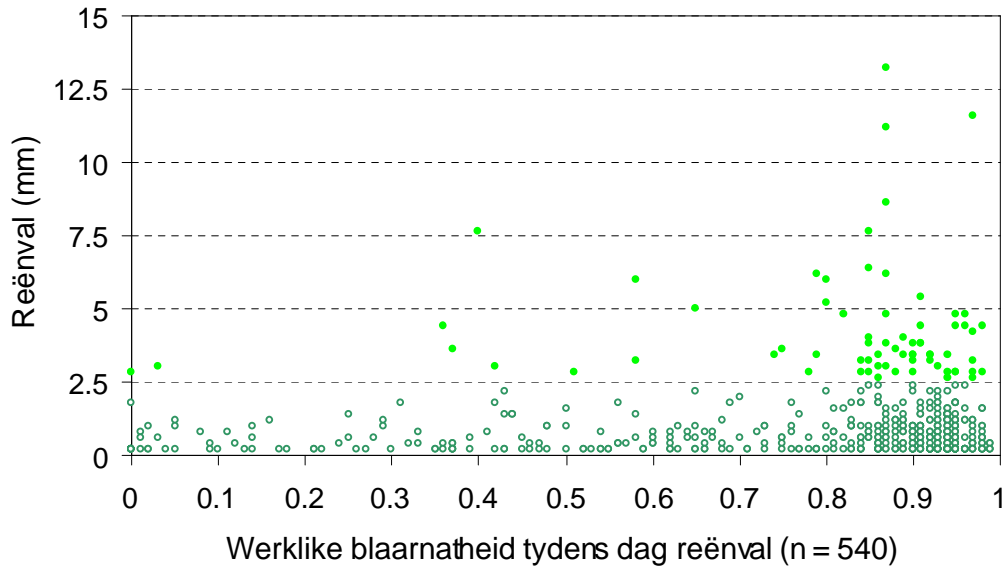
**Figuur 4.1** Uurlikse gemete blaarnatheidswaardes teenoor reënval (mm) waardes, vir Nietvoorbij gedurende September tot Desember 2000.





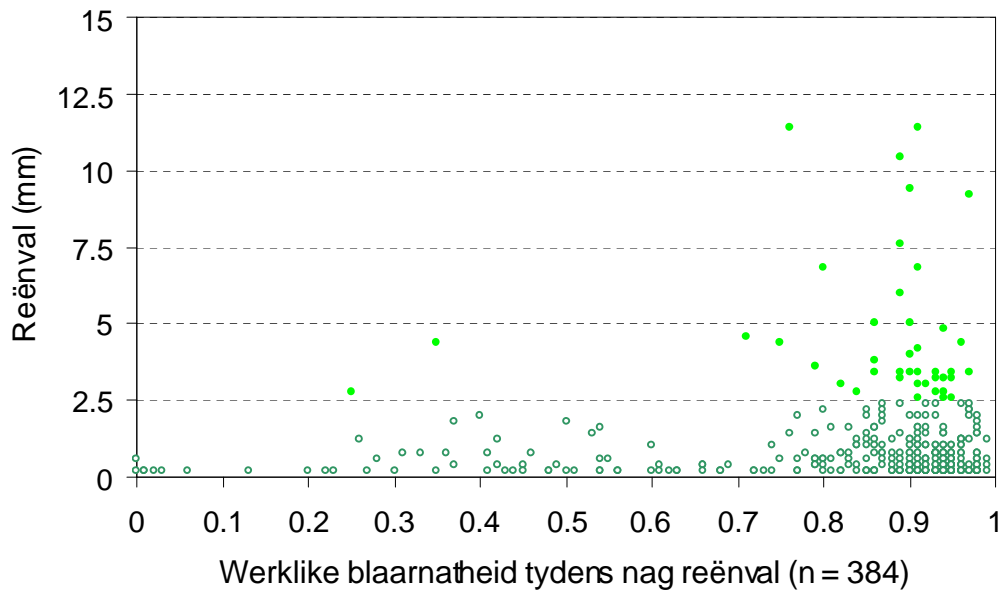
**Figuur 4.2** Uurlikse gemete blaarntheidswaardes teenoor reënval (mm) waardes, van een millimeter en minder, vir Nietvoorbij gedurende September tot Desember 2000.

Om die blaarnheidsensor se “akkuraatheid” by Figure 4.1 en 4.2 verder te beklemtoon, is addisionele figure (Figure 4.3 en 4.4) saamgestel. In hierdie figure is die dag en nag reënval van mekaar geskei, asook alle uurlikse reënval van 2.5 mm en meer. Van die 540 punte is daar 69 punte met 2.5 mm en meer reënval, terwyl 471 waardes minder as 2.5 mm reën was. Gemete blaarnheidsyfers van die Campbell en Cotton weerstasies, van groter as 0.3 (groter as 3 000 000 ohm), word as blaarntheid beskou en gevolglik dui dit nat blare aan in die praktyk (Sivertson, 2002). Ten spyte van veral die reënvalwaardes van minder as 2.5 mm, het die blaarnheidsensor, blaarntheidswaardes geregistreer van groter as 0.3, wat per definisie vrywater op die sensor aandui. Dit beteken in effek dat feitlik enige blaarntheidswaarde kan voorkom, met reënvalsyfers wat wissel van geen reën tot een millimeter reën. Dit wys die oneffektiwiteit van die blaarnheidsensor om duidelik te kan onderskei tussen droë en nat toestande. Dou en mis wat gewoonlik tydens die nag voorkom, kan met tye kondensasie op die blaarnheidsensor veroorsaak en dit mag moontlik ook die verklaring wees vir van die “swak” blaarntheidswaardes wat gemeet word.



**Figuur 4.3** Uurlikse reënval te Nietvoorbij vir al die maande van September tot Desember (1997 - 2002), teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes, soos gemeet gedurende die dag vanaf 06:00 - 19:00. Die donkergroen sirkels dui blaarnatheid aan by reënval van minder as 2.5 mm en die liggroen kolle dui blaarnatheid aan by reënval van 2.5 mm en meer.

Buiten vir twee punte (reënval  $\geq 2.5$  mm en blaarnatheid  $\leq 0.3$ ), het die res van die punte met reënvalsyfers van  $\geq 2.5$  mm, blaarnatheidswaardes van meer as 0.3 aangetoon (Figuur 4.3). Dit wil dus blyk uit Figuur 4.3 dat 2.5 mm of meer reënval per uur, byna altyd voldoende is om die blaarnatheidsensor ( $> 0.3$ ) en dus ook 'n wingerd se blare voldoende te kan benat, vir moontlike primêre infeksies. Figuur 4.4 dui die uurlikse reënval ( $n = 384$ ) gedurende die nag (20:00 - 05:00) aan en 'n soortgelyke situasie as by Figuur 4.3, heers ook hier. Buiten vir een waarde waar reënval van  $\geq 2.5$  mm, 'n blaarnatheid syfer van  $\leq 0.3$  gegee het, het al die ander waardes van meer as 2.5 mm reënval, blaarnatheidswaardes van groter as 0.3 gegee. Dag en nag reënval ( $\geq 2.5$  mm) het dus nie werklik 'n effek op blaarnatheidswaardes van groter as  $> 0.3$  nie, aangesien verskillende blaarnatheid waardes voorkom gedurende die dag en nag, ongeag die hoeveelheid reënval.

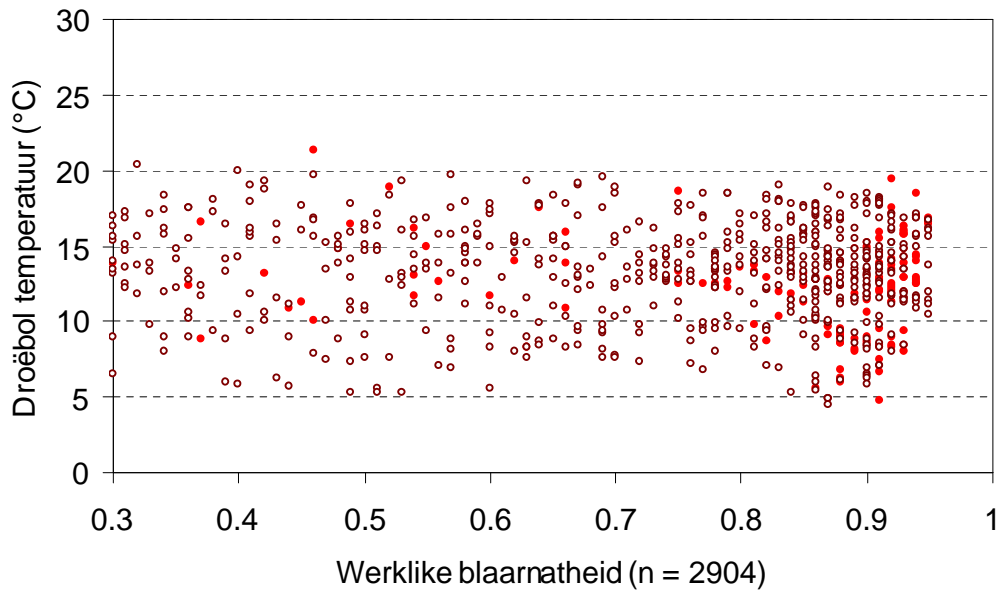


**Figuur 4.4** Uurlikse reënval te Nietvoorbij vir al die maande van September tot Desember (1997 - 2002), teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes, soos gemeet gedurende die nag vanaf 20:00 - 05:00. Die donkergroen sirkels dui blaarnatheid aan by reënval van minder as 2.5 mm en die liggroen kolle dui blaarnatheid aan by reënval van 2.5 mm en meer.

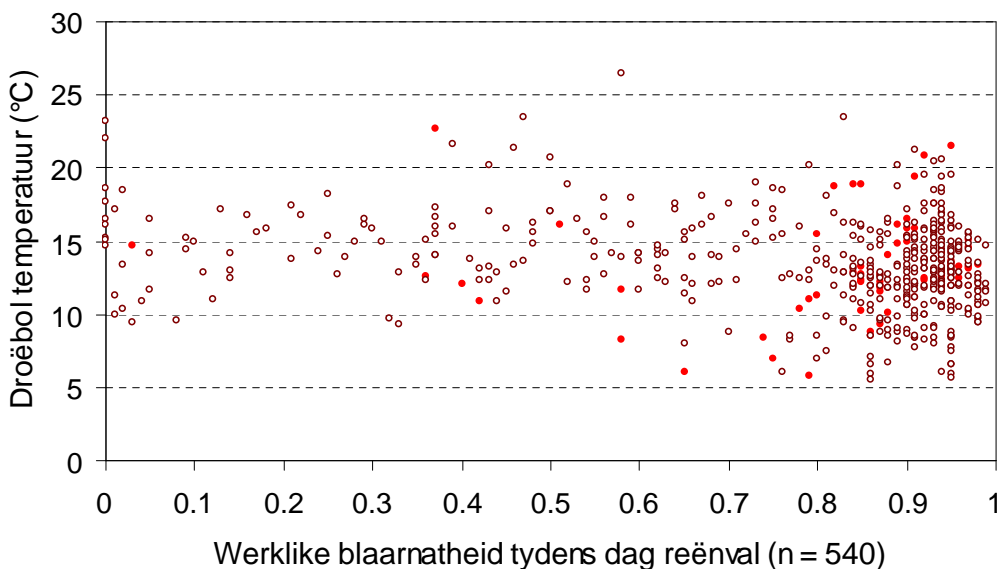
#### 4.4.1.2 Temperatuur teenoor blaarnatheid

In Figuur 4.5 is die droëbol temperatuur tydens en sonder reën, geplot teen die blaarnatheid en hieruit is dit duidelik dat feitlik enige blaarnatheidswaarde kan voorkom, by enige lugtemperatuur vanaf ongeveer 5 - 20 °C. Die figuur bestaan hier uit 2 904 punte, waarvan 160 punte tydens reënval en 2 744 punte sonder reënval periodes gemeet is. Statisties is geen korrelasie waargeneem ( $R^2 = 0.23$ ).

In die praktyk word daar verwag dat blaarnatheid meer skerp moet toeneem, soos wat die lugtemperatuur afneem (meer kondensasie). Figuur 4.5 wys egter dat enige blaarnatheidswaarde by Nietvoorbij kan voorkom (met en sonder reën), met temperature van 5 °C tot 20 °C, met die grootste konsentrasie van waardes wat tussen 0.8 en 1 voorkom. is die droëbol temperature verder opgedeel in 'n dag en nagtydperk, sowel as tydens reënval periodes ( $\geq 0.2$  mm).

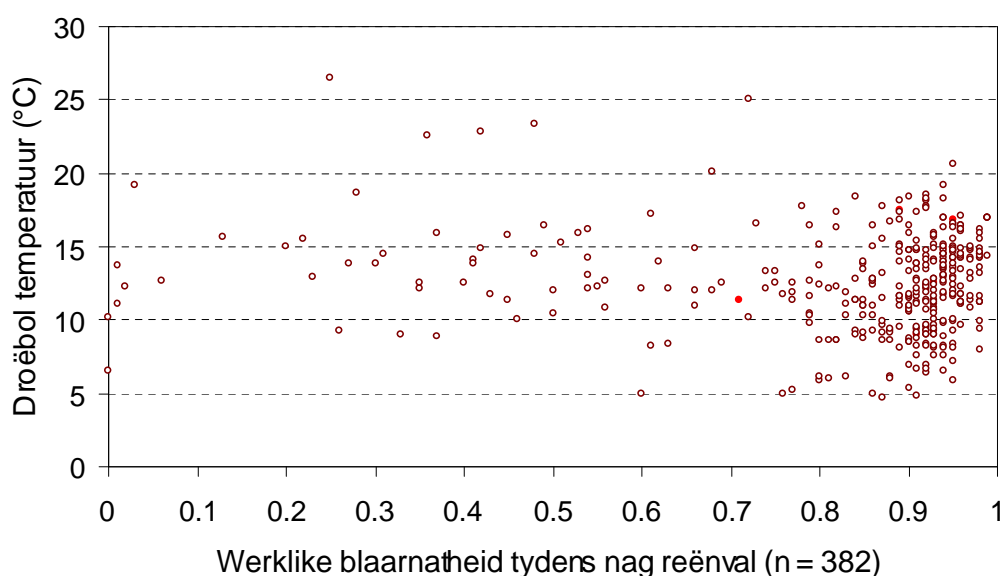


**Figuur 4.5** Uurlikse gemete blaarnatheidswaardes teenoor droëbol temperature (°C), vir Nietvoorbij gedurende September tot Desember 2000. Die bruin sirkels dui waardes aan sonder reënval en die rooi kulle dui waardes aan met reënval van 0.2 mm en meer, wat terselfdertyd voorgekom het.



**Figuur 4.6** Uurlikse droëbol temperature (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die dag vanaf 06:00 - 19:00. Die bruin sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die rooi kulle dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

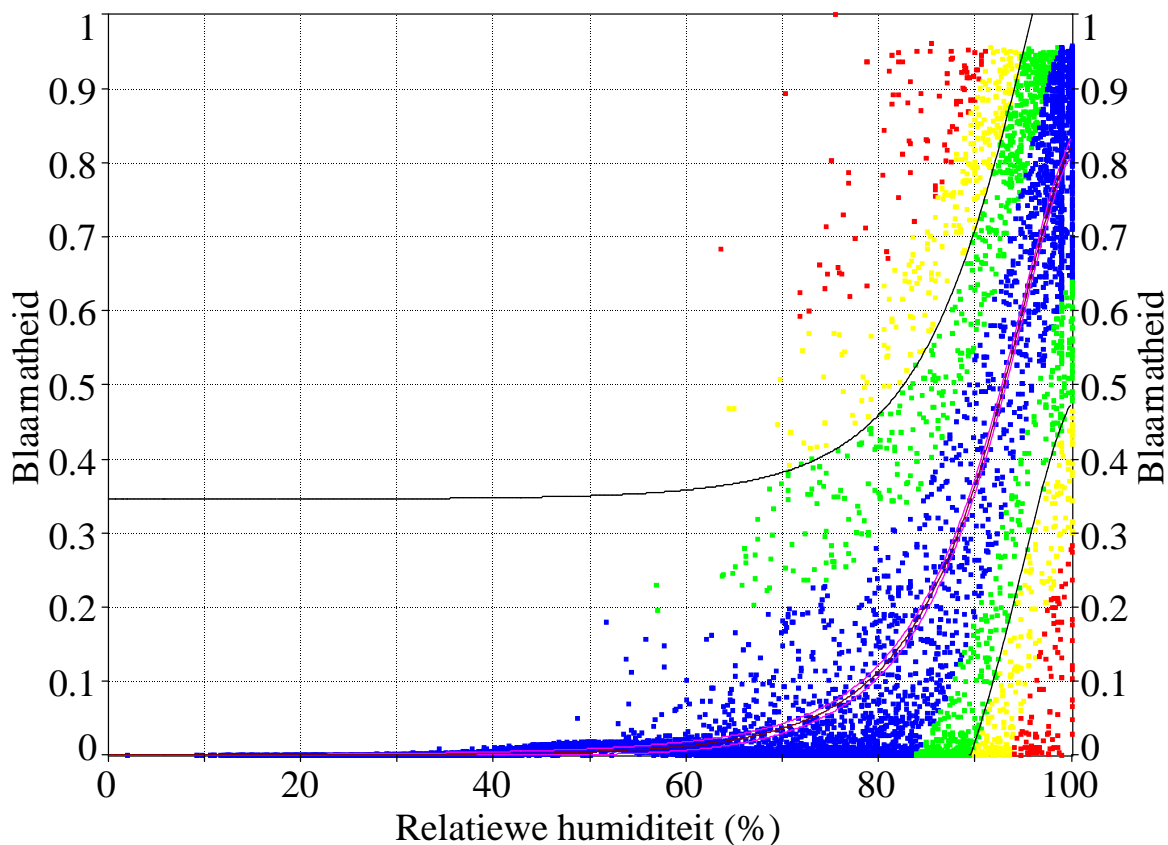
Nieteenstaande hierdie opdeling, sowel as oor verskillende maande (Sept. - Des.) en verskillende jare (1997 - 2002), het dieselfde tendens as wat by Figuur 4.5 voorgekom het, ook by Figure 4.6 en 4.7 voorgekom. Daar kan dus hieruit afgelei word dat dit wil blyk asof dag en nag temperature, tydens reën, ook nie 'n noemenswaardige effek het op die gemete blaarnatheidswaardes nie.



**Figuur 4.7** Uurlikse droëbol temperature (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die nag vanaf 20:00 - 05:00. Die bruin sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die rooi kolle dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

#### 4.4.1.3 Relatiewe humiditeit teenoor blaarnatheid

Volgens Figuur 4.8 kan lae sowel as hoë blaarnatheidswaardes alternatief voorkom by hoë en lae relatiewe humiditeit. Andersins gestel beteken dit dat indien die lug byvoorbeeld versadig is, soos byvoorbeeld net na of tydens 'n reënbui (Sien Figure 4.3 en 4.4), kan die blaarnatheid sensor soms geen blaarnatheid ( $\leq 0.3$ ) aandui, by 'n RH van byvoorbeeld 100 %. Die sensor dui soms ook hoë blaarnatheidswaardes (= 0.9) aan, indien die lug weer relatief droër is (RH = 70 %). Waardes bo 0.3 vir blaarnatheid, word beskou as 'n nat blaar in die praktyk en dit het dan voldoende vrywater bo-op die blaar, vir plantsiektes se spore om in te beweeg/swem.



**Figuur 4.8** Verhouding van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie se gemete blaarnatheidswaardes en berekende relatiewe humiditeit, volgens uurlikse natbol en droëbol temperatuur sensors vir die 2002 jaartal (berekend met SYSTAT Software Incorporated, 2002).

Vanaf 'n 70 % tot 100 % relatiewe humiditeit, word feitlik enige blaarnatheidswaarde van nul tot een aangeteken (Figuur 4.8). Slegs blaarnatheidswaardes van groter as 0.3 word beskou as 'n nat blaar. Hoe groter die blaarnatheidswaardes, hoe natter is die sensor wat blare naboots. Die gegewe waardes word dan gebruik in die Metos-2 model as blaarnatheid. Relatief droë atmosferiese toestande kan in sommige gevalle wel blaarnatheid aandui ( $> 0.3$ ), as gevolg van kondensasie op die sensor gedurende die nag, terwyl daar moontlik dan nie voldoende vrywater beskikbaar was op die wingerd se blare en ander plantdele vir die ontwikkeling van byvoorbeeld donsige skimmel nie. Foutiewe blaarnatheidswaardes kan dus so aangeteken word en in ander gevalle kan blaarnatheid toestande ( $> 0.3$ ) weer voorkom, maar geen blaarnatheidswaardes word dan geregistreer deur die sensor self nie.

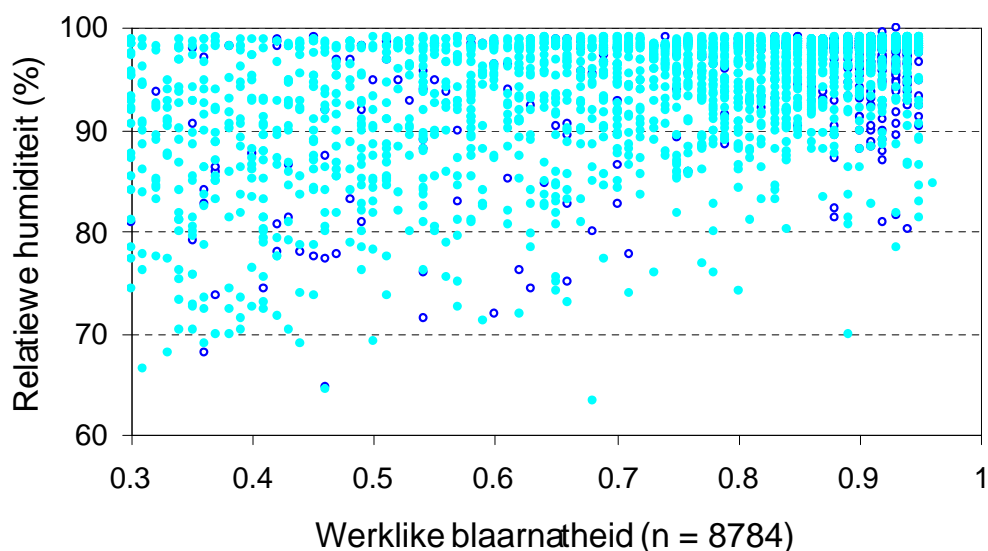
Die nie-lineêre regressie vir die geplotte data se berekening van blaarnatheid is as volg:  $Y = a / ((1 + ((4 * (X - b)^2) * (2^{(1/d)} - 1)) / (c^2)))^d$   
waar Y = Uurlikse blaarnatheid en X = Uurlikse relatiewe humiditeit.

Laasgenoemde formule staan bekend as 'n Pearson IV vergelyking (SYSTAT Software Incorporated, 2002). Die koëffisiënt van determinasie tussen Nietvoorbij se gemete blaarnatheidswaardes en berekende relatiewe humiditeit vir die 2002 jaartal, was in die geval gelyk aan 0.7505, met 'n standaard passingsfout (SPF) van 0.176. Die swart lyn tussen en baie naby aan die twee pienk lyne (Figuur 4.8) dui die regressie lyn aan. Die data punte binne die buitenste twee swart lyne verteenwoordig 'n 95 % voorspellings interval en die data punte binne die binneste twee pienk lyne verteenwoordig 'n 95 % vertrouensinterval. Al die blou punte is waar die standaard afwykingsfout (SAF) minder is as een, die groen punte verteenwoordig 'n SAF van meer as een, maar minder as twee, die geel punte is die SAF meer as twee, maar minder as drie en al die rooi punte, is punte met 'n standaard afwykingsfout van meer as drie.

Vir Nietvoorbij is egter 'n relatief swak koëffisiënt van determinasie van  $R^2 = 0.47$  verkry, tussen gemete uurlikse relatiewe humiditeit en gemete blaarnatheidswaardes (met en sonder reën toestande) gedurende 2000 (Figuur 4.9). Uit die totale 8 784 punte wat geplot was, het daar geen blaarnatheidswaardes ( $> 0.3$ ) voorgekom, met 'n relatiewe humiditeit waarde van minder as 60 % vir die hele jaar nie. Slegs enkele waardes het benede 'n 70 % RH voorgekom, met meeste waardes bo 90 % RH en 'n blaarnatheidswaarde van groter as 0.7. Hiervolgens kan afgelei word dat die aantal vrywater op die blaarnatheidsensor geleidelik toeneem soos wat die RH toeneem. 'n Groter verspreiding van die waardes het egter by die laer RH (60 - 80 %) en blaarnatheidswaardes (0.3 - 0.7) voorgekom. Al is die lug dus betreklik droog (met 'n RH van 60 tot 80 %), kan blaarnatheidswaardes van  $> 0.3$  steeds gemeet word.

Tydens die reëntoestande ( $n = 160$ ) het die relatiewe humiditeit en die blaarnatheidswaardes nie regtig verbeter, wat die verspreiding van punte aanbetref nie (Figuur 4.1). Intendeel dit het 'n groter verspreiding by lae RH en lae blaarnatheidswaardes getoon. Meeste van die punte het egter bo 'n 90 % RH en 0.8

blaarnatheid voorgekom, soos verwag sou word. Die variasie tydens reëntoestande kan toegeskryf word aan lae reënval (ongeveer  $< 1$  mm) en hoë temperature (droë toestande) tydens reën, aldus die lae RH en blaarnatheidswaardes. Met en sonder reënvaltoestande het dus nie 'n beduidende invloed op gemete blaarnatheidswaardes gehad nie.



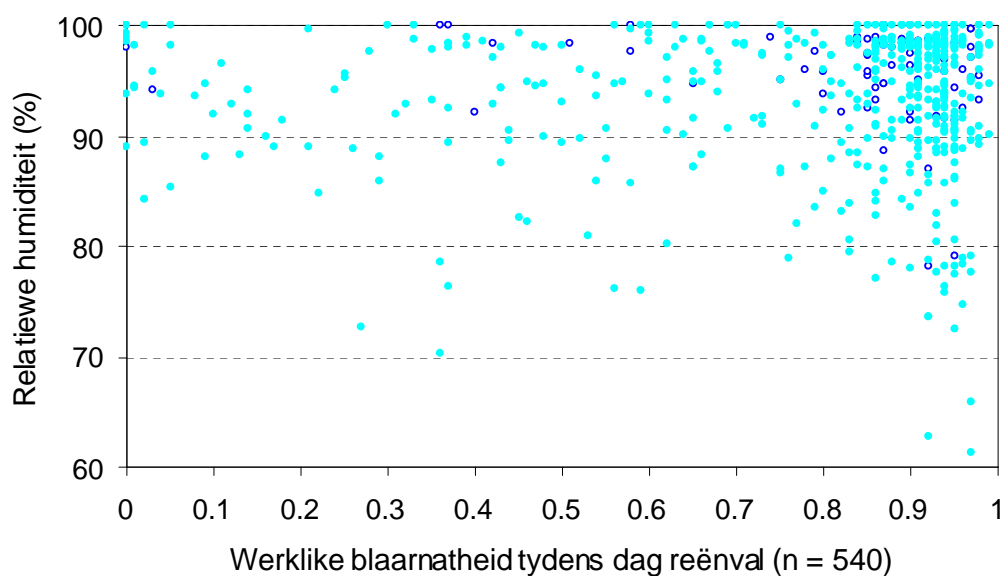
**Figuur 4.9** Uurlikse gemete blaarnatheid teenoor relatiewe humiditeit (%) waardes vir Nietvoorbij gedurende die 2000 jaartal. Die ligblou kolle dui waardes aan sonder reënval en die donkerblou sirkels dui waardes aan met reënval van 0.2 mm en meer, wat terselfdertyd voorgekom het.

Om die invloed te sien van dag en nag reënval op uurlikse relatiewe humiditeit en blaarnatheid, is Figure 4.10 en 4.11 saamgestel. Die dag en nag periodes se weerdata is verder opgedeel in reënval van meer en minder as 2.5 mm. Volgens Figuur 4.10 kan enige blaarnatheidswaarde voorkom ( $n = 540$ ) gedurende die dag (reën  $> 0$  mm) en die relatiewe humiditeit kan in die spesifieke tydperke wissel vanaf ongeveer 60 % tot 'n 100 %. Met reënval van 2.5 mm en meer ( $n = 70$ ), was die punte steeds versprei, alhoewel hier die meeste punte ook by beide hoë RH en blaarnatheidswaardes voorgekom het, sien (Figuur 4.9).

By Figuur 4.11 (nag waardes) het 'n soortgelyke situasie as by Figuur 4.10 geheers. Omrede die aantal punte van nag reënval  $\geq 2.5$  mm ( $n = 42$ ) net te min was om 'n goeie afleiding te maak, neig die punte egter om dieselfde tendens te volg as tydens



die dag waardes van Figuur 4.10. Uit Figure 4.10 en 4.11 blyk dit dus asof dag en nag relatiewe humiditeit, met baie of min reënval, nie werklik enige invloed het op die blaarnatheid wat dan gemeet word nie. Die grootste konsentrasie van punte kom egter voor waar daar hoë relatiewe humiditeit ( $> 80\%$ ) en hoë blaarnatheidswaardes ( $> 0.8$ ) geheers het.

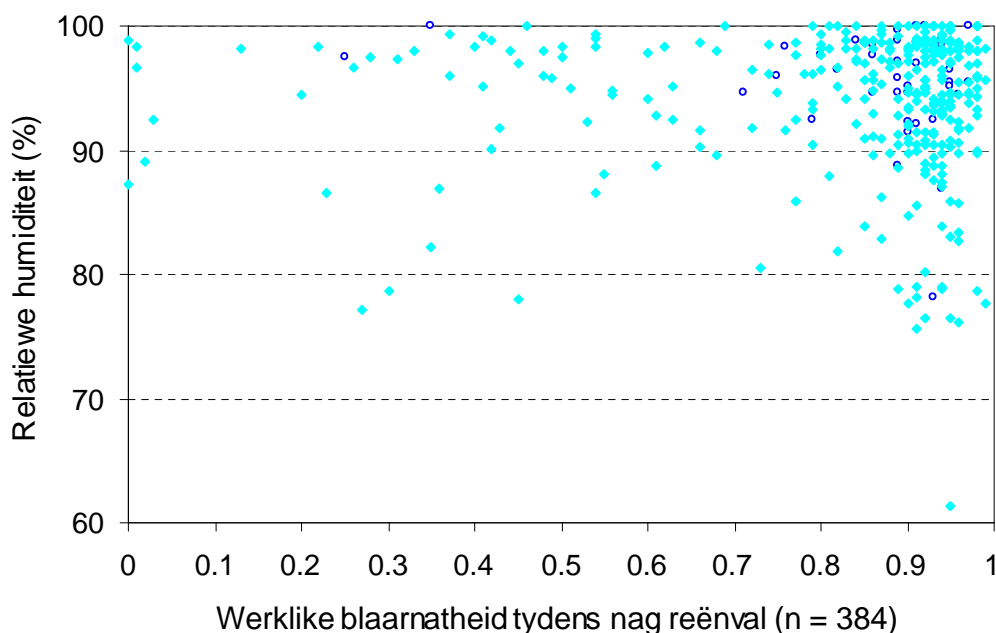


**Figuur 4.10** Uurlikse relatiewe humiditeit (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die dag vanaf 06:00 - 19:00. Die ligblou kolle dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die donkerblou sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

#### 4.4.1.4 Blaarnatheid-formule

Van die vyf verskillende weerelemente (Tabel 4.1) wat elk op sy eie gekorreleer was met blaarnatheid, het reënval die swakste korrelasie ( $R^2 = 0.11$ ) en RH en temperatuur onderskeidelik korrelasies van ( $R^2 = 0.28$ ) en ( $R^2 = 0.54$ ) getoon. Gekombineer met een ander enkele weerelement het RH en temperatuur se gesamentlike effek die hoogste korrelasie ( $R^2 = 0.70$ ) uitgewys, met 'n standaard passingsfout van 0.19. Reënval het wel op sy eie die swakste statistiese korrelasie getoon met blaarnatheid ( $R^2 = 0.11$ ), maar saam met RH was dit net effens swakker gekorreleer as RH en temperatuur ( $R^2 = 0.69$ ). Straling en windspoed tesame, wat nie deel is van die DSVW-model nie, was van die tien gekombineerde variasies teenoor blaarnatheid, die laagste gekorreleer ( $R^2 = 0.28$ ). Aangesien die RH deurgaans saam met een ander

weerelement die beste korrelasies gewys het, was windspoed en straling egter afsonderlik saam met RH gelyk derde beste ( $R^2 = 0.68$ ) gekorreleer met gemete blaarnatheid waardes.



**Figuur 4.11** Uurlikse relatiewe humiditeit (tydens reënval  $\geq 0.2$  mm) te Nietvoorbij, vir September tot Desember 1997 - 2002, teenoor werklike uurlikse blaarnatheidswaardes soos gemeet gedurende die nag vanaf 20:00 - 05:00. Die ligblou kolle dui waardes aan tydens reënval van  $< 2.5$  mm en die donkerblou sirkels dui waardes aan tydens reënval van  $\geq 2.5$  mm, wat voorgekom het.

Ten spyte van die blaarnatheid sensor se tekortkominge (sien hoofstuk 1), het RH en temperatuur steeds 'n redelike goeie koëffisiënt van determinasie ( $R^2 = 0.70$ ) teenoor blaarnatheid uitgewys (Tabel 4.1). Hierdie korrelasie is as betroubaar genoeg beskou en is toe deel gemaak van die DSVW-model, om sodoende toekomstige blaarnatheidswaardes voortaan hiermee te bereken, in plaas van om van gemete waardes gebruik te maak. Blaarnatheid kan nou bereken word deur net van uurlikse RH en droëbol lugtemperatuur gebruik te maak. Voorlopig is in hierdie tesis net van hierdie een spesifieke berekende blaarnatheid regressie, telkens van gebruik gemaak om blaarnatheidswaardes te bereken. Al die ander outomatiese weerstasies se berekende blaarnatheidswaardes, is dus ook afkomstig van die gegewe regressie soos bereken by Nietvoorbij.

**Tabel 4.1** Statistiese korrelasies tussen blaarnatheid en vyf verskillende weerelemente met uurlikse weerdata (2002) van Nietvoorbij se outomatiese weerstasie (n = 8760).

<b>Weerelemente gekorreleer met blaarnatheid</b>	<b>Koëffisiënt van determinasie (<math>R^2</math>)</b>	<b>Standaard passingsfout (SPF)</b>
<b>Reënval</b>	0.112	0.561
<b>Windspoed</b>	0.162	1.378
<b>Straling</b>	0.228	0.996
<b>Temperatuur</b>	0.277	5.061
<b>RH</b>	0.541	12.707
<b>Straling &amp; Windspoed</b>	0.277	0.301
<b>Straling &amp; Temperatuur</b>	0.298	0.296
<b>Straling &amp; Reënval</b>	0.323	0.291
<b>Temperatuur &amp; Windspoed</b>	0.346	0.286
<b>Temperatuur &amp; Reënval</b>	0.379	0.279
<b>Windspoed &amp; Reënval</b>	0.432	0.266
<b>RH &amp; Straling</b>	0.676	0.201
<b>RH &amp; Windspoed</b>	0.676	0.201
<b>RH &amp; Reënval</b>	0.694	0.198
<b>RH &amp; Temperatuur</b>	0.702	0.191

Die nie-lineêre regressie wat by Figuur 4.12 gebruik is om blaarnatheid te bereken, is ontwikkel met uurlikse weerdata van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie, vir die 2002 jaartal. Die blou punte in Figuur 4.12 verteenwoordig waardes met 'n standaard afwykingsfout (SAF) van minder as een, die groen punte se SAF is tussen een en twee, die geel punte se SAF is tussen twee en drie en die rooi punte is waardes met 'n SAF van meer as drie. Al die horisontale agtergrondkleure (rooi, oranje, geel, groen en blou) verteenwoordig 'n driedimensionele oppervlakte waarbinne die punte voorkom, terwyl die vaal dele die Z-lyne bo en onder die regressie se berekende waardes verteenwoordig.

Die nie-lineêre regressie (Figuur 4.12) om blaarnatheid te bereken is as volg:

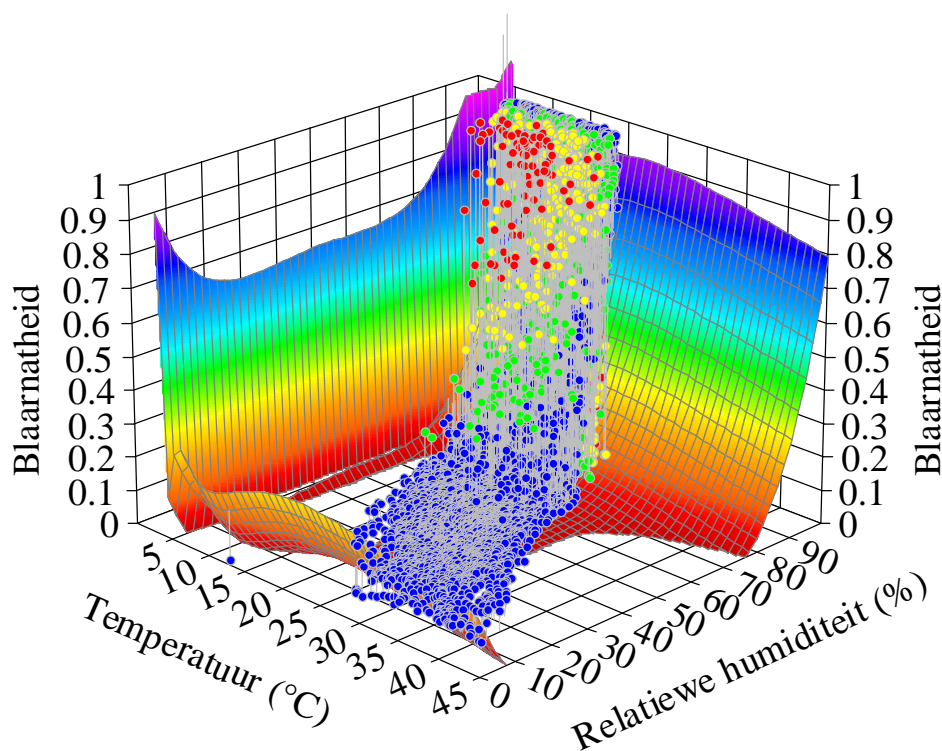
$$\text{Blaarnatheid (Z)} = -0.36504504 + 39.299032 / \text{RH} - 852.04685 / \text{RH}^2 + 7952.328 / \text{RH}^3 - 33007.545 / \text{RH}^4 + 49898.996 / \text{RH}^5 - 0.030577186 * \text{Temp} + 0.0012281099 * \text{Temp}^2 - 2.0873137\text{e-}05 * \text{Temp}^3 + 1.3821055\text{e-}07 * \text{Temp}^4 - 1.5448577\text{e-}10 * \text{Temp}^5$$

waar:

Z = Uurlikse blaarnatheid (aantal ure)

RH = Uurlikse relatiewe humiditeit (%)

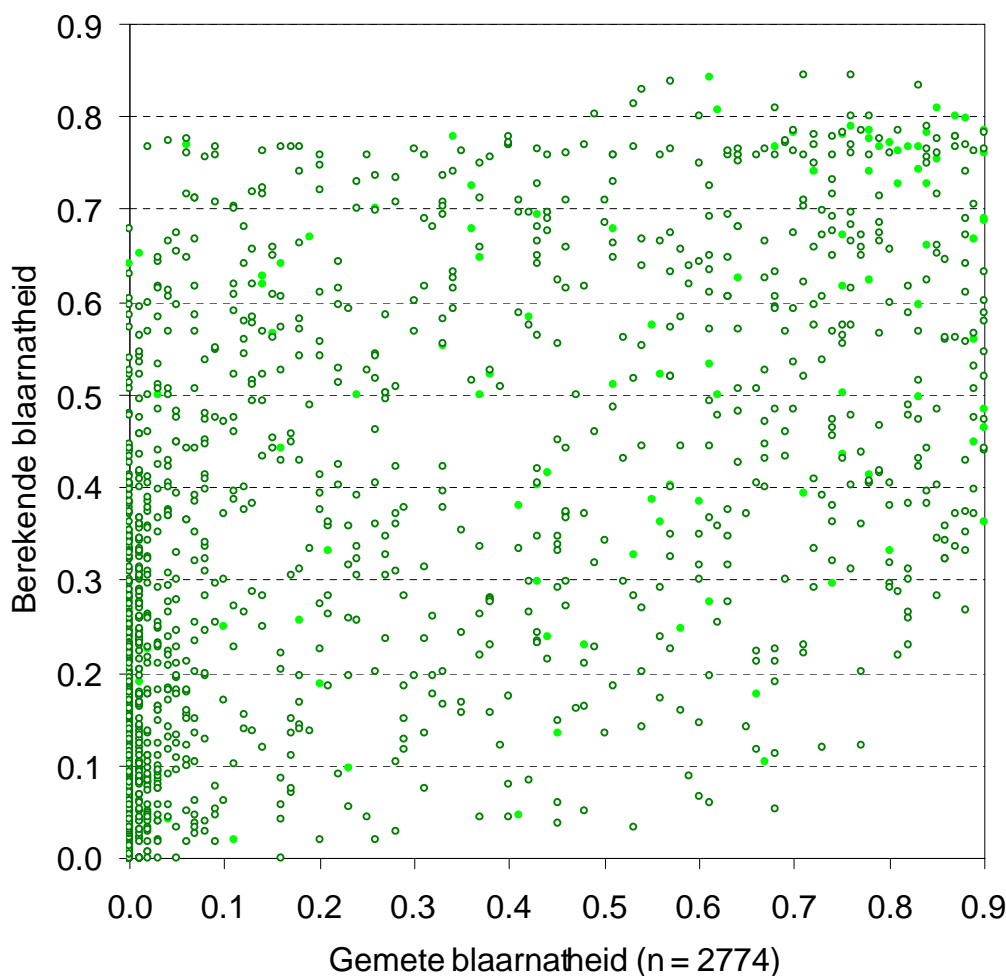
Temp = Uurlikse droëbol temperatuur (°C)



**Figuur 4.12** Berekening van die Nietvoorbij outomatiese weerstasie se blaarnatheid, deur gebruik te maak van uurlikse relatiewe humiditeit en droëbol temperatuur vir die 2002 jaartal (bereken met SPSS Incorporated, 1997).

In Figuur 4.13 is die gemete uurlikse blaarnatheid geplot teen die berekende uurlikse blaarnatheid (Z), vir Sept. - Des. 2003. Die ure met reënval (liggroen kolle, n = 154) en ure sonder reënval (donkergroen sirkels, n = 2 774) is beide geplot. Die statistiese

koëffisiënt van determinasie tussen die gemete en berekende blaarnatheid data was 0.252. Beide blaarnatheidswaardes, tydens en sonder reënval, toon 'n redelike groot verspreiding van waardes, ten opsigte van mekaar. Die baie swak korrelasie is weens inherente foute wat die gemete blaarnatheidsensor self maak, soos reeds vroeër na verwys.

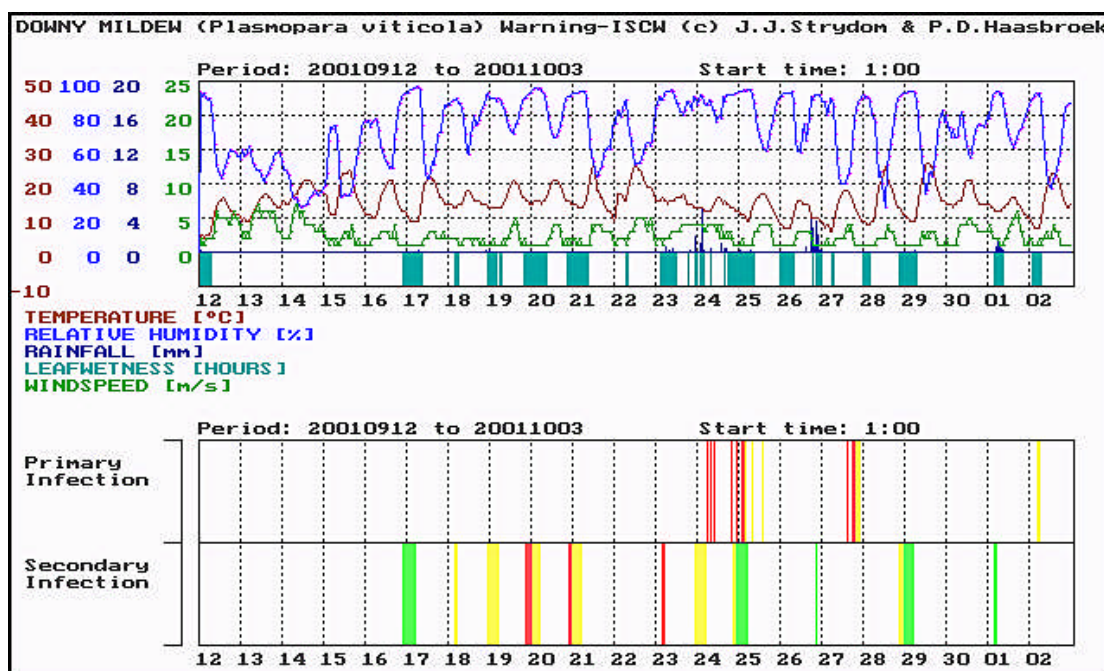


**Figuur 4.13** Uurlikse gemete blaarnatheid (sensor) teenoor berekende blaarnatheidswaardes (wiskundige formule) vir Nietvoorbij vanaf September tot Desember 2003. Die liggroen kolle dui reënval ure aan, terwyl die donkergroen sirkels tye van geen reënval aandui.

#### 4.4.2 Vier risiko-klasse van donsig skimmel infeksies

Van die leemtes wat bestaan by die Metos-2 donsig skimmel model, is gepoog om dit te verbeter in die DSVW-model. Die “Ja/Nee” voorspelling van die Metos-2 model is byvoorbeeld by die DSVW-model opgedeel in vier verskillende risiko-klasse. Figuur 4.14 is 'n voorbeeld van die DSVW-model en vertoon byna dieselfde

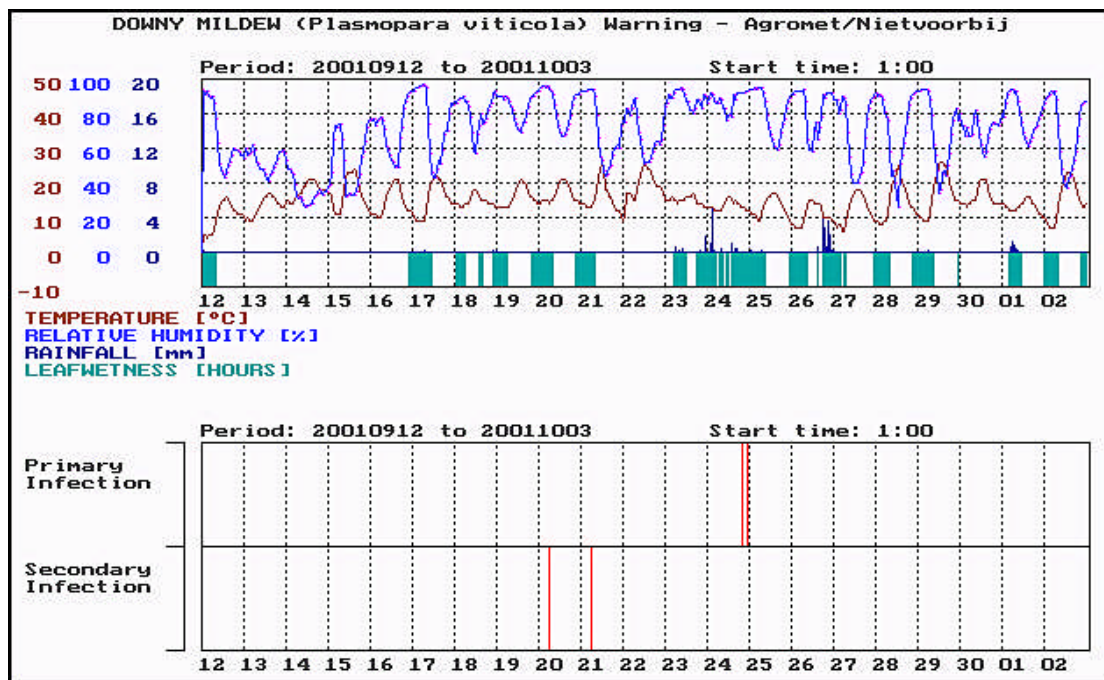
as die Metos-2 model (Figuur 4.15), buiten vir die volgende twee groot verskille. Eerstens is daar in die boonste gedeelte (gemete uurlikse waardes) van die DSVW-model (Figuur 4.14), 'n addisionele weerelement, naamlik windspoed (donkergroen kleur) toegevoeg. Windspoed word tans nog nie in enige van die berekeninge van die DSVW-model gebruik nie, maar word voorlopig net as visuele waarneming aangedui.



**Figuur 4.14** Voorbeeld van die DSVW-model se visuele voorstelling. Gemete uurlikse weerdata aan die bokant en voorspelde donsige skimmel infeksies aan die onderkant van die figuur, by Nietvoorbij in die tydperk 12 September 2001 tot 3 Oktober 2001, wat op 4 Oktober 2001 of later uitgedruk kan wees. Die groen, geel en rooi vertikale kolomme dui tye van lae, medium en hoë voorspelde donsige skimmel infeksies aan.

In Figuur 4.14 dui die nommers links bo in die grafiek onderskeidelik temperatuur, relatiewe humiditeit, reënval, blaarnatheid en windspoed aan. Die syfers bo en heel links in die grafiek dui tempertuur se skaal aan (bruin), terwyl die aaneenlopende sinodale kurwes in die boonste helfte van die figuur, uurlikse temperatuur waardes verteenwoordig. Relatiewe humiditeit se skaal (syfers) is direk langs die van temperatuur (donkerblou) en word soortgelyk aan temperatuur as aaneenlopende sinodale uurlikse relatiewe humiditeit waardes voorgestel. Uurlikse windspoed waardes (liggroen) se skaal kom ook as syfers voor en geplot as aaneenlopende uurlikse lyne. Reënval (donkerder blou as RH) word nie as lyne nie, maar as vertikale

stawe voorgestel in die boonste helfte van Figuur 4.14 en reënval se betrokke skaal (syfers) kom links van windspoed (liggroen) se syfers voor. Blaarnatheid waardes (ligblou) het nie 'n skaal nie en word ook geplot as vertikale stawe in die onderste gedeelte van die boonste deel van Figuur 4.14.



**Figuur 4.15** Voorbeeld van die Metos-2 donsige skimmel model se visuele voorstelling. Gemete uurlikse weerdata aan die bokant en voorspelde donsige skimmel infeksies aan die onderkant van die figuur, by Nietvoorbij in die tydperk vanaf 12 September 2001 tot 3 Oktober 2001. Die rooi vertikale lyne dui voorspelde tye van moontlike donsige skimmel infeksies aan.

Vir die onderste helfte (voorspellings gedeelte) van Figuur 4.14, word die primêre en sekondêre infeksies uitgedruk in drie verskillende kleure van regaf lyne. Elke kleur verteenwoordig 'n sekere risiko-klas van moontlike siekte infektering, groen 1 - 34 % (lae risiko), geel 35 - 74 % (medium risiko) en rooi 75 - 100 % (hoë risiko). Die liggroen kleure (by beide primêre en sekondêre infeksies) verteenwoordig weerstoestande wat nie baie gunstig is vir die infeksie van donsige skimmel om plaas te vind nie. Die geel kleure (Figuur 4.14) dui op meer gunstige weerstoestande, terwyl die rooi kleure voorspel word wanneer optimum klimaatsvereistes geheers het, soos benodig deur die donsige skimmel swam vir infeksie om te kan plaasvind. Met presies dieselfde weerdata, dui die Metos-2 model (Figuur 4.15), daarenteen slegs aan

hetsy die betrokke infeksie moontlik kan voorkom in die praktyk, al dan nie. Elke vertikale lyn wat by die Metos-2 model se figuur voorgestel word, dui dan tereg op 'n 100 % kans vir die siekte om te infekteer en enkele dae later voor te kom. Geen lyne dui dan tereg op geen kans (0 %) vir infeksie om plaas te vind by die Metos-2 en DSVW-model.

#### 4.4.2.1 Primêre infeksie parameters

Om by die vier verskillende risiko-klasse uit te kom (DSVW-model), moes die weerkundige parameters eerstens bepaal word. Reënval is as volg opgedeel. Met reënval van minder as 2.5 mm, val dit in die geen risiko-klas (telling = 0), 2.5 - 6 mm in die lae risiko (telling = 10), 6.1 - 10 mm in die medium risiko (telling = 30) en reënval van meer as 10 mm val in die hoë risiko-klas (telling = 40). Die temperatuur is ook in vier risiko-klasse ingedeel. By die geen risiko-klas word minder as 6 °C benodig (telling = 0), 6 - 8 °C vir die lae risiko (telling = 5), 8.1 - 10 °C vir die medium risiko (telling = 20) en meer as 10 °C vir die hoë risiko (telling = 30). Die aantal ure van blaarnatheid is as volg opgedeel: twee en minder blaarnatheid-ure val in die geen risiko-klas (telling = 0), 3 tot 8 ure in die lae risiko (telling = 15), 9 - 14 ure in die medium risiko (telling = 20) en 15 en meer ure van blaarnatheid, in die hoë risiko-klas (telling = 30).

Afhangende van die telling van elke weerkundige parameters, word 'n sekere risiko-klas daaraan toegeken, soos uiteengesit in Tabel 4.2. Die gesommeerde telling van al die weerkundige parameters, soos bereken deur die DSVW-model, bepaal dan die finale risiko-klas en kans vir infeksie (Tabel 4.2). As enige van die individuele weerkundige parameters vir primêre en/of sekondêre infeksies val binne 'n geen risiko-klas, sal primêre en/of sekondêre infeksies nooit voorspel word deur die DSVW-model nie. Tabel 4.3 dui die voorwaardes aan van al die geen risiko-klasse, vir beide primêre en sekondêre infeksies.



**Tabel 4.2** Parameters en tellings van die DSVW-model wat gebruik word om vier verskillende primêre infeksie klasse by donsige skimmel te voorspel.

<b>Reënval (mm)</b>	<b>Telling</b>	<b>Risiko-klas</b>
< 2.5	0	Geen
2.5 - 6	10	Laag
6.1 - 10	30	Medium
> 10	40	Hoog
<b>Aantal ure blaarnat</b>	<b>Telling</b>	<b>Risiko-klas</b>
≤ 2	0	Geen
3 - 8	15	Laag
9 - 14	20	Medium
≥ 15	30	Hoog
<b>Temp. (°C)</b>	<b>Telling</b>	<b>Risiko-klas</b>
< 6	0	Geen
6 - 8	5	Laag
8.1 - 10	20	Medium
> 10	30	Hoog
<b>Telling klasse</b>	<b>Risiko-klasse</b>	<b>Kans vir infeksie (%)</b>
0	Geen	0
5 - 35	Laag	1 - 34
40 - 75	Medium	35 - 74
80 - 100	Hoog	75 - 100

**Tabel 4.3** As enige van die volgende individuele weerstoestande geldig is, sal primêre infeksie en sekondêre infeksie nooit voorspel word nie.

<b>Tipe Infeksie</b>	<b>Reënval (mm)</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>RH (%)</b>	<b>Aantal ure blaarnat</b>	<b>Risiko-klas</b>	<b>Kans vir infeksie (%)</b>
<b>Primêr</b>	< 2.5	< 6	-	≤ 2	Geen	0
<b>Sekondêr</b>	-	< 11	< 90	0 - 1	Geen	0

#### 4.4.2.2 Primêre infeksietellings en persentasies

Vir die DSVW-model word reënval, lugtemperatuur en blaarnatheid gebruik om te voorspel of primêre infeksies moontlik is al dan nie, terwyl berekende tellings bydra om die tipe infeksie en risiko wat voorspel gaan word, te bepaal. Voor die DSVW-model dus 'n voorspelling kan gee van enige donsige skimmel primêre infeksie, moet die model eers aan elke risiko-klas, van elke weerkundige parameter, vervolgens 'n

sekere telling of gewig toeken. Tellings is geskep met die doel om uiteindelik by 'n sekere persentasie van siekte infeksie uit te kom. Afhangende van die klas waarbinne elk van die weerkundige parameters val, word 'n sekere telling aan elk toegeken. Die berekende tellings is self so opgestel, sodat al meer gewig verleen word aan die weerelemente se waardes, soos wat daar nader beweeg word aan optimum toestande vir donsige skimmel infeksies. Op die stadium is die tellings nog in 'n toets en kalibrasie fase en moet daar met verdere navorsing bepaal word hoe akkuraat en betroubaar die waardes werklik is.

Die maksimum tellings vir elke weerelemente, stem ooreen met die optimum weerstoestande, soos benodig vir donsige skimmel infeksies by die twee Metos modelle. As voorbeeld moet 2.5 mm of meer reën (DSVW-model) en 10 mm of meer reën (Metos en Metos-2 modelle) eers voorkom (Figuur 3.1 en Tabel 4.2), voor die DSVW-model en enige van die twee Metos modelle 'n aanvang kan begin neem. By die nuwe DSVW-model is hier 'n maksimum telling van 40 vir reënval toegeken. Vir die lugtemperatuur is die tellings op dieselfde basis toegeken (net DSVW-model), maar vir die blaarnatheidswaardes is 'n stel tellings toegeken, volgens die aantal ure van blaarnatheid. Hoe meer ure van blaarnatheid, hoe groter is die telling wat die DSVW-model daaraan toeken (Tabel 4.2). Met optimum weerstoestande vir primêre infeksie moet die tellings se somtotaal byvoorbeeld 100 wees. Dit dui dan 'n 100 % kans aan vir donsige skimmel primêre infeksie om plaas te vind (Tabel 4.2).

Al die weerelemente moet ook tellings hê van groter as nul, voor daar enige kans is vir 'n primêre infeksie (Tabel 4.2). As voorbeeld gee 10 mm reën, 'n 7 °C lugtemperatuur en 10 ure van blaarnatheid, onderskeidelik tellings van 30, 5 en 20 aan (Tabel 4.2). Die somtotaal van die tellings is dan 55 (word 55 %) en dit val binne die 35 - 74 % medium siektedruk kans vir infeksie, soos aangedui in die onderste deel van Tabel 4.2. Die risiko-klas waarbinne die spesifieke weergegewens val, word dan uitgedruk as 'n medium risiko van moontlike primêre infeksie. Met die somtotaal van al die tellings, vir elke uur se waarskynlike infeksie wat bereken word, word die primêre infeksie waarskuwing, indien positief vir die betrokke uur, visueel dan voorgestel as 'n geel regaf lyn vir medium infeksie, soos byvoorbeeld in Figuur 4.14 se onderste helfte gesien kan word. Hoe meer uurlikse infeksie lyne direk langs

mekaar voorkom per dag, hoe breër raak die kolom van regaf lyne. In die nuwe DSVW-model kan elke uur, wat positief is vir moontlike infektering, egter verskillende risiko's van infektering hê. Die gevolg is dat een of meer ure aan dieselfde risiko-klas (kleur dieselfde) kan behoort en kort daarna weer kan verander na 'n ander hoër of laer risiko-klas toe. Die verskillende risiko-klasse sal in so geval dan aangedui word deur verskillende kleure (Figuur 4.14), met groen die laagste risiko, geel medium en rooi die hoogste risiko-klas.

#### 4.4.2.3 Primêre infeksie vloeddiagram van DSVW-model

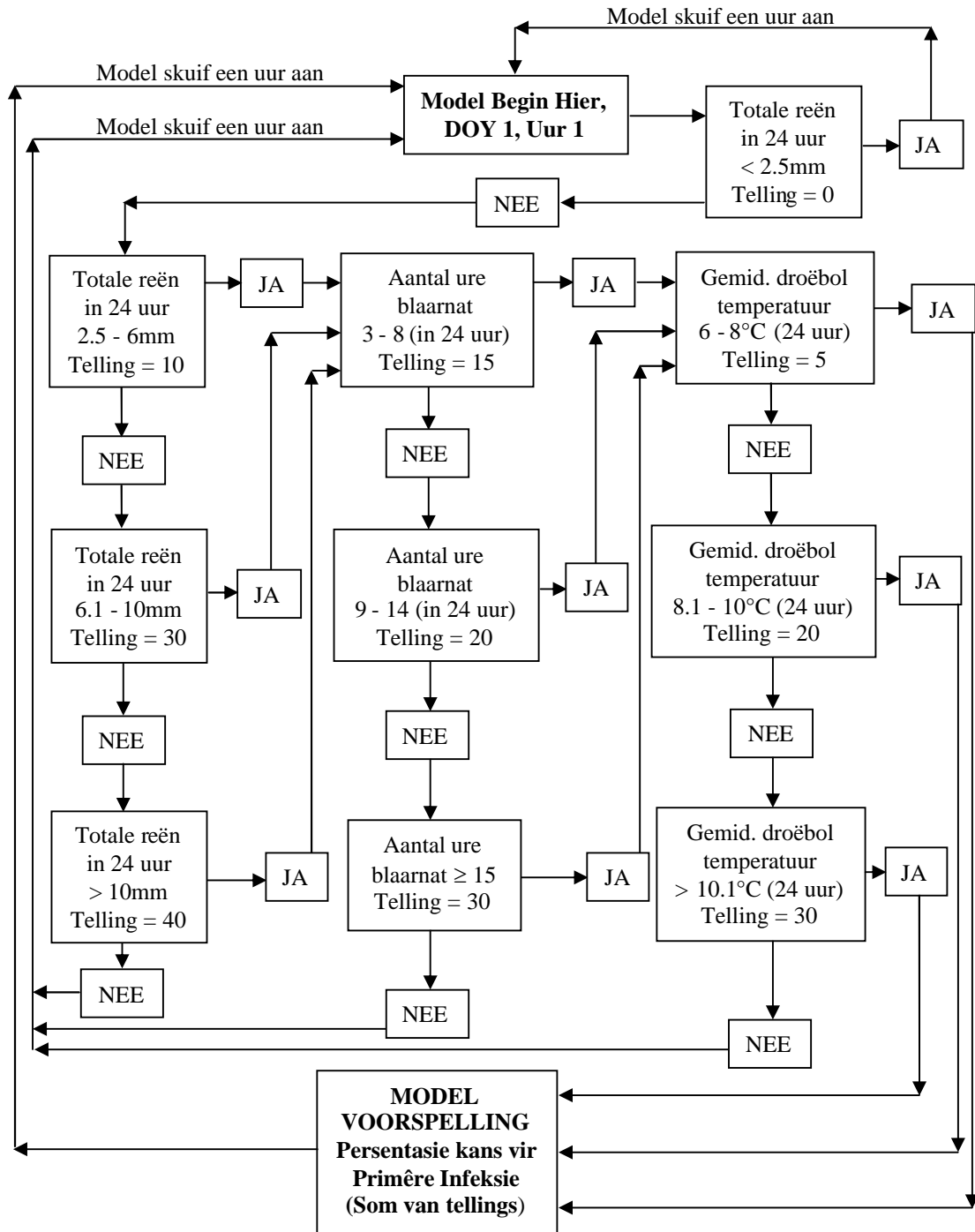
Figuur 4.16 dui 'n primêre infeksie vloeddiagram aan, soos gebruik word deur die nuwe DSVW-model. Die DSVW-model werk op feitlik presies dieselfde beginsel as die Metos-2 model en word hier ook van drie weerkundige parameters gebruik gemaak, om die graad van moontlike primêre infeksie te bepaal. Die volledige werking van die DSVW-model se primêre infeksie is as volg:

- Die model begin deur uurlikse reënval te akkumuleer, tot 'n maksimum van 24 agtereenvolgende ure. Sou in hierdie 24 uur periode, die reënval minder as 2.5 mm wees, skuif die model een uur aan en begin weer van vooraf die uurlikse reënval akkumuleer.
- Die model hou so vol totdat daar in enige 24 uur periode, reënval van groter en/of gelyk aan 2.5 mm voorkom. Afhangende van die hoeveelheid reënval, word 'n sekere telling verkry (Tabel 4.2). Die aantal blaarnatheid-ure moet nou in berekening gebring word.
- Indien in hierdie 24 uur periode daar net een of twee ure van blaarnatheid (bereken vanaf RH en temperatuur) voorkom, met waardes  $> 0.3$ , skuif die model weer een uur aan en begin reg van vooraf die reënval akkumuleer.
- Met die aantal ure van blaarnatheidswaardes  $> 0.3$ , van drie of meer ure, word nog 'n telling by die eerste gevoeg, afhangende van die klas waarin die aantal blaarnatheid-ure val, sien Tabel 4.2.
- Met die aantal blaarnatheid-ure van drie of meer, word die lugtemperatuur se telling volgende bereken met die DSVW-model.
- Indien die gemiddelde lugtemperatuur in 'n 24 uur periode (waar reënval en blaarnatheid reeds aan die gekose vereistes voldoen), kleiner is as  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan skuif die model een uur aan en begin weer van vooraf om eers die reënval te akkumuleer.

- Met gemiddelde lugtemperatuur oor die 24 uur periode van hoër as 6 °C, word die lugtemperatuur klas se telling verkry volgens Tabel 4.2. Toestande is nou gunstig vir moontlike primêre infeksie. Sou die weerstoestand gunstig wees vir infeksies, kan maksimaal tot 24 ure per dag, direk na mekaar gunstig wees vir primêre infeksie, sien (Tabel 4.2).
- Die tellings van die reënval, blaarnatheid en lugtemperatuur word nou gesommeer om een finale waarde te verkry, wat die risiko/graad en die moontlikheid vir primêre infeksie in 'n persentasie aandui.
- Primêre infeksie kan slegs voorkom indien daar by al drie die weerelemente 'n telling van meer as nul bereken word met die DSVW-model (Tabel 4.2), andersins is die kans 0 % vir infeksie.
- Enige kombinasie van reënval, lugtemperatuur en blaarnatheid, met elk tellings van meer as nul (Tabel 4.2), sal altyd een of ander klas van primêre infeksie aantoon. Met ander woorde die weerstoestand hoef nie noodwendig altyd in een spesifieke ry van Tabel 4.2 voor te kom nie.

#### 4.4.2.4 Sekondêre infeksie parameters

Relatiewe humiditeit, blaarnatheid en droëbol temperatuur oor 'n vier uur periode word gebruik om die risiko-klas en persentasie moontlike infeksie van sekondêre infeksie te bereken. Donsige skimmel spore vereis 'n baie hoë RH ( $\geq 90$  %), blaarnatheid van twee of meer ure (weens reënval, mis, besproeiing, ens.), tesame met gemiddelde nag temperatuur vanaf 20:00 tot 05:00 van groter en gelyk aan 11 °C, om te infekteer. Van die drie kriteria is dit die gemiddelde droëbol lugtemperatuur wat bepaal in watter van die vier risiko-klasse die infeksie gaan voorkom. Die sekondêre infeksie parameters vir die DSVW-model is as volg ingedeel by elke weerkundige parameter se risiko-klas. Relatiewe humiditeit is van 92 % (Metos-2 model), verander na 'n 90 % relatiewe humiditeit. Die RH is hier nie in vier klasse opgedeel, soos byvoorbeeld by die primêre infeksie klasse nie.



**Figuur 4.16 Primêre infeksie vloediagram van die DSVW-model. Elk van die drie weerelemente wat voldoen aan die vereistes, se tellings word bymekaar getel om die persentasie moontlike primêre infeksie te bepaal.**

Die aantal blaarnatheid-ure van die Metos-2 model is net so gebruik by die DSVW-model en is hier dus geen veranderinge aan die blaarnatheid tydperk gemaak nie. Van 2 tot 4 ure van blaarnatheid (Magarey en Wachtel, 1991) word gevolglik ook by die DSVW-model benodig as een van drie weerkundige parameters waaraan eers voldoen moet word, voor sekondêre infeksie voorspel kan word. Onder optimale kondisies is

die tyd van ontkieming tot penetrasie (infeksie) minder as 90 minute (Lafon en Clerjeau, 1988). Die derde en laaste weerkundige parameter, naamlik droëbol lugtemperatuur, is wel in vier groepe van risiko opgedeel. By die geen risiko-klas word temperature van minder as 11 °C benodig, die lae risiko-klas 11 - 13 °C, die medium risiko-klas 13.1 - 15 °C en by die hoë risiko-klas word temperature van meer as 15 °C benodig (Tabel 4.4).

#### 4.4.2.5 Sekondêre infeksietellings en persentasie

Om die persentasie van infeksie en gevolglik die risiko-klas waarin sekondêre donsige skimmel val te bepaal, word by sekondêre infeksie nie van tellings gebruik gemaak, soos die geval is by primêre infeksie nie. Sodra relatiewe humiditeit en blaarntheid gunstig is volgens die DSVW-model, is dit die bepaalde temperatuur wat gaan bepaal wat die uiteindelijke persentasie en risiko-klas gaan wees (Tabel 4.4). Die risiko en kans vir sekondêre infeksies (in persentasie) is soortgelyk aan primêre infeksie ingedeel. Geen sekondêre infeksie is 0 %, vir 'n lae risiko 1 - 34 % kans, medium risiko is die kans 35 - 74 % en vir die hoë risiko-klas, wissel die kans vir infeksie van 75 - 100 %.

**Tabel 4.4 Parameters van die DSVW-model wat gebruik word om die vier verskillende sekondêre infeksie klasse by donsige skimmel te voorspel, vir enige gebied in die Wes-Kaap.**

<b>Relatiewe humiditeit (%) van 4 ure</b>		<b>Moontlikheid vir sekondêre infeksie</b>
< 90		Nee
≥ 90		Ja
<b>Aantal ure blaarnat &gt; 0.3 van 4 ure</b>		<b>Moontlikheid vir sekondêre infeksie</b>
0 - 1		Nee
2 - 4		Ja
<b>Droëbol Temperatuur (°C)</b>	<b>Risiko-klas</b>	<b>Kans vir sekondêre infeksie (%)</b>
< 11	Geen	0
11 - 13	Laag	1 - 34
13.1 - 15	Medium	35 - 74
> 15	Hoog	75 - 100

Wanneer sekondêre infeksie voorspel word met die DSVW-model (Tabel 4.4), bly die voorwaardes vir relatiewe humiditeit en blaarntheid deurgaans dieselfde vir die lae, medium en hoë risiko-klasse. Indien enige van die drie parameters, lugtemperatuur,

RH en blaarnatheid nie inpas by die vereistes soos gestel in Tabel 4.4 nie, vind geen infeksie plaas nie (nie aangedui in Figuur 4.16). Sou die RH en aantal ure van blaarnatheid binne die vereiste waardes val, bepaal die gemiddelde lugtemperatuur oor 'n vier ure tydperk in watter van die vier klasse, die risiko van sekondêre infeksie gaan val. As voorbeeld word 'n medium risiko in Tabel 4.4 as volg bereken. Gedurende die nag in die orde vanaf 20:00 en 05:00, moet die RH vir vier aaneenlopende ure  $\geq 90\%$  RH wees, vir sporulasie. Ten minste twee ure van die vier ure moet 'n blaarnatheidwaarde van  $> 0.3$  hê en dit kan enige twee van die vier ure wees. Die gemiddelde lugtemperatuur vir die vier spesifieke ure kan varieer van  $13 - 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Indien hierdie spesifieke weerstoestand geldig is, word 'n medium risiko vir sekondêre infeksie voorspel, wat kan wissel vanaf 35 tot 74 % (Tabel 4.4).

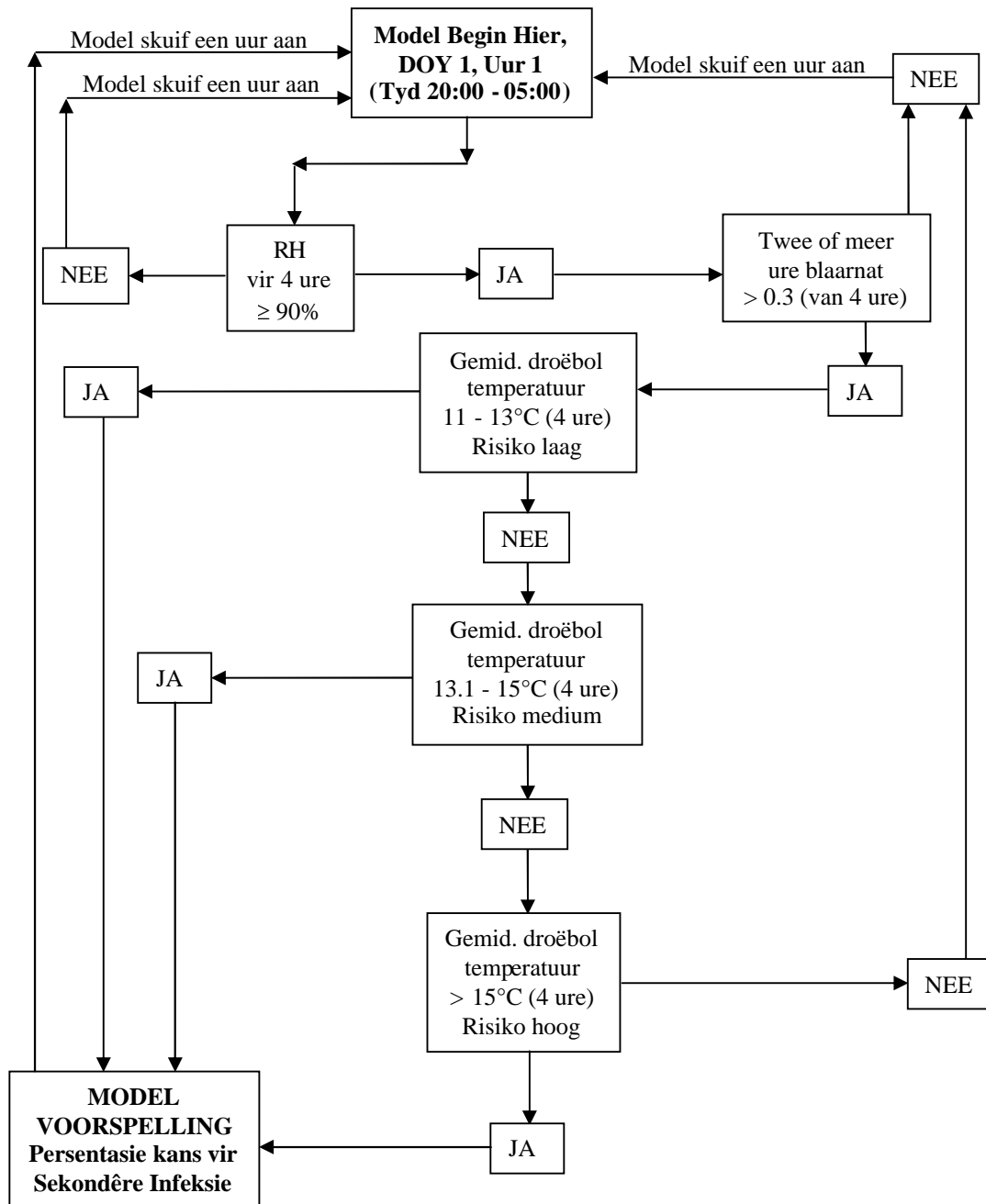
#### 4.4.2.6 Sekondêre infeksie vloedidiagram van DSVW-model

Figuur 4.17 dui 'n sekondêre infeksie vloedidiagram aan, soos bereken met behulp van die nuwe DSVW-model. Die volledige werking van die DSVW-model is egter as volg:

- Gedurende die nag in die orde vanaf 20:00 tot 05:00 moet die RH ten minste vier ure aaneenlopend groter en/of gelyk wees aan 'n 90 % RH, vir sporulasie.
- Die model neem dus die eerste vier ure, beginnende vanaf 20:00 - 05:00, en kyk of die RH vir die spesifieke vier ure groter en/of gelyk is aan 90 %. Indien nie, skuif die model een uur aan na 21:00 en gebruik die volgende vier ure om die RH mee te toets.
- Indien die RH groter en/of gelyk is aan 90 % vir die vier aaneenlopende ure, moet die blaarnatheid in hierdie vier ure tydperk (bereken volgens Z), daar ten minste twee van die vier ure 'n blaarnatheid van groter as 0.3 toon. Dit kan enige twee van die vier ure wees en hoef nie aaneenlopend te wees nie.
- As daar geen of een uur is waar die blaarnatheid groter is as 0.3, skuif die model een uur aan en begin weer van vooraf met die volgende vier aaneenlopende ure en toets die RH.
- Met twee, drie of al vier ure van blaarnatheid groter as 0.3, word die droëbol temperatuur volgende in berekening gebring.
- As die gemiddelde lugtemperatuur van die vier uur periode kleiner is as  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , skuif die model ook een uur aan en begin reg van vooraf, met die RH wat weer eerstens moet voldoen aan die vasgestelde vereistes.

- Indien die gemiddelde lugtemperatuur (vier uur periode) 11 - 13 °C is, word 'n lae risiko-klas voorspel, met 'n persentasie moontlikheid van 1 - 34 % vir sekondêre infeksie om wel voor te kom.
- 'n Gemiddelde lugtemperatuur vanaf 13.1 - 15 °C, dui hier 'n medium risiko-klas aan (35 - 74 %) en gemiddelde temperature van meer as 15 °C vir die vier ure, dui op 'n hoë risiko-klas, met die moontlikheid vir sekondêre infeksie om wel plaas te vind, is dan vanaf 75 - 100 %.
- Aangesien vier uur periodes gebruik word om een sekondêre infeksie te voorspel, kan maksimaal slegs 7 infeksies (20:00 - 05:00) in 'n 24 uur periode voorspel word.
- Sekondêre infeksies kan slegs voorkom indien daar aan al drie die weerelemente (RH, blaarnatheid en lugtemperatuur) se kriteria voldoen word (Tabel 4.4).
- Sodra die RH en blaarnatheid voldoen aan Tabel 4.4 se voorwaardes, is dit die gemiddelde lugtemperatuur waardes wat elke keer die risiko-klas en die persentasie moontlikheid van sekondêre infeksie bepaal.





**Figuur 4.17** Sekondêre infeksie vloediagram van die DSVW-model. Hier bepaal die derde weerelement (temperatuur), die risiko-klas van moontlike sekondêre infeksie.

#### 4.5 Gevolgtrekkings

Die bestaande Metos-2 model se weerkundige parameters is aangepas om sodoende 'n nuwe model te ontwikkel, bekend as die Donsige Skimmel Vroeg-Waarskuwingsmodel of in kort die DSVW-model. Twee groot veranderinge is gemaak, naamlik die gemete blaarnatheid is vervang met 'n wiskundige blaarnatheidformule en die Metos-2 model se "Ja/Nee" voorspellings vir infeksie is vervang met vier klasse van risiko's, vir beide die primêre en sekondêre infeksies. Een addisionele weerkundige parameter, naamlik windspoed is by die uitdruk van die DSVW-model gevoeg, maar slegs vir visuele waarneming en nie vir enige berekening nie. Die verkryging van optimale of die regte weerkundige parameters, wat in die DSVW-model gebruik word, om infeksieperiodes by donsige skimmel te voorspel, vereis egter nog verdere navorsing deur plantpatoloë en landbouweerkundiges.

##### 4.5.1 Wiskundige blaarnatheidformule

Resultate het gewys dat gemete blaarnatheidswaardes redelik tot baie foute kan hê, weens die blaarnatheidsensor wat onderhewig is aan verskeie praktiese probleme. Selfs afsonderlike blaarnatheidswaardes tydens en sonder reënval, asook dag en nag waardes, het almal steeds 'n groot variasie in die weerdata getoon. Om die redes is daar besluit om die gemete blaarnatheidswaardes in die DSVW-model te vervang met 'n wiskundige regressie, wat gebruik maak van weerkundige elemente om blaarnatheid te bereken. Droëbol temperatuur en relatiewe humiditeit is toe gebruik om blaarnatheid te bereken, aangesien hierdie twee weerkundige elemente die beste korrelasies getoon het met blaarnatheid. 'n Nie-lineêre regressie is toe ontwikkel en deel gemaak van die DSVW-model. Hierdie gegewe regressie moet egter nog deeglik getoets word in die praktyk, deur byvoorbeeld die wingerd blare op 'n TV monitor dop te hou wanneer dit nat raak.

Die voordeel by die DSVW-model is dat geen blaarnatheidswaardes nou meer gemeet hoef te word nie, maar word outomaties bereken. Die variasie van die blaarnatheidsensor se waardes by soortgelyke weerstoestande, soos reeds bespreek, is nou vervang met die nuwe blaarnatheid regressie wat op die langtermyn meer konstante blaarnatheidswaardes sal bereken. Vir identiese weerstoestande (selfde RH en droëbol temperatuur) sal die regressie dieselfde antwoord weergee, terwyl die

blaarnat sensor self twee afsonderlike waardes kan gee, wat boonop grootliks van mekaar mag verskil. In die toekoms gaan blaarnatheidregressies vir elke streek, waar weerstasies se data gebruik kan word, ontwikkel word om sodoende die akkuraatheid van die berekende blaarnatheidswaardes nog verder te verhoog.

#### 4.5.2 Risiko-klasse van donsige skimmel infeksies

Seker die grootste leemte van die Metos-2 model is die “Ja of Nee” infeksie voorspelling, wat daarop dui dat infeksie kon voorkom al dan nie, gegee die regte weerstoestand (Vermeulen, pers. komm., 2003). Weerkundige parameters in die Metos-2 model, bestaande uit een drumpelwaarde elk, is toe sodanig aangepas en opgedeel om vier klasse van weerkundige parameters daar te stel. Elke weerkundige parameter het sy eie risiko-klas waarbinne dit voorkom. Addisioneel is 'n gegewe gewig of telling toe aan elk toegeken. Hoe nader aan optimum die weerkundige waardes was vir moontlike infeksies, hoe groter was die telling wat aan die betrokke risiko-klas toegeken was. By primêre infeksie is al drie van die weerkundige parameters van belang en is toe in vier risiko-klasse opgedeel. Afhangende van die weerstoestand, kom elke weerkundige parameter dan in een van die vier risiko-klasse voor. Deur die tellings van elke parameter se risiko-klas bymekaar te tel, word die totaal van al die tellings, as 'n persentasie van primêre infeksie voorspelling uitgedruk. Hierdie kans vir infeksie (%) val altyd in een van die vier risiko-klasse (geen, laag, medium of hoog).

Die DSVW-model se sekondêre infeksie is ook in vier risiko-klasse opgedeel. Van die drie weerkundige parameters nodig vir sekondêre infeksie, is net die droëbol temperatuur in vier risiko-klasse opgedeel, maar die voorspelling van sekondêre infeksie self, word as een van vier moontlike risiko-klasse aangedui. Relatiewe humiditeit se drumpelwaarde is effens kleiner gemaak, terwyl die blaarntheid se drumpelwaarde net so behou is vanaf die Metos-2 model, vir die DSVW-model se berekening. Met blaarntheid en relatiewe humiditeit, wat vooraf byvoorbeeld reeds voldoen het aan sekere drumpelwaardes, bepaal die temperatuur se risiko-klas (een van vier), dan uiteindelik die persentasie van moontlike sekondêre infeksie. Net soos by primêre infeksies word sekondêre infeksievoorspellings ook in 'n geen, lae, medium en hoë risiko-klas opgedeel. Die groot voordeel wat hierdie vier risiko-klasse

van die DSVW-model inhou (primêr en sekondêr), is dat produsente nou 'n baie beter idee het van die tipe of graad van infeksie wat reeds voorgekom het.

Daarvolgens kan produsente nou beter siektebestuur toepas om te verseker dat die toekomstige siekte uitbreek van donsige skimmel so laag as moontlik gehou word. Hierdie risiko-klasse maak dit ook moontlik vir elke produsent om nou sy eie risiko-klas van bestuur te kies. Dit beteken dat een produsent elke keer gaan optree, sodra die laagste klas van risiko voorspel word, terwyl 'n ander produsent weer net op die medium of selfs die hoë risiko-klasse gaan reageer met beheer maatreëls. Produsente wat byvoorbeeld net op die hoë risiko-klasse reageer, sal dus enige lae en medium voorspellings totaal ignoreer, ongeag die aantal voorspellings in 'n sekere tydperk bereken.

Volgens die vier nuwe geskepte risiko klasse van die primêre en sekondêre infeksies, oorvleuel van die temperatuur klas indelings en dit veroorsaak dat daar tye mag voorkom waar beide primêre en sekondêre infeksies op dieselfde tydstip voorspel mag word. Hierdie tendens sal egter meer die uitsondering as die reël wees, weens ander parameters wat ook 'n rol speel om uiteindelik 'n tipe infeksie en risiko klas te kan voorspel.

## HOOFSTUK 5 - TOETS VAN DSVW-MODEL

### 5.1 Inleiding

Muller (1929) was die eerste persoon wat 'n poging aangewend het om donsige skimmel uitbrake met 'n model te probeer voorspel. Na hom is verskeie modelle ontwikkel wat sekere atmosferiese toestande, soos byvoorbeeld relatiewe humiditeit, reënval, temperatuur en blaarnatheid gebruik. Mills (1944) het byvoorbeeld gebruik gemaak van blaarnatheid om appel skurfsiekte te voorspel en Blaeser en Weltzien (1979) het ook van blaarnatheid gebruik gemaak om die voorwaardes vir die uitbreek van *Plasmopara viticola* vas te stel. In 1983, het Stryzik 'n model ontwikkel wat donsige skimmel se uitbreek kon voorspel, deur onder andere gebruik te maak van lugtemperatuur en reënval. Meeste epidemiese of voorspellingsmodelle maak gebruik van lugtemperatuur en reënval as parameters. Hierdie twee parameters kan breedweg die hoofpunte van die ontwikkeling van die patogeen uitwys en in sommige modelle word net dit gebruik om die hele verloop van die swam te simuleer (Agrios, 1978). Die bestaande Metos-2 model (Pessl, 2000) wat by Nietvoorbij en elders in die Wes-Kaap gebruik word om primêre en sekondêre infeksies te voorspel, maak gebruik van reënval, temperatuur, blaarnatheid en relatiewe humiditeit.

Die nuwe DSVW-model, wat in hierdie studie ontwikkel is, se weerkundige parameters en werking is afkomstig van die Metos-2 model, waar die parameters van die Metos-2 model, verander is na nuwe waardes en vier risiko-klasse toe. Soos by die Metos-2 model gebruik die DSVW-model ook reënval, temperatuur en blaarnatheid om primêre infeksies te bereken, terwyl uurlikse temperatuur, relatiewe humiditeit en blaarnatheid weer benodig word vir sekondêre infeksies. Die vier risiko-klasse by beide tipe infeksies (primêr en sekondêr) se akkuraatheid is nog nie wetenskaplik getoets nie. Genoegsame infeksie dae moes dus nog ingesamel word vanaf wingerdprodusente en wingerdvoorligters. Beide tipes infeksie dae is gebruik om die DSVW-model mee te toets vir akkuraatheid en betroubaarheid. Omrede die Metos-2 model al reeds lank (1992 - 2005) in die bedryf gebruik word en oor al die betrokke jare getoets is, is die DSVW-model se resultate verder ook vergelyk teen die van die Metos-2 model.

## 5.2 Doel

- a) Om die DSVW-model en die Metos-2 model te vergelyk teen gemete siekte observasies.
- b) Om die DSVW-model te vergelyk teen die Metos-2 model, sonder siekte observasies.

## 5.3 Materiaal en Metodes

### 5.3.1. Studiegebied

Drie afsonderlike streke is gekies as studie gebiede vir die toetsing van die DSVW-model, naamlik die Robertson, Paarl en Stellenbosch streek. By elke streek is infeksie dae gemeet en/of verkry vanaf die bedryf. Die drie verskillende streke se klimaat verskil onderling genoeg van mekaar (Tabelle 3.4 - 3.14). Donsige skimmel infeksies en gevolglike uitbrake is klimaat gedrewe en dus verteenwoordig Robertson, Paarl en Stellenbosch oor die langtermyn 'n lae, medium en hoë donsige skimmel siektevoorkoms.

#### 5.3.1.1 Stellenbosch en Robertson (infeksie dae teenwoordig)

Vir die Stellenbosch en Robertson streek (1998 - 2003) was een weerstasie, naamlik Nietvoorbij gekies vir die Stellenbosch area. Vier weerstasies is egter vir die Robertson streek, naamlik Le Chasseur, Vinkrivier, Goree en Klaasvoogds (Tabel 3.1) gebruik om primêre en sekondêre infeksievoorspellings mee te maak. Aangesien die DSVW-model uurlikse data benodig as inset, kon slegs outomatiese weerstasies se data gebruik word vir die toetse. Vir die doel van die toetse is slegs meso-klimaat weerstasies se weerdata gebruik.

#### 5.3.1.2 Stellenbosch en Paarl (infeksie dae teenwoordig)

Die Nietvoorbij weerstasie in Stellenbosch en die Môrewag weerstasie vir Paarl was gekies (Tabel 3.1), want daar was voldoende infeksie dae (2002 - 2003) ingesamel om die DSVW-model mee te toets. Die twee streke is so gekies omrede Paarl streek effens warmer en droër is as Stellenbosch en kon die DSVW-model dus getoets word teen 'n reeks van besmettings gebiede van donsige skimmel.

### 5.3.1.3 Stellenbosch, Paarl en Robertson (infeksie dae afwesig)

Twee weerstasies vir elke streek is gekies vir die Stellenbosch, Paarl en Robertson streek (1998 - 2002). Die Stellenbosch streek het bestaan uit die Nietvoorbij en Alto weerstasies, Paarl uit Mooigeleë en Otterkuil en die Robertson streek uit Vinkrivier en Zandvliet (Tabel 3.1).

### 5.3.1.4 Stellenbosch (infeksie dae afwesig)

Slegs Nietvoorbij se outomatiese weerstasie weerdata is hier geneem (2002 - 2003). Aangesien hier nie infeksie dae beskikbaar was nie, is die DSVW-model hier net vergelyk teen die voorspellings van die Metos-2 model.

## 5.3.2 Vergelyk Metos-2 teen DSVW-model met infeksie dae

### 5.3.2.1 Infeksie dae en weerdata

Beperkte historiese, fisiese observasies van donsige skimmel uitbrake is in die Wes-Kaap beskikbaar. Meeste infeksie dae wat wel beskikbaar is, handel slegs oor of donsige skimmel die betrokke jaar voorgekom het al dan nie en of dit 'n lae, medium of hoë siektevoorkoms jaar was. Data wat bestaan uit die graad van siektevoorkoms (persentasies), tipe kultivars wat besmet is, areas waar infeksies voorgekom het, tipe infeksies (primêr en/of sekondêr) en hoe lank die infeksies geduur het, is selde indien ooit opgeteken. Meeste siektevoorkomsdata wat wel beskikbaar is, was egter te grof en te min om enigsins gebruik te kon word in die tesis. 'n Beperkte hoeveelheid siektevoorkomsdata, wat slegs die area en graad van siektevoorkoms aandui, is wel van die K.W.V. in Robertson verkry (Stipp, 2002).

Aaneenlopende uurlikse weerdata is ingesamel vir al die outomatiese weerstasies en oor al die betrokke jare en maande en was dus nie 'n beperkende faktor nie. Die weerdata wat vir die afsonderlike tydperke en weerstasies gebruik is om die DSVW-model mee te loop, is hoofsaaklik bepaal deur die siektevoorkomsdata wat vir die onderskeie jare en maande beskikbaar was. Tye wanneer die meeste reënval voorgekom het in donsige skimmel se gevaar tydperk, was ook in ag geneem (Sept. - Feb.).

#### 5.3.2.1.1 Stellenbosch en Robertson (1998 - 2003)

Vir die Robertson en Stellenbosch streek is maande en jare gesoek waar opgetekende siektevoorkomsdata van donsige skimmel 'n geen, lae, medium en hoë siektevoorkoms verteenwoordig het, omrede die DSVW-model se voorspellings ook gebaseer is op dieselfde vier risiko-klasse. Die DSVW-model se akkuraatheid kon net getoets word, indien dit met soortgelyke klasse vergelyk kon word. Werklike siektevoorkomsdata van donsige skimmel was net beskikbaar op 'n maandelikse basis vir die Stellenbosch en Robertson streke. Die siektevoorkoms vir die gegewe areas was hier aangedui as 'n lae, medium en hoë siektedruk wat voorgekom het. Vir die doeleindes van die DSVW-model se toetsing, is die siektevoorkoms (persentasie blaar besmetting van wingerd) opgedeel in dieselfde vier risiko-klasse as wat die DSVW-model bereken. Die geen, lae, medium en hoë siektevoorkoms waarna in die verslag van Stipp verwys word, is toe as volg opgedeel: 0 %, 1 - 34 %, 35 - 74 % en laastens 75 - 100 %.

In die ses jaar tydperk (1998 - 2003), is vir elke jaar een maand gekies tydens die donsige skimmel siekteseisoen, waar die meeste reënval voorgekom het. Hoe meer reënval periodes verkry kon word, hoe meer primêre infeksies sal die DSVW-model voorspel en kan dit dan beter vergelyk word met die gemete siektevoorkomsdata. Vir dieselfde tydperk moes werklike gemete lae, medium en hoë uitbrake van donsige skimmel voorkoms ook beskikbaar wees. As gevolg van die twee vereistes het dit veroorsaak dat net sekere maande, in die totale ses jaar tydperk, beskikbaar was vir die toetsing van die DSVW-model. Byvoorbeeld gedurende die 1999 en 2002 seisoene is baie min tot geen donsige skimmel siektesimptome aangeteken, en is dit toe uitgelaat. Die maande wat wel gekies is, is ook so gekies sodat lae, medium en hoë uitbreek tye verkry kon word. Op sy beurt het dit weer veroorsaak dat dieselfde maande in elke jaar, nie noodwendig altyd ooreengestem het met die ander jare se maande nie. Die volgende maande, in die onderskeie jare, is toe vir elk van die weerstasies gekies: Nietvoorbij (Okt. 2002 - Feb. 2003), Le Chasseur (Okt. 2000 - Des. 2000), Vinkrivier (Okt. 2000 - Des. 2000), Goree (Nov. 1998 - Des. 1998) en Klaasvoogds (Okt. 2001 - Nov. 2001). Die Metos-2 model en die DSVW-model se voorspelde of berekende siekte infeksies, is toe vir dieselfde maande bereken om te kon vergelyk teen die werklike siektevoorkomsdata.



Historiese uurlikse weerdata is net vir elke gekose maand, soos bo bepaal, gebruik vir die berekening van donsige skimmel infeksies. Die weerdata sluit in uurlikse weergegewens van droëbol temperatuur, reënval, persentasie relatiewe humiditeit en blaarnatheid.

#### 5.3.2.1.2 Stellenbosch en Paarl (2002 - 2003)

Vir Stellenbosch en Paarl is daar gedurende die 2002/2003 seisoen besluit om vir 'n aaneenlopende periode, volledige donsige skimmel siektevoorkomsdata in te samel. Die tydperk is gekies na aanleiding van donsige skimmel uitbrake wat vroeg November 2002 orals in die Wes-Kaap begin voorkom het. Infeksie dae in Stellenbosch (Nietvoorbij weerstasie) en Paarl (Môrewag weerstasie) is toe op 'n weeklikse basis vir die tydperk 6 November 2002 tot 19 Februarie 2003 ingesamel. Die tydperk van siekte-data-insameling (November tot Februarie) is merendeels sekondêre infeksie tydperke, aangesien reënval in die tyd redelik min was vir die Wes-Kaap (Tabelle 3.4 - 3.8).

Werklike siektevoorkoms simptome van donsige skimmel is deur die LNR Infruitec-Nietvoorbij se Siektebestuur Afdeling ingesamel en die siektevoorkoms uitgedruk as 'n persentasie van totale blaar besmetting, wat voorgekom het in 'n wingerd. By Paarl is die Waltham Cross kultivar se persentasie siektevoorkoms bepaal, terwyl die S.A. Riesling en Merlot kultivars in Stellenbosch se siektevoorkoms opgeteken is. Die blokke waarvan die siektevoorkoms bepaal is, was kontrole of onbespuite persele. Die res van die wingerd was soos benodig, voorkomend bespuit met chemiese middels. Om donsige skimmel se voorkoms van elke kultivar te kon verkry, is 'n 100 blare elke keer geneem en die siekte se simptome visueel waargeneem. Slegs simptome wat so waargeneem kon word se persentasie van oppervlak blaarbesmetting is verkry deur dit met die oog te skat en as 'n persentasie uit te druk. Die werklike tipe infeksie wat donsige skimmel uitbrake veroorsaak het, hetsy dit primêre en/of sekondêre infeksie was, is nie aangeteken nie. Dit was gedoen aangesien die simptome van beide tipe infeksies dieselfde lyk as dit eers verskyn het en dit dan van daar af aan onmoontlik is om te bepaal watter tipe infeksie die uitbrake aanvanklik veroorsaak het.

Om die DSVW-model se voorspellings van donsige skimmel infeksies te kon vergelyk teen die gemete infeksie dae, is die gemete persentasie siektevoorkoms van die kontrole blokke in Stellenbosch en Paarl, vergelyk teen die berekende aantal dae van primêre en sekondêre infeksievoorspellings. Die infeksies is voorspel met beide die DSVW en Metos-2 model vir elke afsonderlike sewe dae gedurende 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003. Voorspellings van die DSVW-model se infeksies is ook vir dieselfde twee weerstasies se weerdata en tydperke, vergelyk teen die Metos-2 model se infeksievoorspellings. Die DSVW-model het gevolglik die siektevoorkomsdata sowel as die Metos-2 model se infeksie voorspellingsresultate as 'n standaard gehad, wat as maatstaf kon dien om die DSVW-model se akkuraatheid teen te toets. Tydens die 2002 - 2003 seisoen was donsige skimmel uitbrake redelik tot baie hoog en genoegsame infeksie dae was dus beskikbaar om moontlike korrelasies tussen die DSVW-model se infeksievoorspellings en die werklike gemete siektevoorkoms van donsige skimmel te verkry.

Uurlikse aaneenlopende weerdata vir die tydperk 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003, is gebruik waarop die DSVW-model en die Metos-2 model op geloop is. Beide modelle kan slegs drie weke se weerdata per keer gebruik. Die weerdata is toe in drie weke tydperke opgedeel en direk na mekaar geloop, totdat die hele tydperk se infeksievoorspellings sodoende bepaal was.

### 5.3.3 Vergelyk Metos-2 teen DSVW-model sonder infeksie dae

Weens feitlik geen bruikbare siektevoorkomsdata wat beskikbaar is vir die afgelope paar jare (1998 - 2003), in die onderskeie streke nie, is daar besluit om die DSVW-model se infeksie berekenings te toets sonder die hulp van gemete infeksie dae. Die beperkte siektevoorkomsdata wat wel beskikbaar is vir Stellenbosch, Paarl en Robertson, het net aangedui welke sekere dele in die drie afsonderlike streke donsige skimmel vir die seisoen gehad het al dan nie en of dit 'n lae, medium of 'n hoë siektevoorkoms was wat toe geheers het. Die Metos-2 model wat reeds vir baie jare al getoets is en tans nog as die standaard beskou word, se voorspellings is toe hier in die plek van gemete infeksie dae gebruik, waarteen die DSVW-model se berekenings getoets is.

### 5.3.3.1 Weerdata

Toetsings waar geen infeksie dae beskikbaar was nie, het die weerdata bepaal watter periodes gebruik moes word om die DSVW-model mee te toets. Presies dieselfde tydperke van weerdata wat gekies was vir die toetsing van die Metos-2 model, is ook net so gebruik vir die toetsing van die DSVW-model, soos reeds bespreek.

#### 5.3.3.1.1 Stellenbosch, Paarl en Robertson (1998 - 2002)

Vir elk van die drie streke is twee outomatiese weerstasies se weerdata gebruik vir die voorspellings. Twee weerstasies per streek, oor 'n vyf-jaar-tydperk (drie weke per betrokke jaar), se weerdata is as voldoende beskou om die DSVW-model se voorspellings teen die van die Metos-2 model te toets, om moontlike verskille en ooreenkomste duidelik uit te wys. Vir elke jaar is slegs September, Oktober of van November se weerdata (gekose drie weke tydperk) gebruik gemaak vir beide modelle. Hierdie drie maande verteenwoordig die piektyd van die donsige skimmel gevaar tydperk en is om dié rede geneem. Hoe daar te werk gegaan is om drie weke periodes te kies en watter jare se maande gebruik is, is reeds in hoofstuk 3 bespreek. Tabel 3.3 gee die drie weke tydperke aan wat gekies is. Hierdie spesifieke drie weke tydperke wat gebruik was om die Metos-2 model te toets, is net so gebruik vir die toetsing van die DSVW-model. Identies aan die Metos-2 model, kan die DSVW-model ook net drie weke se donsige skimmel infeksievoorspellings per lopie bereken. Die gekose drie weke weerdata tydperke van elke streek se weerstasie, is gebruik om die DSVW-model se infeksievoorspellings mee te bereken.

#### 5.3.3.1.2 Stellenbosch (2002 - 2003)

Vir die Stellenbosch streek (Nietvoorbij weerstasie) is aaneenlopende uurlikse weerdata vir die tydperk vanaf 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003 gebruik, waarop die DSVW en die Metos-2 model mee geloop is. Weens die feit dat die 2002 - 2003 seisoen se donsige skimmel in onder andere Stellenbosch redelik tot baie hoog was, is daar besluit om die betrokke tydperk te neem. Geen infeksie dae is hier gebruik nie, aangesien die DSVW-model se resultate hier net vergelyk was met die van die Metos-2 model. Om die betroubaarheid van die DSVW-model vas te kon stel, is die Metos-2 model se voorspellings ook bereken met die Nietvoorbij weerstasie se weerdata, vir presies dieselfde tydperk. Vir beide die DSVW en Metos-2 model is

elke opeenvolgende drie weke se weerdata geneem en donsige skimmel infeksievoorspellings daarmee gemaak, totdat die hele gekose drie maande se totale infeksie periode bereken was. Die doel hier was om die verskille en ooreenkomste tussen die Metos-2 en die DSVW-model se infeksievoorspellings te probeer vas stel.

#### 5.3.4 Vergelyk Metos-2 model statisties teen DSVW-model

Vir Figure A.1 - A.60 (Aanhangsel A) is daar ook besluit om die aantal afsonderlike, aaneenlopende voorspelde infeksies (aantal voorspelde ure direk na mekaar) van die DSVW-model en die Metos-2 model statisties teen mekaar te vergelyk. Vir die doel is elke uurlikse voorspelling by beide modelle in ag geneem om uiteindelik die aantal afsonderlike, aaneenlopende voorspelde infeksies te bepaal. Aangesien daar heelwat dae was (hoofsaaklik die DSVW-model) waar daar slegs een of twee ure was van geen voorspellings, tussen ander voorspelde infeksie ure, is hierdie betrokke ure in hierdie tesis ook as deel van die aaneenlopende voorspelde infeksie periode beskou, van die risiko klas waarbinne dit voorkom. Sien Figuur A.14 (Aanhangsel A) as voorbeeld. Hierdie betrokke benadering is gevolg aangesien daar andersyds moontlik te veel afsonderlike, aaneenlopende ure van 'n gegewe risiko klas sou wees en dit sou die resultate moontlik kon benadeel.

### 5.4 Resultate en Bespreking

#### 5.4.1 DSVW-model getoets met infeksie dae, tydperk 1998 - 2003

Die resultate van die Metos-2 model kom net voor by die oneweredige figuur nommers van Figure A.1 - A.71 (Aanhangsel A), terwyl die DSVW-model se resultate weer by al die eweredige figuur nommers van Figure A.2 - A.72 voorkom (Aanhangsel A). Al die figure in Aanhangsel A is opgestel, om sodoende die DSVW-model se voorspellings te vergelyk met die van die Metos-2 model. Vir elk van die figure in Aanhangsel A word die aantal primêre en sekondêre infeksies vir 'n tydperk van drie weke elk aangedui.

Vir elk van die vyf weerstasies se weerdata wat ingesamel was, is primêre en sekondêre infeksievoorspellings met die Metos-2 en DSVW-model gedoen. Die Metos-2 model se aantal daaglikse voorspellings vir die betrokke tydperk (Tabel 5.1), is gesommeer en uitgedruk as die aantal daaglikse primêre en sekondêre infeksies, wat

in 'n spesifieke periode voorspel was. Indien meer as een uurlikse voorspelling per dag voorgekom het, was dit as een daaglikse voorspelling beskou. Die rede hiervoor is dat die model nie die aantal ure per dag aandui nie en verder word dongsige skimmel voorspellings ook op 'n daaglikse en nie uurlikse basis, aan die bedryf verskaf. Die Metos-2 model dui nie die infeksieperiodes aan in 'n persentasie of klasse nie en derhalwe is die aantal dae wat primêre en sekondêre infeksies in die onderskeie tydperke voorspel is, bymekaar getel en as aantal dae van moontlike infeksies aangedui (Tabel 5.1). Die rede agter die daaglikse aantal infeksies was sodat die siektevoorkoms en die voorspelde infeksies, makliker op 'n daaglikse basis met mekaar vergelyk kon word.

**Tabel 5.1 Werklike siektevoorkoms (%) wat geheers het in die Stellenbosch en Robertson streek vir 'n paar seisoene, teenoor die aantal dae wat elke model primêre en sekondêre infeksies voorspel het.**

Gemete siektevoorkoms (%)	DSVW-model se voorspelling		Metos-2 model se voorspelling		Area, weerstasie en tydperk van werklike gemete siektevoorkoms van dongsige skimmel
	Aantal prim. infek. dae	Aantal sekond. infek. dae	Aantal prim. infek. dae	Aantal sekond. infek. dae	
1 - 34 % (Lae voorkoms)	3	0	0	0	Robertson - Le Chasseur Okt. 2000 - Des. 2000
	6	8	0	0	Robertson - Vinkrivier Okt. 2000 - Des. 2000
35 - 74 % (Medium voorkoms)	9	4	5	0	Robertson - Le Chasseur Nov. 1998 - Des. 1998
	11	11	2	0	Robertson - Goree Nov. 1998 - Des. 1998
75 - 100 % (Hoë voorkoms)	7	12	1	1	Robertson - Klaasvoogds Okt. 2001 - Nov. 2001
	7	44	1	18	Stellenbosch - Nietvoorbij Okt. 2002 - Feb. 2003
<b>TOTAAL</b>	<b>43</b>	<b>79</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	

In die eerste kolom van Tabel 5.1 kom die werklike gemete siektevoorkoms van dongsige skimmel voor. Tydens die 2000 seisoen is lae werklike siektevoorkoms (1 - 34 %), aangeteken naby Le Chasseur en Vinkrivier in die Robertson omgewing. Gedurende 1998 het die omgewing by Le Chasseur en Goree in Robertson gemiddeld

'n matige siektedruk in die seisoen ondervind en het die voorkoms van die siekte gewissel vanaf 35 % tot 74 %. Die omgewing van Klaasvoogds in Robertson en die omgewing van Nietvoorbij in Stellenbosch, se siektevoorkoms was beide hoog en in die orde van 75 % tot 100 %, in onderskeidelik 2001 en 2003. Die DSVW-model se infeksievoorspellings word uitgedruk in die aantal dae van infeksie. Die Nietvoorbij weerstasie by Stellenbosch se infeksievoorspellings is net bereken in die maande toe daar 'n hoë siektedruk (optimum weerstoestande vir infeksies) geheers het.

Volgens Tabel 5.1 dui die DSVW-model deurgaans meer infeksie-dae aan as die Metos-2 model, by die aantal primêre sowel as die sekondêre infeksies. Die gesamentlike aantal primêre en sekondêre infeksies van die DSVW-model neem toe, soos wat die werklike voorkoms toeneem van 'n lae voorkoms na 'n hoë voorkoms. By die primêre infeksie kolom is die aantal infeksie-dae by die medium siekte voorspellingsry, vir beide modelle, meer as vir die hoë siekte voorspellingsry. Met die aantal sekondêre voorspelde infeksie-dae vir beide modelle, is die meeste infeksie-dae egter voorspel by die hoë siekte voorspellingsry. Daarmee saam het die grootste verskille ook hier tussen die DSVW-model en die Metos-2 model voorgekom. By die hoë siekte voorspellingsry het die DSVW-model vir Klaasvoogds 12 sekondêre infeksie-dae voorspel, teenoor die Metos-2 model se een, en vir die Nietvoorbij weerstasie, 44 sekondêre infeksie-dae teenoor die Metos-2 model se 18 sekondêre infeksie-dae. As die primêre en sekondêre kolomme van beide modelle met mekaar vergelyk word, is dit duidelik dat die DSVW-model regdeur meer infeksie-dae uitwys, vergeleke met die Metos-2 model. Tydens die waarskynlike lae siektedruk (1 - 34 %) wat in Robertson geheers het, om uiteindelik 'n lae siektevoorkoms van donsige skimmel te toon, het die Metos-2 model hier geen primêre of sekondêre infeksie-dae aangedui nie. Die DSVW-model het hier in totaal vir Le Chasseur en Vinkrivier, nege primêre infeksie-dae en vir Vinkrivier alleen, agt sekondêre infeksie-dae uitgewys.

Daar kan nou tereg gevra word hetsy die DSVW-model se voorspellings nie dalk te veel berekende infeksievoorspellings dae gee nie en of dit nie dalk eerder nader aan die waarheid is nie? As daar gekyk word na die Metos-2 model (Tabel 5.1), het dit tydens die lae siektevoorkoms (primêre infeksies), geen voorspellings gemaak nie en tydens die hoë siektevoorkoms, gesamentlik slegs twee primêre voorspellings gemaak.

Daarenteen het die DSVW-model (Tabel 5.1) gesamentlik vir twee weerstasies, nege primêre infeksie-dae (lae voorkoms kolom) en 14 sekondêre infeksie-dae voorspel (hoë voorkoms kolom), in die ooreenstemmende tydperke. Eweneens het die Metos-2 model ook geen sekondêre infeksie-dae voorspel tydens die lae en medium siektevoorkoms periode nie, maar die DSVW-model het hier onderskeidelik, agt dae in totaal vir Le Chasseur en Vinkrivier se lae voorkoms ry en 15 dae in totaal by Le Chasseur en Goree se medium voorkoms ry voorspel. November en Desember is juis twee maande waarin meer sekondêre infeksies as gewoonlik in die praktyk plaasvind (warm, vogtige nagte) (Vermeulen, pers. komm. 2003). Dit wil dus sover blyk asof die DSVW-model deurgaans elke keer infeksies (primêr en/of sekondêr) aandui, voor die uitbreek van werklike donsige skimmel, terwyl die Metos-2 model in dieselfde tydperk dan minder of geen infeksies, veral sekondêre infeksies, vooraf voorspel het nie. In totaal is daar oor die verskillende gebiede, met beide die DSVW-model en die Metos-2 model, meer sekondêre infeksies (79 en 19), as primêre infeksies (43 en 9) bereken (Tabel 5.1).

#### 5.4.2 DSVW-model getoets met infeksie dae, tydperk 2002 - 2003

Die DSVW-model se voorspellingsresultate is bereken vir die Môrewag en Nietvoorbij weerstasies. Vir Tabelle 5.2 - 5.4 is slegs die voorspellings van die DSVW-model vergelyk teenoor die van gemete infeksie dae en is die Metos-2 model nie hier geloop nie. Hier word vier aaneenlopende maande (16 Okt. 2002 tot 19 Feb. 2003) van donsige skimmel siektevoorkomsdata vergelyk, met die berekende resultate vanaf die DSVW-model. Tabel 5.2 (Nietvoorbij) en Tabel 5.4 (Môrewag), wys die gemete siektevoorkoms, in terme van geakkumuleerde persentasie besmetting (weekliks) van donsige skimmel en die DSVW-model se aantal voorspelde dae van primêre en sekondêre infeksies, vir die twee afsonderlike weerstasies. By Tabel 5.3 (Nietvoorbij) en Tabel 5.5 (Môrewag), is die primêre infeksieperiodes en die sekondêre infeksieperiodes verder opgedeel in drie klasse, naamlik 'n lae, medium en hoë moontlike infeksie klas, soos bereken word deur die DSVW-model.

Om die siektevoorkomsdata beter te kon vergelyk teen die voorspelde infeksie-dae, is die voorspelde primêre en sekondêre infeksie-dae, in 'n gegewe tydperk, gesommeer en is die waardes daarna ook geakkumuleer. Dit is so gedoen, aangesien die

gesamentlike effek van primêre en sekondêre infeksie-dae (veld toestand) uiteindelik aanleiding gee tot een gegewe siektevoorkoms, soos reeds voorheen na verwys. Tesame daarmee moes daar ook vasgestel word of daar 'n verband is en indien wel, hoe sterk die korrelasie is tussen die geakkumuleerde primêre en sekondêre infeksies, soos bereken, is teenoor die akkumulatie effek van die persentasie siektedruk in die wingerd, soos gemeet. Daar was verskeie dae waar voorspelde primêre en sekondêre infeksies op dieselfde dag voorgekom het. In sulke gevalle is dit in die akkumulatie proses as twee dae geneem, sodat vergelykings tussen die gemete voorkoms en voorspelde infeksie-dae op die manier gemaak kon word.

**Tabel 5.2 Aantal dae van primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Stellenbosch (Nietvoorbij) distrik.**

STELLENBOSCH - Nietvoorbij					
Datum van meting	Siektevoorkoms Gemeet (%)	DSVW-model		Totale hoef. P en S infek. (dae)	Geakkumuleerde primêre en sekondêre infeksies (dae)
		Primêre infeksies (dae)	Sekondêre infeksies (dae)		
16/10/02	0	1	4	5	5
23/10/02	0	1	5	6	11
30/10/02	0	1	4	5	16
06/11/02	1	1	4	5	21
13/11/02	8	0	5	5	26
20/11/02	15	0	6	6	32
27/11/02	15	0	4	4	36
04/12/02	20	0	5	5	41
11/12/02	20	0	1	1	42
18/12/02	20	1	7	8	40
25/12/02	20	1	5	6	46
01/01/03	20	0	4	4	48
08/01/03	20	0	3	3	51
15/01/03	25	0	4	4	55
22/01/03	45	2	6	8	63
29/01/03	45	0	5	5	68
05/02/03	55	0	6	6	74
12/02/03	65	0	3	3	77
19/02/03	70	2	5	7	84



Vir die Nietvoorbij weerstasie in Stellenbosch is die eerste tekens van donsige skimmel besmetting/uitbreek waargeneem op 6 November 2002, met 'n persentasie van een persent (Tabel 5.2). Die voorafgaande week se aantal gesamentlike primêre en sekondêre infeksies (DSVW-model) was toe vyf dae. Die siektevoorkoms het die volgende week toegeneem na agt persent en die daaropvolgende week na 15 persent (20 Nov. 2002), waar dit gebly het vir nog een week, voor dit weer toegeneem het na 20 persent toe (4 Des. 2002). Vir dieselfde onderskeie tydperke het die geakkumuleerde aantal voorspelde infeksie-dae ook toegeneem vanaf 16 (30 Okt. 2002), na 26 dae (13 Nov. 2002), toe na 32 dae op 20 November 2002 en tot by 41 dae op 4 Desember 2002. Vanaf 4 Desember 2002 tot die 8ste Januarie 2003, het die siektevoorkoms by Nietvoorbij konstant gebly op 20 persent, maar in die tyd het die geakkumuleerde aantal infeksievoorspellings dae toegeneem van 41 na 51 dae toe.

Vanaf die 15de Januarie 2002 tot 19 Februarie 2003, het die siektevoorkoms by Nietvoorbij elke week toegeneem tot by 70 persent op 19 Februarie 2003, buiten die twee weke van die 22 en 29ste Januarie, toe die persentasie siektevoorkoms konstant op 45 persent gebly het (Tabel 5.2). Die aantal infeksie-dae het ook elke week toegeneem vanaf 55 dae (15 Jan. 2003) tot 84 dae op die 19de Februarie 2003. Die aantal voorspelde infeksie-dae in die laaste maand (15 Jan. 2003 - 19 Feb. 2003), was net soveel (29 dae) as die aantal dae in die maande (13 Nov. 2003 - 15 Jan. 2003). In die laaste maand van berekenings (15 Jan. 2003 - 19 Feb.), het die aantal voorspelde infeksies dus skerp toegeneem, vergeleke met die vorige twee maande. In laasgenoemde tydperk (15 Jan. 2003 - 19 Feb.) het die werklike donsige skimmel voorkoms, se grootste toename in persentasie voorkoms ook plaasgevind, vanaf 15 Januarie tot die 22 ste Januarie. Die persentasie donsige skimmel voorkoms het toe van 25 persent verhoog na 45 persent toe (Tabel 5.2). By Tabel 5.3 (Nietvoorbij) is die primêre infeksieperiodes en die sekondêre infeksieperiodes van Tabel 5.2 net verder opgedeel in drie klasse, naamlik 'n lae, medium en hoë moontlike infeksie klas, soos bereken deur die DSVW-model.

By die Môrewag weerstasie in die Paarl streek is die eerste simptome van donsige skimmel ook op die 6de November 2002 gemeet, met een persent van die blare wat besmet was (Tabel 5.4). Die persentasie siektevoorkoms, het in teenstelling met die

Stellenbosch streek, hier meer geleidelik elke week toegeneem, met gemiddeld ongeveer vyf persent per week. Vir twee agtereenvolgende weke het die persentasie siektevoorkoms konstant gebly in die Paarl omgewing en het dit op vier afsonderlike periodes voorgekom, binne die totale tydperk van ongeveer drie maande. Op 27 November en 4 Desember 2002 was die persentasie voorkoms 20 persent, tydens 11 en 18 Desember 2002 was dit 25 persent, tydens 22 en 29 Januarie 2003 was dit 60 persent en op die 5de en 12de Februarie 2003, was dit 70 persent gewees (Tabel 5.4).

**Tabel 5.3** Verskillende periodes van lae, medium en hoë primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Stellenbosch (Nietvoorbij) distrik.

Datum van meting	Stellenbosch - Nietvoorbij										
	Siekte voorkoms gemeet (%)	DSVW- model								Tot. hoev. P en S infek.	Akku. van P en S infek.
		Primêre infeksie (periodes)				Sekondêre infeksie (periodes)					
		L	M	H	Tot	L	M	H	Tot		
16/10/02	0	0	1	0	1	3	2	2	7	8	8
23/10/02	0	0	1	0	1	3	2	0	5	6	14
30/10/02	0	0	1	1	2	2	3	2	7	9	23
06/11/02	1	0	0	1	1	1	2	1	4	5	28
13/11/02	8	0	0	0	0	3	2	0	5	5	33
20/11/02	15	0	0	0	0	3	3	0	6	6	39
27/11/02	15	0	0	0	0	1	3	0	4	4	43
04/12/02	20	1	0	0	0	0	0	5	5	5	48
11/12/02	20	0	0	0	0	0	0	1	1	1	49
18/12/02	20	0	0	1	1	1	2	4	7	8	57
25/12/02	20	0	0	1	1	0	1	4	5	6	63
01/01/03	20	0	0	0	0	0	0	5	5	5	68
08/01/03	20	0	0	0	0	0	0	3	3	3	71
15/01/03	25	0	0	0	0	0	0	4	4	4	75
22/01/03	45	0	1	1	2	2	1	3	6	8	83
29/01/03	45	0	0	0	0	0	0	4	4	4	87
05/02/03	55	0	0	0	0	1	0	5	6	6	93
12/02/03	65	0	0	0	0	0	0	4	4	4	97
19/02/03	70	0	0	2	2	0	0	4	4	6	103

**Tabel 5.4** Aantal dae van primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Paarl (Môrewag) distrik.

PAARL - Môrewag					
Datum van meting	Siektevoorkoms Gemeet (%)	DSVW-model		Totale aantal primêre en sekondêre infeksies (dae)	Geakkumuleerde primêre en sekondêre infeksies (dae)
		Primêre infeksie (dae)	Sekond. infeksie (dae)		
16/10/02	0	1	3	4	4
23/10/02	0	1	5	6	10
30/10/02	0	2	3	5	15
06/11/02	1	1	3	4	19
13/11/02	8	0	3	3	22
20/11/02	15	0	5	5	27
27/11/02	20	0	2	2	29
04/12/02	20	0	2	2	31
11/12/02	25	0	1	1	32
18/12/02	25	1	7	8	40
25/12/02	35	1	5	6	46
01/01/03	40	0	3	3	49
08/01/03	45	0	2	2	51
15/01/03	55	0	3	3	54
22/01/03	60	1	6	7	61
29/01/03	60	0	2	2	63
05/02/03	70	0	4	4	67
12/02/03	70	0	4	4	71
19/02/03	75	1	5	6	77

Waar die siektevoorkoms by die Nietvoorbij weerstasie konstant gebly het op 20 persent (Tabel 5.2) vanaf 4 Desember 2002 tot 8 Januarie 2003, het by die Môrewag weerstasie die siektevoorkoms van donsige skimmel toegeneem (Tabel 5.4) vanaf 20 tot 45 persent. Die laaste persentasie siektevoorkoms wat op die 19de Februarie 2003 gemeet was, is 'n voorkoms van 75 persent donsige skimmel uitbreek gemeet. Paarl area se geakkumuleerde primêre en sekondêre infeksie-dae in die drie maande tydperk, het begin met vier infeksie-dae op die 16de Oktober 2002 en geëindig met 77 infeksie-dae op die 19de Februarie 2003. Vir elk van die opeenvolgende weke wat gevolg het na die 16de Oktober 2002, het die aantal geakkumuleerde infeksie-dae (primêr en sekondêr) vanaf een dag (11 Des. 2002), vinnig toegeneem tot 'n

maksimum van agt dae teen 18 Desember 2002, vir die spesifieke week (Tabel 5.4). By Tabel 5.5 (Môrewag) is die primêre infeksieperiodes en die sekondêre infeksieperiodes van Tabel 5.4 net verder opgedeel in drie klasse, naamlik 'n lae, medium en hoë moontlike infeksie klas, soos bereken deur die DSVW-model.

**Tabel 5.5** Verskillende periodes van lae, medium en hoë primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model (binne 7 dae elk) en die persentasie donsige skimmel gemeet (kontrole), gedurende die 2002 - 2003 seisoen in die Paarl (Môrewag) distrik.

PAARL - Môrewag											
Datum van meting	Siekte voorkoms gemeet (%)	DSVW- model								Tot. hoev. P en S infek.	Akku. van P en S infek.
		Primêre infeksie (periodes)				Sekondêre infeksie (periodes)					
		L	M	H	Tot	L	M	H	Tot		
16/10/02	0	1	0	1	2	0	2	1	3	5	5
23/10/02	0	0	1	0	1	3	1	1	5	6	11
30/10/02	0	0	1	1	2	1	1	1	3	5	16
06/11/02	1	0	0	0	0	1	1	1	3	3	19
13/11/02	8	0	0	0	0	2	3	1	6	6	25
20/11/02	15	0	1	0	1	3	2	1	6	7	32
27/11/02	20	0	0	0	0	0	1	1	2	2	34
04/12/02	20	0	0	0	0	0	0	1	1	1	35
11/12/02	25	0	0	0	0	0	1	4	5	5	40
18/12/02	25	0	0	2	2	1	1	1	3	5	45
25/12/02	35	0	0	0	0	0	0	4	4	4	49
01/01/03	40	0	0	0	0	0	0	2	2	2	51
08/01/03	45	0	0	0	0	0	0	2	2	2	53
15/01/03	55	0	0	1	1	0	2	5	7	8	61
22/01/03	60	0	0	0	0	0	2	1	3	3	64
29/01/03	60	0	0	0	0	0	1	3	4	4	68
05/02/03	70	0	0	0	0	0	0	5	5	5	73
12/02/03	70	0	1	0	1	0	0	5	5	6	79
19/02/03	75	0	0	0	0	0	0	2	2	2	81

#### 5.4.3 DSVW-model vergelyk met Metos-2 model, tydperk 1998 - 2002

Die resultate van Stellenbosch, Paarl en Robertson se ses weerstasies is saamgevat aan die einde van die tesis by Aanhangsel A. Net die oneweredige figuur nommer van Figure A.1 - A.59, wys die voorspellings soos bereken met behulp van die Metos-2 model en al die eweredige figuur nommers van Figure A.2 - A.60, die infeksievoorspellings met die DSVW-model, vir presies dieselfde weerstasies en

tydperke se weerdata. Presies dieselfde weer inligting is vir beide modelle gebruik, met die doel om die twee modelle se voorspellings visueel met mekaar te kan vergelyk. Net die figure van die DSVW-model, elke eweredige figuur nommer van Figure A.2 - A.60 (Aanhangsel A), is addisioneel opgesom in Tabel 5.6 en al die oneweredige figuur nommers in Tabel 5.7.

**Tabel 5.6 Totale aantal primêre en sekondêre infeksies vir verskillende weerstasies, bereken met behulp van die DSVW-model, vir die gekose drie weke tydperke gedurende 1998 - 2002.**

Weerstasie	Aantal Primêre Infeksies			Aantal Sekondêre Infeksies		
	Laag	Medium	Hoog	Laag	Medium	Hoog
Nietvoorbij	7	20	20	41	26	15
Alto	13	19	15	24	21	10
Otterkuil	7	15	11	42	27	14
Mooigeleë	4	16	8	46	27	18
Zandvliet	2	6	5	30	12	7
Vinkrivier	11	9	4	1	1	3
<b>Totaal</b>	<b>44</b>	<b>85</b>	<b>63</b>	<b>184</b>	<b>114</b>	<b>67</b>

In Tabel 5.6 kom geen gemete siektevoorkomsdata voor nie en was die doelwit hier om die verskille en ooreenkomste tussen die verskillende weerstasies se aantal berekende primêre en sekondêre infeksies, op die manier duideliker uit te lig. By Tabel 5.7 word die aantal laag, medium en hoë infeksies aangetoon vir elke weerstasie, tydens elke gegewe drie weke periode. Indien meer as een uur van 'n gegewe lae, medium of hoë risiko klas, infeksies per dag voorgekom het, is dit as net een laag, medium of hoë infeksie vir die betrokke dag beskou.

Figure A.1 - A.60 (Aanhangsel A) wys om die beurt die voorspellings vir weerstasies (Tabel 5.6) soos bereken met die Metos-2 en die DSVW-model. 'n Paar verskille is waarneembaar tussen die twee modelle. Die aantal primêre en sekondêre infeksies soos voorspel met die DSVW-model is opmerklik en deurgaans elke keer meer, vergeleke met die Metos-2 model. Behalwe vir 'n paar uur se primêre infeksies en een sekondêre infeksie periode, op een dag by die DSVW-model, het die twee modelle vir twee drie weke tydperke (13/10/98 - 01/11/98 en 06/09/2000 - 27/09/2000) geen ander infeksies aangedui nie (Figure A.42 en A.46). In Figuur A.4 het die DSVW-model heelwat, feitlik aaneenlopende primêre infeksie ure in drie dae

voorspel (10 - 12 Sept., 1999). Die Metos-2 model het in die ooreenstemmende tydperk slegs primêre infeksies vir die laaste paar uur, op 12 September 1999 voorspel (Figuur A3).

**Tabel 5.7** Aantal laag, medium en hoë primêre en sekondêre infeksies vir verskillende weerstasies, bereken met behulp van die DSVW-model, vir tydperke van drie weke elk (1998 - 2002).

Datum	Tipe en Aantal Infeksies											
	Nietvoor.		Alto		Otterkuil		Mooigeleë		Zandvliet		Vinkrivier	
<b>P. Infek.</b> 13/10/ - 3/11/98	L	0	L	0	L	1	L	0	L	0	L	0
	M	2	M	2	M	2	M	2	M	0	M	0
	H	4	H	4	H	2	H	2	H	1	H	1
<b>S. Infek.</b> 13/10 - 3/11/98	L	6	L	3	L	3	L	4	L	7	L	0
	M	7	M	6	M	3	M	4	M	2	M	0
	H	6	H	4	H	4	H	5	H	1	H	1
<b>P. Infek.</b> 9/9/ - 30/9/99	L	3	L	6	L	3	L	2	L	1	L	6
	M	4	M	5	M	5	M	4	M	1	M	2
	H	5	H	4	H	3	H	2	H	2	H	0
<b>S. Infek.</b> 9/9/ - 30/9/99	L	13	L	5	L	11	L	13	L	7	L	0
	M	4	M	2	M	3	M	3	M	1	M	0
	H	1	H	1	H	1	H	1	H	0	H	0
<b>P. Infek.</b> 6/9 - 27/9/00	L	4	L	5	L	3	L	2	L	1	L	2
	M	8	M	7	M	4	M	3	M	0	M	1
	H	3	H	3	H	1	H	2	H	0	H	0
<b>S. Infek.</b> 6/9 - 27/9/00	L	10	L	8	L	11	L	10	L	4	L	0
	M	2	M	1	M	1	M	2	M	1	M	0
	H	2	H	0	H	1	H	2	H	0	H	0
<b>P. Infek.</b> 12/9 - 3/10/01	L	0	L	0	L	0	L	0	L	0	L	1
	M	4	M	2	M	2	M	4	M	4	M	3
	H	6	H	4	H	3	H	1	H	2	H	3
<b>S. Infek.</b> 12/9 - 3/10/01	L	5	L	5	L	8	L	8	L	7	L	1
	M	7	M	6	M	9	M	8	M	5	M	1
	H	3	H	4	H	5	H	4	H	5	H	2
<b>P. Infek.</b> 1/10 - 22/10/02	L	0	L	2	L	0	L	0	L	0	L	2
	M	2	M	3	M	2	M	3	M	1	M	3
	H	2	H	0	H	2	H	1	H	0	H	0
<b>S. Infek.</b> 1/10 - 22/10/02	L	7	L	3	L	9	L	11	L	5	L	0
	M	6	M	6	M	11	M	10	M	3	M	0
	H	3	H	1	H	3	H	6	H	1	H	0
<b>Totaal</b>	<b>129</b>		<b>102</b>		<b>116</b>		<b>119</b>		<b>62</b>		<b>29</b>	

Vir die weerstasie op Alto (Stellenbosch omgewing) het die Metos-2 model sekondêre infeksies voorspel vir die 20 ste en 21 ste September 2001 (Figuur A.17). Die DSVW-model het met dieselfde inligting drie aaneenlopende dae voor die 20 ste en 21 ste en ses aaneenlopende dae na die twee betrokke dae, nog sekondêre infeksies voorspel (Figuur A.18). Verskeie sekondêre infeksies is vir die twee weerstasies in die Paarl omgewing voorspel, met die DSVW-model, terwyl die Metos-2 model vir beide weerstasies slegs een sekondêre infeksie voorspel het (Figure A.25, A.26, A.35 en A.36). Die aantal sekondêre infeksies vir beide modelle is gemiddeld meer as die aantal primêre infeksies, vir enige weerstasie in enige omgewing (Figure A.1 - A.60). Die DSVW-model met deurgaans gemiddeld meer primêre en sekondêre infeksies, beteken dat die DSVW-model meer sensitief is vir gegewe gunstige weerstoestande, om donsige skimmel infeksies te voorspel, vergeleke met die Metos-2 model.

Agtien afsonderlike, aaneenlopende sekondêre infeksie-dae (16 Sept. 2001 tot 3 Okt. 2001) is om die beurt deur die DSVW-model voorspel vir Mooigeleë en Otterkuil in die Paarl (Figure A.28 en A.38). Volgens Figure A.27 en A.37 het die Metos-2 model hier onderskeidelik sewe en vier dae van sekondêre infeksies voorspel. In Figuur A.31 het die Metos-2 model geen primêre of sekondêre infeksies voorspel vir die Otterkuil weerstasie, in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 3 November 1998 nie. Die DSVW-model het egter hier in verskeie ure, tydens verskillende dae, primêre en sekondêre infeksies voorspel (Figuur A.32). Addisionele verskille tussen die twee modelle, kan by Figuur A.33 waargeneem word. Hier het die Metos-2 model net twee sekondêre infeksies voorspel, maar die DSVW-model (Figuur A.34) het vir dieselfde tydperk (9 Sept. 1999 tot 30 Sept. 1999), verskeie primêre en sekondêre infeksies voorspel. Soortgelyk aan Figuur A.33 het die Metos-2 model in Figuur A.35, slegs een sekondêre infeksie voorspel, terwyl die DSVW-model vir die ooreenstemmende tydperk (Figuur A.36), weereens vir 'n hele aantal dae primêre, sowel as sekondêre infeksies voorspel. Die graad van siekte voorspelling by Figure A.34 en A.36, het gewissel van 'n lae tot 'n hoë moontlikheid (groen, geel en rooi lyne), vir primêre en sekondêre infeksie om wel plaas te vind. Die DSVW-model dui dus met tye primêre en sekondêre infeksies aan, waar die Metos-2 model dan net sekondêre infeksies aandui.

As daar na voorbeelde van verskille tussen die twee modelle op 'n daaglikse basis gekyk word, het Otterkuil byvoorbeeld in die Paarl, met behulp van die Metos-2 model, sekondêre infeksies voorspel vir die 19 de, 20 ste, 23 ste en 24 ste (Figuur A.37). In teenstelling daarmee het die DSVW-model (Figuur A.38), hoë infeksies vir die 20 ste tot die 23 ste voorspel en medium infeksies vir die 19 de en 24 ste September 1999. Die DSVW-model het dus vir die 21 ste en 22 ste hoë infeksies aangedui, terwyl die Metos-2 model vir die gegewe twee dae niks aangedui het nie. Voortaan is daar vir Vinkrivier in die Robertson omgewing, geen sekondêre infeksies voorspel met die Metos-2 of DSVW-model nie, (Figure A.43 en A.44), maar die DSVW-model (Figuur A.44) het wel in vier verskillende dae (10, 18, 26 en 28 ste), primêre infeksies voorspel. Weereens het die DSVW-model primêre infeksies voorspel, terwyl die Metos-2 model vir die ooreenstemmende tydperk geen primêre infeksies voorspel het nie.

#### 5.4.4 DSVW-model vergelyk met Metos-2 model, tydperk 2002 - 2003

In teenstelling met vorige resultate, waar voorspellings vir 'n relatief kort tydperk (drie weke) per weerstasie gemaak was, is hier vir een aaneenlopende tydperk (1 Nov. 2002 - 28 Feb. 2003) weerdata van Nietvoorbij geneem, waarop beide modelle geloop is. Die Metos-2 en die DSVW-model se resultate word aangetoon by Aanhangel A, met Figure A.61 - A.72.

Buiten vir een primêre infeksie voorspelling op 18 Desember 2003 (Figuur A.65), het die Metos-2 model op geen ander dae primêre infeksies voorspel nie, maar die DSVW-model het in dieselfde ooreenstemmende tydperk, tien dae van primêre infeksies voorspel (net die eweredige figuur nommers van Figure A.62 - A.72). Hierdie aantal enkele primêre infeksies (DSVW-model) is goed versprei oor die betrokke tydperk en net een agtereenvolgende dag van primêre infeksies het voorgekom op die 4de en 5de November 2002 (Figuur A.62). Die Metos-2 model het aansienlik meer sekondêre infeksies as teenoor primêre infeksies voorspel. Gedurende November 2002 het die Metos-2 model twee sekondêre infeksies voorspel (Figuur A.61) en vir Desember 2002 is daar vyf infeksies voorspel (Figure A.63 en A.65). Januarie 2003 het die model vier infeksies voorspel (Figuur A.67) en in Februarie 2003 het die Metos-2 model 15 sekondêre infeksies in totaal voorspel



(Figure A.69 en A.71). Daarenteen het die DSVW-model vir die tydperk 1 November 2002 tot 28 Februarie 2003, deurgaans omtrent elke dag 'n sekondêre infeksie voorspel (net die eweredige figuur nommers van Figure A.62 - A72). Slegs vir enkele dae tydens elke maand, het die DSVW-model nie sekondêre infeksies voorspel nie. By meeste van die gegewe sekondêre infeksies, soos voorspel met die DSVW-model, was die risiko hoog gewees (rooi kleur). In die totale tydperk van 120 dae het die Metos-2 model 26 dae en die DSVW-model 81 moontlike sekondêre infeksie-dae voorspel.

Die beperkte hoeveelheid primêre infeksies, by beide modelle, kan toegeskryf word aan die relatief min reën wat geval het (Figure A61 - A72). Reën het ongeveer elke drie weke voorgekom. Volgens die nuwe DSVW-model word meer as 2.5 mm eers benodig, voor die siekte kan ontstaan, sou ander weerstoestande terselfdertyd ook gunstig wees. Die heelwat sekondêre infeksies is toe te skryf aan gunstige, warm nag toestande ( $\geq 13$  °C) wat met tye geheers het (Magarey *et al.*, 1994a). Die DSVW-model het ongeveer drie maal soveel sekondêre infeksies voorspel, vergeleke met die Metos-2 model, vir dieselfde tydperk (Figure A61 - A72).

#### 5.4.5 DSVW-model statisties vergelyk met Metos-2 model

Tabel 5.8 dui die aantal afsonderlike, aaneenlopende uurlikse primêre en sekondêre infeksies aan (Figure A.1 - A.60, Aanhangsel A), soos voorspel met behulp van die DSVW-model en die Metos-2 model. Die aantal afsonderlike, aaneenlopende lae, medium en hoë uurlikse infeksies van die DSVW-model (Tabel 5.8), word hier saam met die Metos-2 model se afsonderlike, aantal aaneenlopende uurlikse primêre en sekondêre infeksies aangedui. By Tabel 5.8 is die DSVW-model se lae, medium en hoë primêre infeksie kolomme se waardes afsonderlik statisties vergelyk met die Metos-2 model se een primêre infeksie kolom. Soortgelyk is die DSVW-model se lae, medium en hoë sekondêre infeksie kolomme ook statisties vergelyk teen die van die Metos-2 model se sekondêre infeksie kolom. Vir elke gegewe kolom is al die waardes van die DSVW-model gekorreleer teen die van die Metos-2 model.

**Tabel 5.8** Aantal afsonderlike, aaneenlopende uurlikse primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel met behulp van die DSVW-model en die Metos-2 model, vir 'n tydperk van drie weke elk (Aanhangsel A, Figure A.1 - A.60). Die DSVW-model se afsonderlike, aantal aaneenlopende lae, medium en hoë uurlikse infeksies word hier saam met die Metos-2 model se afsonderlike, aantal aaneenlopende uurlikse primêre en sekondêre infeksies aangedui.

Datum	DSVW-model			DSVW-model			Metos-2 model	
	Primêre infeksie			Sekondêre infeksie			Primêre Infeksie	Sekond. Infeksie
Nietvoorbij	L	M	H	L	M	H		
13/10/98 - 2/11/98	0	2	3	6	7	6	2	6
9/9/99 - 29/9/99	2	4	5	13	4	1	2	1
6/9/00 - 26/9/00	4	8	3	10	2	2	1	2
12/9/01 - 2/10/01	0	4	3	4	7	3	2	2
1/10/02 - 21/10/02	0	2	2	7	6	3	0	2
<b>Alto</b>								
13/10/98 - 2/11/98	0	2	3	3	6	4	2	1
9/9/99 - 29/9/99	4	5	3	5	3	1	1	1
6/9/00 - 26/9/00	4	6	3	8	1	0	1	1
12/9/01 - 2/10/01	0	3	2	5	6	4	0	2
1/10/02 - 21/10/02	2	3	0	3	7	1	0	4
<b>Otterkuil</b>								
13/10/98 - 2/11/98	1	2	2	3	3	4	0	0
9/9/99 - 29/9/99	5	5	3	11	3	1	0	2
6/9/00 - 26/9/00	4	4	1	11	1	1	0	1
12/9/01 - 2/10/01	2	2	2	8	9	5	0	4
1/10/02 - 21/10/02	2	2	2	9	11	3	0	6
<b>Mooigeleë</b>								
13/10/98 - 2/11/98	0	2	1	4	4	5	0	1
9/9/99 - 29/9/99	2	4	2	13	3	1	0	2
6/9/00 - 26/9/00	2	3	2	10	2	2	0	1
12/9/01 - 2/10/01	0	4	1	8	9	4	0	7
1/10/02 - 21/10/02	0	3	1	11	10	6	0	4
<b>Zandvliet</b>								
13/10/98 - 2/11/98	0	0	1	2	2	1	1	0
9/9/99 - 29/9/99	1	1	2	1	1	0	0	0
6/9/00 - 26/9/00	0	0	0	1	1	0	0	0
12/9/01 - 2/10/01	4	4	2	5	5	5	0	0
1/10/02 - 21/10/02	1	1	0	3	3	1	0	0
<b>Vinkrivier</b>								
13/10/98 - 2/11/98	0	0	1	0	0	1	0	0
9/9/99 - 29/9/99	2	2	0	0	0	0	0	0
6/9/00 - 26/9/00	1	0	0	0	0	0	0	0
12/9/01 - 2/10/01	3	3	3	1	1	2	0	0
1/10/02 - 21/10/02	2	3	0	0	0	0	0	0

Die Willmott D-Indeks (Willmott, 1982), MAE (mean absolute error) en die RMSE (root mean square error) is bereken (Tabel 5.9). Volgens die D-Indeks het die hoë risiko/infeksie klas van die DSVW-model die beste gekorreleer met die van die Metos-2 model. Die hoë primêre infeksie klas se D-Indeks was 0.63, terwyl daar by die hoë sekondêre infeksie klas 'n D-Indeks van 0.86 verkry was. Die lae en die medium infeksie klasse van die DSVW-model was beide swakker gekorreleer met die Metos-2 model se waardes, met die lae risiko klas die swakste van die drie klasse, by altwee die primêre en sekondêre infeksies. Die MAE en die RMSE het ook bevestig dat die hoë risiko klas van beide die primêre en sekondêre infeksies, die beste gekorreleer het met die Metos-2 model se onderskeie twee tipe infeksies. By al drie klasse het die sekondêre risiko klasse deurgaans beter korrelasies getoon tussen die twee modelle (Tabel 5.9).

**Tabel 5.9 Statistiese korrelasies tussen die drie verskillende risiko/infeksie klasse (Tabel 5.8) soos voorspel met die DSVW-model versus die Metos-2 model.**

	<b>Willmott D-Indeks</b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>
<b>Primêre Infeksie (Lae risiko - groen)</b>	0.31	1.58	2.06
<b>Sekondêre Infeksie (Lae risiko - groen)</b>	0.68	3.47	4.77
<b>Primêre Infeksie (Medium risiko - geel)</b>	0.38	2.25	2.80
<b>Sekondêre Infeksie (Medium risiko - geel)</b>	0.81	2.50	3.32
<b>Primêre Infeksie (Hoë risiko - rooi)</b>	0.63	1.31	1.61
<b>Sekondêre Infeksie (Hoë risiko - rooi)</b>	0.86	1.86	2.84

## 5.5 Gevolgtrekkings

### 5.5.1 Vergelyking van DSVW-model met infeksie dae

Infeksie dae wat beskikbaar was om die DSVW-model teen te toets, het bestaan uit maandelikse siektevoorkomsdata, wat toe in vier klasse ingedeel is, sowel as meer voldoende infeksie dae (weeklikse data), wat vir 'n gegewe aaneenlopende tydperk ingesamel is. Albei die twee tipe infeksie dae datastelle van donsige skimmel, het soortgelyke resultate ten opsigte van die DSVW-model getoon.

#### 5.5.1.1 Robertson en Stellenbosch gebied

Die maandelikse infeksie dae is vergelyk teen die Metos-2 en die DSVW-model se voorspelde infeksies. Soos wat die gemete siektevoorkoms toegeneem het, het die DSVW-model se aantal voorspelde infeksies ook geleidelik toegeneem. Die meeste

aantal primêre en sekondêre infeksies wat die DSVW-model bereken het, het bestaan uit die hoë risiko-klas. Tydens hoë siektedruktoestande het die Metos-2 model min primêre en sekondêre infeksies voorspel. Vir dieselfde tydperk het die DSVW-model hier deurgaans meer primêre, sowel as sekondêre infeksies voorspel, ongeag die weerstasies en ligging daarvan. Tydens veral lae en medium siektevoorkoms van donsige skimmel, het die Metos-2 model gewoonlik vooraf geen primêre infeksie gewys nie, maar die DSVW-model het egter dan 'n hele aantal primêre en sekondêre infeksievoorspellings uitgewys. Daar was ook gevalle waar die siektevoorkoms van donsige skimmel toegeneem het, maar die Metos-2 model het hier geen primêre en of sekondêre infeksies vooraf voorspel nie. In sulke gevalle het die DSVW-model egter wel primêre en sekondêre infeksies voorspel. Uit die resultate wil dit tog voorkom asof die DSVW-model beter korrelasies getoon het met die werklike siektevoorkomsdata van donsige skimmel, as die Metos-2 model.

#### 5.5.1.2 Stellenbosch en Paarl gebied

Vir die Stellenbosch en Paarl gebiede is hier 'n meer volledige tydperk van infeksie dae (weekliks) gebruik, waarteen die resultate van die DSVW-model getoets is. Vir die betrokke seisoen wat gebruik was om infeksie dae in te samel, was die siektevoorkoms by beide streke redelik tot baie hoog. Dit het daartoe gelei dat die Metos-2 en die DSVW-model albei baie primêre en sekondêre infeksies voorspel het. Die DSVW-model het by tye soveel sekondêre infeksies voorspel, dat daar vir dae aaneen byvoorbeeld sekondêre infeksies voorspel was. Vir beide weerstasies is die donsige skimmel siektevoorkomsdata in persentasies en die aantal infeksie-dae van so aard, dat geen duidelike tendens waargeneem kon word in weke wanneer die siektevoorkoms skielik drasties toegeneem en/of konstant gebly het nie. Wat wel gekorreleer het, is die siektevoorkoms wat geleidelik toegeneem het soos wat daar elke voorafgaande week konstant een of meer primêre en/of sekondêre infeksie-dae voorspel is.

Met die nuwe DSVW-model se baie primêre en sekondêre weeklikse infeksievoorspellings, is dit uiters moeilik, indien nie onmoontlik, om op 'n weeklikse basis 'n korrelasie te probeer verkry tussen die siektevoorkoms van donsige skimmel en die voorafgaande week se voorspelde donsige skimmel infeksies. Eerstens is die

aantal spore na enige infeksie voorspelling altyd onbekend en verder wissel dit ook gedurig. Tweedens veroorsaak die weerstoestande (veral temperatuur) dat die inkubasietydperk na enige gunstige infeksie periode, kan wissel van ongeveer vyf dae tot drie weke en selfs langer (Orlandini *et al.*, 1991b). Die invloed van temperatuur op die inkubasietydperk is egter nie in hierdie studie in ag geneem nie. Verder het die primêre en sekondêre infeksies, soos voorspel deur beide modelle, mekaar baie maal oorvleuel (selfde dag voorgekom). Gevolglik is dit dan so te sê onmoontlik om te kan bepaal, hetsy dit die voorspelde primêre en/of sekondêre infeksie was, asook watter dae van infeksies dit was wat die siekte uitbrake kort daarna veroorsaak het.

Te min spore aanwesig en/of ongunstige weerstoestande veroorsaak ook dat baie van die primêre en sekondêre infeksies nooit ontwikkel en oorgaan tot simptome nie (Vermeulen, pers. komm., 2003). Met slegs 'n paar weke se aaneenlopende infeksie dae kan daar gevolglik nie op 'n weeklikse basis nie, maar miskien wel oor 'n paar maande tydperk, vasgestel word of daar enige korrelasie bestaan tussen die voorspelde infeksies van die DSVW-model en die uitbreek van donsige skimmel kort daarna. Onder die beste omstandighede kan daar met 'n jaar soos wat hier ondervind was, net baie rofweg tendense waargeneem word, wat die toename in siektevoorkoms moontlik kan verklaar. Selfs met die korrelasies is daar nog 'n groot mate van onsekerheid teenwoordig. Sou die aantal primêre en/of sekondêre infeksies egter beperk wees tot ongeveer een weeklikse infeksie, tydens optimale weerstoestande, sal dit makliker wees om die korrelasies meer akkuraat op 'n weeklikse basis te kan bepaal.

### 5.5.2 Vergelyking van DSVW-model sonder infeksie dae

Geen infeksie dae was hier beskikbaar nie en is die Metos-2 model se infeksievoorspellings in beide gevalle, is net vergelyk teen die van die DSVW-model.

#### 5.5.2.1 Stellenbosch, Paarl en Robertson gebied

Die DSVW-model het ook hier deurgaans meer primêre en sekondêre infeksies voorspel, teenoor die Metos-2 model. Met tye het die Metos-2 model net sekondêre infeksies uitgewys, maar die DSVW-model het dan primêre en sekondêre infeksies bereken. Daarmee saam het die DSVW-model ook in ander tye, vir etlike

aaneenlopende dae, sekondêre infeksies voorspel, terwyl die Metos-2 model net hier en daar 'n moontlike infeksie voorspelling bereken het.

#### 5.5.2.2 Stellenbosch gebied

Soortgelyke resultate as vir die Stellenbosch, Paarl en Robertson gebied, is ook hier verkry met die DSVW-model. Die Metos-2 model het in die aaneenlopende tydperk wat hier getoets is, ongeveer een derde minder sekondêre infeksies voorspel, vergeleke met die DSVW-model. Dit is dus duidelik dat die Metos-2 model en die DSVW-model grootliks van mekaar verskil. In sommige dae gee beide modelle 'n siekte voorspelling, maar die DSVW-model gee deurgaans meer voorspellings vir enige gegewe tydperk. Dit kan hoofsaaklik toegeskryf word weens die vier risiko-klasse by die DSVW-model, wat dit meer sensitief gemaak het vir enige klimaat verandering wat plaasvind. Aangesien hier nie siektevoorkomsdata beskikbaar was, om te bepaal watter model wel nader is aan die waarheid nie, kan hier nog net bespiegel word.

Na aanleiding van al die resultate, wil dit egter voorlopig voorkom asof die Metos-2 model dalk te min infeksievoorspellings maak (te streng), terwyl die DSVW-model aan die ander kant weer te veel voorspellings maak (te sensitief). Die waarheid mag aldus dalk êrens tussen die twee modelle se berekenings lê. Die DSVW-model kan in die nabye toekoms nog verder ontwikkel en gekalibreer word, deur onder andere byvoorbeeld die inkubasieperiode van donsige skimmel deel te maak van die model, sodat donsige skimmel siekte uitbrake en nie meer die infeksies self voorspel hoef te word nie. Dit sal die produsent dan nog meer tyd toelaat om die nodige donsige skimmel siektebeheermaatreëls vroegtydig toe te pas.

#### 5.5.3 Statistiese vergelyking tussen die DSVW en die Metos-2 model

Uit Tabel 5.9 is dit duidelik dat die DSVW-model se drie verskillende risiko klasse elk 'n redelike tot goeie korrelasie getoon het vir sekondêre infeksies, vergeleke met die Metos-2 model se voorspellings. Die primêre infeksies se korrelasies (al drie risiko klasse) met die Metos-2 model was egter nie so goed soos die sekondêre infeksies nie, maar daar was ten minste ook 'n korrelasie verkry, alhoewel miskien aan die swak kant. Die feit dat die nuwe DSVW-model se drie verskillende risiko

klasse van die sekondêre infeksies, elk 'n korrelasie getoon het teenoor die Metos-2 model, wys dat die DSVW-model se voorspellings gevolglik nie te ver weg mag wees van die waarheid nie. Laasgenoemde aanname is gebaseer op die feit dat die Metos-2 model al deeglik uitgetoets is in die veld. Die berekening van primêre infeksie moet meer aandag kry in die toekoms.

## HOOFSTUK 6 - GEVOLGTREKKINGS

### 6.1 Donsige Skimmel Siekte

Donsige skimmel is 'n verwoestende en gevolglik 'n uiters belangrike siekte regoor die wêreld, wat Suid-Afrika se wingerd gebiede ook insluit. Dit kom veral voor in streke waar dit warm en nat is gedurende die vegetatiewe groeiseisoen van die wingerd. Epidemies is al ondervind in die Wes-Kaap, Oranjerivier en ander dele van die somerreënvalstreke (Fourie en Vermeulen, 2000). Alle wingerd kultivars is gevoelig vir die siekte, maar sekere kultivars is meer weerstandbiedend as ander. Die siekte kom nie elke jaar voor nie en soms word net die meer vatbare of gevoelige wingerde aangetas. Ten spyte van die regte beheer, kom epidemiese uitbrake tog by tye voor in die wingerdbedryf, veral in die Wes-Kaap, en groot ekonomiese skade word dan berokken. Dit is dus nie verbasend dat die siekte vandag as 'n uiters belangrike siekte geag word om jaarliks te bestry nie, aangesien donsige skimmel feitlik elke jaar die potensiaal het om grootskaalse skade aan te rig in die Wes-Kaap, asook in meeste ander wingerd areas in Suid-Afrika.

### 6.2 Leemtes by Metos-2 Model

Produsente wat lank reeds gebruik maak van die Metos-2 model, sowel as navorsing te Nietvoorbij, het bewys dat daar sekere jare was waar die model nie heeltemal aan al die verwagtinge voldoen het nie (Vermeulen pers. komm., 2003). Dit was veral die afgelope vier seisoene (1999 - 2003) se gebruik in kommersiële wingerde, wat die klem weer sterk laat val het op die tekortkominge van die Metos-2 donsige skimmel model. Een van die grootste tekortkominge van die model is dat infeksies nie sensitief genoeg aandui word nie. As voorbeeld word donsige skimmel uitbrake gerapporteer, maar in die tydperk word geen infeksieperiodes deur die Metos-2 model bereken nie.

Blaarnatheid is een van die weerkundige elemente wat benodig word om primêre en sekondêre infeksies by donsige skimmel te bepaal, met die Metos-2 model. Die grootste probleem van 'n blaarnatheidsensor, is dat dit nie beskou word as 'n ware meteorologiese veranderlike nie en gee dus aanleiding tot 'n reeks van probleme



(Sabatini *et al.*, 2005). Dit het onder andere tot gevolg dat die Metos-2 model se berekende voorspellings met tye onderhewig is aan meer en groter foute.

Verder gee die Metos-2 model tans net 'n kwalitatiewe “Ja of Nee” waarskuwing, wat aandui of primêre en/of sekondêre infeksie toestande reeds voorgekom het, al dan nie. As in ag geneem word dat donsige skimmel siektedruk met tye laag, medium en hoë uitbrake veroorsaak, gee hierdie “Ja of Nee” vroeg-waarskuwings nie altyd voldoende inligting aan die produsent weer nie. Persentasies en/of een of ander vorm van risiko-klasse van siektedruk/infeksies, sal gevolglik van meer waarde wees vir die produsent in sy siekte besluitnemings en bestrydings.

### 6.3 Donsige Skimmel Siektebeheer

In die Wes-Kaap word donsige skimmel onder andere beheer deur elke wingerd seisoen die lowerbestuur, onkruidbeheer, besproeiing en bemesting, so te bestuur sodat baie digte lowergroei grootliks verminder of heeltemal voorkom kan word (Fourie en Vermeulen, 2000). Dit is noodsaaklik om maksimum deurligting in die wingerd te probeer vestig, sodat die blare, lote en trosse so vinnig moontlik kan afdroog na reën en/of besproeiing. Voortaan gebruik produsente ook chemiese spuitprogramme om donsige skimmel uitbrake te beheer of voorkom. Twee tipe chemiese middels word gebruik vir die beheer van donsige skimmel, naamlik 'n kontak en 'n sistemiese, of lokaal sistemiese middel. Drie spuit tegnieke bestaan wat gevolg kan word, naamlik 'n voorkomende, voor-infeksie en 'n na-infeksie metode. Nie een tegniek is noodwendig meer effektief as die volgende nie en 'n kombinasie van die drie metodes word steeds deur baie produsente toegepas. Navorsing by Nietvoorbij (Vermeulen, 1999b) het reeds getoon dat die kombinasie tegniek meestal die beste resultate lewer, alhoewel dit gewoonlik duurder is en meer grond en lug besoedeling veroorsaak, as teenoor die voor- en na-infeksie metodes.

### 6.4 Toets van Metos-2 Model

Die Metos-2 model wat tans in die Wes-Kaap gebruik word om donsige skimmel infeksies by wingerd te “voorspel”, het sy oorsprong van die Metos outomatiese weerstasie se sagteware. Dit is aangepas vir Suid-Afrikaanse weerstoestande en outomatiese weerstasies, wat uurlikse weerdata meet (de Kock, 1995). Buiten vir die

tydperk waarop weerdata ingesamel word, uurlikse intervale in plaas van twaalf minuut intervale, is die Metos-2 model in wese presies dieselfde as die Metos model.

Resultate van die Metos-2 model teenoor die Metos model het getoon dat soortgelyke voorspellings deur beide modelle bereken word. Die onderlinge verskille tussen hierdie twee modelle was aanvaarbaar en kan daar dus met 'n groot mate van sekerheid gesê word dat die Metos-2 model soos die Metos model, ook met vertroue aanbeveel en toegepas kan word. Die studie het verder ook getoon dat dit soms baie moeilik is om duidelike ooreenkomste en/of verskille te verkry tussen met wat die Metos-2 model gewaarsku het en wat uiteindelik in die praktyk daarbuite gebeur het. Dit kan grootliks toegeskryf word aan die feit van die akkumulاسie/opbou effek van donsige skimmel infeksies wat in die praktyk plaasvind, maar nie deel is van die model nie. Die Metos-2 model se enkele “Ja of Nee” waarskuwing, maak dat hierdie tipe waarskuwings nie aan produsente 'n goeie aanduiding kan gee van die graad van siektedruk/risiko, wat op enige gegewe tydstep in sy wingerd voorkom nie. Baie produsente verlaat hulle dus dan eerder op 'n normale 14-dag voorkomende spuitprogram, as om van enige of die spesifieke model se waarskuwings gebruik te maak.

#### 6.5 Ontwikkeling van DSVW-model

Een van die groot knelpunte by die Metos-2 model, naamlik die “Ja of Nee” waarskuwing, is by die nuwe DSVW-model opgedeel in vier klasse van risiko (geen, laag, medium en hoë risiko), vir beide die primêre en sekondêre infeksies. Dit is gedoen aangesien produsente dikwels werklike donsige skimmel voorkoms as geen, laag, medium of hoog klassifiseer. Die groot voordeel wat hierdie vier risiko-klasse van die DSVW-model inhou, is dat produsente nou 'n beter idee het van die tipe of graad van siektedruk wat reeds voorgekom het. Dit gee hulle nou die geleentheid om beter siektebestuur toe te pas en sodoende die siekte uitbreek van donsige skimmel so laag as moontlik te hou.

Nog 'n verandering wat aan die Metos-2 model gemaak is, is dat die gemete blaarnatheid vervang is met 'n wiskundige blaarnatheidformule (nie-lineêre regressie), wat nou blaarnatheid bereken vanaf droëbol temperatuur en relatiewe humiditeit.

Laasgenoemde twee weerkundige elemente het goeie korrelasies getoon met blaarnatheid en is daarom gebruik. Die voordeel met die DSVW-model is dat geen blaarnatheidswaardes nou meer gemeet hoef te word nie.

#### 6.6 Toets van DSVW-model

Die nuwe DSVW-model is getoets teen die bestaande Metos-2 model, met gemete infeksie dae, asook sonder gemete infeksie dae. Resultate het getoon dat die DSVW-model deurgaans meer infeksie-dae as die Metos-2 model bereken het, by die aantal primêre sowel as die aantal sekondêre infeksies. Soos wat die gemete siektevoorkoms toegeneem het, het die DSVW-model se aantal voorspelde infeksies ook geleidelik toegeneem. By die primêre infeksie was die aantal infeksie-dae van medium siekte voorspellings, vir beide modelle, meer as vir die hoë siektevoorspellings. Met die aantal sekondêre voorspelde infeksie-dae vir beide modelle, is die meeste infeksie-dae egter voorspel by die hoë siektevoorspellings. Daarmee saam het die grootste verskille ook hier tussen die DSVW-model en die Metos-2 model voorgekom.

Tydens hoë siektedruktoestande (DSVW-model voorspel dan byna elke dag een of albei tipe infeksies), het die Metos-2 model min primêre en sekondêre infeksies voorspel. Vir dieselfde tydperk het die DSVW-model hier deurgaans meer primêre, sowel as sekondêre infeksies voorspel, ongeag die ligging van die weerstasies. Tydens veral lae en medium siektevoorkoms van donsige skimmel, het die Metos-2 model gewoonlik vooraf geen primêre infeksies gewys nie, maar die DSVW-model het egter dan 'n hele aantal primêre en sekondêre infeksievoorspellings uitgewys. Daar was ook gevalle waar die siektevoorkoms van donsige skimmel in die veld toegeneem het, maar die Metos-2 model het dan geen primêre en/of sekondêre infeksies vooraf voorspel nie. In sulke gevalle het die DSVW-model egter wel primêre en sekondêre infeksies voorspel. Uit die resultate (Figure en Tabelle) blyk dit dat die DSVW-model beter korrelasies getoon het met die werklike siektevoorkomsdata van donsige skimmel, as teenoor die Metos-2 model.

Dit is dus duidelik dat die Metos-2 model en die DSVW-model met tye grootliks van mekaar verskil. In sommige dae gee beide modelle 'n siekte voorspelling, maar die DSVW-model gee deurgaans meer voorspellings vir enige gegewe tydperk. Dit kan

hoofsaaklik toegeskryf word weens die vier risiko-klasse by die DSVW-model, wat dit meer sensitief gemaak het vir enige weer verandering wat plaasvind. Aangesien daar nie voldoende siektevoorkomsdata beskikbaar was, om te bepaal watter model wel nader is aan die veld toestande nie, kan hier nog bloot net bespiegel word.

#### 6.6.1 Leemtes by DSVW-model

Ten spyte van die resultate by die DSVW-model en met beperkte siektevoorkomsdata, bestaan daar steeds praktiese probleme wat verdere navorsing vereis. Bestaande donsig skimmel modelle kan byvoorbeeld met tien ure van hoë risiko, primêre infeksies aandui op een dag, wat kan lei tot ernstige uitbrake van donsig skimmel later, maar dieselfde graad van uitbrake kan ook voorkom, met net 'n paar agtereenvolgende ure van hoë risiko, primêre infeksievoorspellings per dag. Verder kan byvoorbeeld vyftien ure van 'n medium risiko siekte infeksie voorspelling, minder ernstig wees as byvoorbeeld vier ure van 'n hoë risiko siekte infeksie. Hierdie uitgangspunte kan in enige variasie plaasvind en is nie deel van enige donsig skimmel model nie (ingesluit die DSVW-model), weens die kompleksiteit van die siekte en sy interaksie met weerstoestande. Gunstige weerstoestande, voor en tydens die inkubasietydperk van donsig skimmel, wat binne enkele ure of dae daarna weer ongunstig raak, veroorsaak dat die DSVW-model siekte infeksies soms korrek aandui, maar geen uitbraak of beperkte uitbrake vind kort daarna in die wingerde plaas nie.

Eweneens word voorspellings gedoen vir punt weerstasies, wat tans “geldig” moet wees vir produsente wat ver daarvandaan geleë is. Die onsekerheid van akkurate, vroeg-waarskuwings van donsig skimmel infeksies neem toe, soos wat daar al verder weg beweeg word vanaf enige gegewe weerstasie. Die DSVW-model se resultate kan dus nie te ver weg van 'n enkele weerstasie met sukses toegepas word nie. Vervolgens is die DSVW-model se aantal primêre en sekondêre infeksies, soos bewys in die tesis, deurgaans meer as die van die Metos-2 model. Dit maak die DSVW-model meer sensitief as die Metos-2 model, maar op die lang duur gee dit 'n groter wins aan die produsent, sou die DSVW-model infeksies so optel wat deur die Metos-2 model gemis word. Groter kostes verbonde om byvoorbeeld meer bestrydings toe te pas as wat werklik nodig is, vrywaar die produsent egter in 'n groot mate om daardie een of meer groot infeksies te mis. Maak die produsent van ander meer

konserwatiewe metodes/voorspellings gebruik, kan so iets gereeld gebeur in tye, van veral hoë siekte-infeksie toestande. Die ekstra kostes hier aangegaan, regverdig in sulke gevalle ramspoedige gevolge wat andersins kon plaasgevind het. Daarenteen met te min of geen voorspelde donsige skimmel infeksies, byvoorbeeld die Metos-2 model, gaan produsente uiteraard minder of glad nie optree nie en kan 'n gedeeltelike of selfs 'n hele oes so verloor word, indien kritieke infeksies “gemis” word deur die bepaalde model. Al dui die nuwe DSVW-model meer infeksie tye aan as teenoor die Metos-2 model, is dit steeds nog goedkoper as byvoorbeeld normale voorkomende spuitprogramme. Dit is aangesien die DSVW-model net tye van moontlike donsige skimmel infeksies aandui, terwyl die standaard voorkomende metode daar byvoorbeeld deurgaans elke 14 of 21 dae gespuit moet word. Die DSVW-model dien dus as 'n soort van “versekering” vir die produsent teen ramspoedige donsige skimmel uitbrake en is verder 'n bruikbare en goedkoper metode van bestryding.

#### 6.6.2 DSVW-model in die praktyk

Akkurate en betroubare navorsing modelle wat donsige skimmel uitbrake voorspel, bestaan reeds 'n geruime tyd, byvoorbeeld die Metos (sedert 1992) en Metos-2 model (sedert 1996). Die donsige skimmel modelle wat al ontwikkel is, soos in hoofstuk een na verwys, het almal wesentlik reeds groot bydraes gelewer tot verbeterde modelle vir die beheer van donsige skimmel regoor die wêreld. Wiskundige modelle wat gebruik maak van outomatiese weerstasies se weerdata, is beslis een van die heel beste metodes wat gebruik kan word, om te help met donsige skimmel se beheer (Campbell en Madden, 1989; Orlandini *et al.*, 1991a). Die studie het getoon dat die DSVW-model wat nou ook ontwikkel is, baie goed in die behoefte van 'n meer gebruikersvriendelike en akkurate model daaruitsien, as byvoorbeeld die bestaande Metos-2 model. Voorts is die ideale metode van donsige skimmel siektebestryding, om te reageer op die donsige skimmel model (DSVW-model) se berekenings, gebaseer op uurlikse weerdata, in kombinasie met een of meer bestaande (byvoorbeeld die 14 dag) chemiese spuitprogramme.

Om donsige skimmel effektief te beheer, is daar 'n paar baie belangrike voorwaardes waaraan gereeld voldoen moet word. 'n Produsent moet sy wingerd en sy omgewing ken, die jaarlikse weerstoestande in sy omgewing, donsige skimmel se siekte siklus en

laastens moet die regte chemiese middel/swamdoder op die regte tyd toegedien word (Vermeulen, pers. komm., 2003). Die DSVW-model se voorspellings kan hier 'n baie belangrike bydrae lewer, deur die produsent betyds te waarsku van moontlike donsige skimmel infeksies, aangesien “gunstige” weerstoestande dan reeds voorgekom het. Goeie bestuur van die swam beteken dus om op die regte tyd, die regte chemiese middel en die regte toediening te maak. Passiewe sowel as aktiewe metodes moet gebruik word om die swam te beheer. Kultivars kan byvoorbeeld aangeplant word wat meer bestand is teen donsige skimmel.

Die praktiese en finansiële implikasies om donsige skimmel te bestry, bly gevolglik 'n groot probleem vir enige wingerd produsent. In die studie is daar daadwerklik gepoog om die bestaande donsige skimmel model (Metos-2) verder te verbeter, om sodoende beter waarskuwings en beheer van donsige skimmel in die bedryf te probeer bewerkstellig. Een van die grootste probleme of onsekerheid wat bestaan by die Metos-2 model, is die graad/risiko van infeksie en dit is nou reggestel met die DSVW-model. Die nuwe model (DSVW-model) spreek die probleem nou aan deur die voorspellings van donsige skimmel infeksies aan te dui in een van vier moontlike infeksie klasse, naamlik geen, lae, medium en hoë 'n infeksie moontlikheid.

Produsente wat voortaan gebruik gaan maak van die nuwe model se voorspellings, sal nou deegliker bekend wees van die kans op moontlike infeksie en kan gevolglik die nodige voorsorg of nasorg tref, indien nodig. Dit sal nie meer noodsaaklik wees om net op eie aanvoeling, vaste spuitprogramme en/of 'n voor-infeksie spuitprogram te volg nie, aangesien die DSVW-model sal uitwys wanneer infeksies moontlik kon plaasgevind het. Die DSVW-model se kleur lyne dui nie net die tipe en dag van infeksie aan nie, maar ook die risiko-klas in 'n persentasie aan. Deur kennis te dra van meer informasie rondom moontlike donsige skimmel infeksies, kan produsente derhalwe daarvolgens beter maatreëls toepas vir die bestryding van die siekte. Voorlopige resultate dui daarop dat die DSVW-model meer voordele inhou as byvoorbeeld die Metos-2 model, maar aangesien die model nog tans in 'n toetsfase is, moet versigtigheid aan die dag gelê word by die gebruik daarvan. Verdere navorsing is dus nodig om die model deeglik te toets en te kalibreer, voor die nuwe DSVW-model met vertrouwe gebruik en toegepas kan word, om moontlike donsige skimmel

primêre en/of sekondêre infeksieperiodes vroegtydig uit te wys. Die model kan egter op die lang duur aansienlike arbeid en mannekrag spaar en so bydrae tot groot koste besparings.

## 6.7 Aanbevelings

### 6.7.1 Toekomstige toepassing van DSVW-model

Die DSVW-model kan in die toekoms verder verbeter word, deur dit byvoorbeeld deel te maak van die Geografiese Informasie Stelsel (GIS). Enkel punt weerstasies in 'n bepaalde gebied se weerdata kan dan geïnterpoleer word met die GIS-stelsel, deur byvoorbeeld gebruik te maak van hoogte bo seevlak en die topografie. Op die manier kan weerdata byvoorbeeld verkry word vir die dele tussen bestaande weerstasies, waar geen weerstasies voorkom nie. Die gemete en gesimuleerde weerdata binne 'n spesifieke gebied, kan dan gebruik word om die betrokke gebied se infeksies te bereken, in plaas van 'n afsonderlike berekening by elke weerstasie, soos tans die geval. Indien die inkubasie van donsige skimmel ook deel gemaak kan word van die toekomstige DSVW-model, sal datums waarop die siekte moontlik kan uitbreek, ook voorspel kan word. Dit sal onder andere bykomende laboratorium navorsing vereis.

Sover bekend word daar slegs met die Plant-Plus model (Raatjes, 2004) voorspellings gemaak van donsige skimmel infeksies, vir die wingerd bedryf in Suid-Afrika, met behulp van voorspelde weerdata vanaf die SAWD. Die SAWD se drie en vyf dae vooruit weervoorspellings kan moontlik deur die DSVW-model gebruik word, om vooruit infeksie en uitbreek voorspellings te bereken. Tans word met historiese weerdata, moontlike infeksies bereken. Vir die produsent beteken dit dat uitbrake van donsige skimmel dan moontlik êrens in die toekoms gaan plaasvind. Die tydperk na infeksie en voor uitbraak, word as die inkubasietydperk beskou en kan duur van enkele dae tot soveel as drie weke (Orlandini *et al.*, 1991b). Met voorspelde weerdata van die SAWD, as insette in die DSVW-model, sal die model dan vir die eerste keer moontlike donsige skimmel infeksies vooruit (drie tot vyf dae) kan voorspel. Dit beteken in kort dat die uitbreek van donsige skimmel nou nog verder in die toekoms moontlik sal plaasvind. Produsente het dan nog bykomende grasie (drie tot vyf dae), om betyds doeltreffende siektebeheer toe te pas, sodra donsige skimmel siekte infeksie toestande voorspel sou word, deur die toekomstige DSVW-model.

### 6.7.2 Wind vervoer

Wind speel seker een van die belangrikste rolle by donsige skimmel, deur middel van sy spoor oordragingsfunksie, waar sporangia van een geïnfecteerde gebied gewaai word na 'n ander donsvrye gebied (Perold en Phil, 1926). In die Wes-Kaap is al baie gevalle opgeteken van donsvrye gebiede, wat oornag besmet geraak het met donsige skimmel (Vermeulen, pers. komm., 2003). Plekke waar oornag sekondêre infeksies waargeneem is, met geen vooraf primêre infeksies nie, mag dalk hoofsaaklik net aan die wind se vervoer aksie van spore, toegeskryf word. Hierdie aspek verdien verdere navorsing.

### 6.7.3 Lugtemperatuur

Lugtemperatuur speel 'n kritiese rol by donsige skimmel se infeksies en gewasse wat verskillende hoogtes bo die grond groei, sal beslis verskillend geïnfecteer word deur die swam (Marais, 1973). Die heersende lugtemperatuur in enige boord word bepaal deur die tipe praeel, digtheid van die lower, gras aanplantings tussen priële, topografie en grond toestande, as van die belangrikste faktore. Met meer kennis rondom die mikro-klimaatsfaktore, kan meer akkurate lugtemperatuur gebruik word wat vooraf voorspel word en dit sal die donsige skimmel model se berekende vooruit voorspellings aansienlik verbeter.

### 6.7.4 Dou en mis

In sekere dele van die land en by sekere topografiese gebiede is dit nie ongesiens vir dou om 'n paar millimeter "reën" te registreer by outomatiese weerstasies nie. Swaar dou wat soms voorkom, mag 'n impak uitoefen op infeksies, deur net genoeg nattigheid op die lower te veroorsaak en dit kan dan spore wat deur die wind daarheen aangewaai is, laat ontkiem. Laerliggende en redelike vogtige areas wat gereeld mis kry, moet verkieslik vermy word met nuwe aanplantings. Met meer navorsing oor dou en mis se impak op donsige skimmel infeksies, kan dit later deel gemaak word van die DSVW-model.

### 6.7.5 Besproeiing

Te lang besproeiingstye (meer as twee ure), saam met die tyd van die dag (dag of nag), tipe stelsels (drup of oorhoofs) en faktore soos dou, min wind, hoë temperatuur en 'n



hoë voginhoud skep ideale nat, vogtige, warm toestande vir primêre sowel as sekondêre infeksies om voor te kom. As 'n reël duur besproeiing selde langer as een uur, maar langer besproeiings van twee tot drie ure en reënval wat dit voorafgegaan het, mag voldoende wees vir infeksie (Magarey *et al.*, 1994a). Indien moontlik, moet eerder korter en meer gereelde besproeiing toegepas word. Besproeiing se effek op donsige skimmel, indien gevind word dat dit 'n noemenswaardige rol speel by donsige skimmel infeksies, moet dan meer aandag kry en deel gemaak word van die DSVW-model.

## VERWYSINGS

- Agrios, G.N., 1978.** Plant Pathology, 2nd ed. Academic Press, Inc. New York, pp703.
- Amphoux, M. en Bernon, G., 1954.** National Report (France, 2<sup>nd</sup> Part). VII<sup>th</sup> Congress of the International Organization for Vine and Wine (OIV). *BullOIV*. 280, 72 - 87.
- Anderson, M.C., Bland, W.L., Norman, J.M. en Diak, G.D., 2001.** Canopy wetness and humidity prediction using satellite and synoptic-scale meteorological observations. *Plant Dis.* 85, 1018 - 1026.
- Anoniem., 1956.** Jaarverslag van die Sekretaris van Landbou. *Boerd. S. Afr.* 31: 175.
- Anoniem., 1990.** Opsommings en Aanbevelings van die Gesamentlike WMO/EPPO/NAPPO Symposium vir Praktiese Toepassings van Agrometeorologie in Plant Beskerming. *EPPO Bull.* 21, 699 - 700.
- Anoniem., 1993.** Grape downy mildew model user. Documentation, Version 2.0. Neogen Corp., Lansing, MI.
- Babadoost, M., 2001.** Report on Plant Disease. RDP No: 705. Department of Crop Sciences University of Illinois. [http://web.aces.uiuc.edu/vista/pdf\\_pubs/-705.pdf](http://web.aces.uiuc.edu/vista/pdf_pubs/-705.pdf) (Besigtig Maart 2003).
- Balasubramaniam, R., Harvey, I.C., Braithwaite, M. en Jordan, D., 1993.** Grapevine Disease Identification Workshop. HortResearch Client Report 93/36. <http://www.hortnet.co.nz/publications/hortfacts/hf905020.htm#E24E7> (Besigtig Augustus 2004).
- Baldacci, E., 1950.** Downy mildew in Italy. VII<sup>th</sup> Congress of the International Organization for Vine and Wine (OIV). *Bull OIV*. 280, 105 - 125.
- Barry, R.G., 1992.** Mountain Weather and Climate. 2nd ed. Routledge, New York, pp 402.
- Barthakur, N.N., 1985.** A comparative study of radiometric and electronic leafwetness sensors. *Agric. For. Meteorol.* 36, 83 - 90.
- Bass, B., Savdie, I. en Gillespie, T.J., 1991.** Simulation of leaf wetness duration for field corn. *Agric. For. Meteorol.* 57, 69 - 84.
- Bates, T., 2004.** Downy mildew. IPM in New York State. <http://lenewa.netsync.net/-public/guidelines%202003/picpages/downy3.htm> (Besigtig Februarie 2004).
- Berlese, A.N. en de Toni, J.B., 1888.** Phycomyceteae. In P.A. Saccardo (Ed.) *Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum*, Padua: Italy. 7, 181 - 322.
- Blaeser, M. en Weltzien, H.C., 1978.** The significance of sporulation, dispersal and germination of sporangia of *Plasmopara viticola*. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz.* 85, 155 - 161.
- Blaeser, M. en Weltzien, H.C., 1979.** Epidemiological studies to improve the control of grapevine downy mildew. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz.* 86, 489 - 498.
- Burger, J. en Deist, J., 1998.** Wingerdbou in Suid-Afrika, 2de uitgawe. CTP boekdrukkers, Kaapstad, pp 551.
- Campbell, C.L. en Madden, L.V., 1989.** Introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley. New York, pp 532.
- Campbell Scientific, 2005.** <http://www.campbellsci.co.uk/index.cfm?id=105> (Besigtig Januarie 2004).
- Chtioui, Y., Francl, L.G. en Panigrahi, S., 1999.** Moisture prediction from simple micrometeorological data. *Phytopathology.* 89, 668 - 672.

- Cortesi, P. en Hill, G.K., 1994.** Simulation of grapevine downy mildew epidemics and control with P.R.O. model. In: Proc. Int. Workshop Grapevine Downy Mildew, D. M. Gadoury and R.C. Seem, (Eds.) N.Y. Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 68, 74 - 81.
- Cotton, M., 1993.** Handleiding saamgestel deur Infruitec vir 'n werkswinkel te Stellenbosch op 23 en 24 Februarie 1993. pp 102.
- Dalla Marta, A., 2005.** Modelling leaf wetness duration and downy mildew simulation on grapevine in Italy. *Agric. For. Meteorol.* 132, 84 - 95.
- de Kock, P.J., 1995.** Evaluasie en aanpassing van 'n gerekenariseerde voorspellingsapparaat vir optimale beheer van witroes en donsskimmel, 1994/95. Navorsingsverslag vir LNR Infruitec-Nietvoorbij, pp 7.
- Dewar, R., 1907.** The vine mildew - *Plasmopara viticola*. *Agric. J. Cape of Good Hope.* 31, 324 - 329.
- Doidge, E.M., Bottomley, A.M., Van der Plank, J.E. en Paur, G.D., 1953.** A revised list of plant diseases in South Africa. *Dept. Agric. Sci. Bull.* pp 346.
- Du Pisani, A.L., 1969.** Inkubasiel kalender vir donsskimmel. *Die Wynboer*, September. pp 14 - 15.
- Du Plessis, S.J., 1947.** Wingerdsiektes in Suid-Afrika. Pro. Ecclesia-drukkery Bpk. Stellenbosch, pp 131.
- Egger, E., 1990.** Integrated protection of the grapevines. *Informatore Agrario.* 16, 27 - 135.
- Egger, E., Marinelli, E.D. en D'Arcangelo, M., 1996.** Influenza di diversi metodi per la stima della bagnatura fogliare sulla previsione degli attacchi di peronospora e muffa grigia sulla vite. *Informatore Fitopatologico.* 3, 61 - 67.
- Ellis, M.A., Madden, L.V. en Lalancette, N., 1994.** A disease forecasting program for grape downy mildew in Ohio. In: Proc. Int. Workshop Grapevine Downy Mildew Modelling, D.M. Gadoury and R.C. Seem, (Eds.) N.Y. Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 68, 92 - 95.
- Emmett, R.W., Harris, A.R., Taylor, R.H. en McGechan, J.K., 1992.** Grape diseases and vineyard protection. In B.G. Coombe and P.R. Dry (Eds.) *Viticulture Vol. 2 Practices.* Winetitles, Adelaide, South Australia, pp 232 - 278.
- Eynard, I. en Dalmasso, G., 1990.** Modern Viticulture. Hoepli, Milano, pp 778.
- Fisher, D., Gordon, C., Magarey, P., McKirdy, S., Wood, P. en Whiteley, S., 2000.** Downy mildew in vineyards. Bulletin 4439. Department of Agriculture Western Australia. <http://agspsrv38.agric.wa.gov.au/pls/portal30/docs/folder/ikmp/pw/ph/dis/vit/b4439.pdf> (Besigtig Februarie 2003).
- Fliri, F., 1967.** Über die klimatologische bedeutung der kondensationshohe im Gebirge. *Die Erde.* 98, 203 - 210.
- Fourie, P., 2002.** Persoonlike kommunikasie oor donsige skimmel in die Wes-Kaap. Tans werksaam by die Plantpatologie Afdeling van die Universiteit Stellenbosch.
- Fourie, P. en Vermeulen. A., 2000.** Donsige skimmel: 'n sporadiese, dog vernietigende siekte van wingerd. *Die Wynboer*, September pp 105 - 108.
- Francl, L.J. en Panigrahi, S., 1997.** Artificial neural network models of wheat leaf wetness. *Agric. For. Meteorol.* 88, 57 - 65.
- Frezal, P., 1954.** National Report (Algeria). VII<sup>th</sup> Congress of the International Organization for Vine and Wine (OIV). *Bull. OIV.* 280, 72 - 87.

- Gedzelman, S.D., 1980.** *The Science and Wonders of the Atmosphere*. John Wiley & Sons, pp 535.
- Gillespie, T.S. en Kidd, G.E., 1978.** Sensing duration of leaf moisture retention using electrical impedance grids. *Can. J. Plant Sci.* 58, 179 - 187.
- Gleason, M.L., Taylor, S.E., Loughin, T.M. en Koehler, K.J., 1994.** Development and validation of an empirical-model to estimate the duration of dew periods. *Plant Dis.* 78, 1011 - 1016.
- Goidanich, G., (Ed) 1959.** *Pathology Handbook of Vegetables*. Edagricole, Bologna, pp 713.
- Govi, G., 1983.** *Vegetables Pathology*. Edagricola, Bologna, pp 315.
- Hackel, H., 1980.** New developments of an electrical method for direct measurement of the wetness-duration on plants. *Agric. Meteorol.* 22, 113 - 119.
- Hellman, E. en Kamas, J., 2002.** Downy mildew. Texas Cooperative Extension. <http://winegrapes.tamu.edu/grow/diseases/downy.shtml> (Besigtig Maart 2003).
- Henshall, W.R. en Beresford, R.M., 2004.** Performance of Wetness Sensors used in Plant Disease Forecasting. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd. [http://www.hortnet.co.nz/publications/nzpps/proceedings/97/97\\_107.htm](http://www.hortnet.co.nz/publications/nzpps/proceedings/97/97_107.htm) (Besigtig Maart 2004).
- Hill, G., 1991.** PRO, a deterministic computer model for the viticultural extension. In: *Modelli Euristici ed Operativi per la Difesa Integrata in Agricoltura*. Proc. Symposium, 27 - 29 September 1990, Caserta, Italy. CittaStudi, Milano, pp 182 - 194.
- Huber, L. en Gillespie, T.J., 1992.** Modelling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 30, 553 - 577.
- IGKW Databank, 2005.** Sagteware wat uurlikse outomatiese weerstasies se data stoor. LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water.
- Kassenmeyer, H.H., 1994.** Experience with electronic warning of downy mildew of grapevine. In: *Proc. Int. Workshop Grapevine Downy Mildew Modelling*. D.M. Gadoury and R.C. Seem, (Eds.) N.Y. *Agric. Exp. Stn. Spec. Rep.* 68, 80 - 81.
- Kendrick, B., 1992.** *The Fifth Kingdom*, 2nd Ed. Focus Information Group, Newburyport MA., pp 22 - 23.
- Kim, K.S., Taylor, S.E. en Gleason, M.L., 2004.** Development and validation of a leaf wetness duration model using a fuzzy logic system. *Agric. For. Meteorol.* 127, 53 - 64.
- Kim, K.S., Taylor, S.E., Gleason, M.L. en Koehler, K.J., 2002.** Model to enhance site-specific estimation of leaf wetness duration. *Plant Dis.* 86, 179 - 185.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. en Stalpers, J.A., 2004.** *Dictionary of the Fungi*. 10th Ed. CAB International, UK, pp 655.
- Lafon, R. en Clerjeau, M., 1988.** Downy mildew In: *Compendium of Grape Diseases*. R.C. Pearson and A.C. Goheen (Eds.) American Phytopathological Society Press, St. Paul. 93 11 - 13.
- Lalancette, N., Ellis, M.A. en Madden, L.V., 1987.** Estimating infection efficiency of *Plasmopara viticola* on grape. *Plant Disease.* 71, 54 - 58.
- Lalancette, N., Madden, L.V. en Ellis, M.A., 1988a.** A quantitative model for describing the sporulation of *Plasmopara viticola* on grape leaves. *Phytopathology.* 78, 1316 - 1321.

- Lalancette, N., Ellis, M.A. en Madden, L.V., 1988b.** Development of an infection efficiency model for *Plasmopara viticola* on American grape based on temperature and duration of leaf wetness. *Phytopathology*. 78, 794 - 800.
- Large, E.C., 1962.** The Advance of the Fungi. Dover publications, Inc. New York, pp 488.
- Lhomme, J.P. en Jimenez, F., 1992.** Estimating dew duration on banana and plantain leaves from standard meteorological observations. *Agric. For. Meteorol.* 62, 263 - 274.
- Linacre, E., 1992.** Climate Data and Resources: a Reference and Guide. Routledge, Chapman and Hall, Inc. New York, pp 366.
- Lounsbury, C.P., 1907.** Vine mildew or *Peronospora*. *Agric. J. Cape of Good Hope*. 30 (3), 330 - 332.
- Lounsbury, C.P., 1909.** *Plasmopara viticola* occurrences. *Agric. J. Cape of Good Hope*. 34 (6), 617 - 619.
- Lounsbury, C.P., 1910.** *Plasmopara viticola* occurrences. *Agric. J. Cape of Good Hope*. 37, 23.
- Luo, W.H. en Goudriaan, J., 2000.** Dew formation under rice varying durations of nocturnal radiative loss. *Agric. For. Meteorol.* 104, 303 - 313.
- Madden, L.V. en Ellis, M.A., 1988.** How to Develop Disease Forecasters. Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology. J. Kranz and J. Rotem, (Eds.) Springer-Verlag Publishers, Berlin, pp 208.
- Madden, L.V., Ellis, M.A., Lalancette, N., Hughes, G. en Wilson, L.L., 2000.** Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grapes. *Plant Dis.* 84, 549 - 554.
- Madeira, A.C., Kim, K.S., Taylor, S.E. en Gleason, M.L., 2002.** A simple cloud-based energy model to estimate dew. *Agric. For. Meteorol.* 111, 55 - 63.
- Magarey, R.D., 1999.** A theoretical standard for surface wetness estimation. Ph.D. Diss. Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Magarey, R.D., Russo, J.M., Seem R.C. en Gadoury, D.M., 2004.** Surface wetness duration under controlled environmental conditions. *Agric. For. Meteorol.* 128, 111 - 122.
- Magarey, R.D., Seem, R.C., Weiss, A., Gillespie, T.J. and Huber, L. 2005.** Estimating surface wetness on plants. In: Hatfield, J.L. and J.M. Baker (ed), *Micrometeorological Measurements in Agricultural Systems*. Madison, Wis. *American Society of Agronomy - Agronomy Monographs*, no. 47.
- Magarey, P.A. en Wachtel, M.F., 1991.** Agrometeorology and downy mildew of grapes. *Austral. Grapegrower & Winemaker*. 333, 23 - 24.
- Magarey, P.A., Wachtel, M.F. en Emmett, R.W., 1994a.** Downy mildew. In: Grape Production series Number 1: Diseases and Pests. P.R. Nicholas, P.A. Magarey and M.F. Wachtel (Eds.) Winetitles, Adelaide. 106, 5 - 11.
- Magarey, P.A., Wachtel, M.F., Weir, P.C. en Seem, R.C., 1991a.** A computerbased simulator for rational management of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*) on grape leaves. *Phytopathology*. 78, 1316 - 1321.
- Magarey, P.A., Wachtel, M.F., Weir, P.C. en Seem, R.C., 1991b.** A computerbased simulator for rational management of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Plant Protection Quarterly*. 6, 29 - 33.

- Magarey, P.A., Wachtel, M.F., Weir, P.C. en Seem, R.C. 1994b.** A computer-based simulator for rational management of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). In: Proc. Int. Workshop Grapevine Downy Mildew Modelling. D.M. Gadoury and R.C. Seem, (Eds.) N.Y. Agric. Exp.Stn. Spec. Rep. 68, 82 - 91.
- Marais, P.G., 1973.** Die biologie en epidemiologie van donsskimmel in Wes-Kaapland. M.Sc. Agric. Tesis. Univ. Stellenbosch, Stellenbosch, pp 70.
- Marais, P.G., 1981.** Donsige skimmel. In: Wingerdbou in Suid-Afrika. J. Burger and J. Deist (Eds.) CTP Boekdrukkers, Kaapstad, pp 552.
- Marais, P.G. en Knox-Davies, P.S., 1973.** Ontwikkeling van donsskimmel op wingerd in Wes-Kaapland. *Die Wynboer* Augustus. pp 18 - 21.
- Martines, B.B., 1954.** National Report (Spain). VII<sup>th</sup> Congress of the International Organization for Vine and Wine (OIV). *Bull OIV*. 279, 121 - 123.
- Mathee, F.N. en Heyns, A.J., 1969.** Donsskimmel (*Plasmopara viticola*). *Die Sagtevrugteboer*, Sept. pp 261 - 280.
- Mathee, T., 1994.** Agromet Databank version 1.0. Projek verslag opgestel vir LNR Instituut vir Grond, Klimaat en Water. pp 50.
- Mills, W.D., 1944.** Efficient use of sulphate dusts and sprays during rain to control apple scab. Cornell Ext. Bull. New York State College of Agriculture, pp 630.
- Muller, K., 1929.** Parasites and their Modern Control. G. Braunsche Letterprinting and Publishing House . Karlsruhe I.B (Eds.), pp 236.
- Muller, K. en Sleumer, M.H., 1934.** Biological investigations in the diseases of grapevines, with special mentioning of their control with the incubation calendar method. *Landwirtsch. Jahrb.* 79, 509 - 576.
- Nel, P.J., 1983.** Deciduous Fruits and Vines: Pests and Diseases and their Control. Citadel Press, Cape Province, South Africa, pp 191.
- Orlandini, S., Zipoli, G., Gozzini, B., Egger, E., Marinelli, E. en Storchi, P., 1991a.** Micrometeorology of vineyards and phytopathological models. *Bull. OEPP*. 21, 431 - 439.
- Orlandini, S., Gozzini, B., Maracchi, G. en Zipoli, G., 1991b.** Importance of environmental factors on the development of grapevine diseases: The crop temperature. *Riv. Viticolt. End.* 3, 35 - 43.
- Papastamati, K., McCartney, H.A. en van den Bosch, F., 2004.** Modelling leaf wetness duration during the rosette stage of oilseed rape. *Agric. For. Meteorol.* 123, 69 - 78.
- Park, E.W., Seem, R.C., Gadoury, D.M. en Pearson, R.C., 1997.** DMCAST: A prediction model for grape downy mildew development. *Vitic. Enol. Sci.* 52, 182 - 189.
- Pearson, R.C. en Goheen, A.C., 1998.** Compendium of Grape Diseases. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, pp 93.
- Pedro Jr., M.J. en Gillespie, T.J., 1982a.** Estimating dew duration. I. Utilizing micrometeorological data. *Agric. Meteorol.* 25, 283 - 296.
- Pedro Jr., M.J. en Gillespie, T.J., 1982b.** Estimating dew duration. II. Utilizing standard weather station data. *Agric. Meteorol.* 25, 297 - 310.
- Penman, H.L., 1948.** Natural evaporation from open water, bare soil and grass. London. *Proc. Royal Society.* A193, 120 - 146.
- Penrose, L.J. en Nicol, H.I., 1996.** Aspects of microclimate variation within apple tree canopies and between sites in relation to potential *Venturia inaequalis* infection. *N.Z.J. Crop. Hort. Sci.* 24, 259 - 266.

- Perold, A.I. en Phil, B.A., 1926.** Handboek oor Wynbou., Pro Ecclesia drukkerij Bpk. Stellenbosch, pp 645.
- Pessl, G., 2000.** Instruments and software for agricultural climate monitoring and electronic sprayer calibration. <http://www.metos.at/> (Besigtig November 2003).
- Pettigrew, S., 2001.** The value of weather monitoring. The Australian Grapegrower & Winemaker, May. pp 23 - 24.
- Pienaar, J., 2002.** Persoonlike kommunikasie oor donsige skimmel se voorkoms in die Wes-Kaap. K.W.V. konsultant voorligter van Stellenbosch.
- Preston-Whyte, R.A. en Tyson, P.D., 1988.** The Atmosphere and Weather of Southern Africa. Oxford University Press. Cape Town, pp 374.
- Raatjes, P., 2004.** Disease forecasting at the Pyramids. The Netherlands. Fruit and Veg. Tech. 4, 5.
- Rao, P.S., Gillespie, T.J. en Schaafsma, A.W., 1998.** Estimating wetness on maize ears from meteorological observations. *Can. J. Soil Sci.* 78, 149 - 154.
- Robertson, S., 1988.** Downy mildew disease, grapes Australia (South - West). <http://laurel.nal.usda.gov:8080/agnic/pmp/1998/dmdg1031.html> (Besigtig Desember 2003).
- Rosa, M., Genesio, R., Gozzini, B., Maracchi, G. en Orlandini, S., 1993.** PLASMO: a computer program for grapevine downy mildew development forecasting. Firenze, Italy. *Comp. Elec. Agric.* 9, 205 - 215.
- Rosa, M., Gozzini, B., Orlandini, S. en Seghi, L., 1995.** A computer program to improve the control of grapevine downy mildew. Firenze, Italy. *Comp. Elec. Agric.* 12, 311 - 322.
- Sabatini, F., Dalla Marta, A., Orlandini, S. en Zanchi, C.A., 2005.** Review of leaf wetness duration sensors. In: Racchi, G., Kajfez Bogatai, L., Orlandini, S., Dalla Marta, A., Rossi, F. (Eds.), Leaf Wetness Duration: Analysis of the Agrometeorological Requirements and Evaluation of New Estimation Methods. COST 718, European Union, Bruxelles.
- Salter, M de C.S., 1918.** The relation of rainfall to configuration. *British Rainfall.* pp 40 - 56.
- Schlegel, H.G. en Schmidt, K., 1986.** General Microbiology. 6th Ed. Cambridge University Press NY, pp 154 - 163.
- Schulze, R.E., 1997.** South African Atlas of Agrohydrology and Climatology. Department of Agricultural Engineering. University of Natal. Pietermaritzburg. WRC. South-Africa, pp 276.
- Sivertson, T.H., 2002.** Die konsep van blaarnatheid se gebruik in Agrometeorologie. Die Norweegse Gewas Navorsings Instituut. <http://www.agrometeorology.org/fileadmin/insam/repository/leafwetness.pdf> (Besigtig Januarie 2005)
- Spencer, D.M., 1981.** *The Downy Mildews.* Academic Press, New York, pp 614.
- SPSS Incorporated., 1997.** Table Curve 3D: Automated Surface Fitting and Equation Discovery. Users Manual. Version 3.0 for Windows 95 & NT. SPSS Inc., pp 1/1 - 11/12.
- SPT (Sagtevrugte Produsente Trust van Suid-Afrika), 2005.** Restrictions on the use of plant protection products on local and export deciduous fruit. <http://www.dfpt.co.za/lindi/mrl/june2005/back.htm> (Besigtig Januarie 2005).
- Stellwaag, F., 1954.** National Report (Germany). VII<sup>th</sup> Congress of the International Organization for Vine and Wine (OIV). *Bull OIV.* 279, 107 - 119.

- Steinhauser, F., 1967.** Methods of evaluation and drawing of climatic maps in mountainous countries. *Arch. Met. Geophys. Biokl. B.* 15, 329 - 358.
- Stipp, B., 2002.** Inligting rakende donsige skimmel infeksies: Robertson wynvallei. Verslag aan Vinpro (SA), 'n Divisie van K.W.V. Wynprodusente dienste, pp 2.
- Stryzik, S., 1983.** A model which shows the potential for infection. Application for *Plasmopara viticola*. Association de Co-ordination Technique Agricole, Maison Nationale des Eleveurs, Paris (FR), pp 1 - 46.
- SYSTAT Software Incorporated., 2002.** Table Curve 2D: Automated Surface Fitting and Equation Discovery. Users manual. Version 5.01 for Windows. SYSTAT Software Inc., pp1/1 - 13/14.
- Travis, J., Muza, A., Daskopoulos, D., Pearson, R.C., Gadoury, D.M., Becker, C., Ellis, M.A. en Ramsdell, D., 1994.** VITIS, a grape disease management expert system. In: Proc Int. Workshop Grapevine Downy Mildew Modelling, D.M. Gadoury and R.C. Seem, (Eds.) N.Y. Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 68, 103 - 107.
- Travis, J., Rytter, J. en Hickey, K., 2003.** Downy mildew of grapes. Fruit Pathology. <http://fpath.cas.psu.edu/grape/downym.html> (Besigtig April 2003).
- Tyson, P.D., 1987.** Climatic Change and Variability in Southern Africa. Oxford University Press. Cape Town, pp 220.
- Vanderplank, J.E., 1963.** Plant Diseases: Epidemics and Control. Academic Press. New York, pp 344.
- Van Heerden, J. en Hurry, L., 1983.** Suider-Afrikaanse Weerpatrone. 'n Gids tot die Vertolking van Sinoptiese Kaarte. Nasionale Boekdrukkery. Goodwood, pp 88.
- Vercesi, A., Cortesi, P., Zerbetto, F. en Bisiach, M., 1994.** Evaluation of the EPI model for downy mildew of grapevine in Northern Italy. In: Proc. Int. Workshop Grapevine Downy Mildew Modelling, D.M. Gadoury and R.C. Seem, (Eds.) N.Y. Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 68, 55 - 73.
- Vermeulen, A.K., 1999a.** A guide to the use of Registered Fungicides and Pesticides against Grapevine Diseases and Pests. *Wine grapes*. ARC Infruitec - Nietvoorbij. pp 35.
- Vermeulen, A.K., 1999b.** Evaluasie van 'n siektevoorspellingsapparaat en -modelle vir die optimale beheer van wingerdsiektes. LNR Infruitec - Nietvoorbij, Finale navorsingsverslag. pp 7.
- Vermeulen, A.K., 2003.** Persoonlike kommunikasie oor donsige skimmel. Navorsing by die siektebestuur afdeling, LNR Infruitec - Nietvoorbij.
- Wallin, J.R., 1967.** Agrometeorological aspect of dew. *Agric. Meteorol.* 4, 85 - 102.
- Weiss, A. en Lukens, D.L., 1981.** Electronic circuit for detecting leaf wetness and comparison of two sensors. *Plant Dis.* 65, 41 - 43.
- Weiss, A., Lukens, D.L. en Steadman, J.R., 1988.** A sensor for the direct measurement of leaf wetness: Construction techniques and testing under controlled conditions. *Agric. For. Meteorol.* 43, 241 - 249.
- Willmott, C.J., 1982.** Some comments on the evaluation of model performance. *Bulletin of the American Meteorological Societ.* 63, 1309 - 1313.
- Zachos, D.G., 1959.** Research on the biology and the epidemiology of mildew on vine in Greece. Based on forecasts and warnings. *Ann. Inst. Phytopathol. Benaki.* 2, 193 - 355.

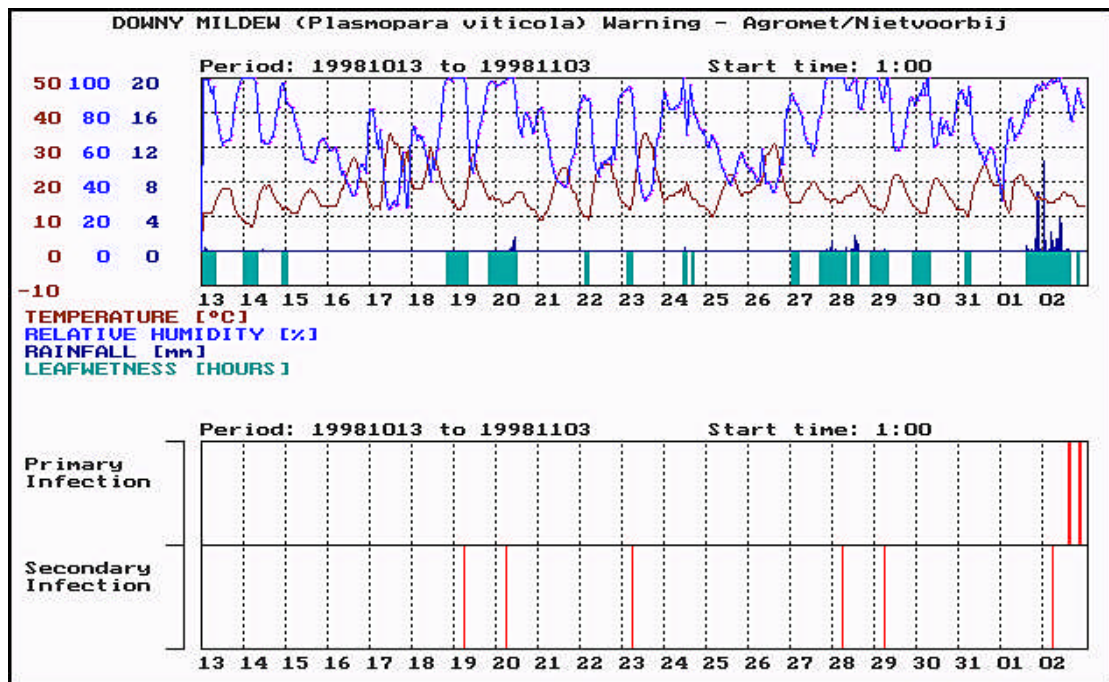


## INDEKS TOT AANHANGSEL A

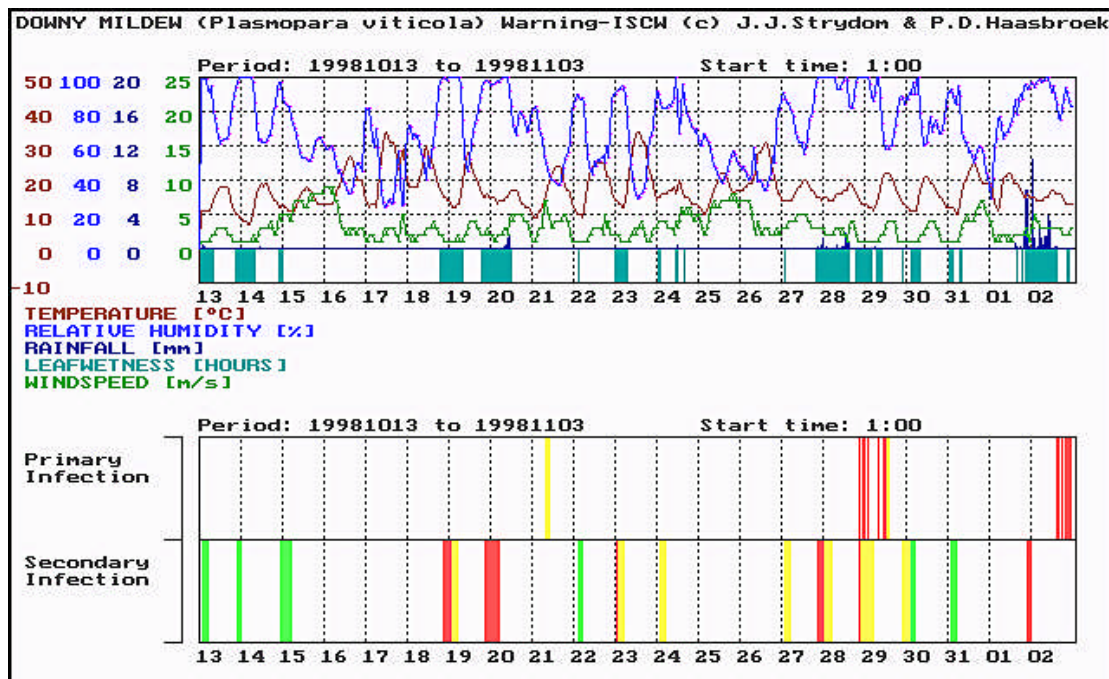
<b>Outomatiese Weerstasies</b>	<b>Tipe Model</b>	<b>Tydperk van voorspelling</b>	<b>Figuur nommer</b>	<b>Bladsy nommer</b>
Nietvoorbij	Metos-2	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.1	184
Nietvoorbij	DSVW	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.2	184
Nietvoorbij	Metos-2	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.3	185
Nietvoorbij	DSVW	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.4	185
Nietvoorbij	Metos-2	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.5	186
Nietvoorbij	DSVW	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.6	186
Nietvoorbij	Metos-2	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.7	187
Nietvoorbij	DSVW	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.8	187
Nietvoorbij	Metos-2	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.9	188
Nietvoorbij	DSVW	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.10	188
Alto	Metos-2	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.11	189
Alto	DSVW	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.12	189
Alto	Metos-2	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.13	190
Alto	DSVW	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.14	190
Alto	Metos-2	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.15	191
Alto	DSVW	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.16	191
Alto	Metos-2	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.17	192
Alto	DSVW	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.18	192
Alto	Metos-2	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.19	193
Alto	DSVW	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.20	193
Mooigeleë	Metos-2	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.21	194
Mooigeleë	DSVW	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.22	194
Mooigeleë	Metos-2	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.23	195
Mooigeleë	DSVW	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.24	195
Mooigeleë	Metos-2	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.25	196
Mooigeleë	DSVW	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.26	196
Mooigeleë	Metos-2	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.27	197
Mooigeleë	DSVW	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.28	197
Mooigeleë	Metos-2	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.29	198
Mooigeleë	DSVW	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.30	198
Otterkuil	Metos-2	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.31	199
Otterkuil	DSVW	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.32	199
Otterkuil	Metos-2	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.33	200
Otterkuil	DSVW	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.34	200
Otterkuil	Metos-2	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.35	201
Otterkuil	DSVW	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.36	201
Otterkuil	Metos-2	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.37	202
Otterkuil	DSVW	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.38	202
Otterkuil	Metos-2	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.39	203
Otterkuil	DSVW	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.40	203

<b>Outomatiese Weerstasies</b>	<b>Tipe Model</b>	<b>Tydperk van voorspelling</b>	<b>Figuur nommer</b>	<b>Bladsy nommer</b>
Vinkrivier	Metos-2	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.41	204
Vinkrivier	DSVW	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.42	204
Vinkrivier	Metos-2	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.43	205
Vinkrivier	DSVW	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.44	205
Vinkrivier	Metos-2	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.45	206
Vinkrivier	DSVW	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.46	206
Vinkrivier	Metos-2	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.47	207
Vinkrivier	DSVW	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.48	207
Vinkrivier	Metos-2	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.49	208
Vinkrivier	DSVW	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.50	208
Zandvliet	Metos-2	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.51	209
Zandvliet	DSVW	13 Okt. '98 - 2 Nov. '98	A.52	209
Zandvliet	Metos-2	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.53	210
Zandvliet	DSVW	9 Sept. '99 - 29 Sept. '99	A.54	210
Zandvliet	Metos-2	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.55	211
Zandvliet	DSVW	6 Sept. '00 - 26 Sept. '00	A.56	211
Zandvliet	Metos-2	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.57	212
Zandvliet	DSVW	12 Sept. '01 - 2 Okt. '01	A.58	212
Zandvliet	Metos-2	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.59	213
Zandvliet	DSVW	1 Okt. '02 - 21 Okt. '02	A.60	213
Nietvoorbij	Metos-2	1 Nov. '02 - 21 Nov. '02	A.61	214
Nietvoorbij	DSVW	1 Nov. '02 - 21 Nov. '02	A.62	214
Nietvoorbij	Metos-2	22 Nov. '02 - 12 Des. '02	A.63	215
Nietvoorbij	DSVW	22 Nov. '02 - 12 Des. '02	A.64	215
Nietvoorbij	Metos-2	13 Des. '02 - 2 Jan. '03	A.65	216
Nietvoorbij	DSVW	13 Des. '02 - 2 Jan. '03	A.66	216
Nietvoorbij	Metos-2	3 Jan. '03 - 23 Jan. '03	A.67	217
Nietvoorbij	DSVW	3 Jan. '03 - 23 Jan. '03	A.68	217
Nietvoorbij	Metos-2	24 Jan. '03 - 13 Feb. '03	A.69	218
Nietvoorbij	DSVW	24 Jan. '03 - 13 Feb. '03	A.70	218
Nietvoorbij	Metos-2	14 Feb. '03 - 28 Feb. '03	A.71	219
Nietvoorbij	DSVW	14 Feb. '03 - 28 Feb. '03	A.72	219

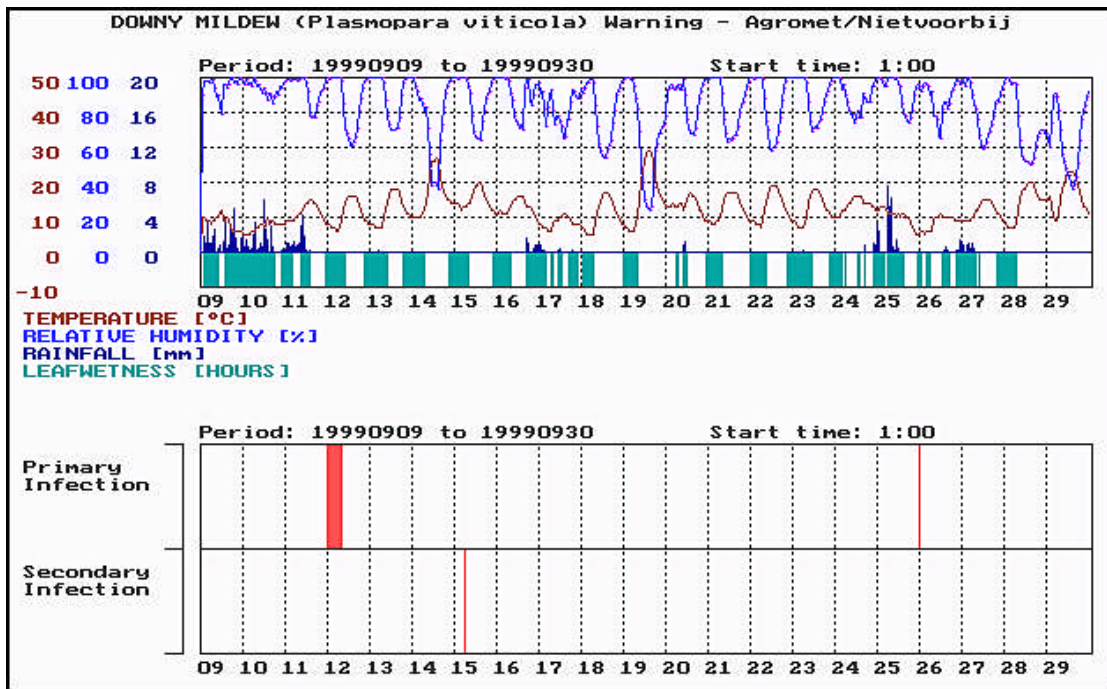
## AANHANGSEL A



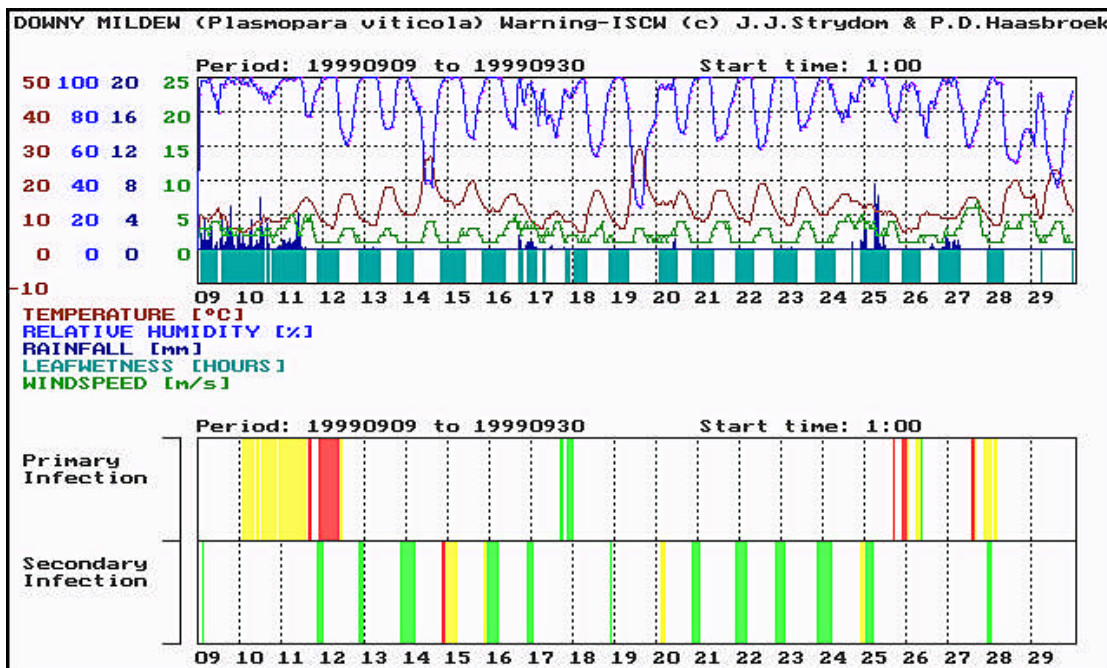
**Figuur A.1** Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



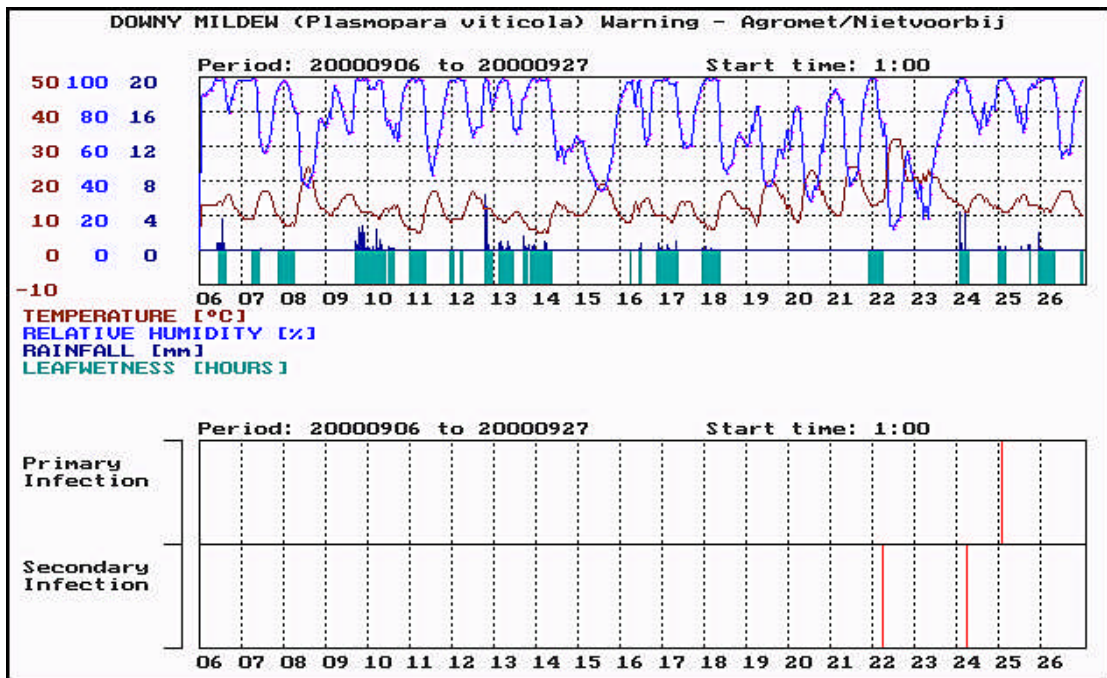
**Figuur A.2** Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



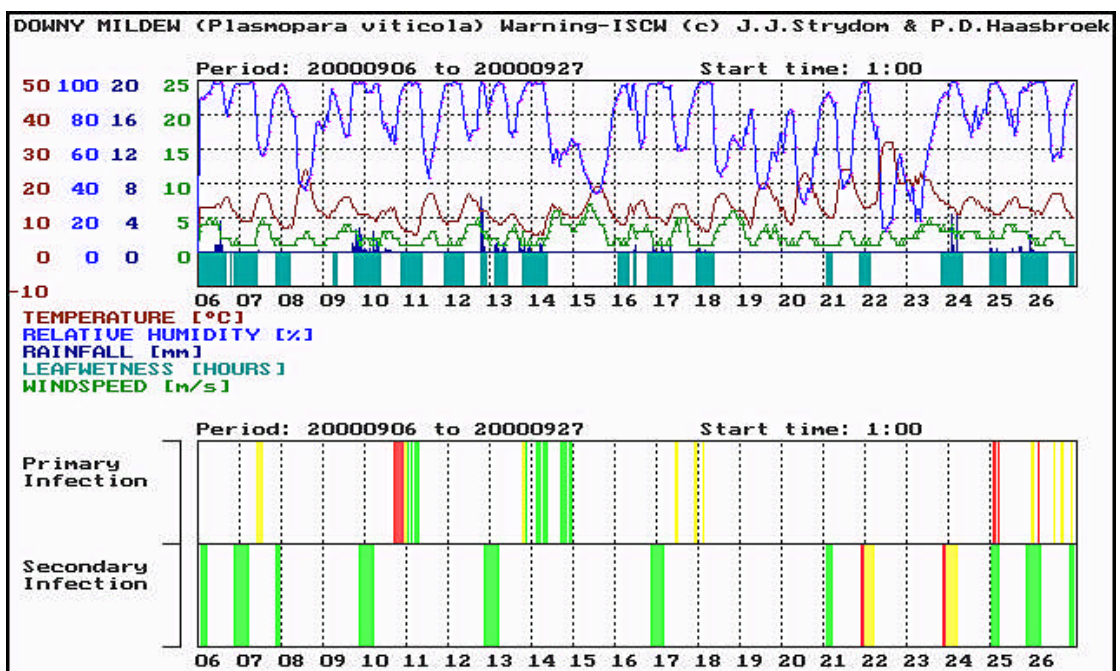
Figuur A.3 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



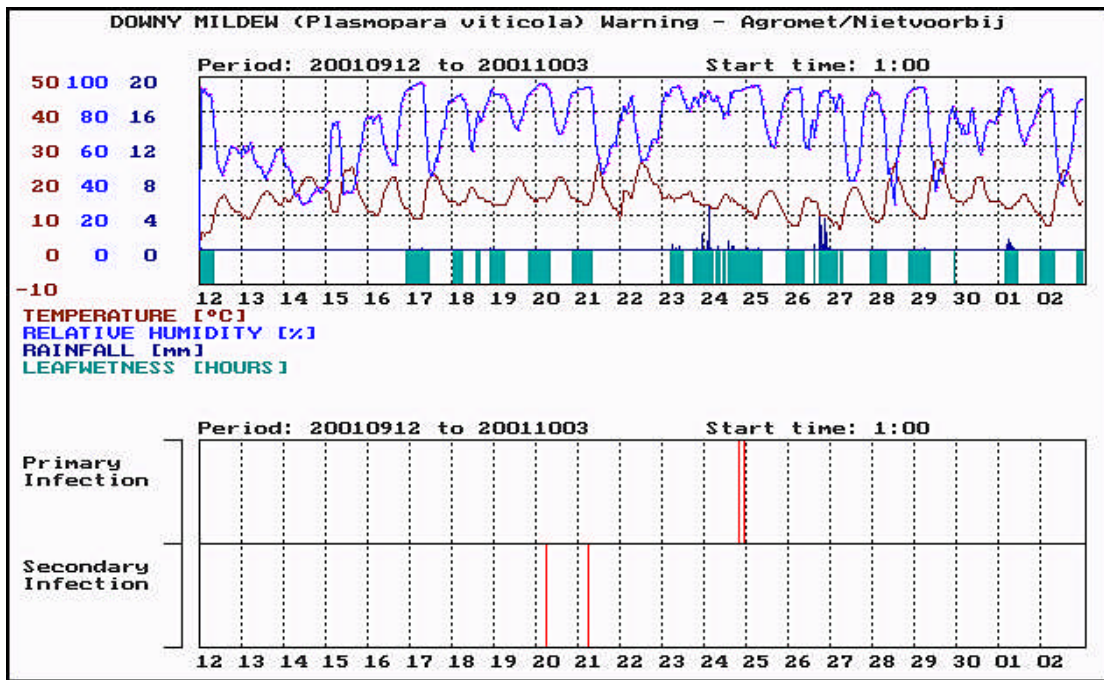
Figuur A.4 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



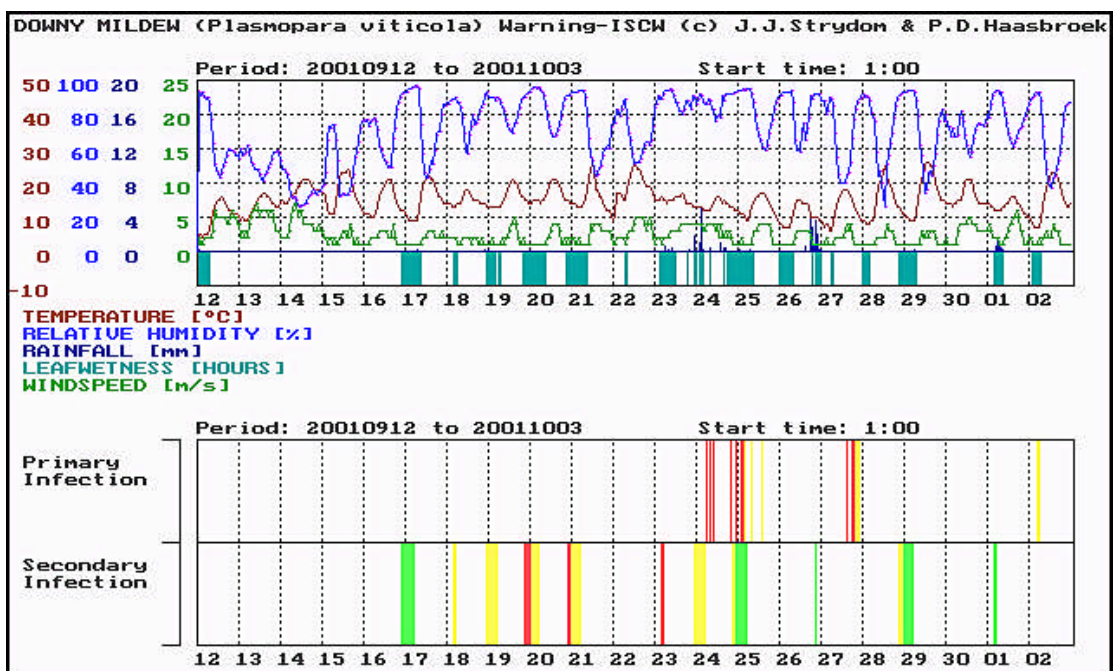
Figuur A.5 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



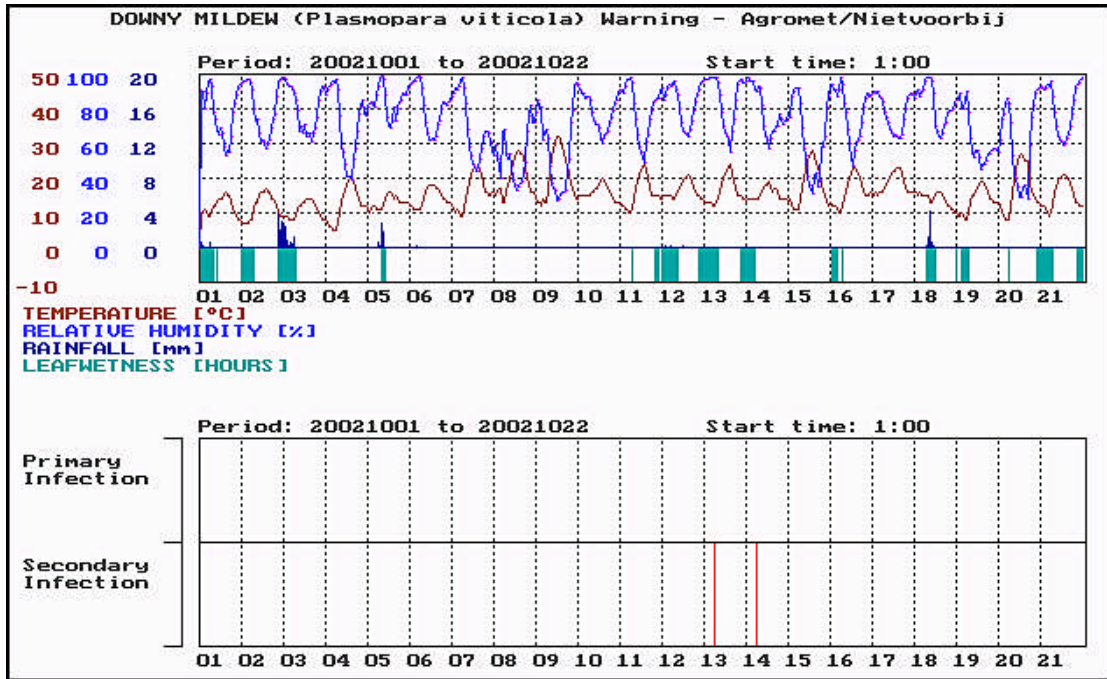
Figuur A.6 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



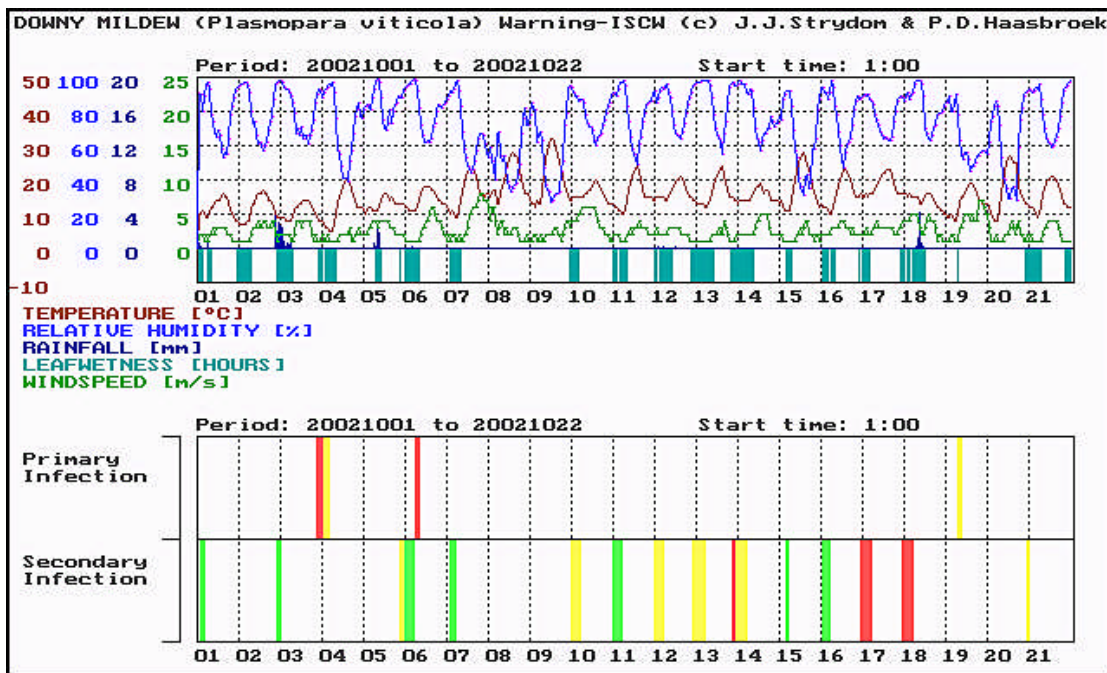
Figuur A.7 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



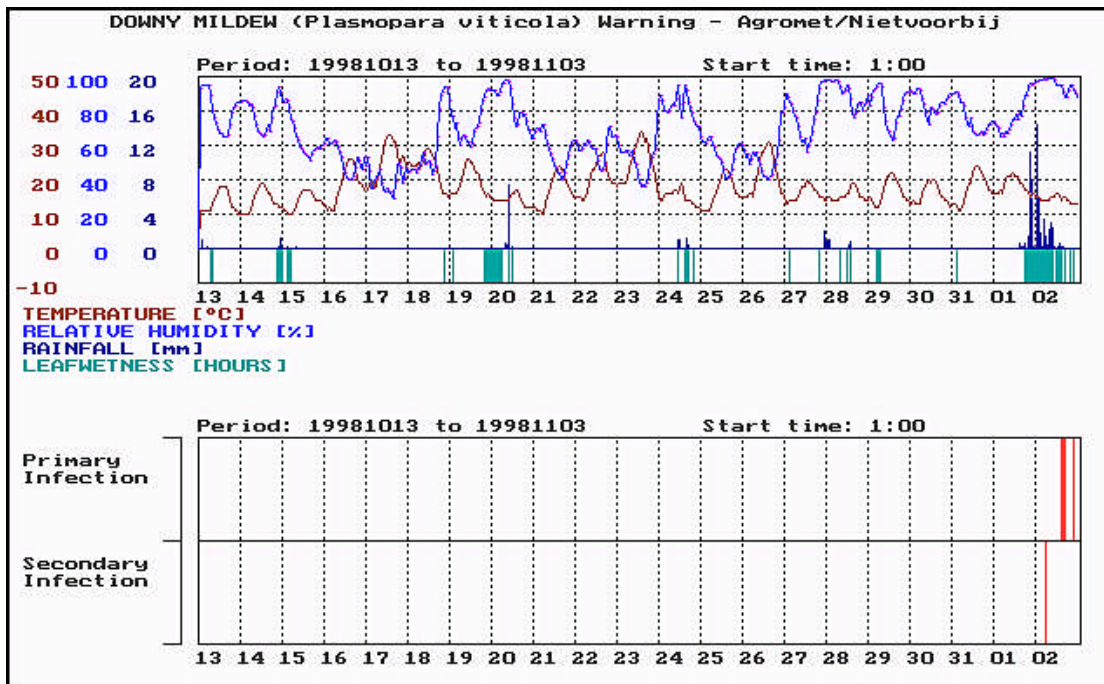
Figuur A.8 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



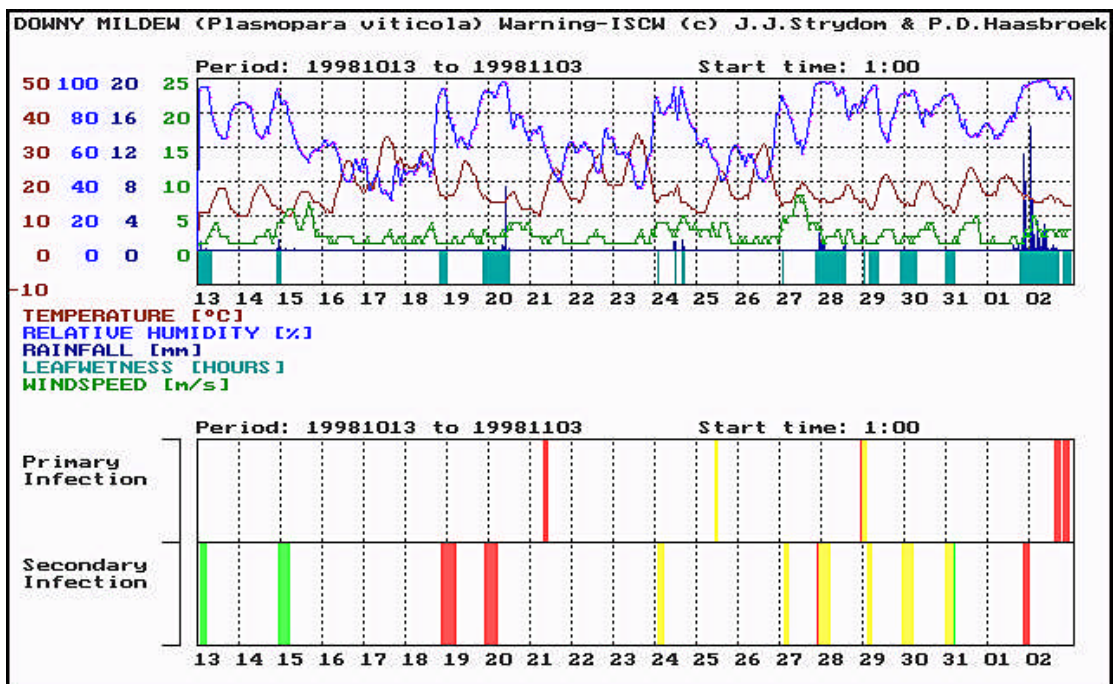
Figuur A.9 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



Figuur A.10 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.

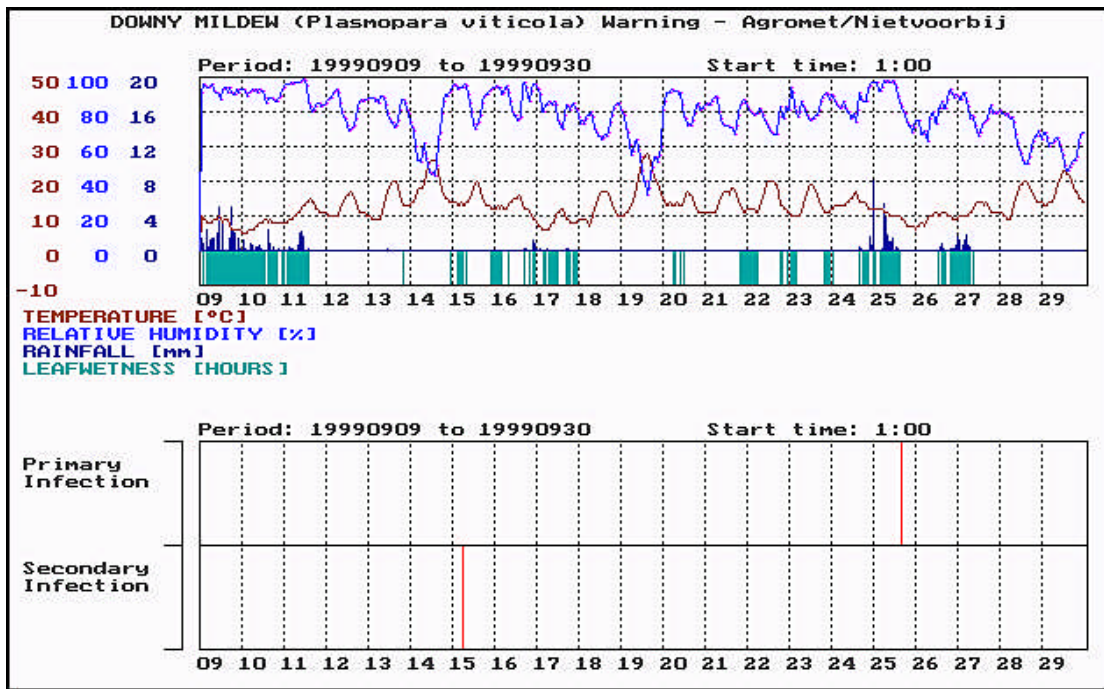


**Figuur A.11** Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.

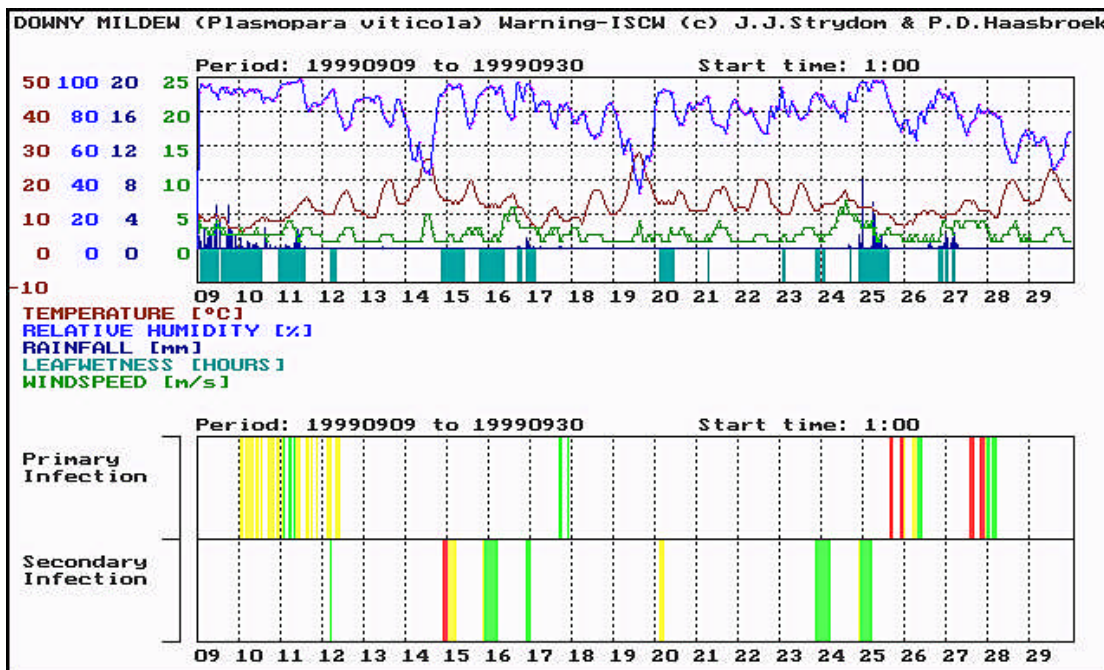


**Figuur A.12** Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.

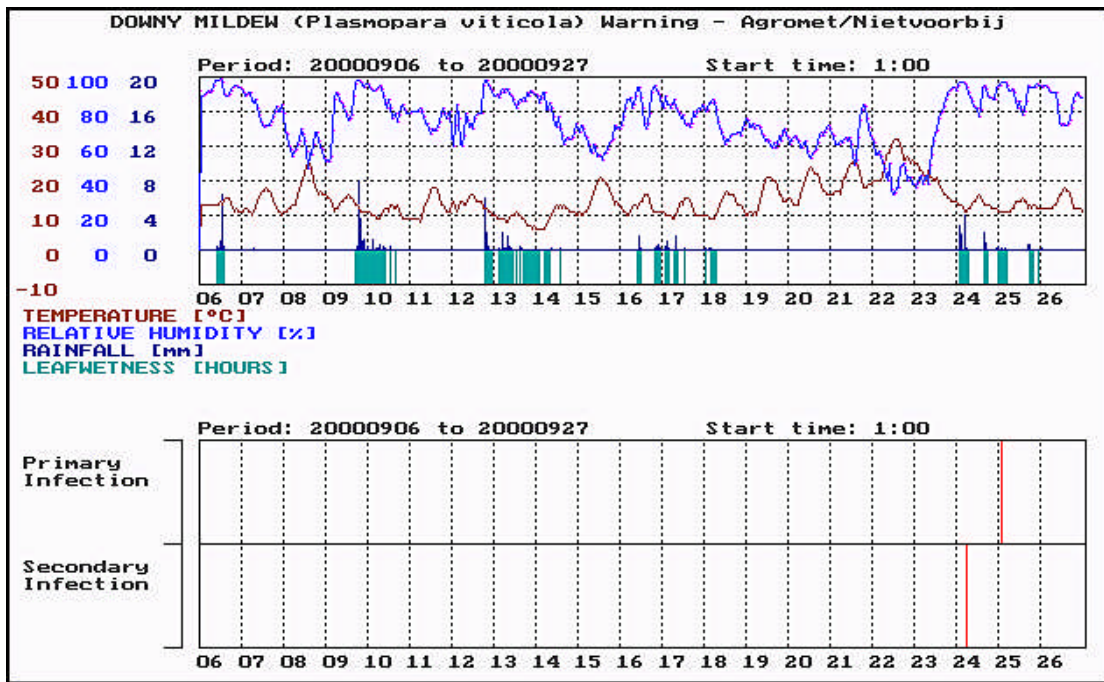




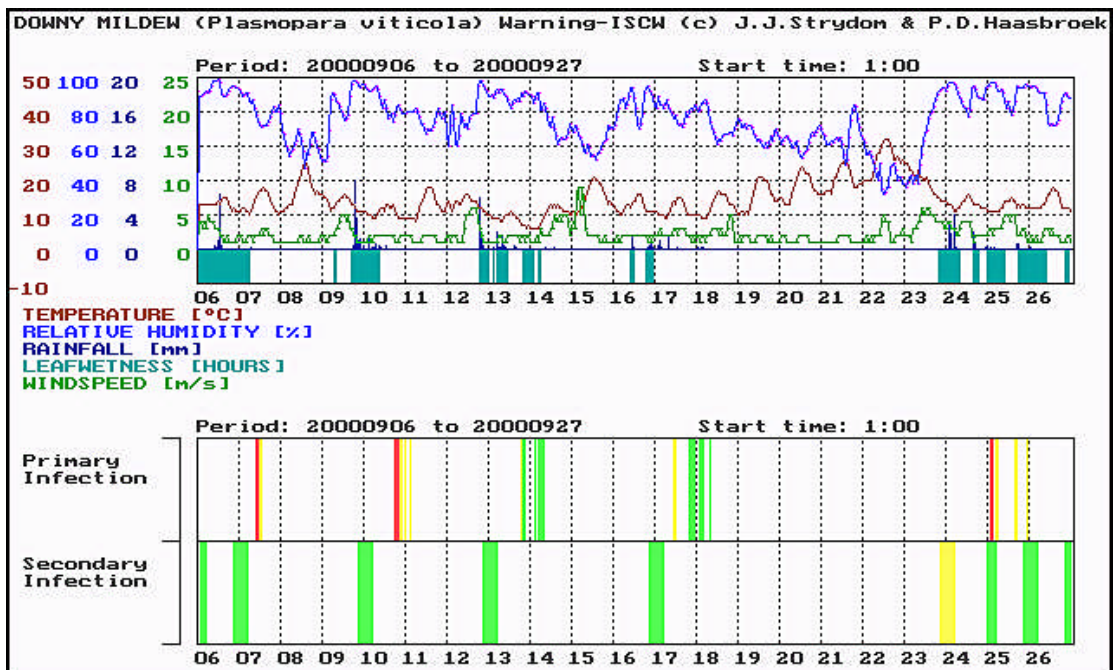
Figuur A.13 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



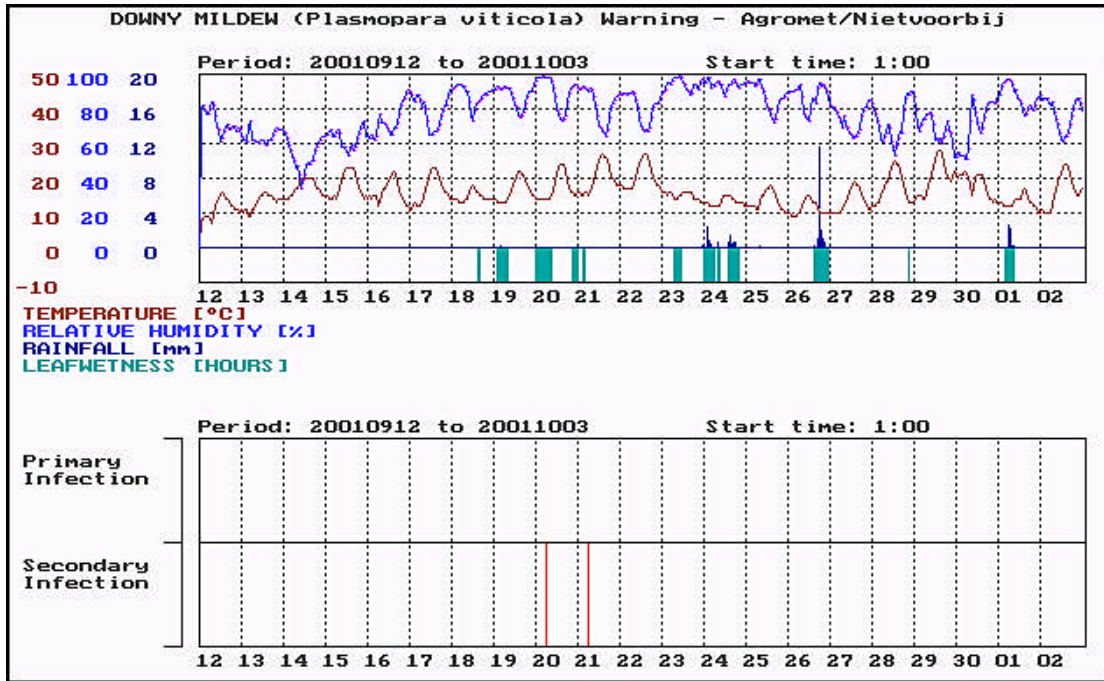
Figuur A.14 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



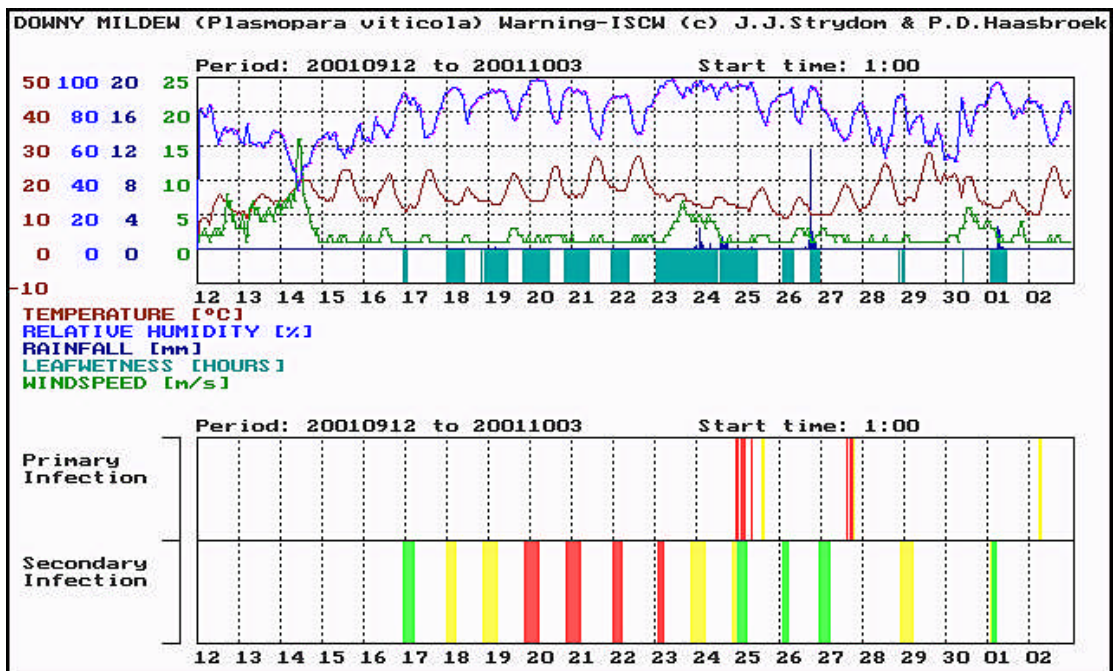
Figuur A.15 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



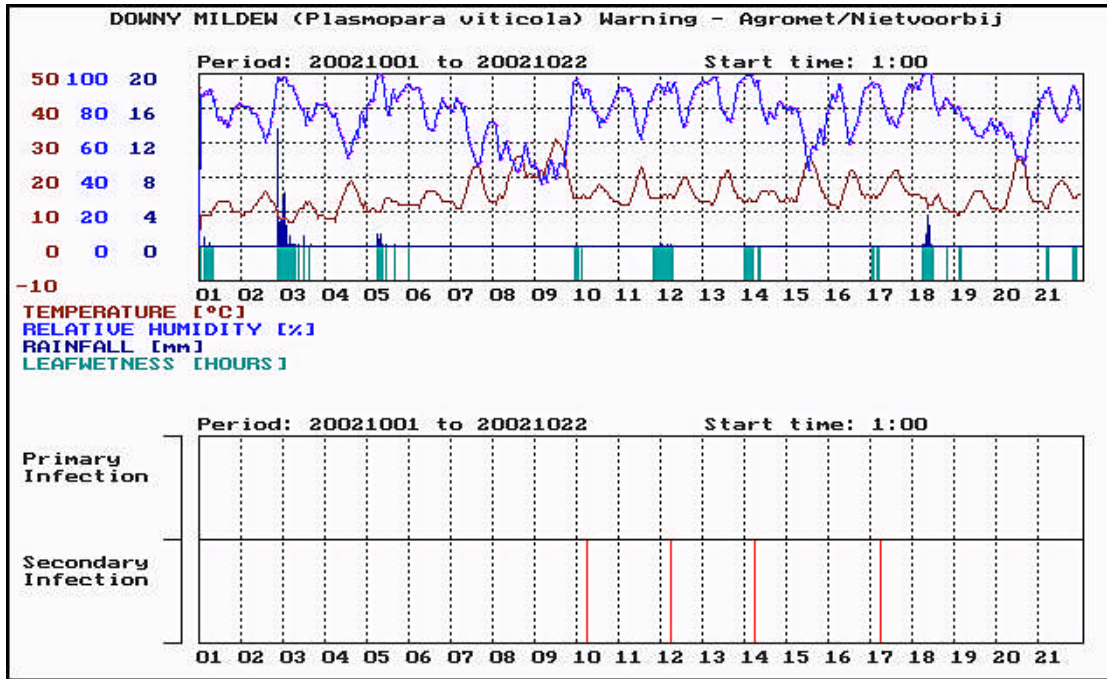
Figuur A.16 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



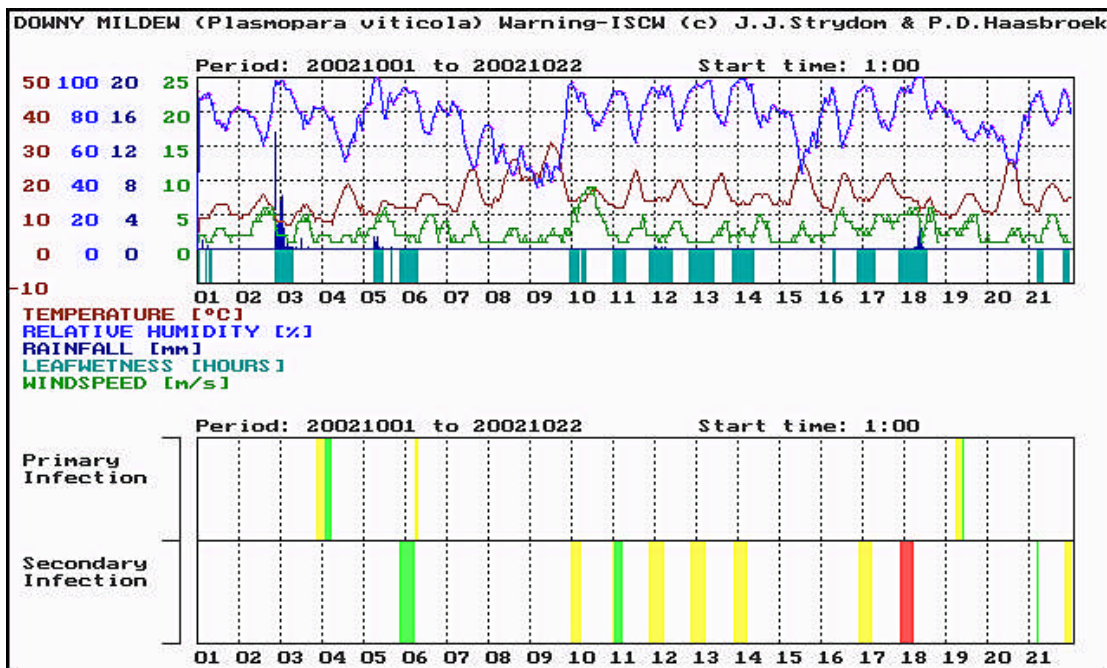
Figuur A.17 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



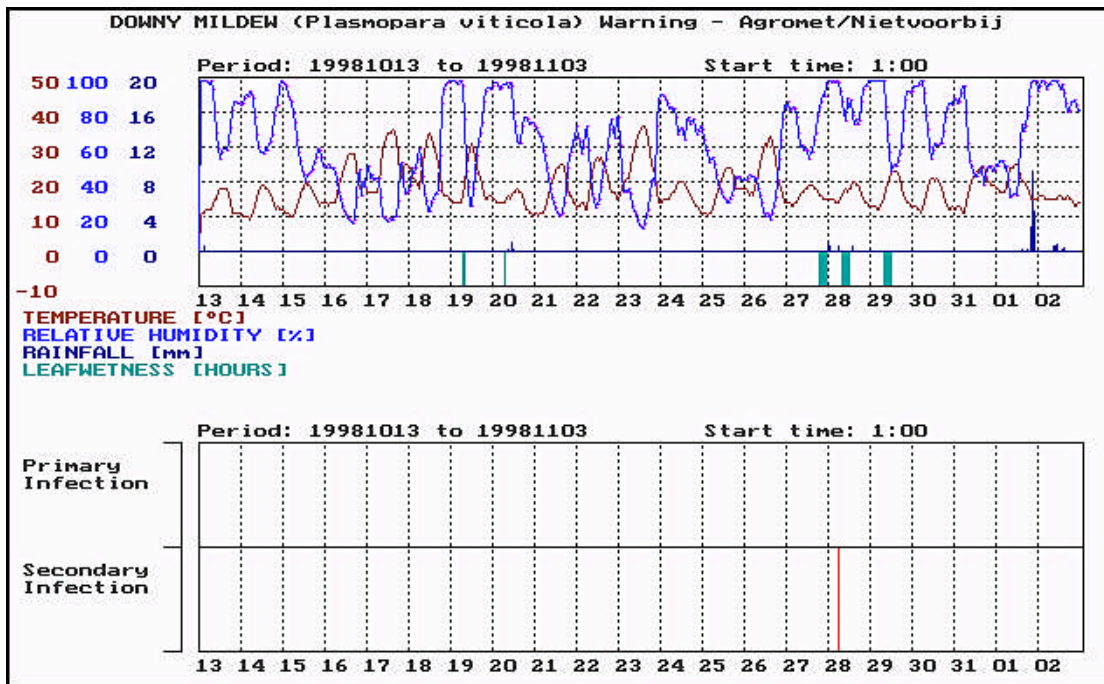
Figuur A.18 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



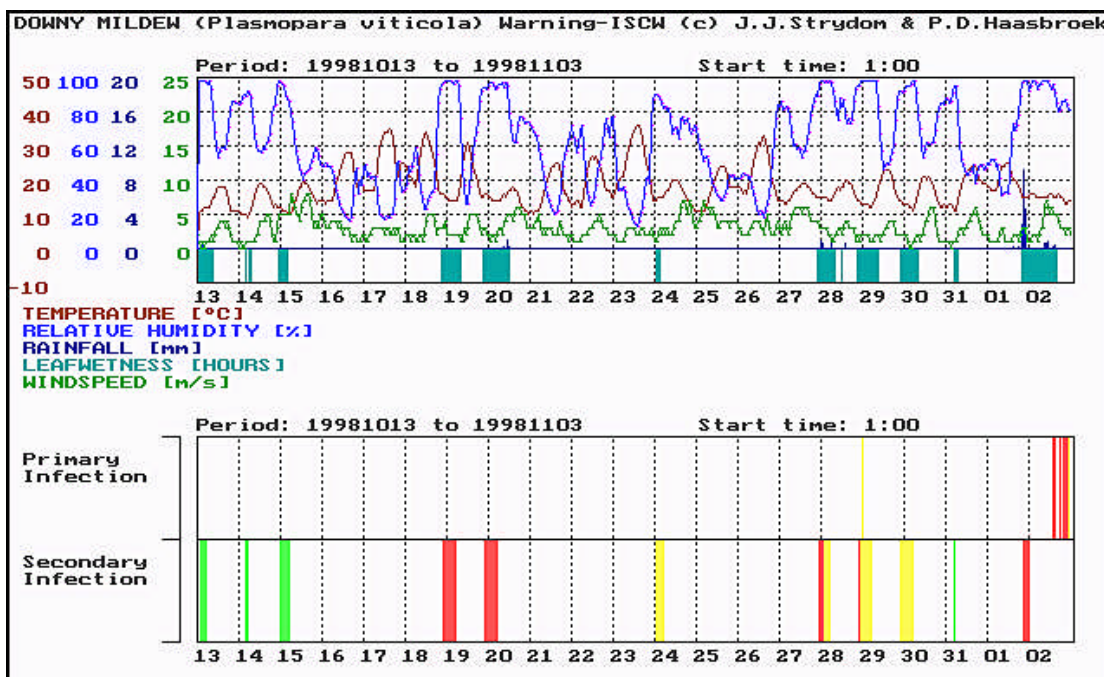
Figuur A.19 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



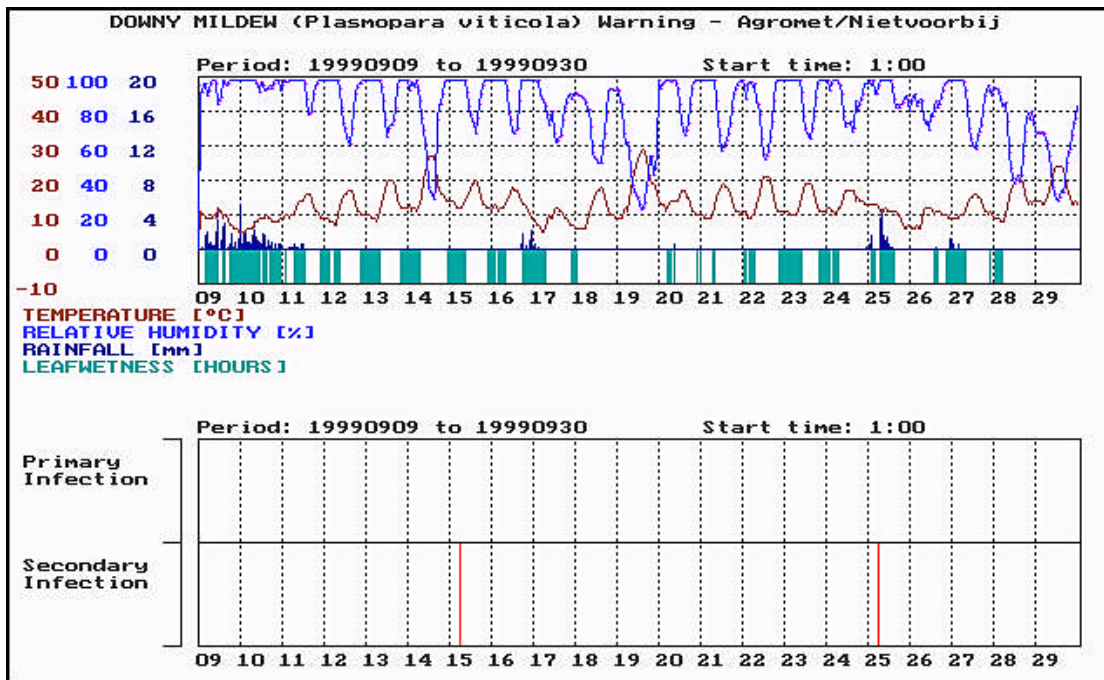
Figuur A.20 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Alto (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



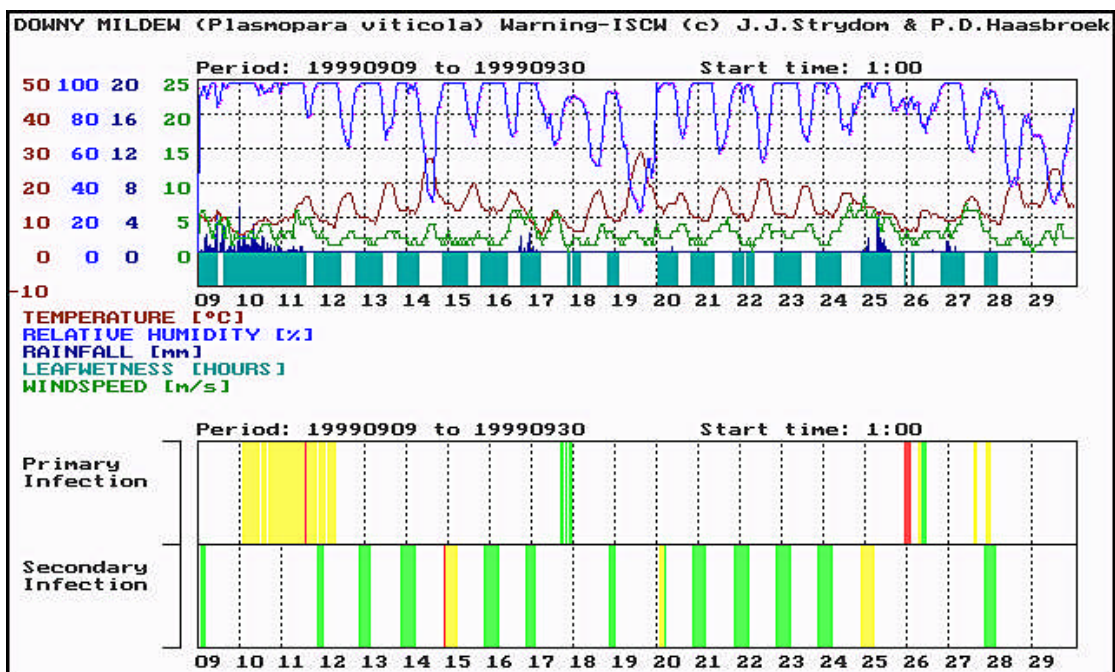
Figuur A.21 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



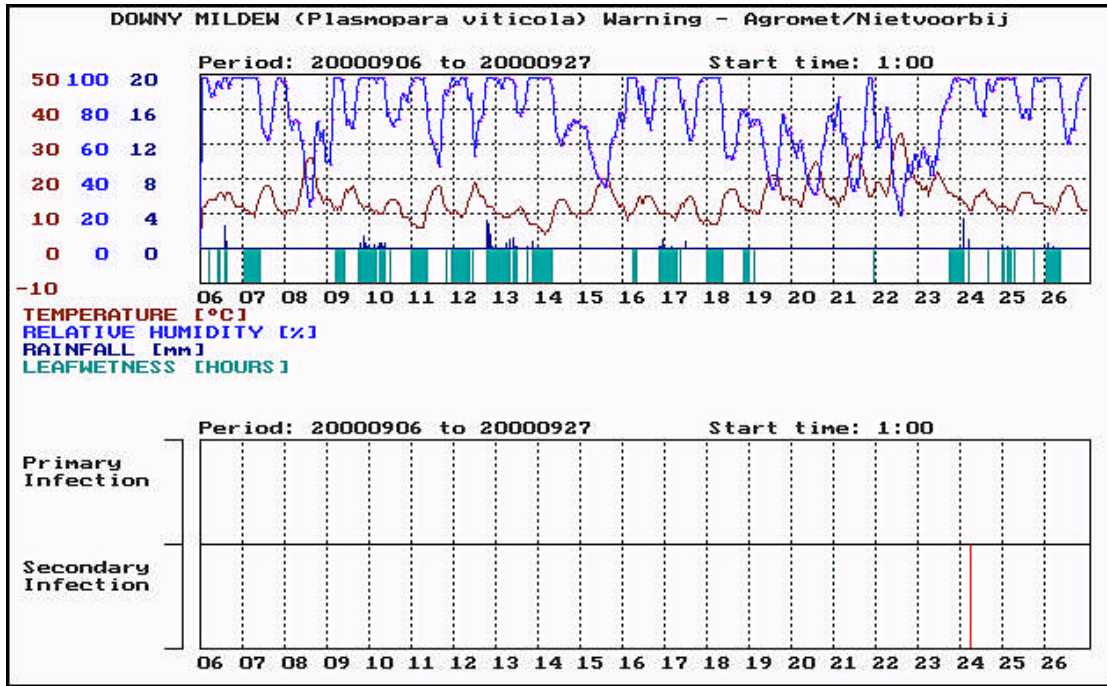
Figuur A.22 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



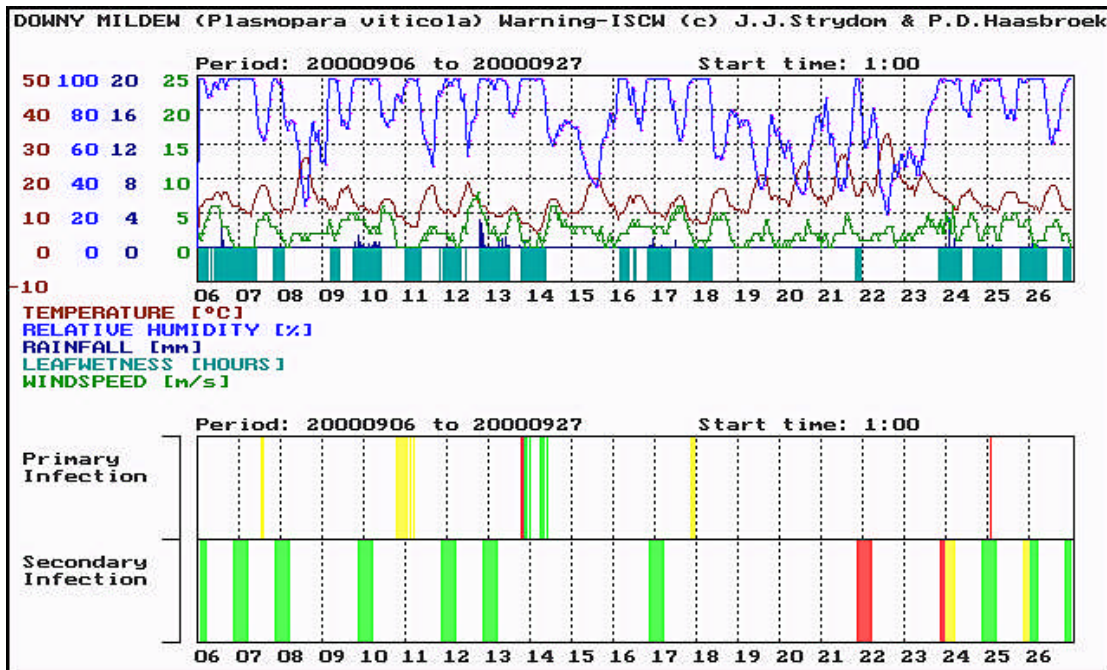
Figuur A.23 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



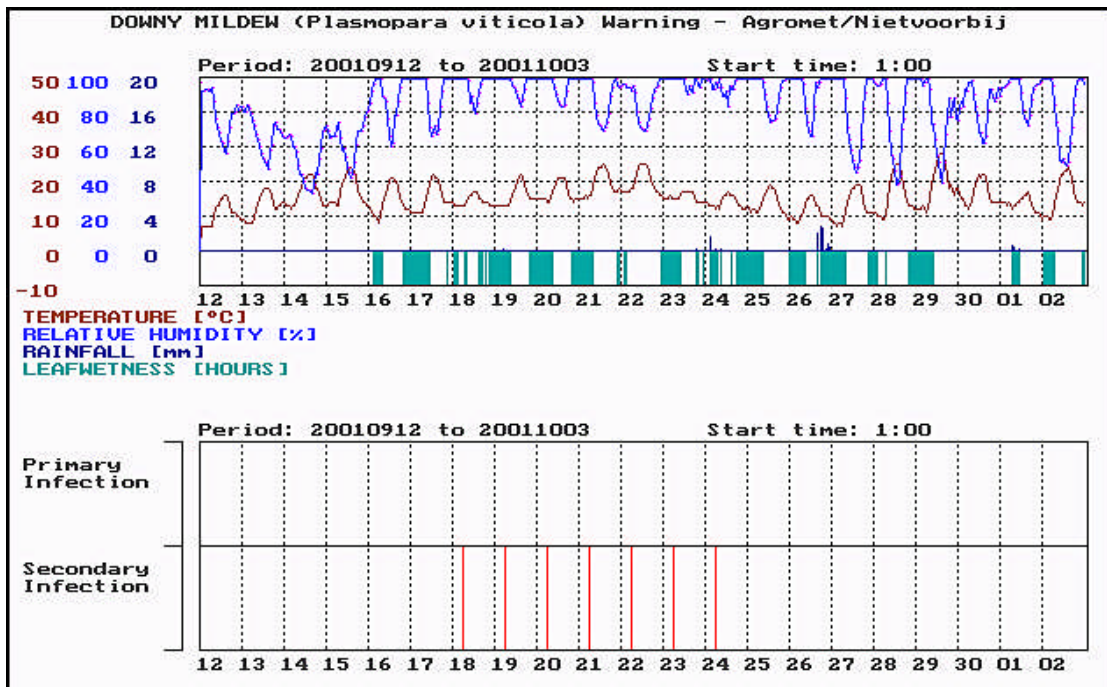
Figuur A.24 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



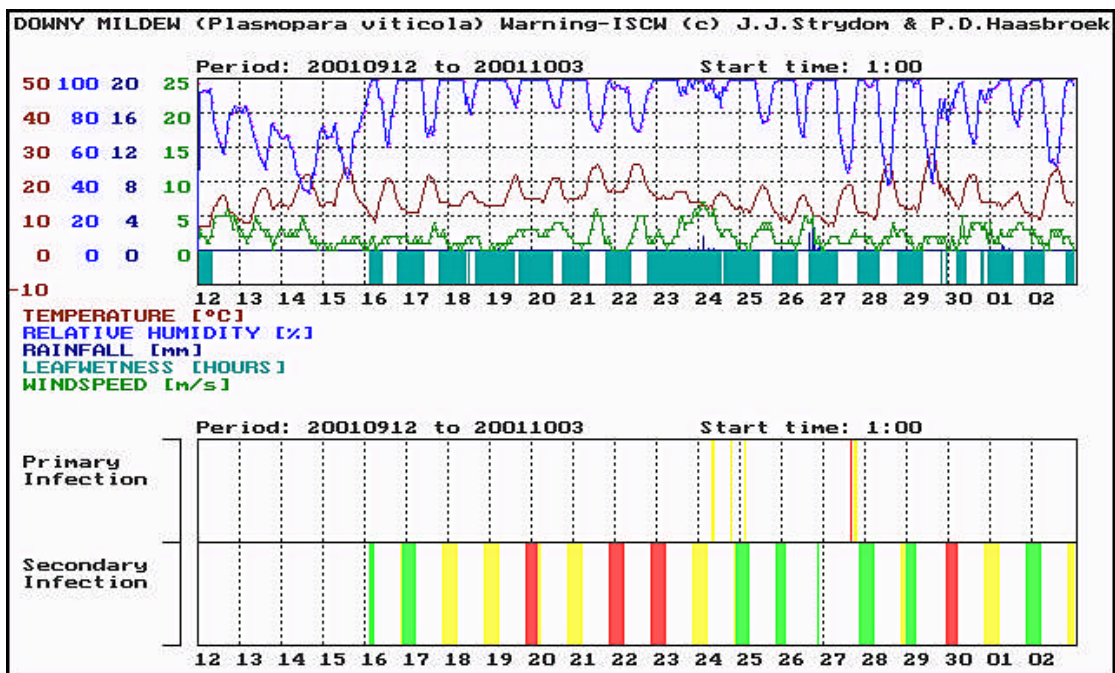
Figuur A.25 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



Figuur A.26 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.

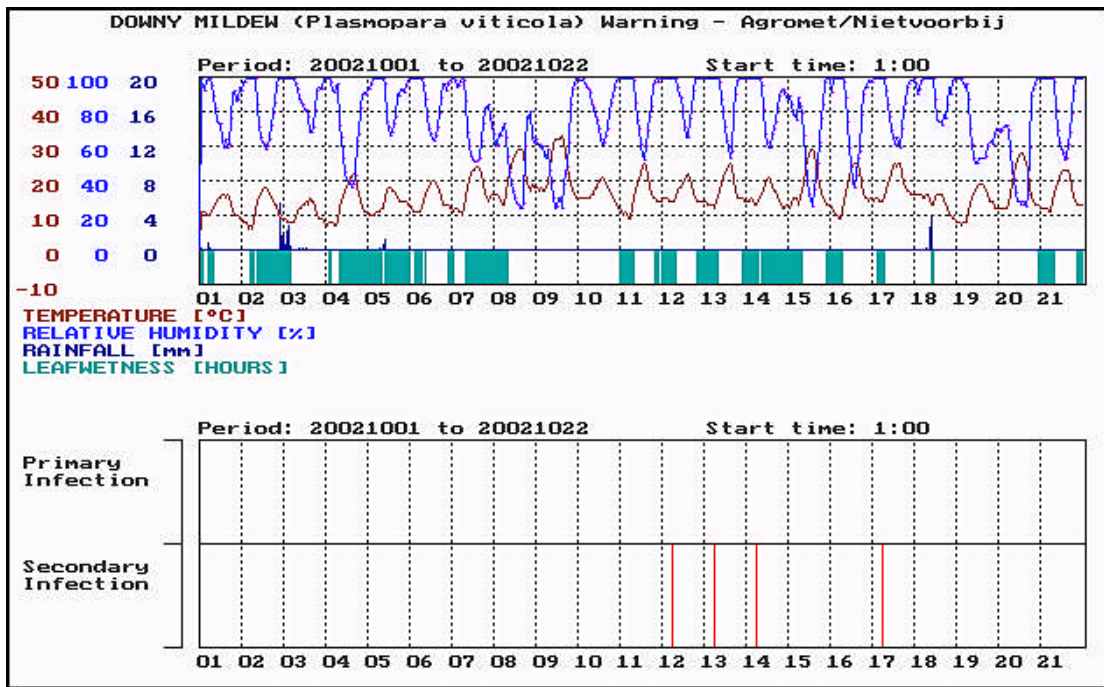


Figuur A.27 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.

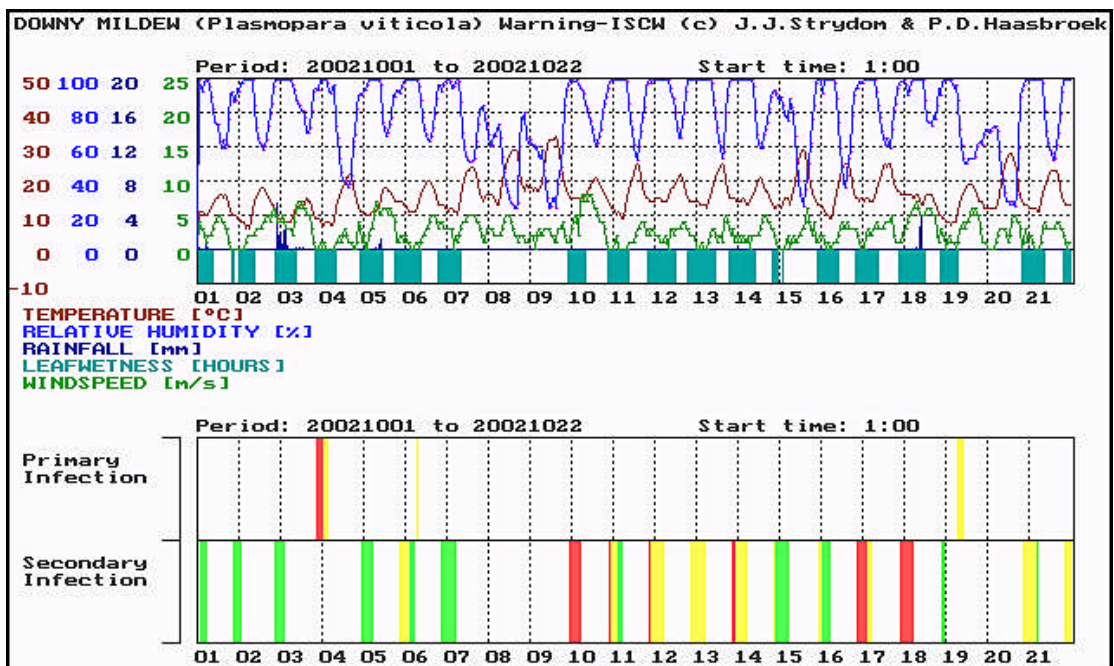


Figuur A.28 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.

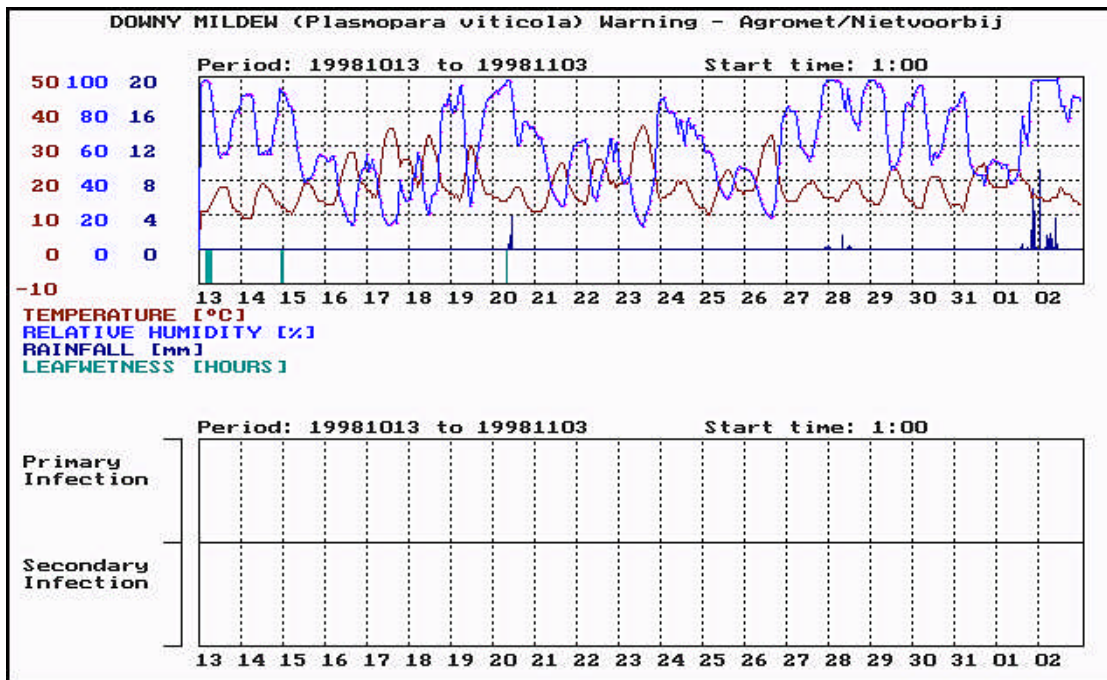




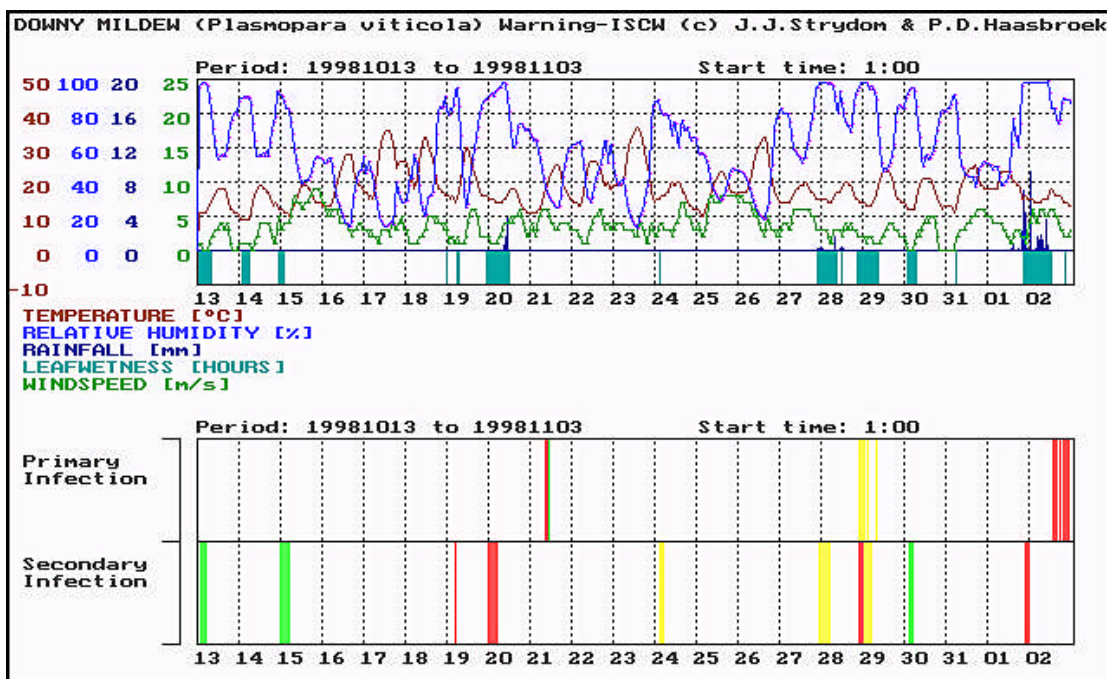
Figuur A.29 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



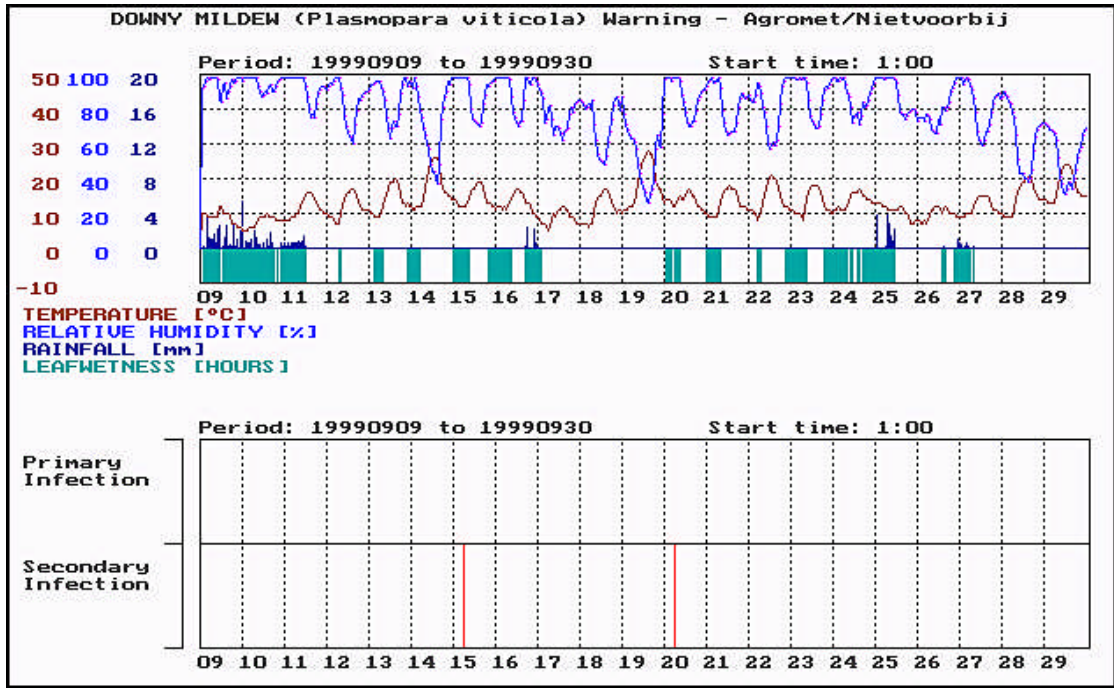
Figuur A.30 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Mooigeleë (Paarl omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



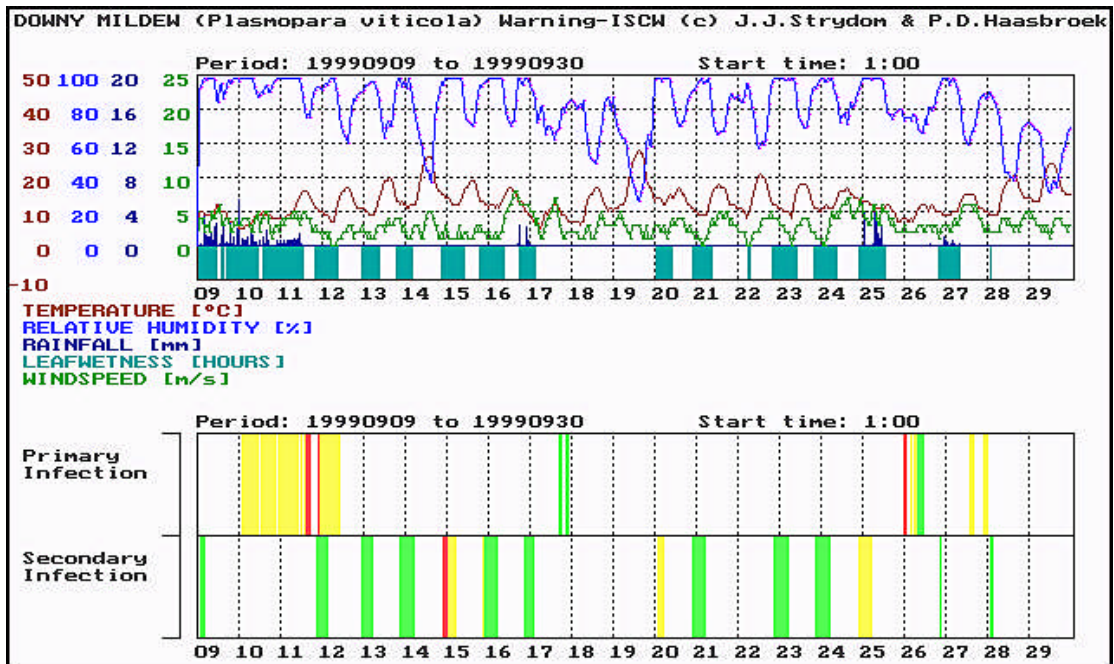
Figuur A.31 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



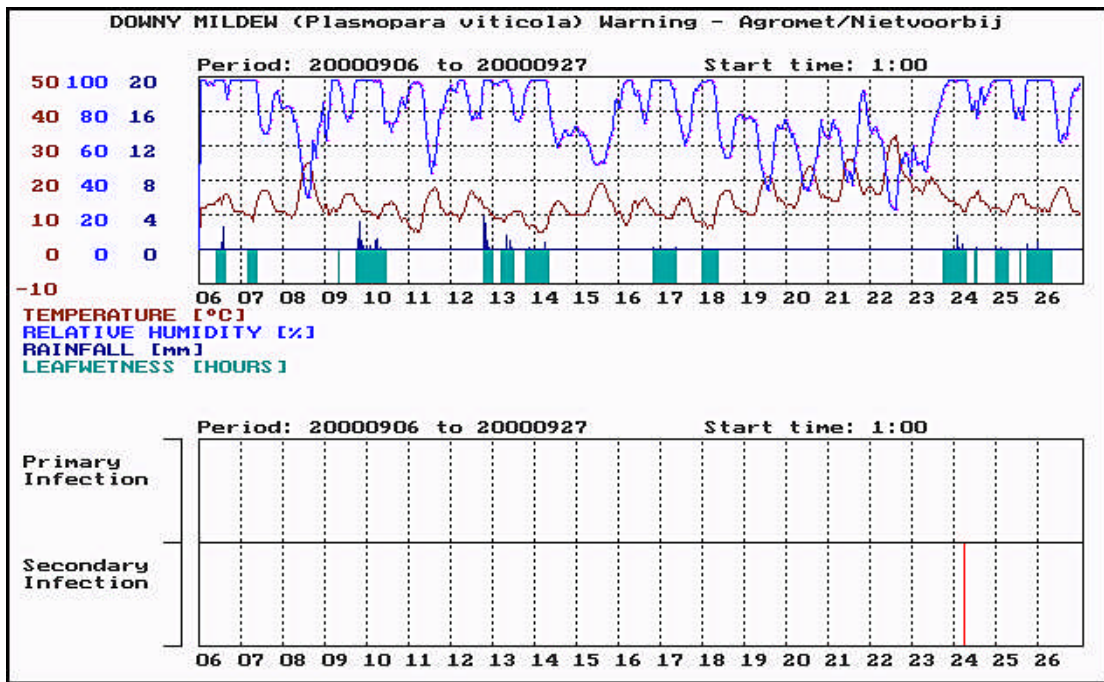
Figuur A.32 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



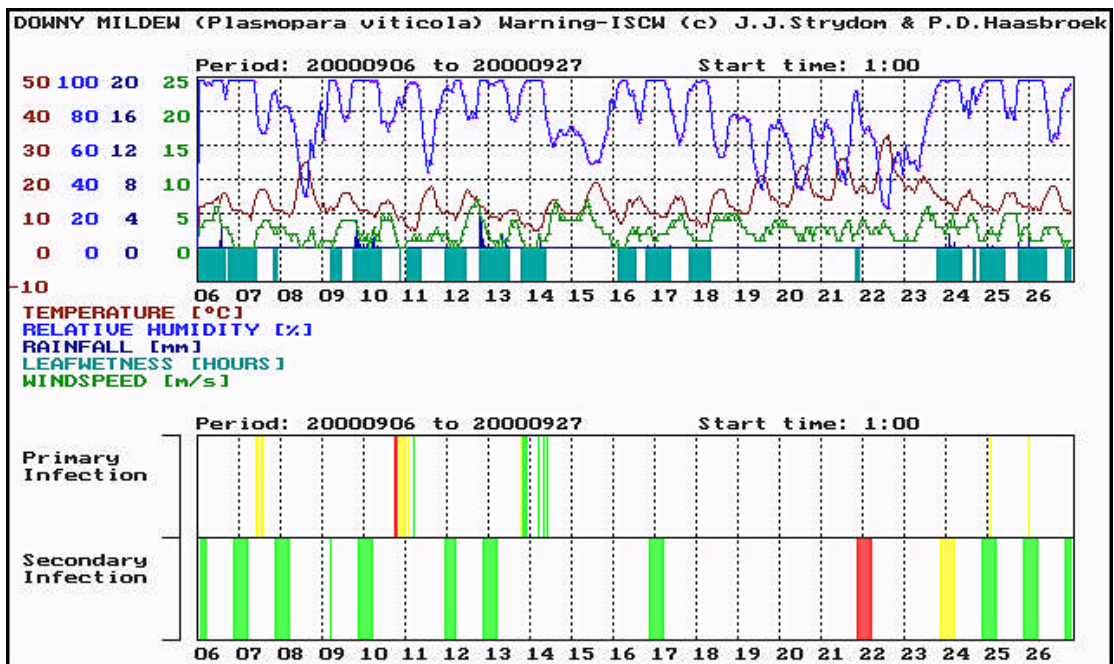
Figuur A.33 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



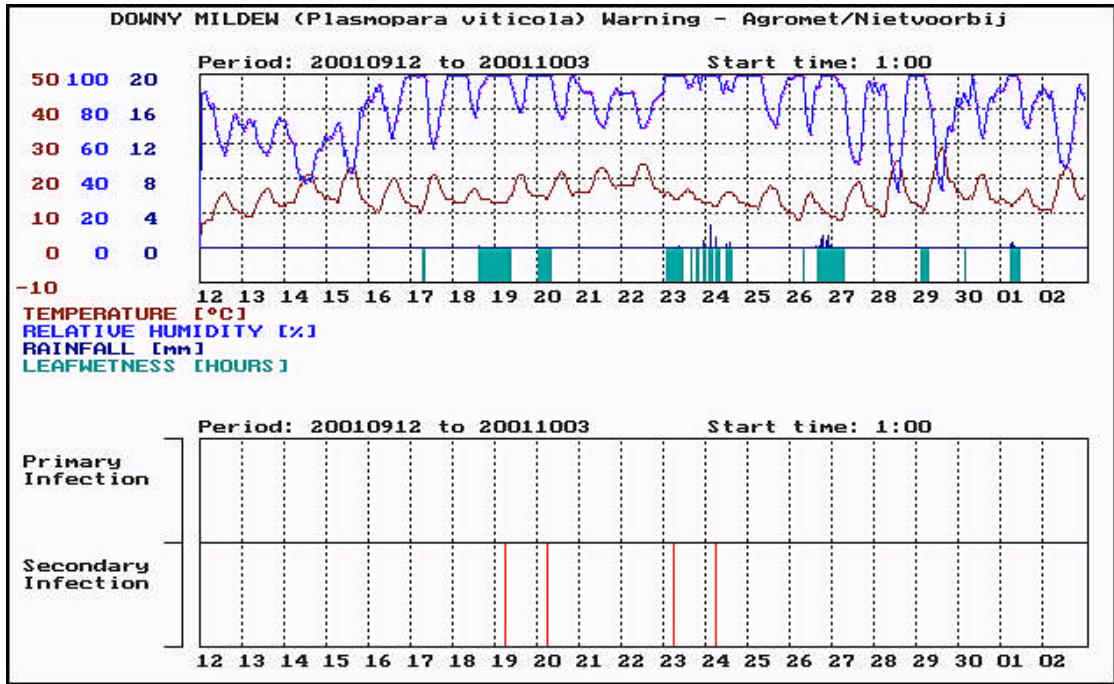
Figuur A.34 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



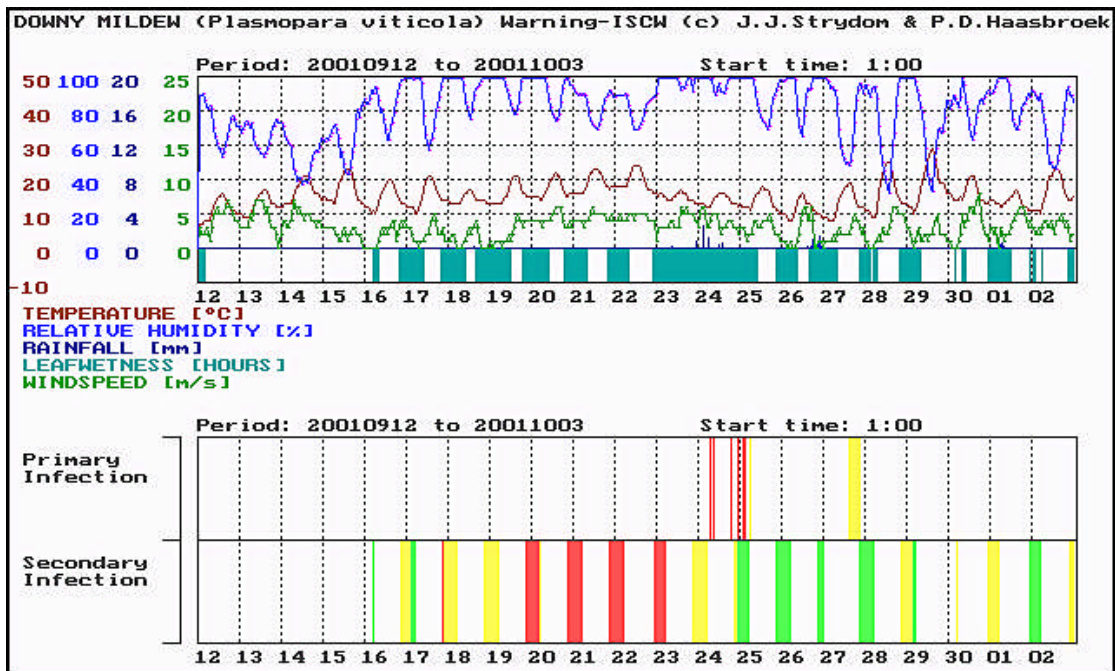
Figuur A.35 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



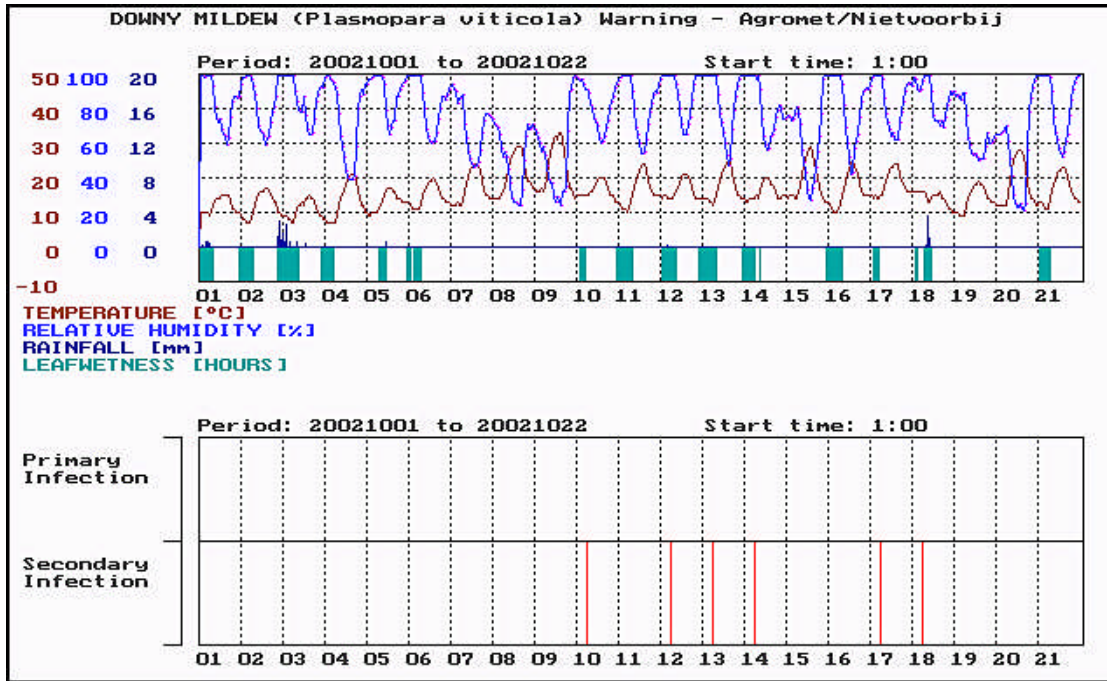
Figuur A.36 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



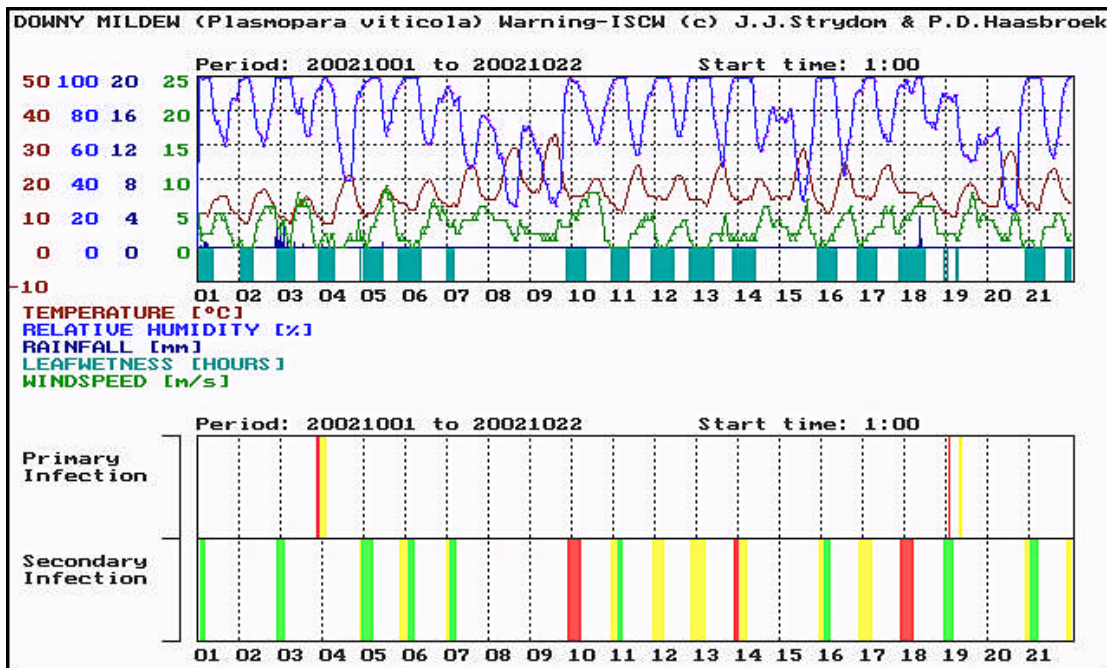
Figuur A.37 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



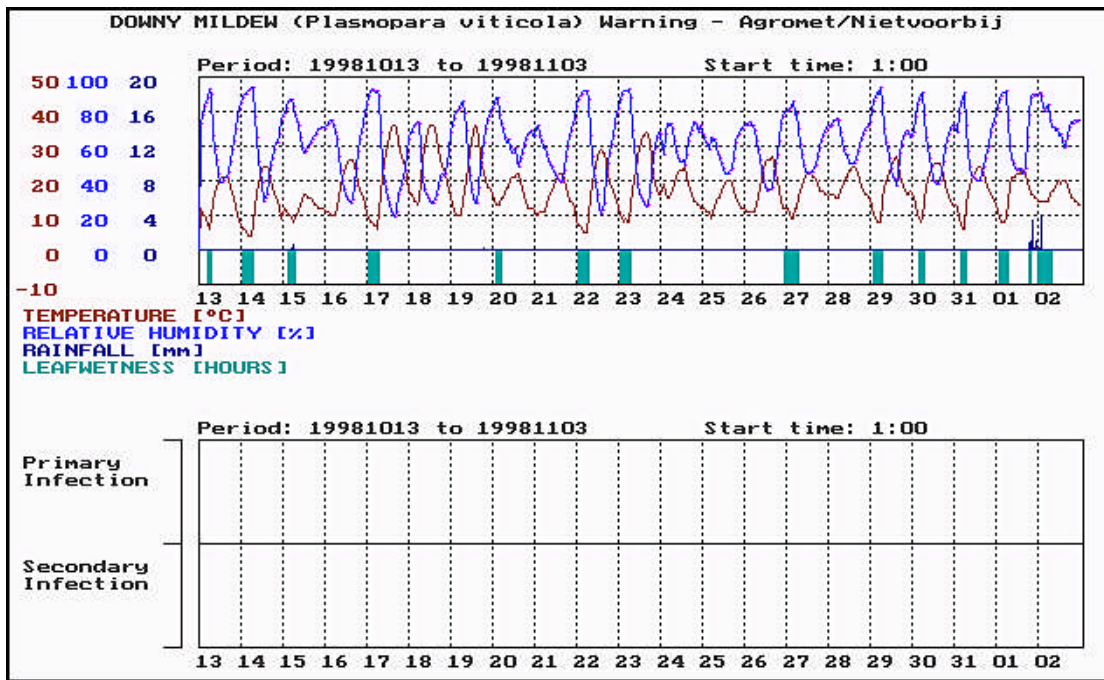
Figuur A.38 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



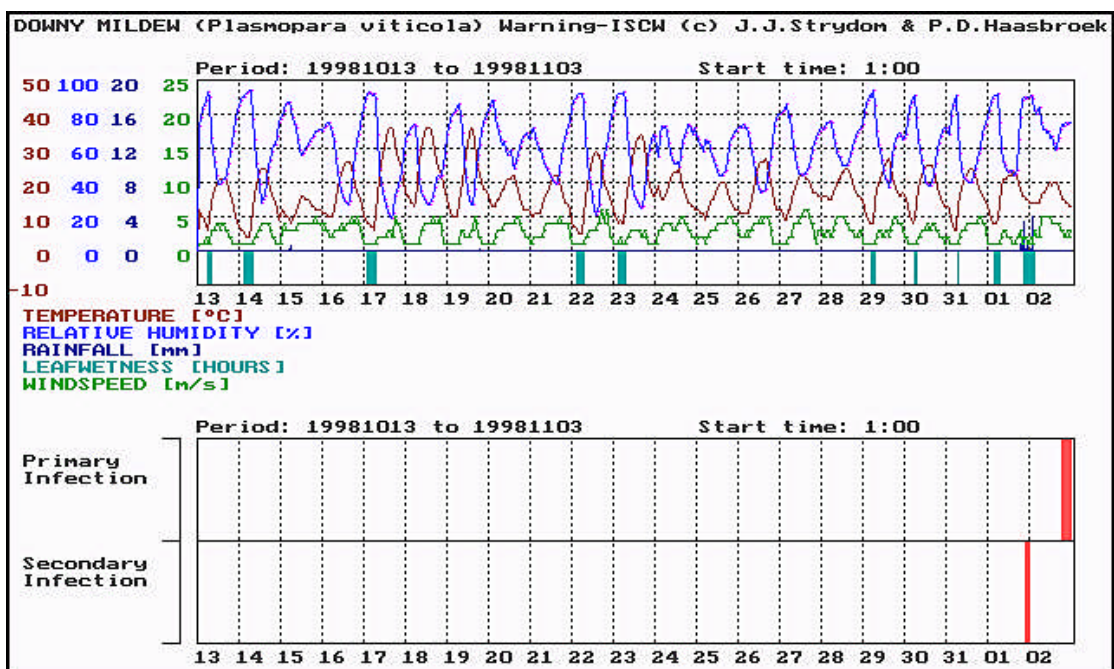
Figuur A.39 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



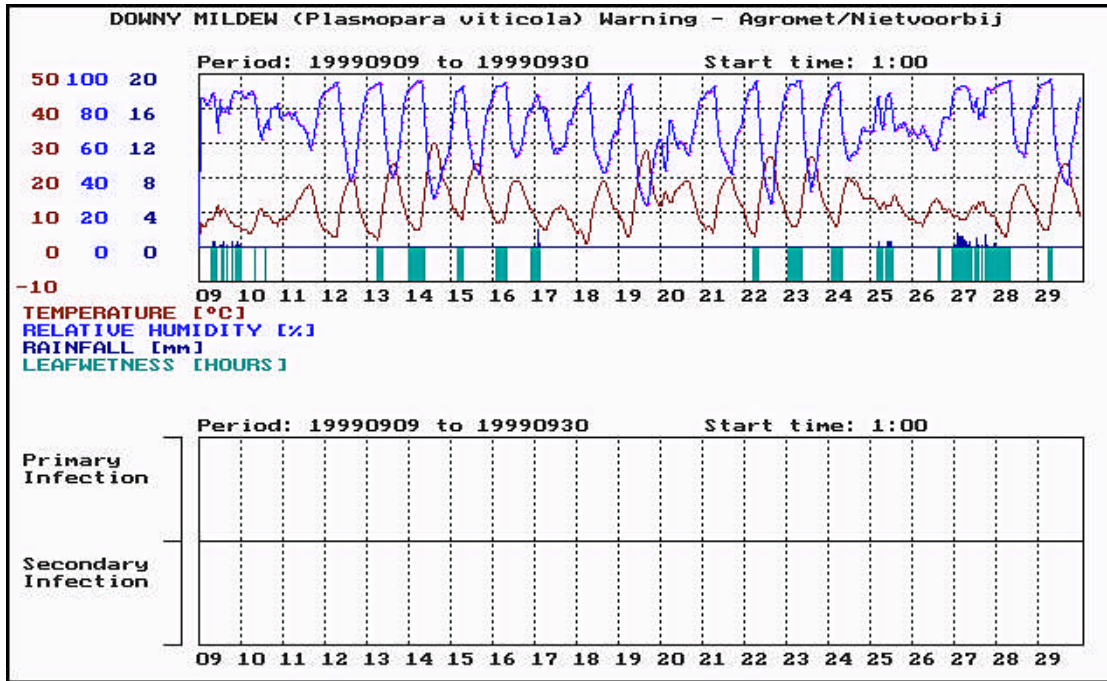
Figuur A.40 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Otterkuil (Paarl omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



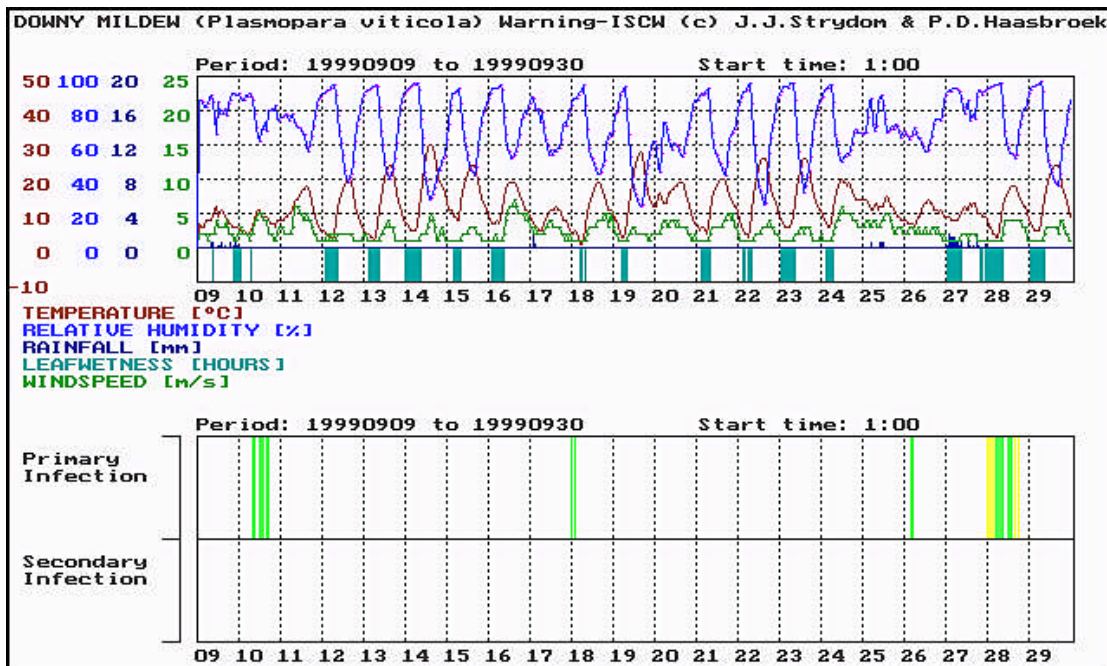
Figuur A.41 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



Figuur A.42 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.

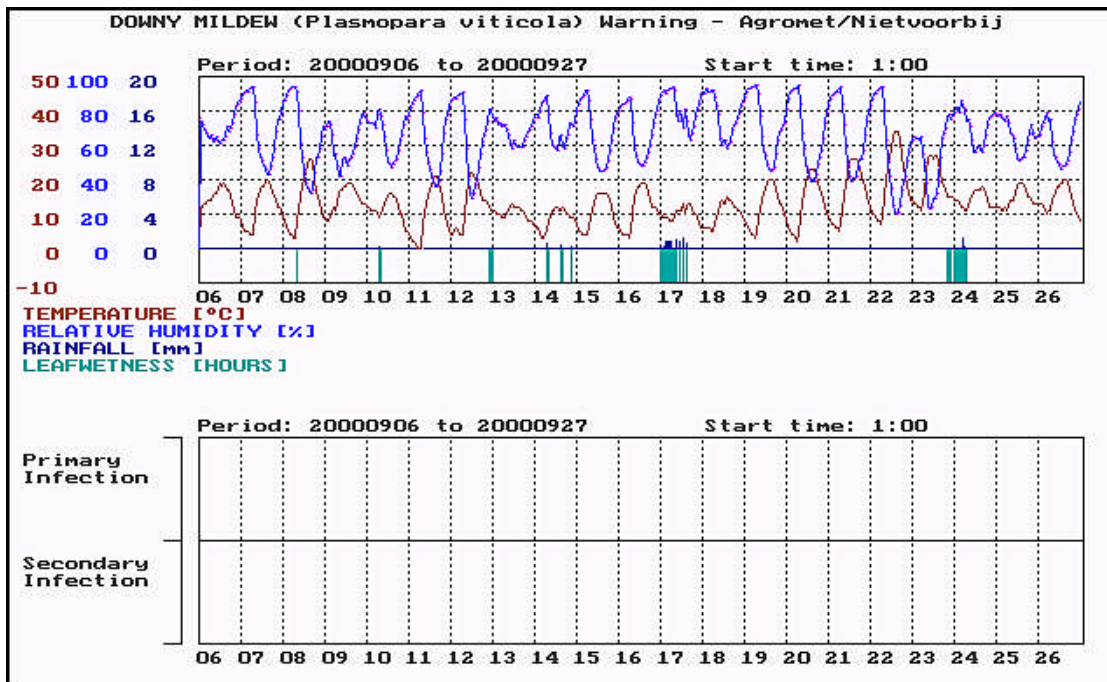


Figuur A.43 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.

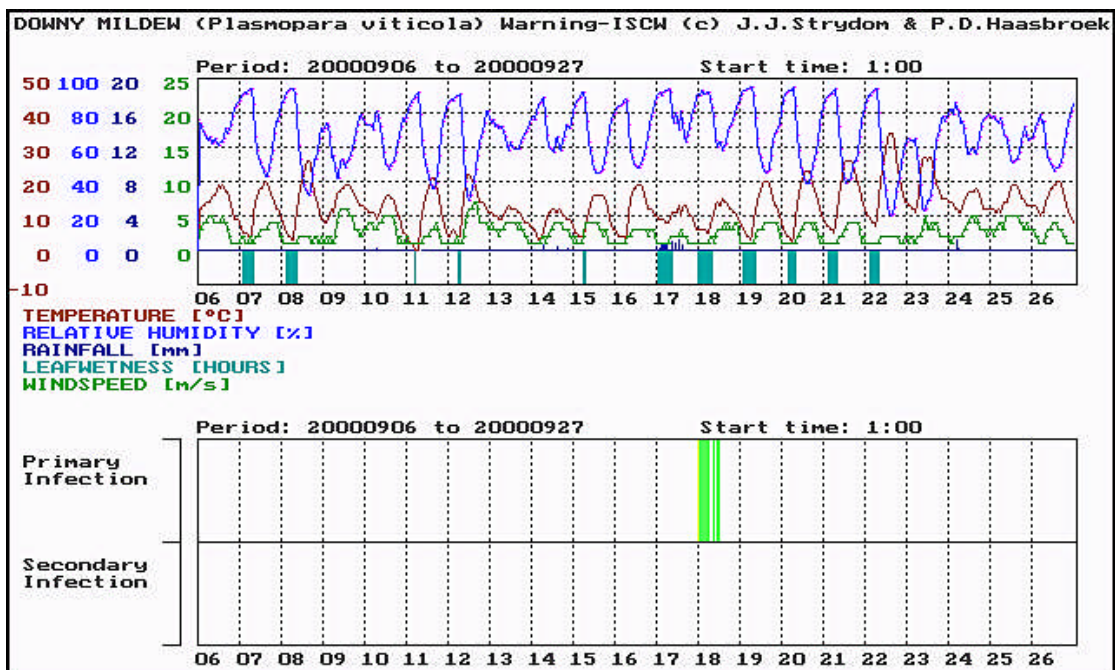


Figuur A.44 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.

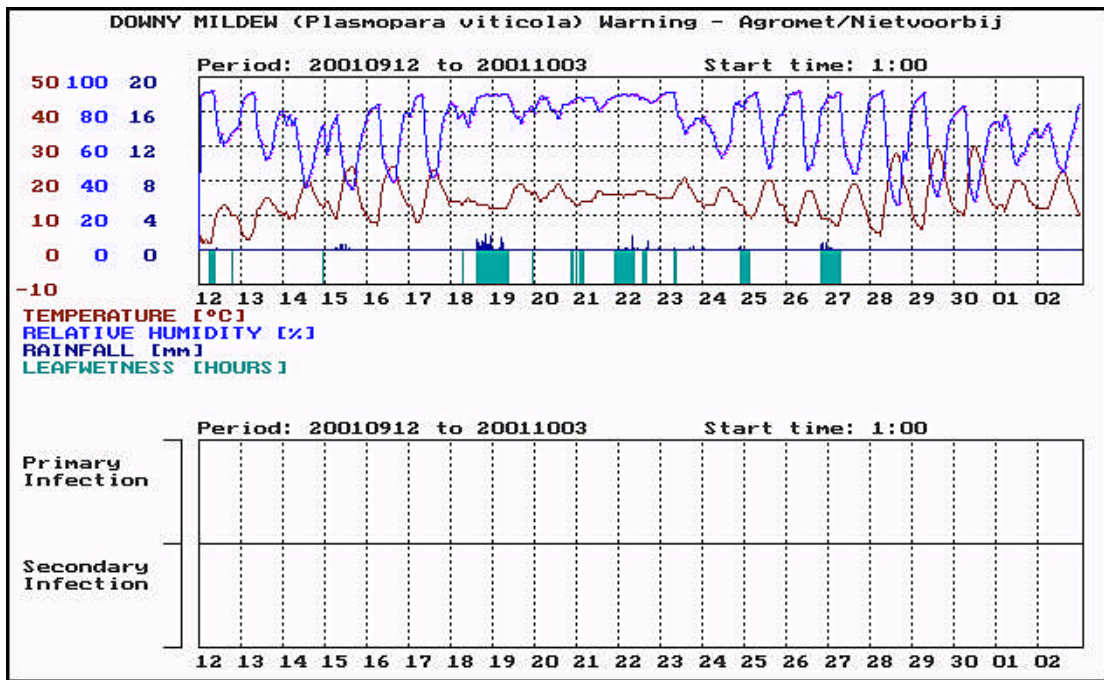




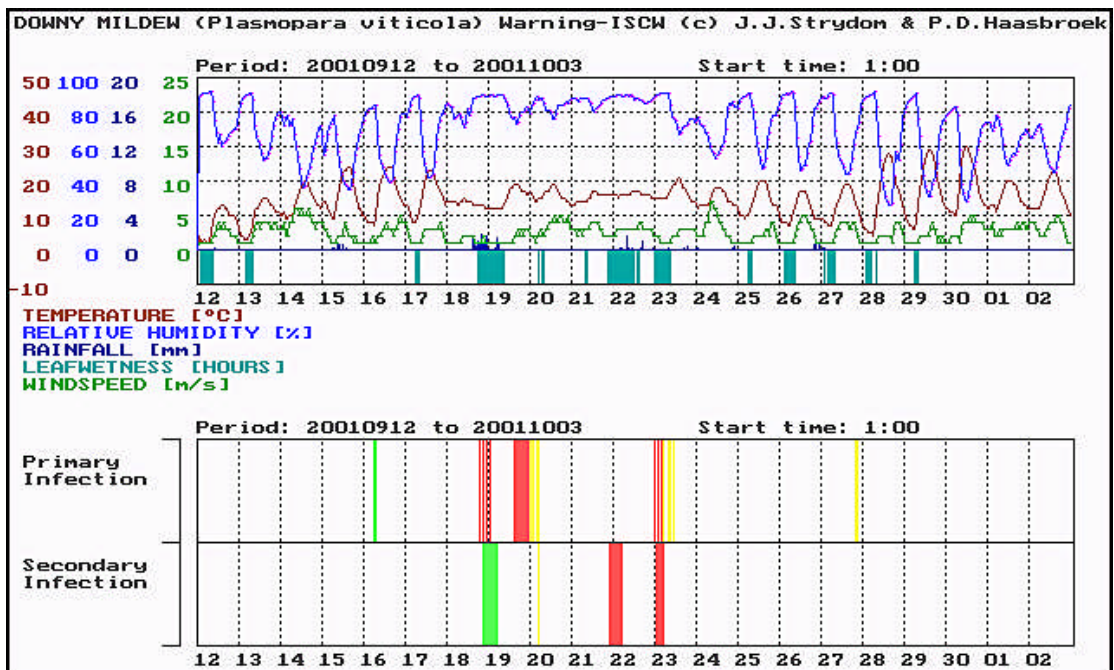
Figuur A.45 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



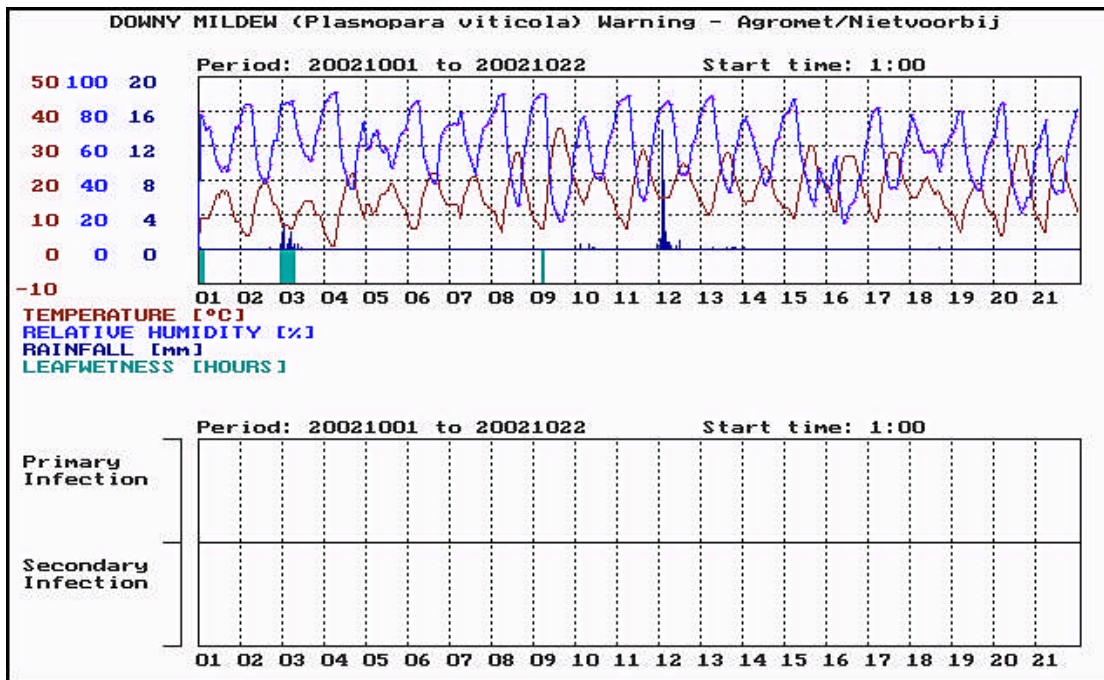
Figuur A.46 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



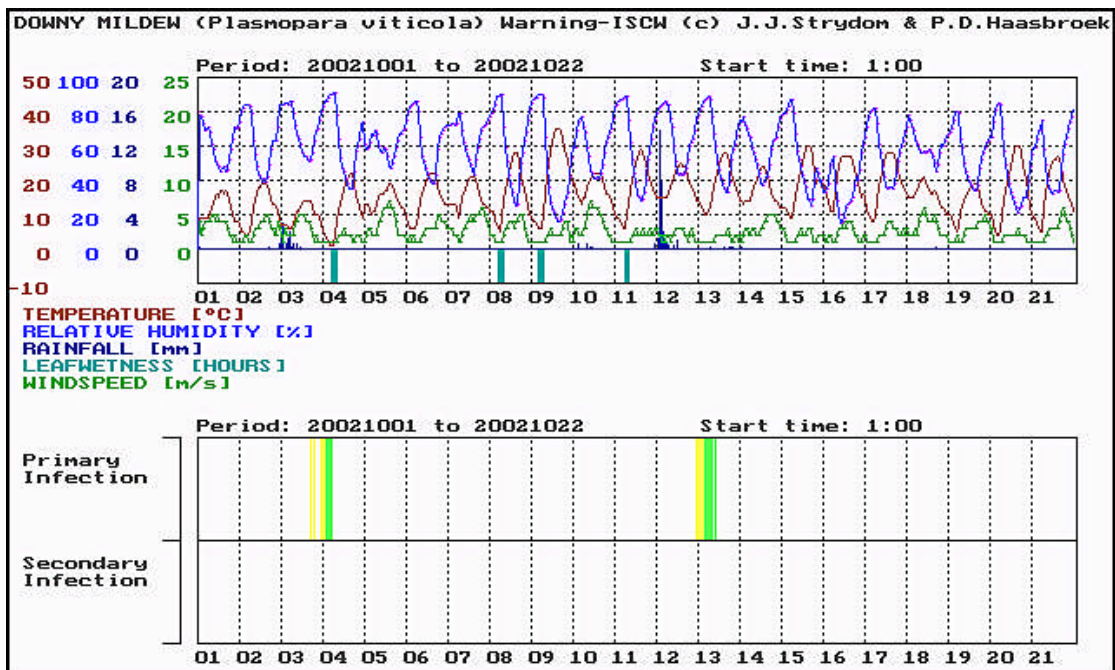
Figuur A.47 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



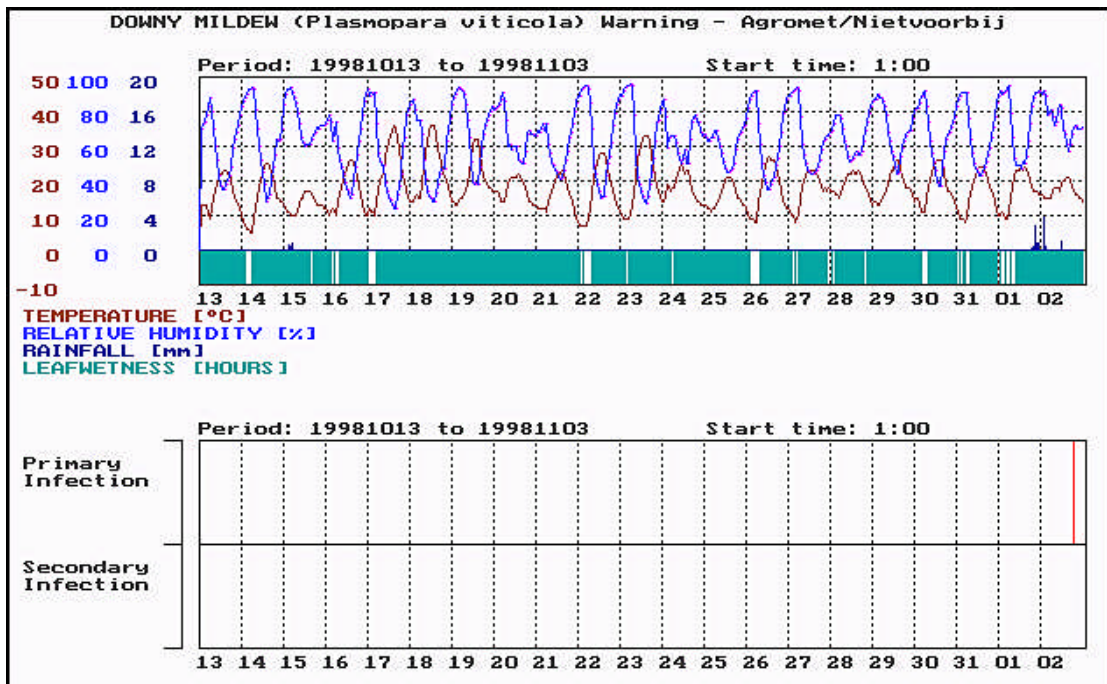
Figuur A.48 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



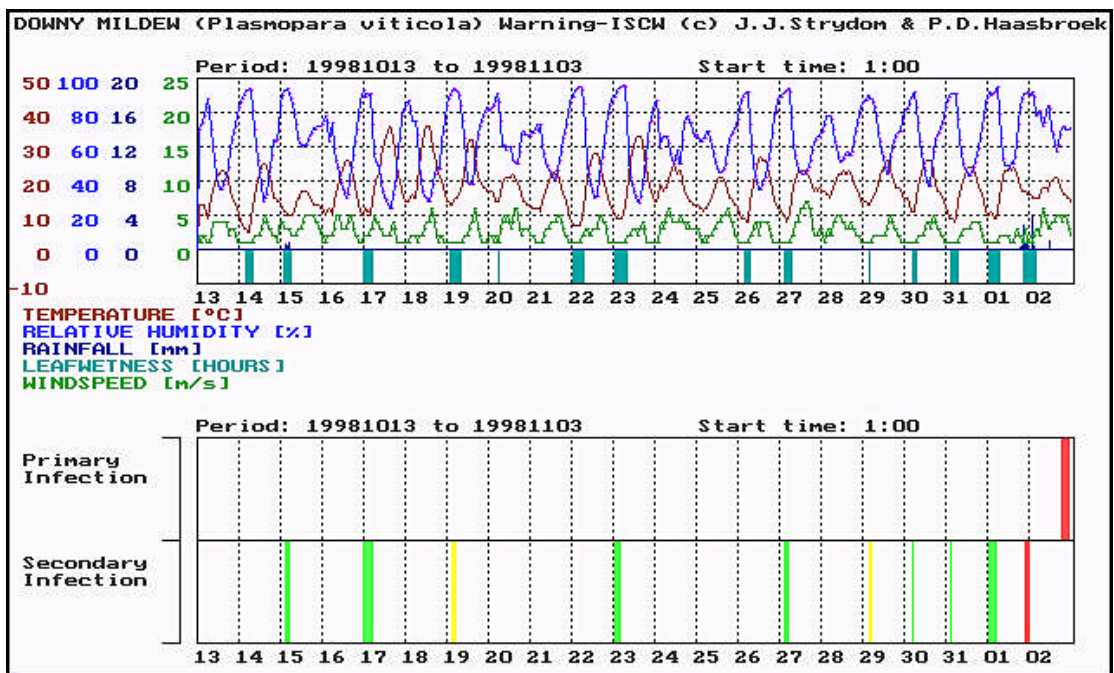
Figuur A.49 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



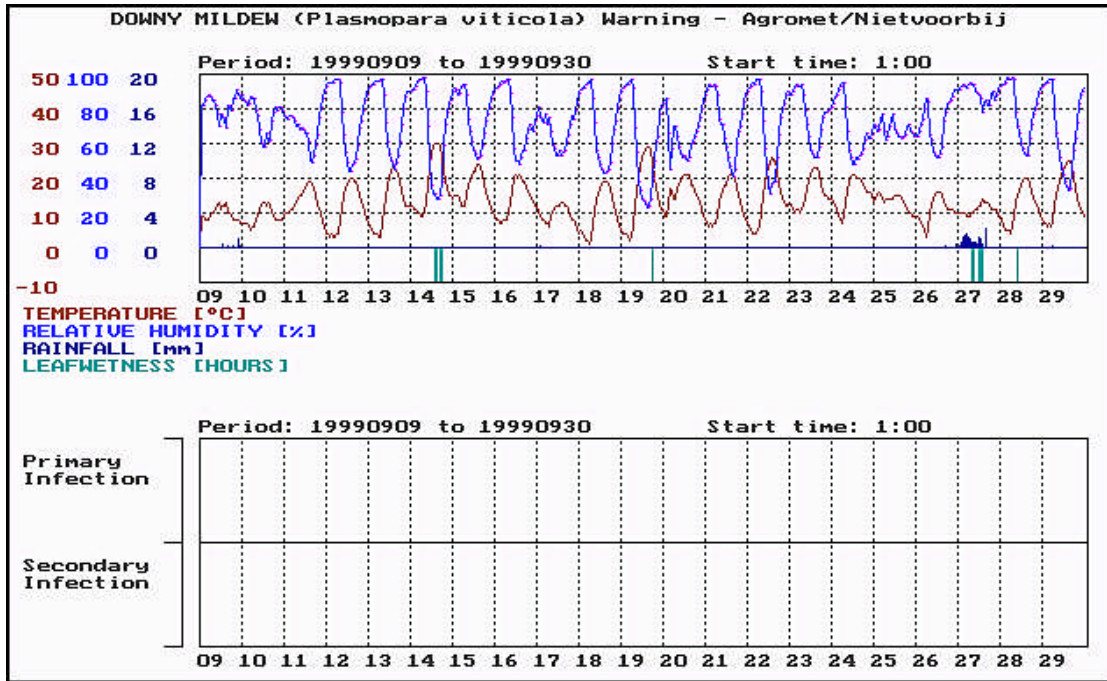
Figuur A.50 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Vinkrivier (Robertson omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.



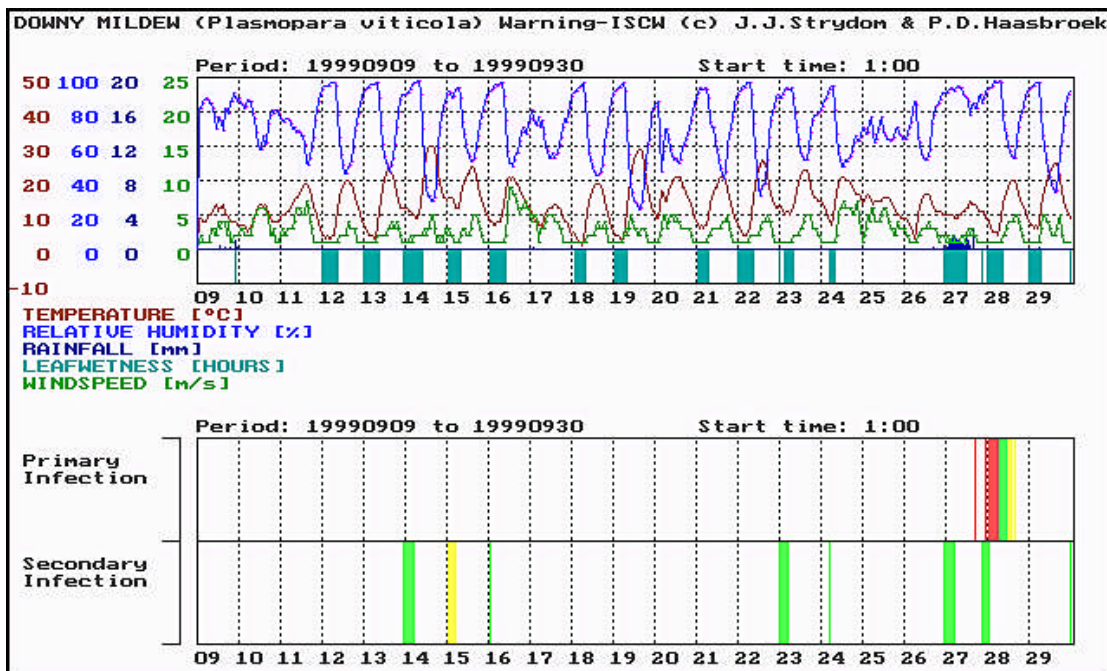
Figuur A.51 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



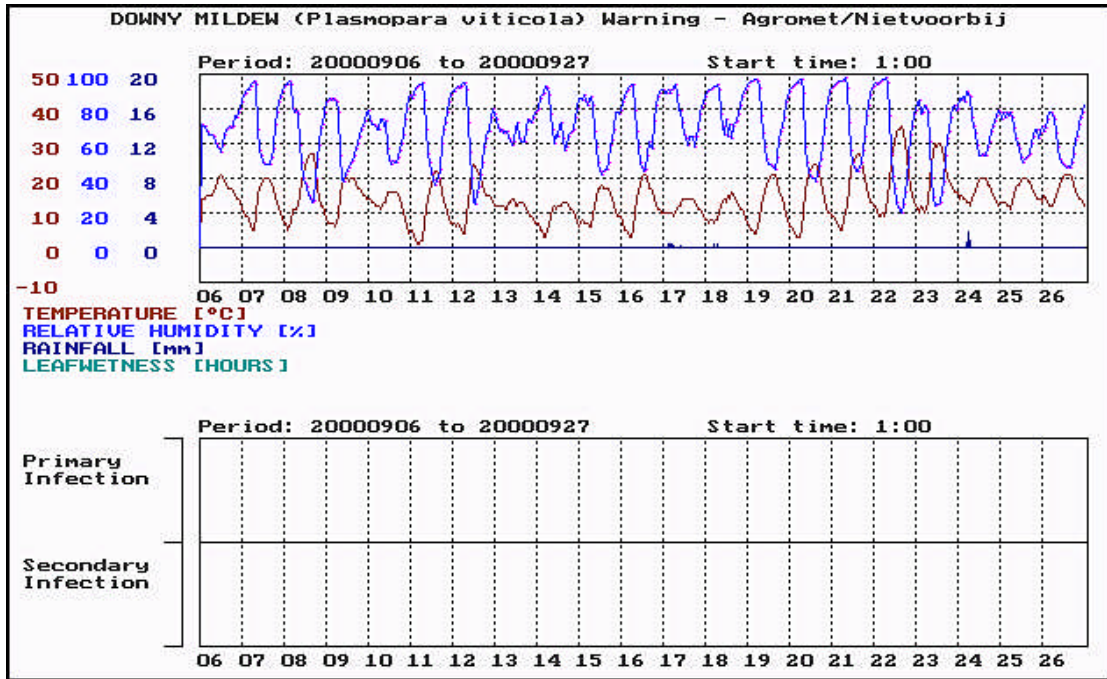
Figuur A.52 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 13 Oktober 1998 tot 2 November 1998.



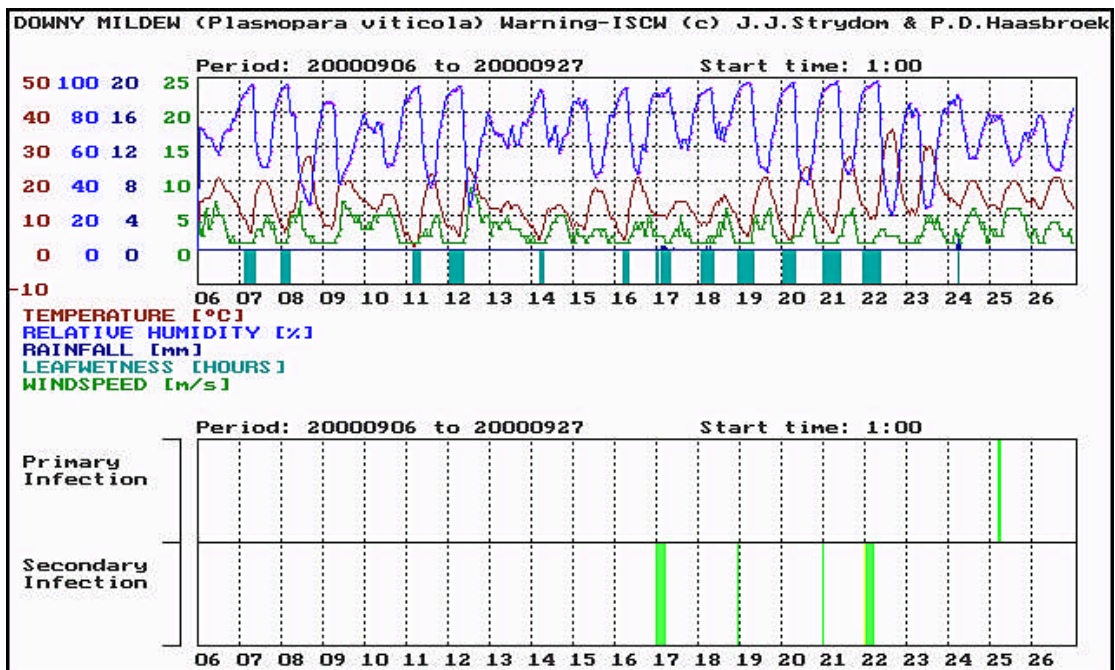
Figuur A.53 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



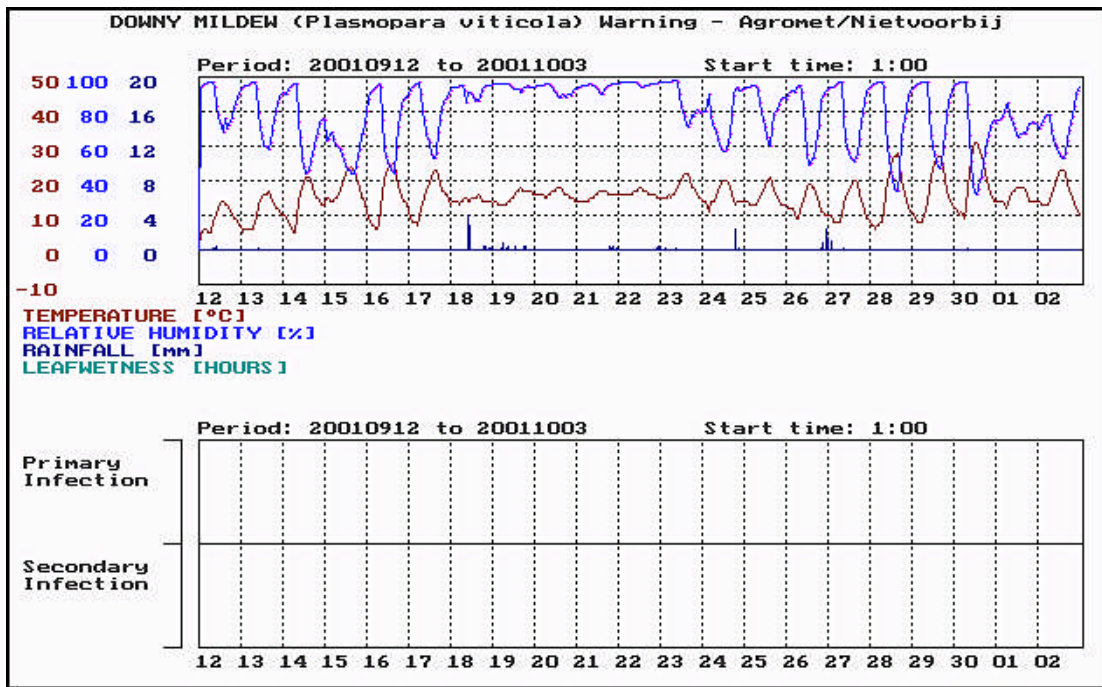
Figuur A.54 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 9 September 1999 tot 29 September 1999.



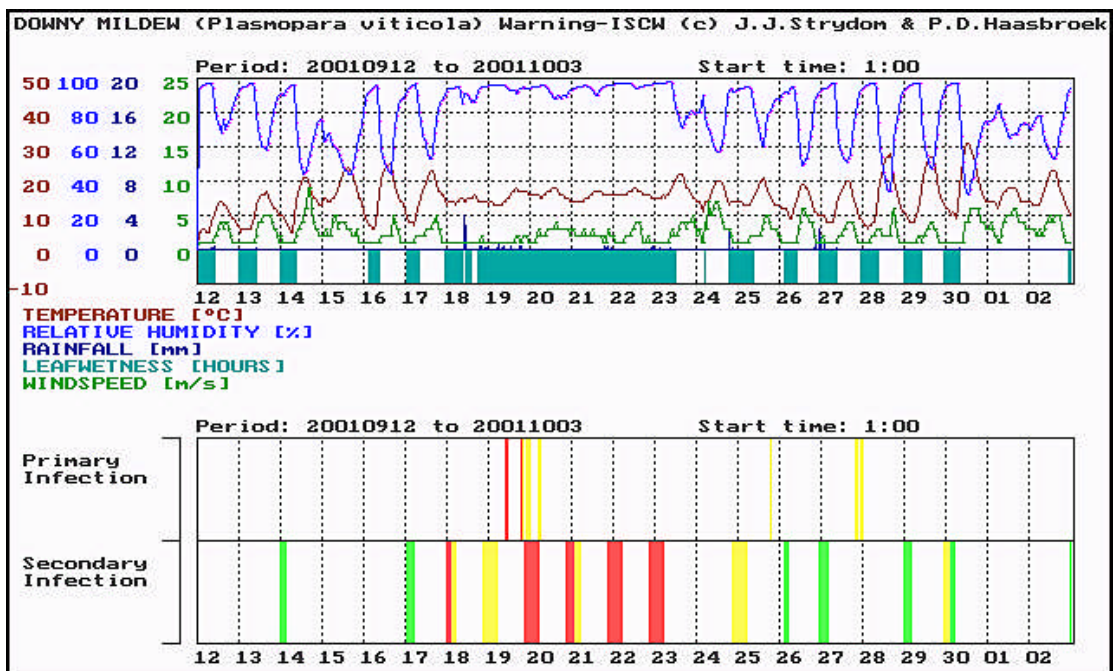
Figuur A.55 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



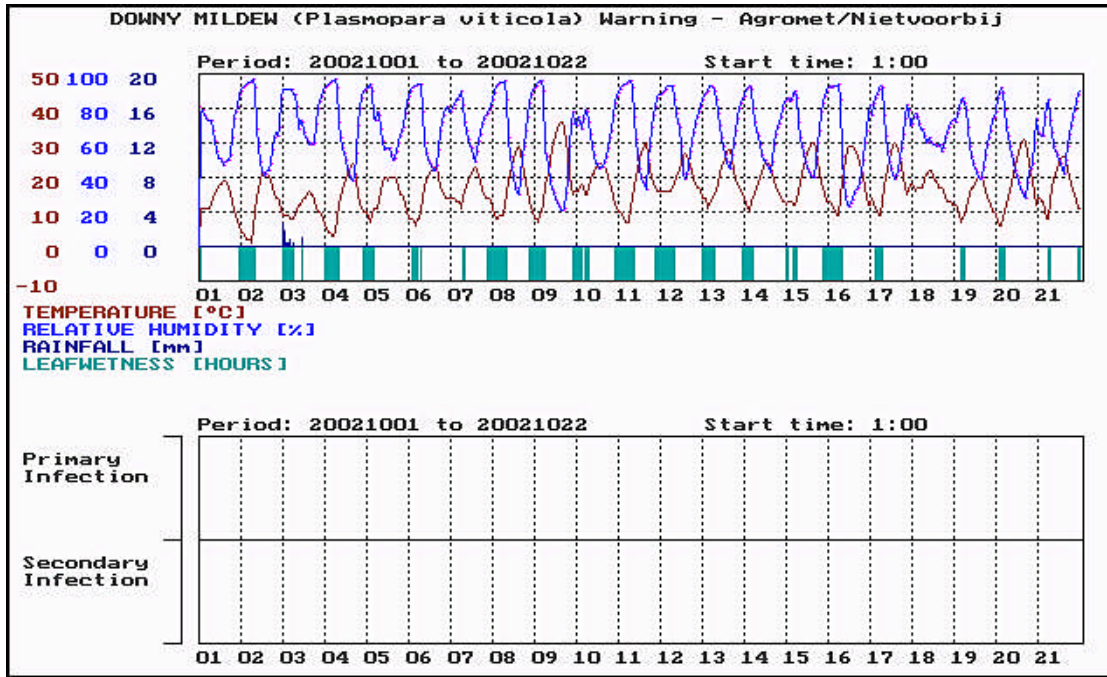
Figuur A.56 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 6 September 2000 tot 26 September 2000.



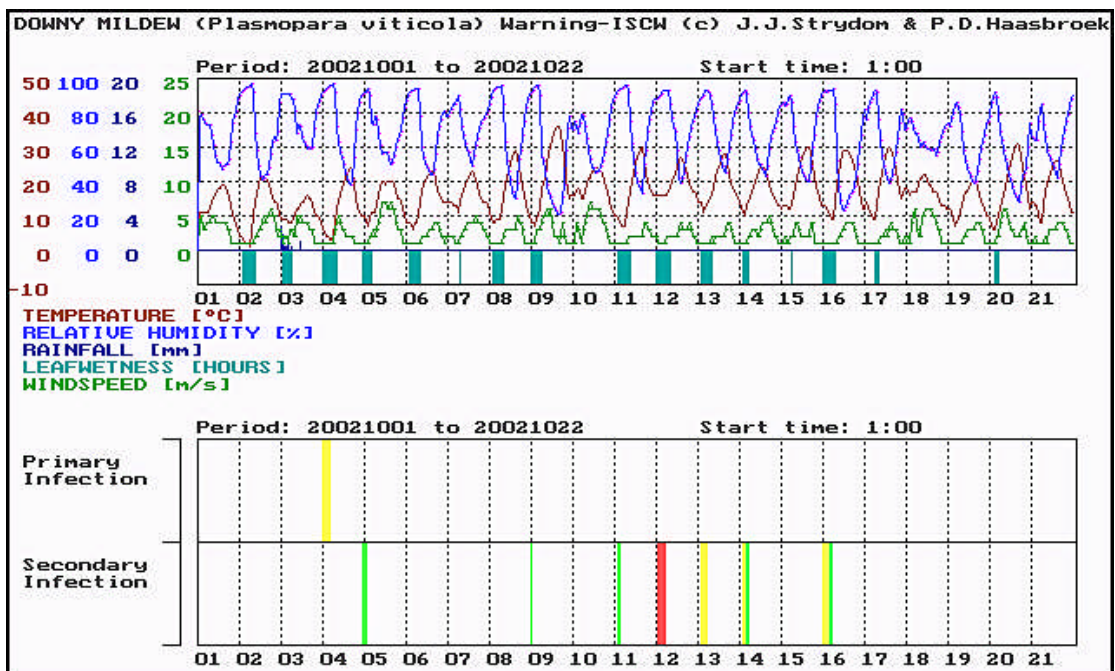
Figuur A.57 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.



Figuur A.58 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 12 September 2001 tot 2 Oktober 2001.

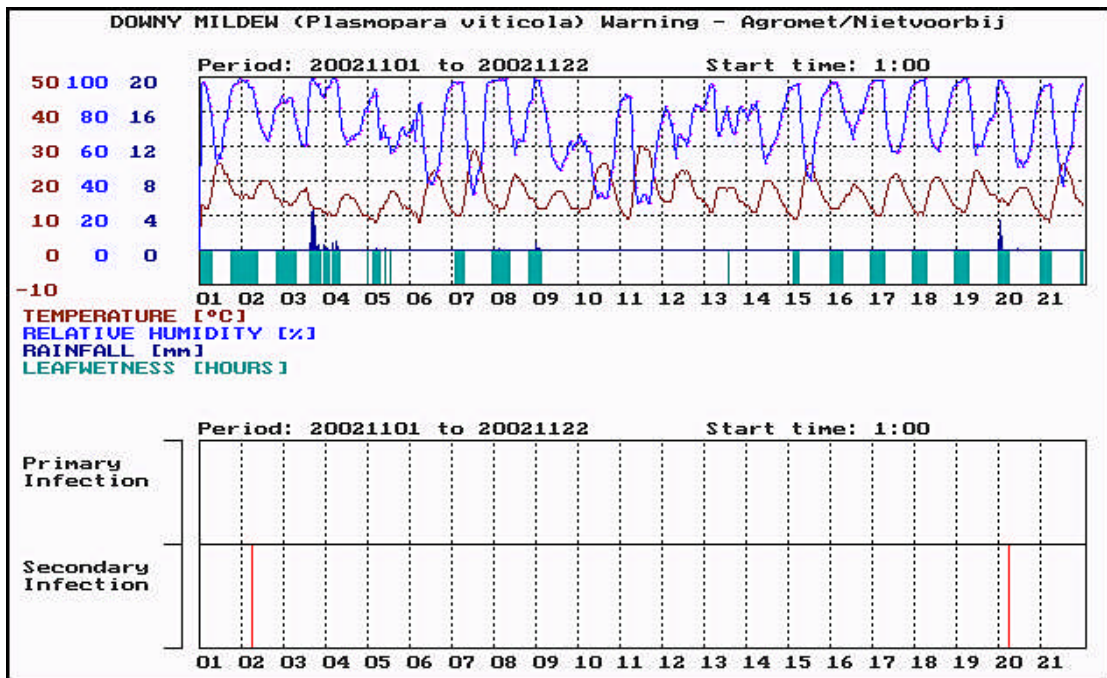


Figuur A.59 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.

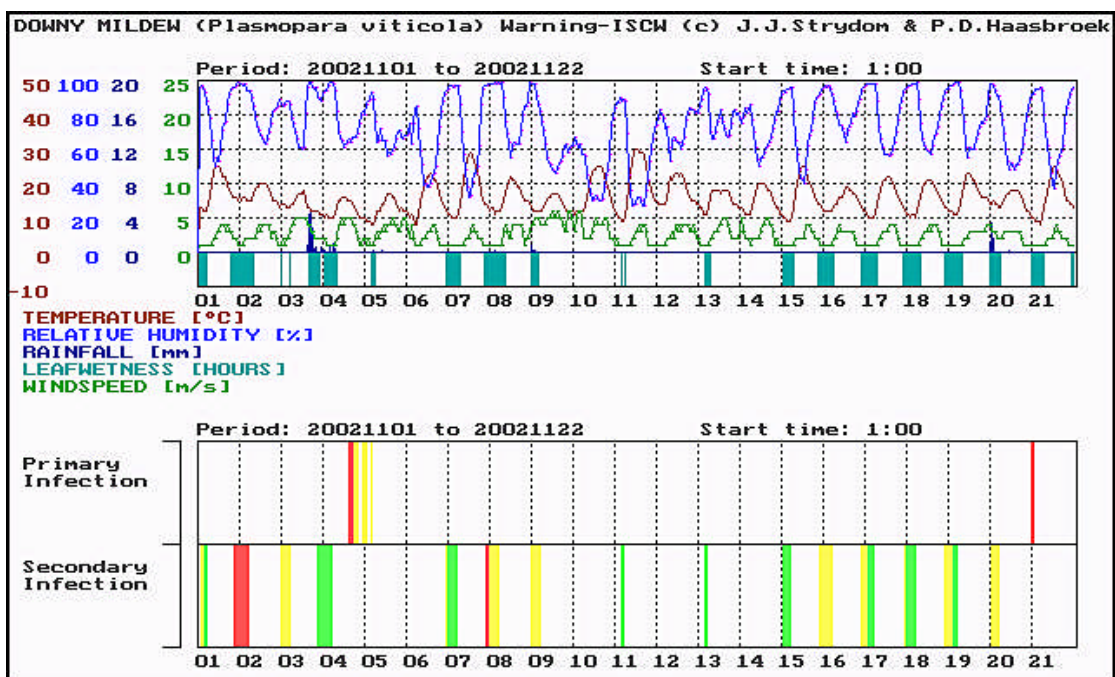


Figuur A.60 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Zandvliet (Robertson omgewing) in die tydperk 1 Oktober 2002 tot 21 Oktober 2002.

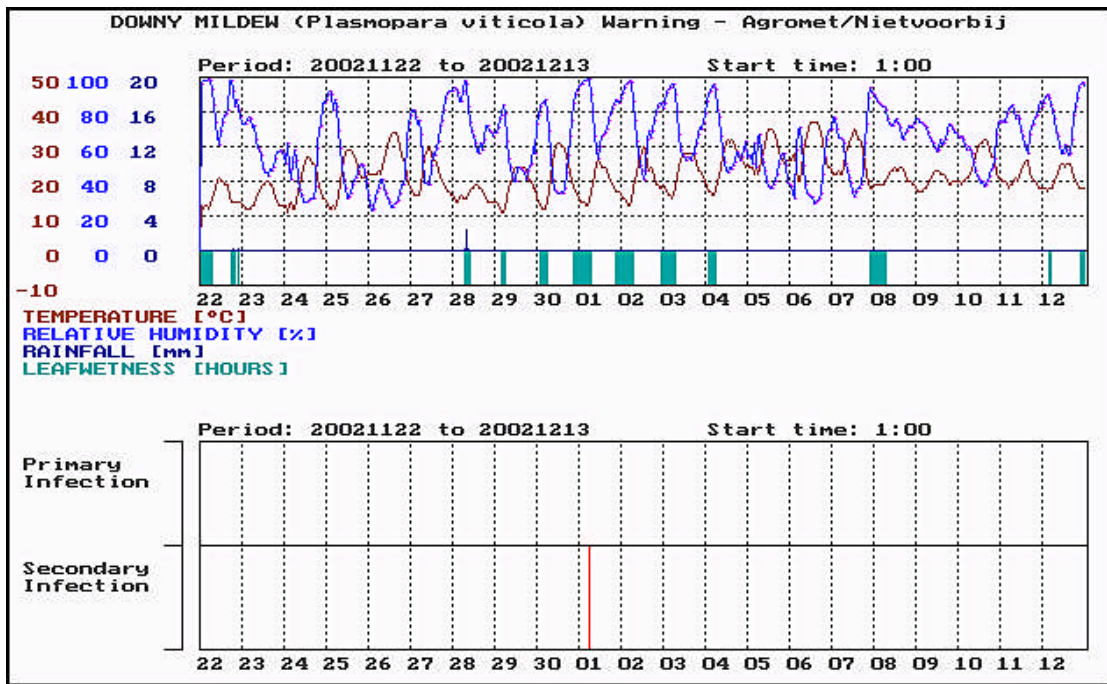




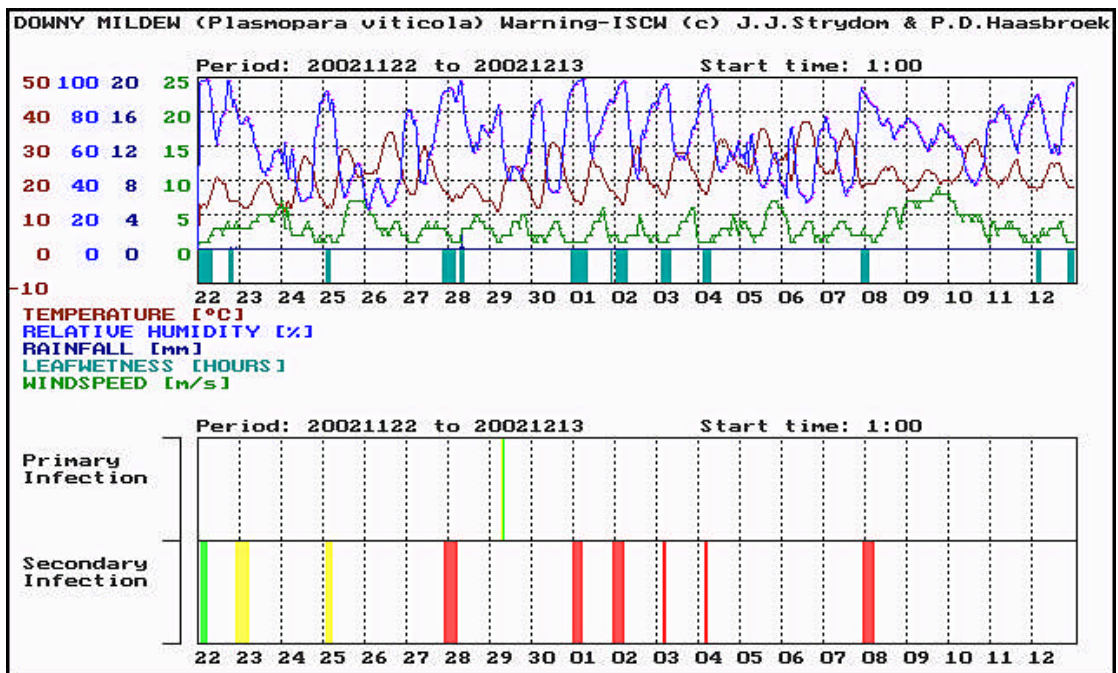
Figuur A.61 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 1 November 2002 tot 21 November 2002.



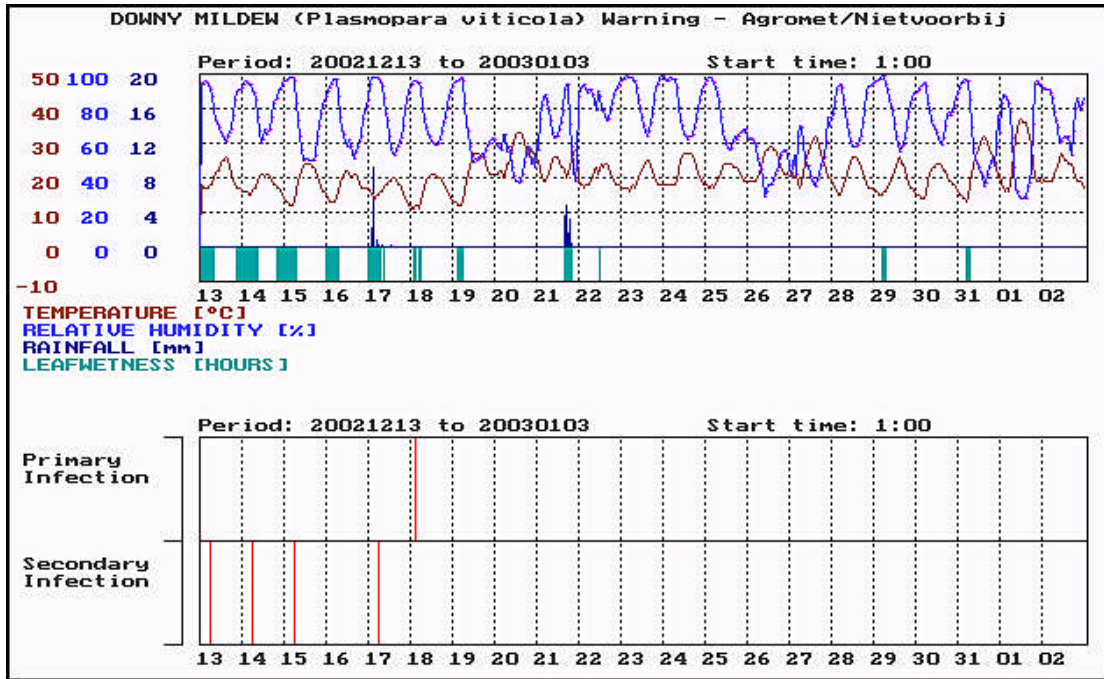
Figuur A.62 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 1 November 2002 tot 21 November 2002.



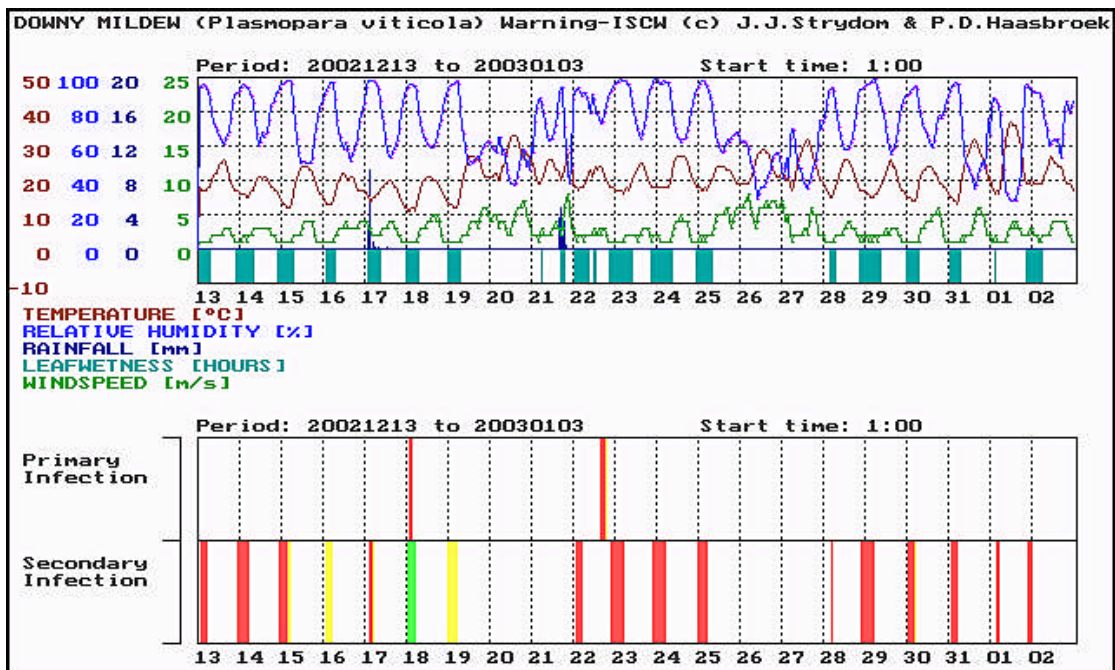
Figuur A.63 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 22 November 2002 tot 12 Desember 2002.



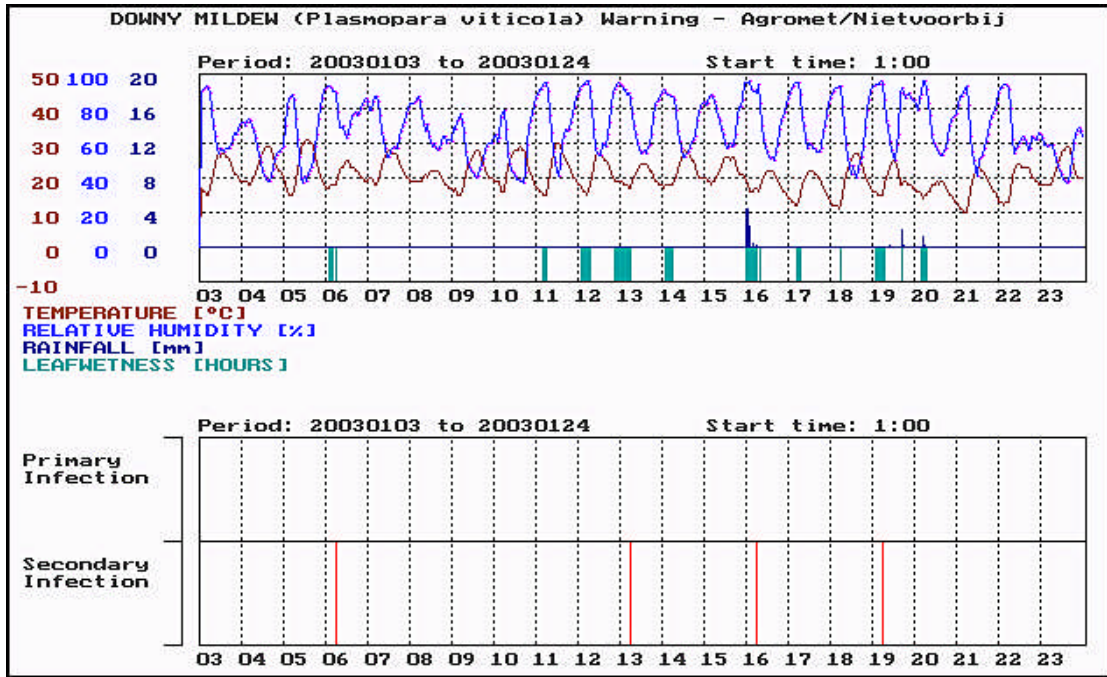
Figuur A.64 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 22 November 2002 tot 12 Desember 2002.



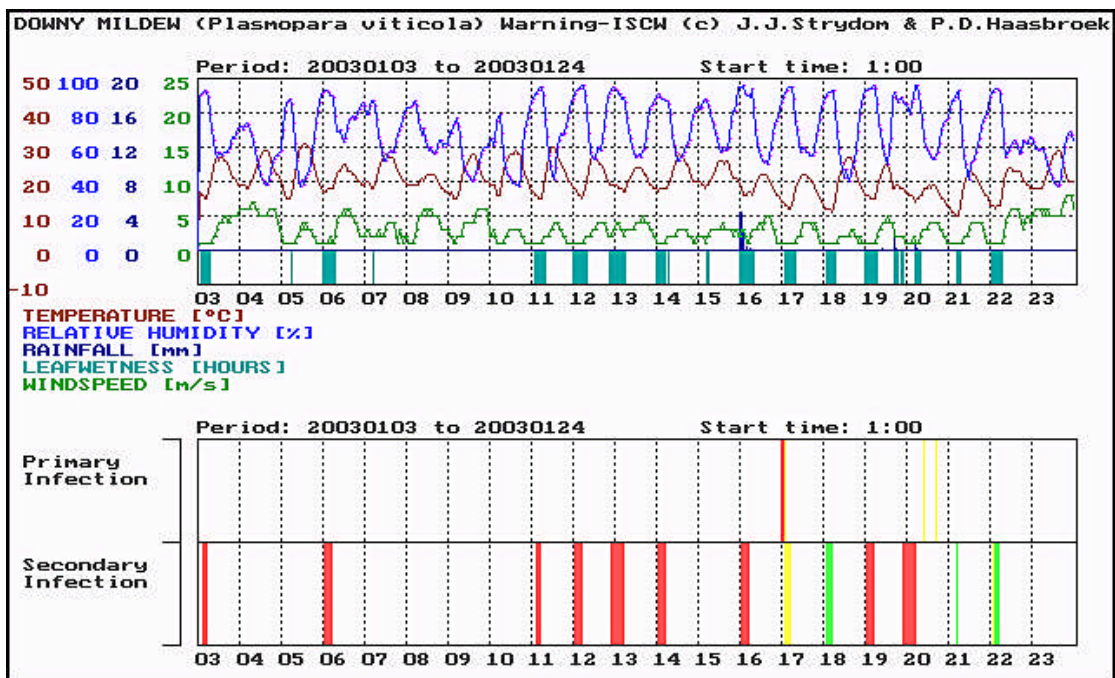
Figuur A.65 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 13 Desember 2002 tot 2 Januarie 2003.



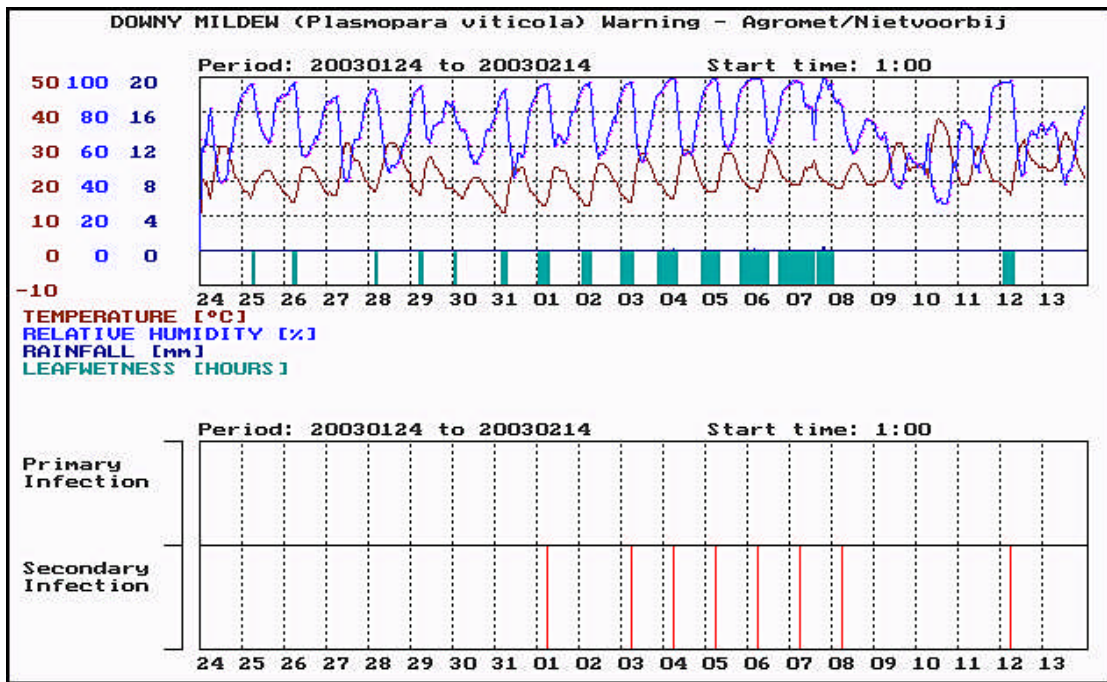
Figuur A.66 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 13 Desember 2002 tot 2 Januarie 2003.



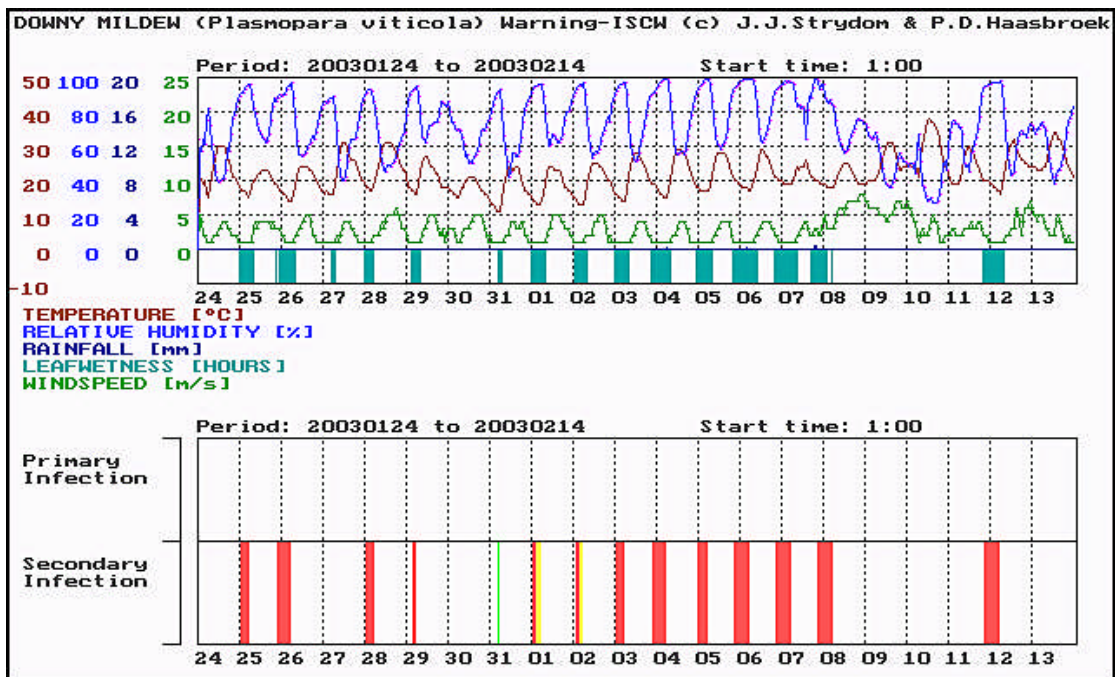
Figuur A.67 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 3 Januarie 2003 tot 23 Januarie 2003.



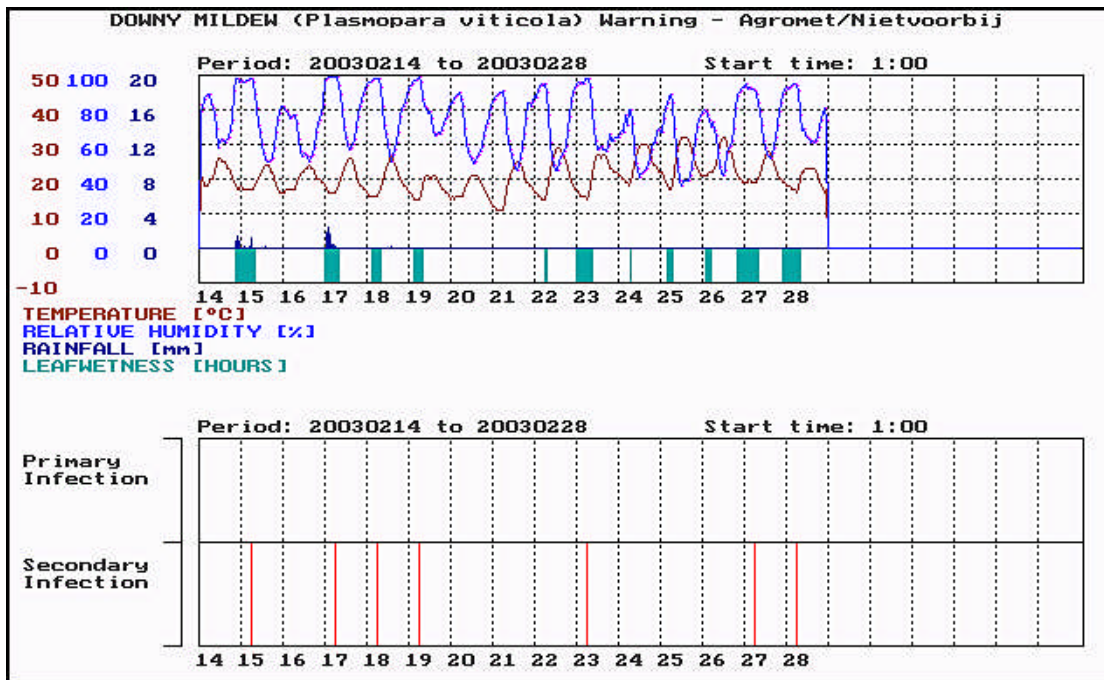
Figuur A.68 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 3 Januarie 2003 tot 23 Januarie 2003.



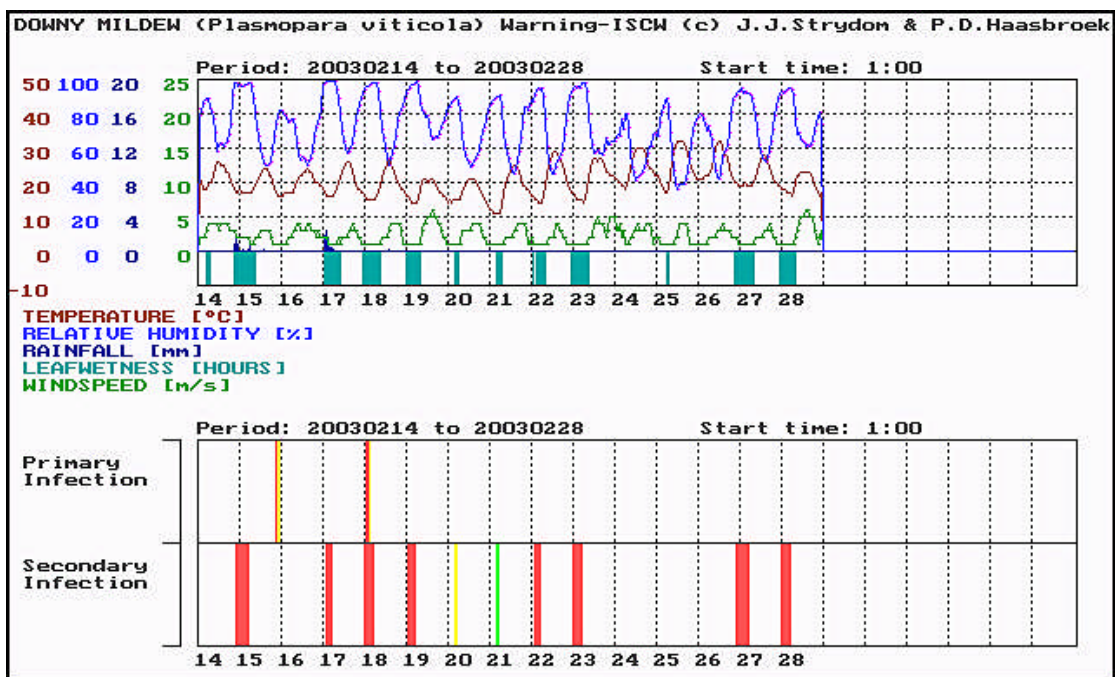
Figuur A.69 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 24 Januarie 2003 tot 13 Februarie 2003.



Figuur A.70 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 24 Januarie 2003 tot 13 Februarie 2003.



Figuur A.71 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die Metos-2 model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 14 Februarie 2003 tot 28 Februarie 2003.



Figuur A.72 Gemete weerdata en voorspelde donsige skimmel infeksies met behulp van die DSVW-model vir Nietvoorbij (Stellenbosch omgewing) in die tydperk 14 Februarie 2003 tot 28 Februarie 2003.