

DIE VERSPREIDING VAN BASBEWONENDE LIGENE EN DIE GEBRUIK VAN VERSPREIDINGS- KAARTE VIR DIE AFBAKENING VAN LUGBESOEDELINGSONES IN PRETORIA*

D C J Wessels, Departement Plantkunde
Universiteit van die Noorde, Privaatsak X1106, Sovenga, 0727

W H Holzapfel, Departement Mikrobiologie & Plantsiektekunde
Landboufakulteit, Universiteit van Pretoria, Brooklyn, Pretoria, 0181

OPSOMMING

Die verspreiding van basbewonende ligene is in Pretoria ondersoek. Met behulp van spesieaantal- en individuele spesiever-spreidingskaarte kon isotoksiese sones in die stadsgebied aangetoon word. Sekere ligene is ook as geskikte bioindikatore uitgewys.

ABSTRACT

The distribution of corticolous lichens was investigated in Pretoria. By means of the distribution of individual species and the number of species per phorophyte, isotoxic zones could be delimited. Suitable bioindicator lichen species could be distinguished.

Inleiding

Turner en Borrer het reeds in 1839 daarop gewys dat die ligeengroei van stede in Brittanje agteruitgegaan het as gevolg van lugbesoedeling (aangehaal deur Hawksworth, 1977). Ook Grindon het in 1859 gevind dat die ligeengroei van Manchester tekens van agteruitgang getoon het as gevolg van lugbesoedeling (aangehaal deur O'Hare, 1973). Nylander (1866) was die eerste werker wat die invloed van lugbesoedeling op ligeengroei definitief uitgewys het (aangehaal deur O'Hare, 1973).

Rydzak (1954) het na aanleiding van studies wat hy in Lublin onderneem het tot die slotsom gekom dat dit 'n verlaging in humiditeit en nie lugbesoedeling is nie wat die verarming van ligeengroei in stede tot gevolg het. Dit het gelei tot 'n reeks artikels waarin argumente vir en teen Rydzak se sogenaamde "Drought Hypotheses" aangevoer is (Coppins, 1973). Skye (1958) kon egter aantoon dat lugbesoedeling en nie klimaat nie, verantwoordelik is vir die verarming van ligeengroei in 'n stedelike gebied. Barkman (1958) het tot die gevolgtrekking gekom dat alhoewel humiditeit 'n rol speel, lugbesoedeling die bepalende faktor is wat ligeengroei beïnvloed.

Sernander (1912) was die eerste werker wat 'n intensiewe studie van ligene om 'n dorp onderneem en gepubliseer het. Hy het in Stockholm hoofsaaklik op epifiekte gewerk en het die term "wortelsone" "ligeenwoestyn" en "normale sone" geskep (Sernander, 1926) aangehaal deur Hawksworth, (1973).

Die belang van die bevindings van voorgenoemde navorsers is gou beseef en talle studies wat gehandel het oor die verspreiding van ligene is daarna onderneem in byna al die vername metropolitaanse gebiede van Europa, Noord America en ander kontinente (oorsigtelike bespreking deur Hawksworth, 1971). Al die studies wat onderneem is, het aangetoon dat ligene bykans totaal en al afwesig was in die middestede "ligeenwoestyn" en dat spesierikdom tesame met groeikragtigheid toegeneem het namate daar na minder besoedelde gebiede oorgegaan is ("normale" sone).

Metodes wat gebruik word om die effek van besoedelde lug op ligeengroei te bestudeer, is hoofsaaklik op fitososiologiese en ekofisiologiese aspekte gebaseer (O'Hare, 1973).

Kartering van die ligeengroei van 'n bepaalde gebied is een van die moontlike fitososiologiese metodes wat gebruik word om isotoksiese sones uit te wys. Die verskillende kaarte wat tot dusver gepubliseer is kan soos volg saamge-groepeer word:

- (i) Verspreidingskaarte, waaronder die volgende tipe kaarte saamge-groepeer kan word; die verspreiding van individuele spesies, die verspreiding van spesie-aantalle en verspreiding van frekwensie en bedek-kingspersentasies van spesifieke spesies.
- (ii) Floristiese kaarte waaronder gebruik gemaak word van sonekaarte, "Index of Atmospheric Purity (IAP)-kaarte, Index of Poleotolerance-kaarte en rekenaar-opgestelde kaarte (SYMAP-metode). Die verskillende karteringstegnieke is deur Hawksworth (1973) in 'n oorsigsartikel bespreek.

*Uittreksel uit 'n M.Sc. verhandeling voorgelê aan die Departement Mikrobiologie & Plantsiektekunde, Universiteit van Pretoria.

Sommige van bovermelde metodes is gebruik om die teenwoordigheid van basbewonende ligeenspesies op veral *Jacaranda mimosifolia* D. Don in Pretoria voor te stel.

Dit verteenwoordig die eerste navorsingsprojek in Afrika waarin ligene as bioindikatore van lugbesoedeling gebruik word.

Metodes van tegnieke

Versameling van ligeenspesies

Die projek het in Januarie 1979 begin met die insameling van verskillende basbewonende ligeenspesies in die Pretoria-gebied. Herbarium-eksemplare van die verskillende ligeenspesies is vir identifikasie gestuur aan Mnr F Brusse, Nasionale Herbarium, Pretoria.

Die spesies wat tydens die ondersoek gebruik is word in Tabel 1 aangegee.

Floristiese opname

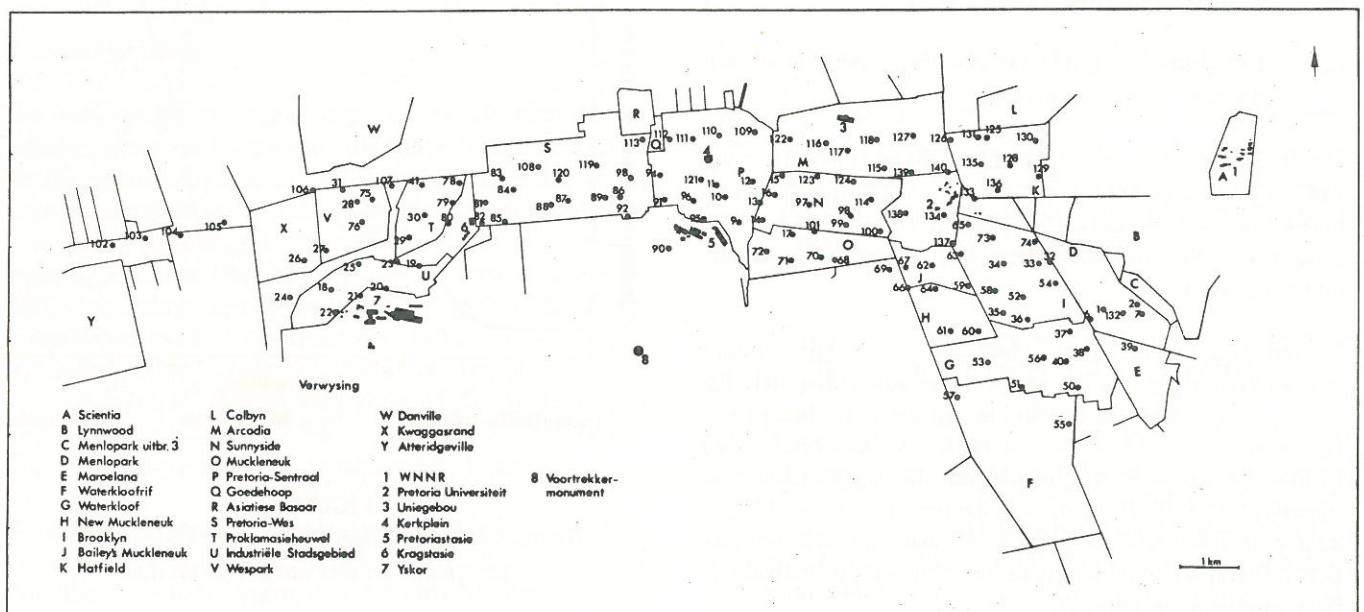
Lokalisering van waarnemingspunte

'n Straatkaart van Pretoria (gepubliseer in Maart 1969) is gebruik om die waarnemingspunte te bepaal en te lokaliseer. Die bestaande 1,6 x 1,6 km groot blokke op die kaart is elk onderverdeel in nege ewe groot blokkies (stande). In elk van die stande is 'n waarnemingspunt geselekteer. 'n Totaal van 126 waarnemingspunte is oor die studiegebied van 59 km² uitgeplaas. Herlokalisering van elke waarnemingspunt is moontlik gemaak deur elke waarnemingspunt se posisie op die kaart te merk en 'n verwysingsnommer daaraan toe te ken (Fig. 1).

TABEL 1:

Maklik herkenbare basbewonende ligeenspesies wat in die Pretoria studiegebied gebruik is om die invloed van besoedelde lug op die stad se basbewonende ligeengroei te bepaal.

Spesienaam	Spesienommer
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) B. Stein	10
cf <i>Dirinaria picta</i> (SW.) Clem et Shear	2a
<i>Heterodermia albicans</i> (Pers.) Swinsc. et Krog.	3
<i>Parmelia flaventior</i> Stirt.	4
<i>Parmotrema austrosinense</i> (Zahlbr.) Hale	19
<i>P. austrosinense</i> (var.) (Zahlbr.) Hale	7
<i>P. flaventior</i> (var.) Stirt.	4a
<i>Physcia dimidiata</i> (Arn.) Nyl.	12
<i>P. stellaris</i> (L.) Nyl.	1
<i>P. stellaris</i> (var.) (L.) Nyl.	1a
<i>Physciopsis pyritrocardia</i>	11
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt.	6
<i>Pseudoparmelia aptata</i> (Kremp.) Hale	17
<i>P. texana</i> (Tuck.) Hale	
<i>P. salacinifera</i> (Hale) Hale	16
Onbenaamde spesies	
Sp. no. 2	2
Sp. no. 8	8
Sp. no. 18	18
Onvolwasse tallusse van die:	
<i>Parmeliaceae</i>	14
<i>Physciaceae</i>	13



FIGUUR 1

Verspreiding van waarnemingspunte (relevé nommers) in die Pretoria-studiegebied

Standaardisasie ten opsigte van die habitat van die forofiet sowel as die epifiete is sover moontlik onderneem en elke waarnemingspunt is aan die hand van 'n aantal kriteria geselekteer (Wessels, 1982).

Opnametegniek

Die Braun-Blanquet-metode

Die nie-statistiese Braun-Blanquet- of Zürich-Montpellier-opnametegniek is onder andere deur Westhoff & Van der Maarel (1978) bespreek.

Die grootte van die monsterpersele is met behulp van 'n spesie-area-verwantskapskromme bepaal (Shimwell, 1971). 'n Monsterperseel van 80 x 160 mm (128 cm²) is gebruik.

Die monsterpersele is op 'n transparantvel geteken en verder in 32 kleiner blokkies van 20 x 20 mm onderverdeel. 'n Kompaslesing is gebruik om twee monsterpersele per hoogteklaas in elke windrigting op die forofietstam uit te plaas. 'n Tweede monsterperseel is aangrensend aan die bopunt van die eerste perseel uitgeplaas. Hierdie persele is onderskeidelik op 'n hoogte van 300 mm en 1 300 mm aangebring. Dit het 'n totaal van 16 monsterpersele per waarnemingspunt gegee.

Opnames is met behulp van 'n veldvorm ten opsigte van die volgende aspekte gedokumenteer:

- (1) 'n Spesielys is vir elke waarnemingspunt opgestel en alle ligeenspesies wat op die stam teenwoordig was tot op 'n hoogte van twee meter is aangeteken, sonder die inagneming van aspek.
- (2) Die teenwoordigheid van elke ligeenspesie in elk van die kleiner monsterpersele.

Die bedekkingswaarde vir elke ligeenspesie is aan die hand van 'n bedekkingskaal volgens 'n gewysigde Braun-Blanquet-bedekkingskaal (Wessels, 1982) geskat en aangeteken. Die posisie van elke monsterperseel wat uitgeplaas is, is permanent gemerk.

Verspreidingskaarte waarin onder andere die aantal spesies per waarnemingspunt, die verspreiding van individuele ligeenspesies, persentasie bedekking van die individuele forofietstamme deur ligene en ten laaste die verspreiding van isotoksiese sones is met behulp van die ingesamelde data opgestel. Tydens die opstel van die persentasie bedekkingskaarte is daar telkens gebruik gemaak van die hoogste Braun-Blanquet-bedekkingswaardes wat vir die individuele ligeenspesies aangeteken is.

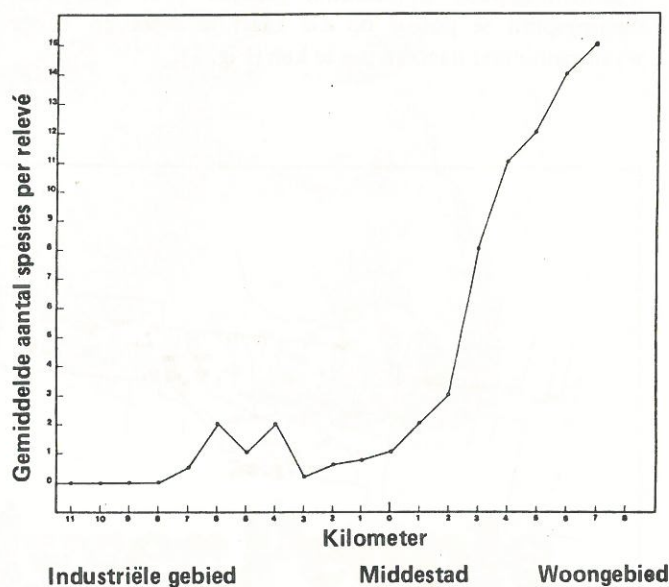
Resultate

1. Die verspreiding van spesieaantalle oor die opnamegebied.

Aangesien die aantal spesies (spesierykdom) wat by vergelykbare waarnemingspunte aangetref word ook die graad van lugbesoedeling in 'n gebied weerspieël (Hawksworth, 1971), is die kwantitatiewe maatstaf gebruik ter opstelling van 'n verspreidingskaart vir die getal ligeenspesies by elke waarnemingspunt.

Figuur 2 verteenwoordig 'n samevatting van hierdie spesietalgradiënt. Die figuur toon dat die gemiddelde aantal ligeenspesies skerp afneem in elke gebied met toenemende lugbesoedeling. In die middestad was die gemiddelde spesierykdom slegs ses persent van dié van die woongebiede binne 'n afstand van slegs sewe kilometer daarvandaan.

Volgens Figuur 2 het die grootste vermindering in spesierykdom (naamlik 80%) in die eerste vyf kilometer van die opnamegebied, (gemeet vanaf die oostelike woongebiede) plaasgevind. In hierdie gebied het, afgesien van 'n groter spesierykdom, die grootste aantal oorblywende gevoelige ligeenspesies voorgekom. Hierdie gebied se ligeengroei hou gevolglik potensiaal vir biologiese monitering in. Vanaf twee kilometer oos van die middestad tot drie kilometer wes van die middestad het die oorblywende ligeenspesies verdwyn. Vanaf drie tot agt kilometer wes van die middestad het die algemene spesierykdom effens toegeneem, hierna was die gebied ligenloos.



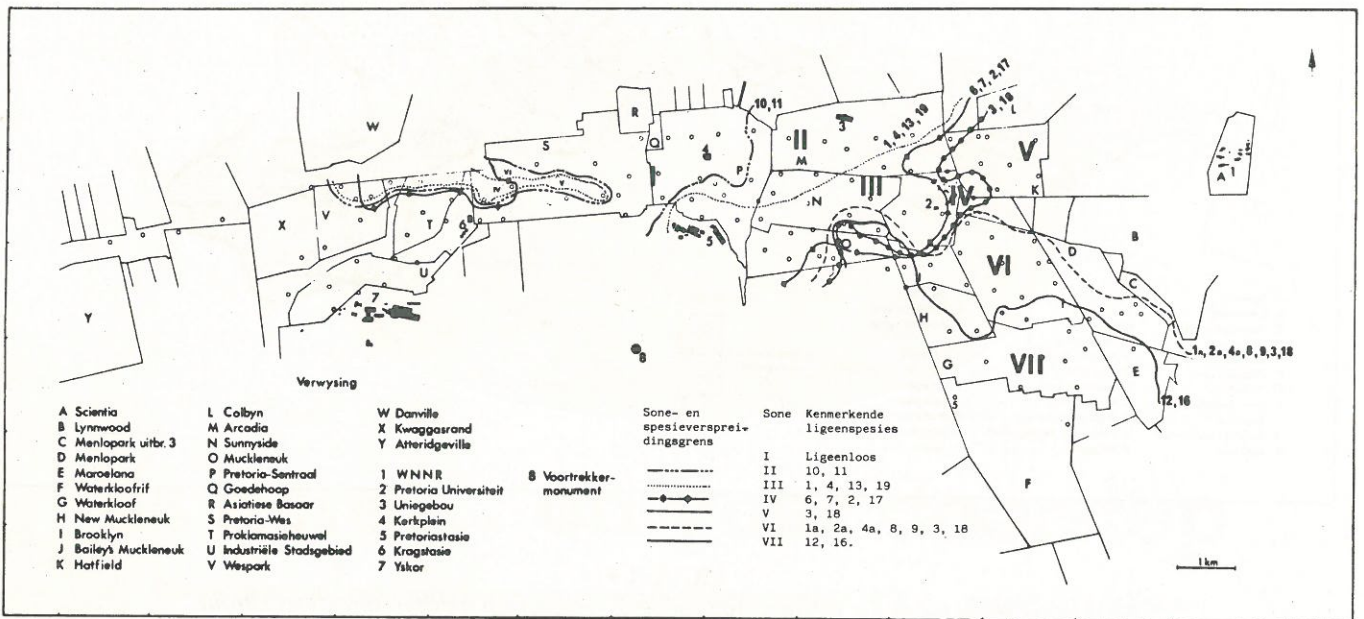
FIGUUR 2
Gemiddelde aantal ligeenspesies per kilometerbreë strook oos en wes van die middestad

Sonekaart in terme van spesieaantalle

Die verskillende sones word in Figuur 3 aangedui. Die kaart is saamgestel deur gebruik te maak van die aantal ligeenspesies wat per waarnemingspunt teenwoordig was.

In die Pretoria-studiegebied was die epifietlose sone (I) in die omgewing van die middestad en westelike gedeeltes van die stad teenwoordig (Figuur 3).

Die ligenlose sone I, Figuur 3 is 'n aanduiding van 'n hoë graad van lugbesoedeling, soos onder meer bevestig deur die bevindings van Walker & Briggs (1984).



FIGUUR 3
Verspreiding van sones volgens spesie-aantalle in die Pretoria-studiegebied

Vanaf sone I het die aantal ligenespesies toegeneem namate die besoedelingsgraad in die rigting van die lae-intensiteitswoongebiede afgeneem het.

Spesieverspreiding

Die verspreiding van ligene is gedurende die afgelope vyf dekades, maar veral gedurende die laaste dekade in 'n groot aantal metropolitaanse en ander gebiede intensief bestudeer, hoofsaaklik met die doel om inligting aangaande lugbesoedelingpatrone in te win. Volgens Gilbert (1976) kan sulke ligenestudies onder andere inligting verskaf aangaande die verspreiding van swaweldioksied (SO₂), fluoriede, metaalioon-uitvaal, kunsmisstof, kalksteenstof, radionuklied-uitval en ioniserende bestraling. Die grootste hoeveelheid werk is egter op SO₂ gedoen. Die onderwerp is deur Hawksworth (1971), Ferry, Baddeley & Hawksworth (1973) en Gilbert (1973) in oorsigsartikels bespreek.

Kartering van ligenespesieverspreiding word as 'n klasieke benadering beskou (Hawksworth, 1973) en is die populêrste metode waarmee sonekaarte saamgestel word (Gilbert, 1976). Le Blanc en Rao (1975) beskou dit as die mees-verfynde metode waarmee veld-data opgesom kan word.

Volgens Hawksworth & Rose (1976) kan die relatiewe sensitiwiteit van 'n ligenespesie alleenlik bepaal word deur

die verspreiding van individuele spesies op bepaalde substrate te karteer. Hierdie tegniek is gevolglik in hierdie studie gebruik.

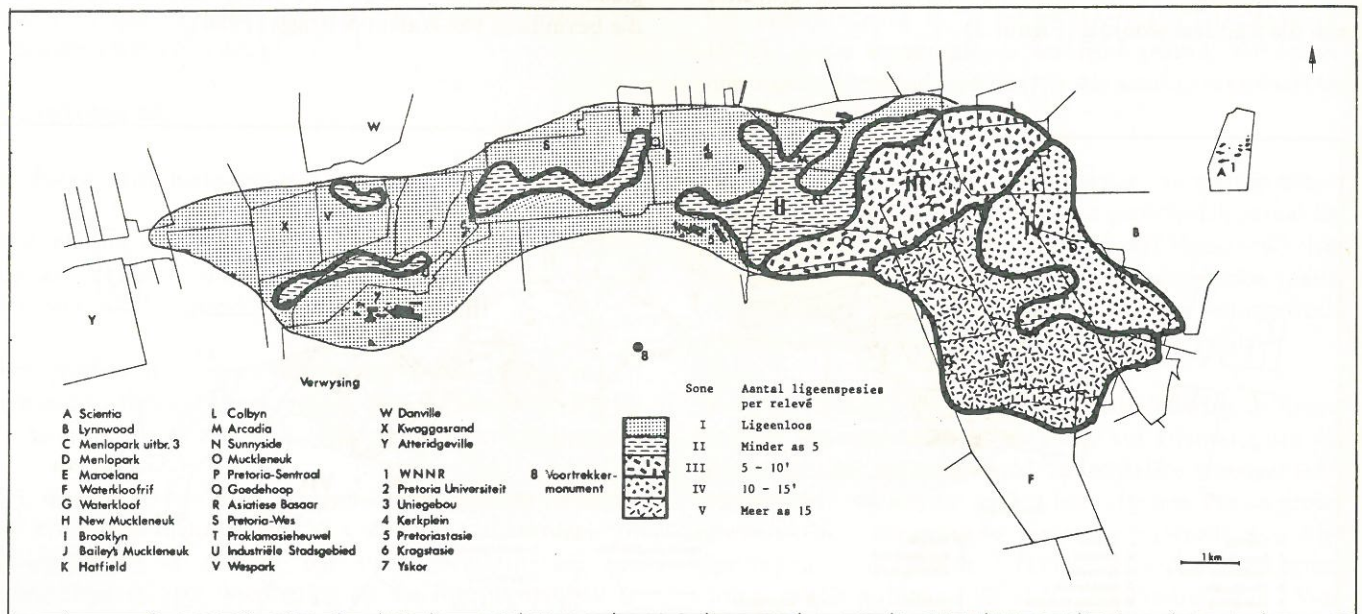
Sonekaart in terme van spesieverspreidingskaarte

Op grond van die omgekeerd-eweredige verband tussen persentasie bedekking van spesifieke ligenespesies en die besoedelingsgraad (Hawksworth, 1973 en Le Blanc & Rao, 1975) is hierdie parameter saam met spesieverspreiding in individuele verspreidingskaarte ingesluit.

Met behulp van die individuele spesieverspreidingskaarte (Wessels, 1982) is 'n sonekaart (Figuur 4) saamgestel.

Hierdie sonekaart (Figuur 4) stem ooreen met die wat in die literatuur aangetref word (Gilbert, 1976 en Hawksworth, 1973) deurdat die verskillende sones oorgaan vanaf 'n "normale" sone (VII) waarin die ligenegroei tot 'n mindere mate deur lugbesoedeling benadeel is, deur progressief verarmde ligenegroei sones tot 'n ligenlose sone (I) "ligenwoestyn" waarin die ekologie van die gebied tot so 'n mate benadeel is dat geen ligenegroei meer deur die gebied onderhou kan word nie.

Hierdie sonekaart kan gebruik word om 'n soneskaal vir die gebied op te stel, soortgelyk aan dié wat vandag algemeen



FIGUUR 4

Isotoksiese sones binne die Pretoria-studiegebied, gebaseer op spesieverspreidingspatrone

in die Britse Eilande gebruik word en wat deur Hawksworth & Rose (1970) opgestel is. Angesiens alle beskikbare inligting daarop dui dat SO_2 die primêre lugbesoedelingsfaktor is wat ligene affekteer (Hawksworth, 1973; Hawksworth, Rose & Coppins, 1973 en Richardson & Puckett, 1973) sal hierdie soneskaal deur toekomstige navorsers gebruik kan word vir die kartering en bepaling van die lugbesoedlingsgradiënt in soortgelyke studiegebiede. Die waarde van hierdie soneskaal word ongelukkig tot 'n groot mate beperk deur onvoldoende gegewens aangaande SO_2 -konsentrasies in die lug. Indien sodanige waardes beskikbaar sou word kan SO_2 -konsentrasies met behulp van hierdie soneskaal vir ander vergelykbare gebiede op grond van die bewese korrelasie met behulp van die aanwesige ligenegroei bepaal word (Gilbert, 1973). Dit is gevolglik wenslik dat in 'n opvolgstudie die SO_2 -konsentrasies in die verskillende sones bepaal word sodat die verband met ligenegroei ook vir Suid-Afrikaanse toestande aangetoon kan word. Voorts sal bykomende ondersoekte omtrent ander parameters wat ligenegroei beïnvloed verder bydra tot die vertolkings en implementering van soortgelyke sonekaarte.

Gevolgtrekkings

Kartering van spesieaantalle

Resultate wat met dié tegniek verkry is toon dat dit 'n bruikbare metode is vir die samevatting van spesieverspreiding en die aantoon van isotoksiese gebiede. Dit het ook geblyk dat hierdie eenvoudige tegniek tot so 'n mate onderskeidend was dat dit selfs deur nie-spesialiste as 'n opnametegniek gebruik kan word. Hiervoor is dit slegs nodig om die aantal maklik herkenbare ligeenspesies per

substraat op te teken, 'n verspreidingskaart op te stel en isotoksiese sones op grond van saampassende spesierikdomwaardes uit te wys.

Kartering van spesieverspreiding

Veld-data is deur hierdie tegniek in 'n opgesomde, verfynde manier voorgestel. Daarmee kon verskillende ligenegroei-sones onderskei word en sodoende 'n beeld van die verspreiding van lugbesoedelingssones in die opnamegebied verkry word.

Moontlike toekomstige gebruike van ligene as bioindikatore van lugbesoedeling.

Ligene behoort as bioindikatore toenemend gebruik te word (veral op 'n nasionale basis) gedurende:

- (a) die beplanningsfase van enige gebied waarin lugbesoedeling moontlik ter sprake mag wees en tydens
- (b) lang- of korttermyn-moniteringsprogramme waarmee:
 - (i) die effek van nuwe aanlegte op 'n omgewing bepaal kan word,
 - (ii) bestaande besoedelingssones gekarakteriseer kan word; en
 - (iii) die doeltreffendheid van beheermaatreëls gecontroleer kan word.

BEDANKINGS

Die WNNR en Universiteit van die Noorde word bedank vir finansiële ondersteuning.

LITERATUURVERWYSINGS

- BARKMAN, J.J., 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Assen : Van Gorcum.
- COPPINS, B.J., 1973. The "Drought Hypothesis". Ch. 7 in : *Air pollution and lichens*. Edited by B.W. Ferry, M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth, London & New York : The Athlone Press.
- FERRY, B.W., BADDELEY, M.S. & HAWKSWORTH, D.L., 1973. *Air pollution and lichens*. London : The Athlone Press.
- GILBERT, O.L., 1973. Lichens and air pollution. Ch. 13 in : *The lichens*. Edited by V. Ahmadjian & M.E. Hale, New York & London : Academic Press.
- GILBERT, O.L., 1976. The construction, interpretation and use of lichen/air pollution maps. In : *Proceedings of the Kuopio meeting on plant damages caused by air pollution*. Edited by L. Kärenlampi, Kuopio: University of Kuopio and Kuopio Naturalists' Society.
- HAWKSWORTH, D.L., 1971. Lichens as litmus for air pollution : A historical review. *Intern. J. Environmental Studies* 1, 281–296.
- HAWKSWORTH, D.L., 1973. Mapping studies. Ch. 3 in : *Air pollution and lichens*. Edited by B.W. Ferry, M.S. Baddeley and D.L. Hawksworth, London : The Athlone Press.
- HAWKSWORTH, D.L., 1977. Literature on air pollution and lichens VI. *Lichenologist* 9, 77–82.
- HAWKSWORTH, D.L. & ROSE, F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature* 227, 145–148.
- HAWKSWORTH, D.L. & ROSE, F., 1976. *Lichens as pollution monitors*. London : Edward Arnold.
- HAWKSWORTH, D., ROSE, F. & COPPINS, B.J., 1973. Changes in the lichen flora of England and Wales attributable to pollution of the air by Sulphur Dioxide. Ch. 16 in *Air pollution and lichens*. Edited by B.W. Ferry, M.S. Baddeley & D.L. Hawksworth, London : The Athlone Press.
- LE BLANC, F. & RAO, D.N., 1975. Effects of air pollution on lichens and bryophytes. Ch. 11 in : *Responses of plants to air pollution*. Edited by J.B. Mudd & T.T. Kozłowski, New York & London : Academic Press.
- NYLANDER, W., 1966. Les lichens du Jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 13, 364–372.
- O'HARE, G., 1973. Lichen techniques of pollution assessment. *Area* 5, 223–229.
- RICHARDSON, D.H.S. & PUCKETT, K.J., 1973. Sulphur dioxide and photosynthesis in lichens. Ch. 13 in : *Air pollution and lichens*. Edited by B.W. Ferry, M.S. Baddeley and D.L. Hawksworth, London : The Athlone Press.
- RYDZAK, J. 1954. Rozmieszczenie i ekologie porostów miasta Lublina. *Annls. Univ. Mariae Curie Skłodowska*, sect. C8, 233–356.
- SERNANDER, R., 1912. Studier öfvar lafvarnes biologi I. Nitrofila lafvar. *Svensk. bot. Tidskr.* 6, 803–883.
- SERNANDER, R., 1926. *Stockholms natur*. Uppsala.
- SHIMWELL, D.W., 1971. *Description and classification of vegetation*. London : Sidgwick & Jackson.
- SKYE, E., 1958. Luftföroreningars inverkan på busk-och bladlavfloran kring skifferoljeverket i Närkes Nvarntorp. *Svensk. bot. Tidskr.* 52, 133–190.
- WALKER, N.P. & BRIGGS, A.B., 1984. The use of vegetation in the study of spatial distribution of trace elements in Pretoria. Sixth International Conference on Air Pollution. CSIR Conference Centre, Pretoria, 23–25 October 1984. CSIR : Pretoria.
- WESSELS, D.C.J. 1982. *Die verspreiding van basbewonnende ligene in Pretoria*. Volumes I & II. M.Sc.-verhandeling, Universiteit van Pretoria (Unpublished).
- WESTHOFF, V. & VAN DER MAAREL, E., 1978. The Braun-Blanquet approach. Ch. 20 in : *Classification of plant communities*. Edited by R.H. Whittaker, The Hague & Boston : Junk.