

Watervleermuizen in de Amsterdamse waterleidingsduinen habitat -en voedselvoorkeur



Anne-Jifke Haarsma
Ecologie
Rijksuniversiteit Leiden
september 2000



Watervleermuizen in de Amsterdamse waterleidingsduinen

Een breed ecologisch onderzoek naar de habitat -en voedselvoorkeur van watervleermuizen (*Myotis daubentonii*).
Verslag onderzoeksstage 1999 - 2000

Door: Anne-Jifke Haarsma

Begeleiders: Leo van Breukelen (AWD)
Jacques van Alphen (RU)

Ecologie, Rijksuniversiteit Leiden. september
2000

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	7
2. PROBLEEMSTELLING	8
3. HET DIEET VAN DE WATERVLEERMUIS	9
3.1 FACTOREN DIE HET DIEET VAN DE WATERVLEERMUIS BEÏNVLOEDEN	9
3.2 JAAGSTRATEGIE 'OPTIMAL FORAGING THEORIE'	10
3.3 EEN LITERATUURSTUDIE NAAR HET DIEET VAN DE WATERVLEERMUIS	11
3.3.1 <i>Samenvatting van het dieet</i>	12
4. VRAAGSTELLING	13
5. ALGEMENE OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	14
5.1 BIOLOGIE VAN DE WATERVLEERMUIS (MYOTIS DAUBENTONII, KUHL 1819)	14
5.2 HET ONDERZOEKSGEBIED	16
5.3 ALGEMENE OPZET VAN HET ONDERZOEK	17
6. SPECIFIEKE OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	19
6.1 MONSTERPUNT - TYPOLOGIE	19
6.1.1 <i>Constante omgevingsfactoren</i>	19
6.1.2 <i>Variabele omgevingsfactoren</i>	20
6.2 INSEKTENTELLINGEN (IN DE LUCHT EN IN HET WATER)	21
6.2.1 <i>Insektentellingen algemeen</i>	21
6.2.1.1 Representativiteit van de tellingen	21
6.2.2 <i>Insektentellingen in het water</i>	21
6.2.2.1 Insektentellingen in het water algemeen	21
6.2.1.2 Methode van bemonstering	22
6.2.3 <i>Insektentellingen in de lucht</i>	23
6.2.3.1 Insektentellingen in de lucht algemeen	23
6.2.3.2 Methode van bemonstering	24
6.3 VLEERMUISTELLINGEN	25
6.3.1 <i>Vleermuistellingen algemeen</i>	25
6.3.2 <i>Methode van vleermuistellingen</i>	25
6.4 PLEKTIJD ONDERZOEK	27
6.4.1 <i>Plektijd onderzoek algemeen</i>	27
6.4.2 <i>Methode van plektijdonderzoek per punt</i>	27
6.4.3 <i>Methode van plektijdonderzoek voor de totale data</i>	27
6.4.4 <i>Subonderzoek</i>	27
6.5 TREKROUTE	28
6.5.1 <i>Trekroute algemeen</i>	28
6.5.2 <i>Methode om trekroutes te tellen</i>	28
6.5.3 <i>Andere aanwijzingen voor trek</i>	28
6.6 KOLONIEBOOM - ONDERZOEK	29
6.6.1 <i>Koloniebomen</i>	29
6.6.2 <i>Methode van kolonieboom inventarisatie en het tellen van aantallen</i>	29
6.6.3 <i>Kolonieboom-preferentie</i>	30
6.7 MESTONDERZOEK	32
6.7.1 <i>Mestonderzoek algemeen</i>	32
6.7.2 <i>Methode van mestanalyse</i>	33
6.7.3 <i>Verdere analyse</i>	34
7. RESULTATEN	35
7.1 GEBRUIKTE ANALYSE METHODE	35
7.1.1 <i>Specifieke opmerkingen (leeswijzer)</i>	35
7.2 MONSTERPUNT TYPOLOGIE	36
7.2.1 <i>Algemene monsterpunt typologie</i>	36
7.2.2 <i>Vaste, constante omgevingsfactoren</i>	36
7.2.3 <i>Variabele omgevingsfactoren (per dag)</i>	37
7.2.4 <i>Corrigeren van omgevingsfactoren</i>	37
7.2.4.1 <i>Robuuste manier</i>	37
7.2.4.2 <i>Milde manier</i>	38
7.3 VERSPREIDING VAN INSEKTEN IN DE LUCHT EN IN HET WATER	40

7.3.1	<i>Verspreiding van insekten algemeen</i>	40
7.3.2	<i>Ruimtelijke verspreiding van insekten in het water algemeen</i>	40
7.3.2.1	Overzicht van de vangstplekken (diep of ondiep) per watertypen	41
7.3.2.2	Soorten	41
7.3.2.3	Familiegroepen	41
7.3.2.4	Lengte klassen	42
7.3.2.5	Totaal aantal soorten en totaal aantal individuen	42
7.3.3	<i>Algemene verspreiding van insekten in de lucht</i>	43
7.3.4	<i>Ruimtelijke verspreiding van insekten in de lucht</i>	43
7.3.4.1	Overzicht van de vangstplekken (water/ oever) en de watertypen	43
7.3.4.2	Soorten	44
7.3.4.2	De verschillende klusters	44
7.3.4.3	De verschillende klassen	44
7.3.4.4	De kwaliteit en kwantiteit	45
7.3.4.5	Gewicht	47
7.3.4.5	Robuuste correctie van de ruimtelijke verspreiding	47
7.3.5	<i>Tijdelijke verspreiding van insekten in de lucht</i>	47
7.3.5.1	Overzicht van de vangstplekken per vangstdatum	47
7.3.5.2	Soorten	48
7.3.5.3	De verschillende klusters	50
7.3.5.4	De lengte klassen	50
7.3.5.5	Kwaliteit en kwantiteit	50
7.3.5.6	Insekten gewicht	50
7.3.5.7	Robuuste correctie van de tijdelijke verspreiding	50
7.3.6	<i>Muggen</i>	50
7.3.6.1	Verspreiding van muggen algemeen	51
7.3.6.2	Relaties tussen muggen en andere insekten	51
7.3.7	<i>Verspreiding van insekten (in de lucht) in relatie met omgevingsfactoren</i>	52
7.3.7.1	Overzicht van de insekten aantallen en de constante en variabele omgevingsfactoren	52
7.3.7.2	Soorten	52
7.3.7.3	Verschillende klusters	54
7.3.7.4	Lengteklassen	54
7.3.7.5	Totaal klassen	55
7.3.7.6	Gewicht	55
7.3.7.7	Robuuste correctie van de relatie tussen insekten en omgeving	57
7.3.8	<i>Verskil tussen insekten in het water en in de lucht</i>	57
7.3.8.1	Verskil tussen insekten in het water en in de lucht algemeen	57
7.3.8.2	Verskil tussen insekten in de lucht en in het water per soort	57
7.3.8.3	Verskil per klasse tussen insekten in het water en in de lucht	58
7.4	VERSPREIDING VAN VLEERMUIZEN	59
7.4.1	<i>Verspreiding van vleermuizen algemeen</i>	59
7.4.1.1	Het verschil tussen de vleermuisvariabelen	59
7.4.2	<i>Ruimtelijke verspreiding van watervleermuizen</i>	60
7.4.2.1	Overzicht van de ruimtelijk verspreiding van watervleermuizen	60
7.4.2.2	Jagers en trekkers	60
7.4.2.3	Buzzen en passages	61
7.4.2.4	De watertypen en punten	61
7.4.2.5	Robuuste correctie van de vleermuisdata	62
7.4.2.6	Milde correctie van de vleermuisdata	62
7.4.3	<i>Tijdelijke verspreiding van watervleermuizen</i>	63
7.4.3.1	Overzicht van de spreiding van vleermuizen per vangstdatum	63
7.4.3.3	De jager en de trekkers	63
7.4.3.4	Buzzen en passages	65
7.4.3.5	De vangstdata en de dagen	65
7.4.3.6	Veranderingen binnen dagen	65
7.4.3.7	De robuuste correctie van de vleermuisdata	66
7.4.3.8	De milde correctie van de vleermuisdata	66
7.4.4	<i>Verspreiding van vleermuizen in relatie met omgevingsfactoren</i>	67
7.4.4.1	Overzicht van de spreiding van vleermuizen per omgevingsfactor	67
7.4.4.2	Invloed omgevingsfactoren op vleermuisvariabelen	67
7.4.4.4	Interactie tussen omgevingsfactoren	68
7.4.4.5	Ruimtelijke verspreiding in relatie met omgevingsfactoren	69
7.4.4.6	Tijdelijke verspreiding in relatie met omgevingsfactoren	70
7.4.4.7	De robuuste correctie van de data van de relatie tussen vleermuizen en omgevingsfactoren	70
7.4.4.8	Milde methode voor correctie van de relatie tussen vleermuizen en omgevingsfactoren	70
7.4.5	<i>Verspreiding van vleermuizen en jaagstrategie</i>	71
7.4.5.1	Jaagstrategie algemeen	71
7.5	RELATIE TUSSEN VLEERMUIZEN EN INSEKTEN	72
7.5.1	<i>Relatie tussen vleermuizen en insekten algemeen</i>	72
7.5.2	<i>Directe relatie tussen vleermuizen en insekten</i>	72

7.5.2.1 Het gebruik van gemiddelden of maximale waarden	73
7.5.2.2 Het gebruik van oever, of water data	73
7.5.2.3 Relatie tussen vleermuizen insecten soorten, klusters en totaal klassen	73
7.5.2.4 Ruimtelijke overeenkomsten in de relatie tussen vleermuizen en insecten	74
7.5.2.5 Tijdelijke overeenkomsten in de relatie tussen vleermuizen en insecten	74
7.5.2.6 Robuuste correctie voor de relatie tussen vleermuizen en insecten	75
7.5.2.7 Milde correctie voor de relatie tussen vleermuizen en insecten	75
7.5.3. <i>Driehoeksrelatie tussen omgeving, insecten en vleermuizen</i>	75
7.5.3.1 Relatie tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren	76
7.5.3.2 Driehoeksrelatie in de ruimte	77
7.5.3.3 Driehoeksrelatie in de tijd	78
7.5.3.4 Correctie van de driehoeksrelatie	79
7.5.4 <i>Relatie met insecten in het water</i>	79
7.5.5 <i>Driehoeksrelatie en jaagstrategie</i>	80
7.6 FOURAGEER-EN PASSAGE ACTIVITEIT VAN VLEERMUIZEN	81
7.6.1 <i>Activiteiten van vleermuizen algemeen</i>	81
7.6.1.1 Verkrijgen van de 3 activiteiten en hun eerste bewerkingen	81
7.6.2 <i>Activiteit van vleermuizen</i>	81
7.6.2.1 Relatie tussen activiteiten	82
7.6.2.2 Ruimtelijke verspreiding van activiteit	82
7.6.2.3 Tijdelijke verspreiding van activiteit	83
7.6.2.4 Relatie tussen foerageeractiviteit en voedsel	83
7.6.2.5 Relatie tussen passageactiviteit en omgevingsfactoren	83
7.6.3 <i>Relatie tussen activiteiten en jaagstrategie</i>	84
7.6.4 <i>Activiteit als kwaliteitsmaat</i>	85
7.6.4.1 Bepalen kwaliteit van een plek aan de hand van activiteit	85
7.6.4.2 Bepalen kwaliteit gedurende één gehele avond	85
7.7 PLEKTIJD	87
7.7.1 <i>Plektijd algemeen</i>	87
7.7.2 <i>Drie soorten plektijdonderzoek</i>	87
7.7.2.1 Het subonderzoek	87
7.7.2.2 Plektijd per punt	88
7.7.2.3 Plektijd per punt gebaseerd op de totale data	88
7.7.3 <i>Een vergelijking van de drie methoden</i>	89
7.7.4 <i>Plektijd en jaagstrategie</i>	90
7.7.4.1 Jaagstrategie	90
7.7.4.2 Kwaliteit	90
7.7.4.3 Plektijd en depletie:	92
7.8 TREKROUTE	93
7.8.1 <i>Trekroute algemeen</i>	93
7.8.2 <i>Vleermuizen op trekroutes</i>	93
7.8.2.1 Trekroute Pannelandersweg en Leyduin	93
7.8.2.2 Andere aanwijzingen voor trek	94
7.8.2.3 Trekroutes in vorige jaren; een literatuuronderzoek	95
7.8.3 <i>Trekroute als census telling, voor toe of afname populatie</i>	95
7.8.3.1 Het nut van een census telling	96
7.8.3.2 De populatiegrootte in 1999 aan de hand van trekroute gegevens	96
7.8.3.3 De populatiegrootte in 1999 aan de hand van het aantal vleermuizen in de AWD	96
7.8.3.4 Trekroutes in relatie met kolonieboom tellingen	97
7.8.3.5 Trekroutes in relatie met bunkertellingen	97

7.9 KOLONIEBOMEN	99
7.9.1 Kolonieboom algemeen	99
7.9.2 Vindplaatsen koloniebomen.....	99
7.9.2.1 Totaal aantal kolonies	99
7.9.2.2 Aantal uitvliegers	100
7.9.2.3 Simultaanteling en populatiegrootte	101
7.9.3 Kolonieboom verder onderzoek.....	101
7.9.3.1 Kolonieboom kenmerken	101
7.9.3.2 Kolonieboom en afstand tot het foerageergebied	101
7.10 VLEERMUISMEST	103
7.10.1 Vleermuis mest algemeen.....	103
7.10.1.1 Parasieten en haren in vleermuis mest	103
7.10.2 Gewicht van vleermuis mest.....	104
7.10.2.1 Seizoensverloop in het gewicht.....	104
7.10.2.2 Verschil in de typen mest.....	104
7.10.3 Het bepalen van het dieet aan de hand van mestanalyse.....	105
7.10.3.1 Sample grootte	105
7.10.3.2 Uitkomsten van de eerste analyse	106
7.10.3.3 Dieet verschillen per dag.....	107
7.10.3.4 Dieet in relatie met weersomstandigheden.....	107
7.10.3.5 Het dieet op verschillende manieren	108
7.10.4 Mestanalyse in vergelijking met handvangsten	109
8. CONCLUSIE	122
8.1 CONCLUSIE ALGEMEEN	122
8.2 MONSTERPUNT TYPOLOGIE	122
8.3 INSEKTEN IN DE LUCHT EN IN HET WATER	122
8.4 VERSPREIDING VAN WATERVLEERMUIZEN	123
8.5 RELATIE TUSSEN DE VERSPREIDING VAN VLEERMUIZEN EN INSEKTEN IN DE LUCHT EN IN HET WATER	124
8.6 ACTIVITEIT	124
8.7 PLEKTIJD.....	125
8.8 TREKROUTE.....	125
8.9 KOLONIEBOMEN	126
8.10 MESTANALYSE	126
9. DISCUSSIE.....	128
10. AANBEVELINGEN.....	130
10.1 AANBEVELINGEN VOOR EEN VOLGEND ONDERZOEK.....	130
10.1.1 Expiramenteel onderzoek.....	130
10.1.2 Aanvullingen.....	130
10.1.3 Verbeteringen	130
10.1.4 Materialen.....	131
10.2. AANBEVELINGEN VOOR HET BEHEER.....	131
10.2.1 Het foerageergebied	131
10.2.2 De kolonieplaats	132
10.2.3 Bunkers en andere overwinteringsplekken	132
11. DANKWOORD	133
12. LIJSTEN	134
12.1 WOORDENLIJST.....	134
12.2 LITERATUURLIJST	136
13. INHOUDSOPGAVE (BIJLAGEN)	141

1. Inleiding

Het onderzoek heeft plaats gevonden in de Amsterdamse Waterleiding Duinen (AWD), een groot aaneengesloten gebied van 3600 hectare. Dit natuur -en recreatiegebied wordt gebruikt voor drinkwaterwinning, waarvoor een wateroppervlak van 180 hectare is gecreëerd. Het beheer probeert de biodiversiteit in het gebied te behouden en veilig te stellen. Daarnaast speelt natuurontwikkeling een belangrijke rol, waarbij rekening gehouden moet worden met de andere functies (recreatie en waterwinning) die het gebied heeft. Om de natuur effectief te beschermen is kennis van ecosystemen nodig, dat wil zeggen van de relaties tussen verschillende componenten in het gebied, zoals flora en de fauna.

Sinds 1973 worden vleermuizen als component van een ecosysteem erkend. Sindsdien werden ze namelijk wettelijk beschermd en mogen ze niet meer gedood, gevangen of verstoord worden. Pas in 1994 is er een verdrag (the Agreement on the Conservation of Bats in Europe) in werking getreden waarin bepaald is dat 31 soorten vleermuizen in de lidstaten beschermd moeten worden. Maar al zijn vleermuizen nu beschermd en is hun rol in het ecosysteem erkend, de kennis over hun leven blijft beperkt. Onder andere door hun nachtelijke leefwijze en het feit dat ze moeilijk uit elkaar te houden zijn zonder ze te vangen. Dit is verbeterd sinds de opkomst van de batdetector in de jaren 70. De batdetector is een handig hulpmiddel voor onderzoek waarmee de geluiden die vleermuizen maken kunnen worden omgezet in door mens hoorbare geluiden, zodat vleermuissoorten makkelijker van elkaar te onderscheiden zijn en daardoor geteld kunnen worden. In 1986 werd de Stichting Vleermuis Onderzoek opgericht, die systematische inventarisatie naar de verspreiding van vleermuizen over het gehele land stimuleert.

Sinds 1984 worden er al vleermuis-inventarisaties in (en om) de AWD gedaan. Hierbij worden met detectors kolonieplaatsen en foerageergebieden opgespoord. Hierbij bleek dat dit landschap een hoge dichtheid watervleermuizen herbergt; bijna een kwart van de Noordhollandse watervleermuis-populatie bevindt zich in dit gebied. Deze watervleermuizen hebben kolonies in de omliggende landgoederen zoals Leyduin, Woestduin en Vinkenduin (Kapteyn, 1995). De aanwezigheid van zulke grote aantallen watervleermuizen in deze landgoederen is mogelijk door de aanwezigheid van voldoende koloniebomen en van goede foerageergebieden (water) in de omgeving. Op deze landgoederen leven de watervleermuizen in groepen van 30 tot 40 dieren die elk een *kolonieboom* bezetten. Vanuit deze landgoederen vliegen grote aantallen watervleermuizen richting AWD om daar op insecten te jagen. Aldus leggen de watervleermuizen elke nacht ongeveer 5 km af om bij hun foerageergebieden te komen, vaak langs dezelfde *trekroutes*. Zo zijn er trekroutes bekend langs de Pannelandersweg en de Leyweg. Hiervan is de Leyweg de grootste vliegroute met 108 watervleermuizen (Mertens & van der Vliet, 1996).

2. Probleemstelling

Naast vleermuis-inventarisaties in de zomer worden ook in de overwinteringplaatsen (bunkers) vleermuizen geteld. Vanaf het begin van deze tellingen in 1987 (er zijn toen 70 individuen geteld, zijn de aantallen gestaag gestegen. Vooral de aantallen van de watervleermuis en de grootoor zijn opvallend toegenomen. In twaalf jaar tijd zijn de aantallen van deze vleermuizen verdrievoudigd. Waarom nu juist de watervleermuis zo toeneemt is moeilijk te verklaren. Er wordt wel eens gesuggereerd dat watervleermuizen kunnen profiteren van een toenemend voedselaanbod (vooral muggen) als gevolg van *eutrofiëring* (Daan, 1980; Vaughan et al 1996)). In de AWD is echter vrijwel op geen enkele plek sprake van eutrofiëring, toch is hier sprake van toename van watervleermuizen. Bovendien heeft eutrofiëring een toename van eendekroos tot gevolg, wat een negatieve invloed voor de vleermuizen heeft; het bemoeilijkt het jagen. Watervleermuizen grissen namelijk vaak insecten van het wateroppervlak af en kunnen daarbij moeilijk onderscheid maken tussen kroos en prooi. Andere negatieve invloeden zijn het verdwijnen van (potentiële) koloniebomen en het gebruik van giftige stoffen tegen insectenplagen zoals PCB 's en PAK 's. Deze landbouwgiften hebben een schadelijk effect, zoals onvruchtbaarheid en sterfte, op vleermuizen; juist omdat vleermuizen zulke grootte hoeveelheden (vergiftigde) insecten eten (Reinhold, 1994). Maar welke invloed dit heeft gehad op de aantallen watervleermuizen is onbekend.

3. Het dieet van de watervleermuis

3.1 Factoren die het dieet van de watervleermuis beïnvloeden

De relatie tussen het verspreidingspatroon van insecten etende vleermuizen en hun voedselaanbod is al meerdere malen onderzocht. Daaruit bleek dat vleermuizen zich vooral begeven op plekken met een hoge insectendichtheid (o.a. Swift et al, 1985; Vaughan et al, 1996). Dit resulteert in een verschil in mate van aantrekkelijkheid tussen verschillende plekken, op aantrekkelijke plekken kan dus een hogere vleermuis-activiteit worden verondersteld. Deze (mate van) aantrekkelijkheid van een plek kan gedurende het seizoen veranderen. Dit heeft tot gevolg dat ook het aantal vleermuizen dat een plek bezoekt gedurende het seizoen verandert (Fenton, 1970).

De aantrekkelijkheid van een plek hoeft niet alleen door de insectendichtheid bepaald te zijn. Er kan ook sprake zijn van een interactie tussen de omgeving en de insecten; door bepaalde eigenschappen van de omgeving, zoals beschutting voor de wind, kan een plek meer insecten bevatten. Op die manier spelen twee factoren, namelijk omgeving en insecten, een rol bij de aantrekkelijkheid van een punt voor vleermuizen. Deze twee factoren sluiten elkaar niet uit, maar overlappen ook niet altijd. Daarnaast kunnen ook andere factoren een rol spelen, bijvoorbeeld predatie. Voedselrijke plekken die een hoog mortaliteitsrisico door predatie hebben kunnen bijvoorbeeld door foeragerende vleermuizen worden gemeden.

Een vleermuis kan zijn foerageerplek ook op basis van andere omgevingsfactoren selecteren, zoals wind, regen, stroomsnelheid van het water en bedekking door eendekroos. Om te onderzoeken in hoeverre vleermuizen hun jaagplek selecteren kunnen omgevingsfactoren experimenteel veranderd worden. Zo zorgt het afspelen van het geluid van stromend water voor een daling in aantrekkelijkheid (Mackey & Barclay, 1988), terwijl het prooiaanbod gelijk blijft. Het aanbrengen ruimtelijk versturende elementen, zoals rechtopstaande planken waardoor vleermuizen niet meer rechtdoor kunnen vliegen, heeft ditzelfde effect (Brigham et al, 1997).

In de AWD is reeds eerder een poging gedaan om het verspreidingspatroon van watervleermuizen te onderzoeken (Huitema, 1991). Hierbij is op een aantal punten het aantal vleermuizen geïnventariseerd. Daarnaast is per punt met behulp van plakvallen, het voedselaanbod onderzocht. Uit dit onderzoek bleek dat er een relatie bestaat tussen de verspreiding van vleermuizen en de aanwezigheid van insecten, in dit geval alleen muggen (een belangrijke voedselbron van de watervleermuis). Van de watervleermuis is echter bekend dat hij een heel breed voedselspectrum heeft; tenminste 16 verschillende prooidier-groepen (Vaughan, 1997). Bovendien is bekend dat het dieet van de watervleermuis gedurende het seizoen verandert (Swift & Racey, 1983). Muggen spelen een belangrijke rol in het dieet van vleermuizen omdat ze gedurende het seizoen meestal aanwezig zijn; ze hebben meerdere overlappende generaties per jaar, waardoor er steeds nieuw aanbod is. De watervleermuis is echter een opportunistische jager die grotere prooien lijkt te prefereren als deze beschikbaar zijn (tabel 1). De plakvallen ving echter vooral de muggen goed en niet de andere prooi-categorieën. Deze vallen zijn dus vrij selectief (Kunz, 1988); er kan maar een beperkte groep insecten mee gevangen worden. Dit zijn vooral lichte insecten (zoals muggen), die zich passief door het luchtruim voortbewegen en actief vliegende insecten, dus geen op het water oppervlak rustende insecten, geen larven en poppen die aan het oppervlak drijven en andere prooi-categorieën. Daarnaast heeft zo'n val het nadeel dat grotere insecten zich kunnen loswrikken. Daardoor lijken deze vallen een onderschatting te geven van grotere insecten (Huitema, 1991) en blijft het onbekend in welke mate ander prooien tot het voedselspectrum van de watervleermuis bijdragen (Huitema, 1991).

3.2 Jaagstrategie 'optimal foraging theorie'

Het vermogen van een vleermuis om te overleven en te reproduceren is afhankelijk van de aanwezigheid van voedselbronnen (prooidieren) en van het vermogen van deze vleermuis om deze bronnen te verkrijgen. Vooral tijdens zwangerschap en lactatie hebben vleermuizen een grootte hoeveelheid energie nodig. Daardoor kan een geslaagde reproductie afhankelijk zijn van het prooiaanbod en van de *jaagstrategie* waarmee een watervleermuis deze prooien vangt. In dit onderzoek worden twee componenten van een jaagstrategie besproken die een vleermuis kan gebruiken om zijn energie opbrengt te maximaliseren; plektijd en habitatkeuze. Deze twee componenten kunnen worden bestudeerd met de volgende twee modellen:

Prooikeuze-model; (Charnov, 1976)

Het prooikeuze-model voorspelt welke prooitypen deel uitmaken van het dieet van een predator die zijn gemiddelde energie-opbrengst per tijdseenheid wil optimaliseren. Dit model neemt aan dat er minimaal twee prooitypen aanwezig zijn; goede (grote) prooien en slechte (kleine) prooien. Welke prooi gekozen wordt is afhankelijk van de aanwezigheid van goede prooien. Als deze meer aanwezig zijn ten opzichte van een slechte prooien, zullen slechte prooien worden genegeerd. Als deze echter weinig aanwezig zijn zullen slechte prooien ook in het dieet worden opgenomen. Een goede (grote) prooi is namelijk voedzamer, de vleermuis hoeft minder inspanning te verrichten voor dezelfde opbrengst.

Habitatkeuze-model; (Orions & Wittenberger, 1991)

Het habitatkeuze-model voorspelt welk habitat geselecteerd wordt en hoe lang een predator daar zal blijven. Elk habitat heeft een bepaalde energie-opbrengst per tijdseenheid, deze is afhankelijk van de dichtheid van de prooien op die plek. Als deze hoog is zal een vleermuis daar blijven totdat de voedsel-inname per tijdseenheid onder een bepaald niveau valt. Dit niveau is geheel afhankelijk van de verwachte opbrengst die avond. Op een zwoele avond zullen prooidichtheden overal hoog zijn, dus zal een goede plek eerder verlaten worden dan op een koude avond.

3.3 Een literatuurstudie naar het dieet van de watervleermuis.

Het is waarschijnlijk, dat ook andere prooien dan muggen een rol spelen in de verspreiding van de watervleermuis in de AWD, vooral tijdens de reproductie. Om van te voren een inzicht te krijgen in de verschillende potentiële prooien is een literatuurstudie naar het dieet van de watervleermuis uitgevoerd. Hiervoor zijn vijf onderzoeksrapporten over het dieet van watervleermuis bestudeerd. Watervleermuizen zijn insectivoor, alhoewel ze soms ook andere prooien dan insecten eten, zoals spinnen. Ze foerageren voornamelijk boven (beschutte) waterpartijen, zoals vijvers in landgoederen en boven smalle vaarten. Na een mestanalyse is vaak al te zien waar (in welk habitat) en hoe (met welke vangst-techniek) de predator zijn prooi gevangen heeft. Mestanalyse kan ook gebruikt worden om meer inzicht te krijgen in het dieet van vleermuizen (per gebied) en om seizoensveranderingen in het dieet te onderzoeken.

Deze vijf bestudeerde rapporten zijn in tabel 1 samengevat. In de eerste kolom zijn auteur en jaartal aangegeven. De volgende twee kolommen bevatten de locatie van het onderzoek en eventuele datum van analyse. In de vierde en vijfde kolom is aangegeven welke methode gebruikt is om het dieet van vleermuizen te onderzoeken en de daarbij gebruikte analyse methode, met daarachter tussen haakjes de grootte van de steekproef. De laatste tien kolommen bevatten de percentages van de prooidieren.

Bron	Locatie	Datum	Methode	Analyse (n)	Ep h	Plec	Hem	Neu	Col	Dip	Lep	Tri	Hym	R
Poulton (1929)	Engeland		Ob							+	+	+		
Nyholm (1965)	Finland		Cu							+	++	+		
Swift & Racey (1983)	Schotland	juni	fa	i (25)	0,3		0	0	0,9	68,6	0,8	29,4		
	"	juni	Ca		0,2					70	0,9	28,2		
	"	juli	fa	i (25)	5,2			0,2	2,4	53,8	1,5	36,9		
	"	juli	Ca		2,4				2,2	60,9	1,1	33,4		
	"	aug	fa	i (25)	3,3			1,1	1,9	55,5	3,4	34,8		
	"	aug	Ca		1,0			0,2	1,7	62,9	2,9	31,3		
Beck (1994)	Zwitserland		fa	o (306)	0,5	2	21	14	5	99	3	7	3	0,5
Boonman et all (1998)	Nederland		fa	f (53)	0,6		2,4		4,2	86,7	2,4	0,6		2,4
	"		Ca		-		12,6		1,6	80,7	0,5	1,8		1,4

Tabel 1: Overzicht van de gevonden insectensoorten met behulp van vier verschillende methoden.

Gebruikte Methode :

ob = observatie, ca = catch, insectenvangsten met behulp van insectennet, cu = culled parts, prooiresten gevonden onder foerageer- of slaappleats, fa = faecal, mest onderzoek

Analyse methode (methoden om aanwezigheid van prooidieren te berekenen), tussen haakjes de steekproef grootte :

- o = % occurrence (voorkomen), het percentage van de onderzochte keutels...sample ... dat een bepaalde prooi bevat. Hierbij wordt het aantal keer dat een prooi in een 'mest-sample' voorkomt gedeeld door het aantal keutels.

Het totale percentage is meer dan honderd.

- f = % frequentie, het aantal fragmenten per groep gedeeld door het totaal aantal fragmenten maal 100%. Het totale percentage is honderd.

- i = % items, hierbij wordt het aandeel van identificeerbare onderdelen (zoals thorax en vleugel) dat bij een bepaalde groep hoort geteld. Het totale percentage is honderd

- ++/+ = zeer veel of veel, het aantal dat tijdens observaties is geschat.

Afkortingen van de gevonden prooi-dieren; Mec: Mecoptera (Schorpioenvliegen), Meg: Megaloptera (Elzenvlieg), Eph: Ephemeroptera (Haften), Plec: Plecoptera (Steenflygen), Hem: Hemiptera (Wantesen), Neu: Neuroptera (Gaasflygen), Col: Coleoptera (Kevers), Dip: Diptera (Vliegen en Muggen), Lep: Lepidoptera (Vlinders), Tri: Trichoptera (Schiemotten), Hym: Hymenoptera (Bijen, Wespen, Mieren) R: rest van de gevonden prooidieren, inclusief larven.

3.3.1 Samenvatting van het dieet

De watervleermuis eet hoofdzakelijk aquatische Diptera. Hiervan worden de Chironomidae verreweg het vaakst geconsumeerd. Waarschijnlijk zijn dit hoofdzakelijk mannetjes die in groepen boven het water zwermen, op zoek naar paringsbereide vrouwtjes. Uit onderzoek van onder andere Beck (1994) en Jones en Rayner (1988) bleek dat de watervleermuis ook veel poppen en larven van het wateroppervlak afgrist. Deze zijn echter zeer moeilijk in mest te onderscheiden van adulten (een larve heeft vaak zachtere delen maar is voor de rest hetzelfde) en zijn daarom slechts in de rest-groep weergegeven. Naast Diptera eet watervleermuis ook een groot aantal andere groepen zoals Ephemeroptera, Trichoptera en Neuroptera; maar steeds in veel kleinere aantallen. De watervleermuis heeft in vergelijking met andere vleermuizen een zeer breed voedselpakket (Vaughan, 1997), met prooien uit 16 verschillende groepen, dus inclusief de larven. Hierbij horen naast in tabel 1 genoemde groepen ook nog Ostracoda, Branchiopoda, Arachnida, Psocoptera, Chilipoda en Orthoptera. (deze prooien zijn echter zo weinig gevangen dat ze niet zijn opgenomen in de tabel). Al deze prooien zijn verschillend in grootte, vangbaarheid en voedingswaarde.

Tabel 1 roept een aantal vragen op. Het dieet van de watervleermuis verandert gedurende het seizoen (Swift & Racey, 1983; McAney & Fairley, 1989). Deze verandering kan veroorzaakt worden door een verandering in voedselaanbod, omgevingsfactoren of door het gebruik van een andere foerageer-techniek. Het is mogelijk dat er een relatie is tussen deze verandering en de voortplanting van de watervleermuis. De tabel bevat 9 prooi-categorieën van de watervleermuis. Waarom de watervleermuis echter zo'n breed voedsel-pakket heeft is onduidelijk: heeft dit te maken met de beschikbaarheid van bepaalde prooi-categorieën of juist met selectief jaaggedrag? Het is ook mogelijk dat de watervleermuis zijn uitvliegtijd aanpast aan vliegactiviteit-periodes van zijn prooien en op zo'n manier zijn prooien selecteert.

Bij een vergelijking tussen mest-onderzoek (faecal) en insekten-vangst (catch) lijkt het erop dat Nematocera (onderklasse van Diptera) vooral gegeten worden als er nauwelijks andere prooien zijn; bij beschikbaarheid van andere (grotere) prooien lijkt de watervleermuis deze te prefereren. Er kleven echter een aantal nadelen aan mestanalyse (zie §6.7.1), zoals het feit één grote prooi een even grootte voedingswaarde kan hebben als meerder kleine prooien. Dit leidt tot een onderschatting van hun belang in het dieet van de watervleermuis. Hierdoor kan tabel 1 een vertekent beeld geven van het dieet van de watervleermuis.

4. Vraagstelling

Om de toename van het aantal watervleermuizen te verklaren en om tegelijkertijd de vleermuizen te beschermen is inventarisatie alleen niet genoeg. Er is kennis nodig over ecologie en over de verspreiding van de vleermuis. Er wordt hiervoor naar het verspreidingspatroon en de eventuele relatie hiervan met het voedselaanbod gekeken. Zo kan een bijdrage geleverd worden aan de kennis nodig voor de bescherming van watervleermuizen. Daarnaast kan inzicht gekregen worden in de ecologische betekenis van de AWD voor watervleermuizen.

Deze twee hoofddoelstellingen kunnen bereikt worden aan de hand van de volgende twee subdoelstellingen.

- ◆ Inzicht krijgen in de verspreiding van watervleermuizen over het gebied en hun terrein gebruik (door onderzoek naar omgevingsfactoren, trekroutes en koloniebomen)
- ◆ Verklaren van het nachtelijke verspreidingspatroon door te zoeken naar de relatie tussen verspreiding en abundantie van het voedsel en de bijbehorende verspreiding van watervleermuizen.

Om deze doelstellingen te bereiken zijn de volgende vraagstellingen opgesteld:

- ◆ Is er verschil in dieet en activiteit van de watervleermuizen boven de verschillende watertypen in ruimte en in de tijd?
- ◆ Zo ja, kan dit verschil dan verklaard worden
 - in de tijd: is er sprake van seizoensverloop of periodiciteit van insecten?
 - in de ruimte: is er sprake van verschil in insecten aantallen tussen de verschillende punten?

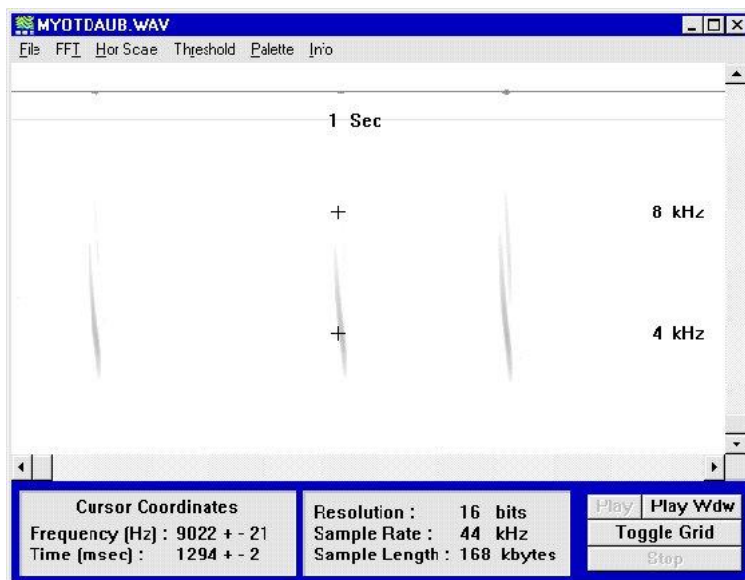
5. Algemene opzet en uitvoering van het onderzoek

5.1 Biologie van de watervleermuis (*Myotis daubentonii*, Kuhl 1819)

De watervleermuis heeft een lichaamslengte van 4.5-5.5 cm en een spanwijdte van 24-28 cm (Limpens et al, 1997). Zijn vleugels zijn tamelijk lang en smal. Deze vleugelkenmerken duiden op een vrij langzame vlucht met weinig wendingen. De watervleermuis vliegt met een snelheid van 10-15 km per uur in cirkels over het water (Helmer et al, 1987). Dit doet hij het liefst zo'n 5-30 cm boven het wateroppervlak waarbij hij aquatische insecten van het water afgrist (*trawling*). Hierbij maakt hij af en toe uitvallen naar boven: het zogenaamde *airial hawking* (Kapteyn, 1995; Jones & Rayner, 1988).

De watervleermuis heeft een licht gekleurde buik die goed te zien is als hij door een straal uit een zaklamp die over het wateroppervlak schijnt, wordt verlicht. Daarnaast vallen zijn grote voeten op die hij gebruikt bij het jagen (Bruijn, 1990 en figuur 4).

Watervleermuizen gebruiken net als andere vleermuissoorten echolocatie om hun omgeving te verkennen. Deze ultrasonische geluiden zijn met een batdetektor voor de mens hoorbaar te maken. Een watervleermuis maakt op een batdetektor een droog tikkend geluid dat lijkt op een 2-takt motor met afwisselend harde en zachte tikken. Dit geluid ontstaat doordat een watervleermuis snel op elkaar volgende (korte) pulsen afgeeft. Tijdens een zo'n puls daalt de toonhoogte van het geluid in een zeer korte tijd (3-4 ms) van een hoge (79 kHz) naar een lage (33 kHz) frequentie. Dit soort pulsen worden Fm-pulsen genoemd (*frequentie modulatie*). Het bereik hiervan is dus groot. Deze pulsen worden erg snel herhaald (om de 13-15 ms), zo ontstaat het 2-takt-ritme. Met een computerprogramma kan dit zichtbaar gemaakt worden (figuur 2).

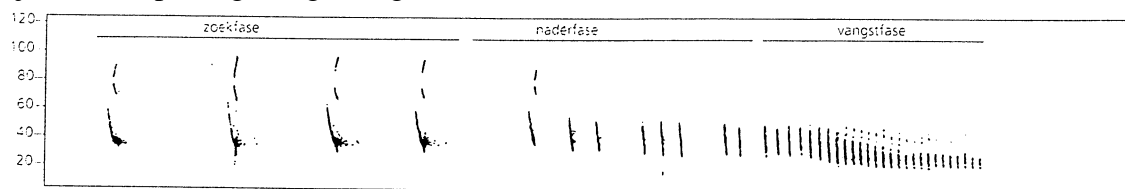


Figuur 2: Een frequentiediagram van het geluid van een watervleermuis, met de frequentie op de y-as en de tijd (ms) op de x-as. Binnen een zeer korte tijd daalt de toonhoogte van het geluid van 80 naar 30 kHz; een FM-puls. De piek van het geluid licht rond de 40 kHz. Op deze frequentie klinkt het geluid het hardst.

De watervleermuis gebruikt niet altijd dit ritme. Als hij een prooi in de gaten krijgt vindt er een verandering plaats. Het ritme wordt steeds sneller en de Fm-pulsen worden steeds korter (kleiner bereik) en steiler om zo gedetailleerde informatie over de prooi te verkrijgen (Kalko 1995; Kalko & Schnitzler 1989). Dan volgt het uiteindelijke vangstmoment dat klinkt als een krachtig gezoem: de *vangst-buzz*.

De periode tussen prooidetectie en prooivangst kan onderverdeeld worden in 3 fasen (Griffin et al, 1960) die bij de meeste Europese vleermuizen in verschillende vormen waar te nemen zijn. De eerste, de zogenaamde *search phase*, wordt gekenmerkt door een redelijk rechte vlucht en een langzaam puls herhalingsritme. De vleermuis is op zoek naar zijn prooi en klaar om aan te

vallen. In de tweede, de *approach phase* reageert de vleermuis op zijn prooi door naar hem toe te vliegen en zijn puls herhalingsritme te versnellen. Bij de derde, de *terminal phase* is de vleermuis zijn prooi heel dicht genaderd waarbij een zeer snel ritme laat horen, de vangst-buzz. Hierbij wordt de prooi gevangen (figuur 3).



Figuur 3: Een frequentie diagram van een vangstbuzz van een vleermuis. Hierbij zijn drie afzonderlijke fasen te onderscheiden; de zoekfase, de naderfase en de vangstfase.

Een watervleermuis is over het algemeen een *opportunistische* jager, dat wil zeggen dat hij allerlei prooien eet, zolang deze maar in voldoende mate aanwezig zijn. Dit wil echter niet zeggen dat hij overal te vinden is. Hij is vrij gevoelig voor licht, waardoor hij die plekken vermijdt. Ook vermijdt hij dicht opeenhopingen eendekroos, omdat hij moeite heeft met het maken van onderscheid tussen eendekroos en prooi (Boonman et al, 1998) in minder dichte opeenhopingen. Dit is vooral nadelig voor watervleermuizen die hun prooien vangen door middel van *trawling*.

Watervleermuizen leven meestal in twee types kolonies: de mannenkolonies en de kraamkolonies (met vrouwtjes en hun jongen), waar de vrouwtjes in juni hun jongen werpen. Gedurende de zomermaanden veranderen de kolonies gemiddeld om de twee tot zeven dagen, afhankelijk van het weer, van kolonieboom (Rieger, 1996). De mannenkolonies doen dit vaker dan de vrouwenkolonies. In België bleek dat vrouwen kolonies wel dertig dagen op één plek konden blijven. Op die manier kan één kolonie in de loop van het zomerseizoen ten minste zes verschillende kolonieboomen bewonen, met een onderlinge afstand van maximaal 250 meter, die ze afwisselend gebruiken (Helmer, 1983). Bij elke verplaatsing dragen de moeders hun niet vliegvlugge jong mee. Normaal wordt dit jong door hun moeder s nachts in de kraamkamer achtergelaten. Vanaf eind juli tot begin augustus, als de jongen kunnen vliegen, vallen de kolonies uit elkaar. In de wintermaanden verhuizen ze naar hun winterverblijfplaatsen, zoals bunkers (figuur 4) en fortten. Daar paren ze en brengen ze de winter door. Als het weer warmer wordt begint de hele cyclus opnieuw.



Figuur 4: In een bunker overwinterende watervleermuizen. Bij het bovenste dier vallen de grote voeten op die worden gebruikt bij het jagen.

5.2 Het onderzoeksgebied

De AWD liggen tussen Noordwijk en Zandvoort. Het is een duingebied met een grote verscheidenheid aan vegetatie waaronder naald -en loofbos. Door de waterwin-functie is er een grote verscheidenheid aan watertypen. Deze kunnen worden beschreven door de termen: toevoersloten, infiltratiegeulen, afvoer -en voorraadkanalen en kwelplassen (Verbeek, 1997; Oosterbaan & Baeyens, 1998). Het onderscheid tussen deze watertypen wordt gemaakt op grond van hun functie bij waterwinning. Daarnaast verschillen ze in biologisch en chemisch opzicht als gevolg van begroeiing en beheer (kaart 4, bijlage §13.2.1.3).

- ◆ *Toevoersloten*: Nadat het Rijnwater in Nieuwegein is gewonnen, wordt het voorgezuiverd en komt het via het pompstation in Heemstede in de toevoersloten terecht. Deze sloten zijn niet zo breed (1,5 tot 2 meter) en hebben een oppervlakte van 10.51 ha. De meeste van deze geulen hebben betonnen of zeer steile zanderige oevers. Het water stroomt snel en eventuele aanwezige waterplanten worden, te bevordering van de stroming, in het groeiseizoen een keer per week gemaaid.
- ◆ *Infiltratiegeulen en kanalen*: Vanuit de toevoersloten komt het water terecht in infiltratiegebied. Dit gebied bestaat uit geulen en kanalen. De bodem hiervan bestaat uit zand waardoor het water de duinbodem intrekt. De oevers van deze geulen hebben brede rietkragen. Het riet dat in het water staat, wordt samen met de onderwater vegetatie één keer per jaar gemaaid. De *koppen* (uiteinden van de waterwegen) worden vaker gemaaid. Deze geulen zijn ze vrij breed (tot ruim 2 meter) en hebben bij elkaar een oppervlakte van 76.53 ha.
- ◆ *Afvoerkanalen*: Nadat het water, zowel regen als dieptewater, gemiddeld drie maanden in het infiltratiegebied is geweest, wordt het water weer afgevoerd via de afvoerkanalen. Deze kanalen zijn vrij smal en ondiep (enkele meters). Ze hebben veel stroming en een vrij constante waterstand. Om dat te behouden wordt de bodem geregeld gemaaid. De oevers en de ernaast gelegen schouwpaden worden 4 tot 6 keer per jaar gemaaid. Deze kanalen hebben in totaal een oppervlakte van 27.96 ha.
- ◆ *Voorraadkanalen*: Naast afvoer hebben kanalen ook een voorraadfunctie; de voorraadkanalen. Dit zijn brede en diepe (6 meter en meer) kanalen met een oppervlakte van 48.18 ha. Deze kanalen hebben een oeverbegroeiing van riet en hoge vegetatie, op sommige plaatsen (vooral de koppen) zijn de oevers versterkt met basaltblokken.
- ◆ *Kwelplassen*: Naast deze watersystemen zijn er ook nog kwelplassen; ondiepe stilstaande kleine plassen, die dieper zijn gelegen dan de rest van de omgeving, waardoor het water op natuurlijke manier omhoog komt (kwelt). Er is geen stroming, de oevers zijn vaak dicht begroeid. Verder is de waterstand sterk wisselend.

Een belangrijk gevolg van het feit dat het water wordt voorgezuiverd voordat het in de AWD komt is dat het relatief schoon is. Het bevat een rijke diversiteit aan zoö- en fytoplankton met daarnaast een groot aantal soorten macrofauna. Een tweede gevolg is dat in het water van de AWD minder eendekroos groeit. De kwaliteit van de duinkanalen is beter dan de poldersloten (Bokx, 1997) en is dus waarschijnlijk een geschikt jachtbiotoop van de watervleermuizen.

5.3 Algemene opzet van het onderzoek

Elke nacht vliegt een groot aantal watervleermuizen van hun kolonieboom naar hun foerageergebied (in dit geval de AWD). In hun foerageergebied bezoeken ze een groot aantal plekken. Dit betekent dat watervleermuizen op een punt arriveren, er gaan jagen en als ze voldaan zijn weer vertrekken naar een volgende plek. Op die manier gaan ze plek voor plek de hele AWD af. Hoe watervleermuizen hun terrein gebruiken, of ze voorkeur hebben voor bepaalde plekken is waar te nemen met behulp van een batdetektor. Hiermee kan vastgesteld worden of een vleermuis passeert (een constant ritme) of foerageert (een versneld ritme of te wel een vangstbuzz). Aan de hand hiervan kunnen twee soorten activiteit onderscheiden worden: *passage activiteit* en *foerageeractiviteit*, dat wil zeggen de activiteit van één of meer vleermuizen die heen en weer vliegen, respectievelijk die jagen.

Prooiaanbod en bescherming tegen wind kunnen beiden een effect hebben op de verspreiding van de watervleermuizen over het gebied (hun terreingebruik) en dus op hun activiteit op bepaalde plekken. Deze relatie is onderzocht door naar verschillen in activiteitspatronen van watervleermuizen in de ruimte en in de tijd te zoeken. Voor een *ruimtelijke patroon* zijn meerdere plekken op dezelfde dag, met ongeveer dezelfde weersomstandigheden, onderzocht. Voor het *activiteitenpatroon in de tijd* is één plek gedurende meerdere avonden, al of niet met verschillende weersomstandigheden, onderzocht. Hiermee kan het verloop van een activiteiten patroon gedurende een seizoen bepaald worden.

Versillen in activiteit (in de ruimte of in de tijd) kunnen worden veroorzaakt door verschillen in omgevingsfactoren. Hierbij is prooiaanbod de belangrijkste omgevingsfactor die de verspreiding van de watervleermuizen over het terrein kan verklaren. Daarom zijn op de plekken niet alleen passage -en foerageer activiteit onderzocht maar ook prooiaanbod. Zo kan de relatie tussen (foerageer) activiteit en prooiaanbod bepaald worden en kan de verspreiding van watervleermuizen over het terrein verklaard worden. De verklaring rust op het feit dat de watervleermuis zijn jaagstrategie zal aanpassen. Inzicht hoe en wanneer een watervleermuis dit doet kan verkregen worden door het verloop van vleermuisactiviteit gedurende één avond te bekijken.

Voor het onderzoek zijn zestien plekken (punten) gekozen. Deze liggen verspreid over de verschillende watertypen (elk type drie tot vijf replica's), zie tabel 5 en kaart 3 (bijlage 13.2.1.3). Daarnaast zijn er nog 25 punten onderzocht op de aanwezigheid van insecten in het water. Deze punten overlappen gedeeltelijk met de andere punten

Watertypen	Punt-nummer	aantal punten per watertype
Geul	8*,10,12,15	4
Afvoerkanaal	1*,2,5,9*,13	5
Toevoersloot	7*,11*,16	3
Voorraadkanaal	3,4,6*,14	4

Tabel 5: overzicht van de gekozen punten

* ongeveer hetzelfde punt als Huitema (1991)

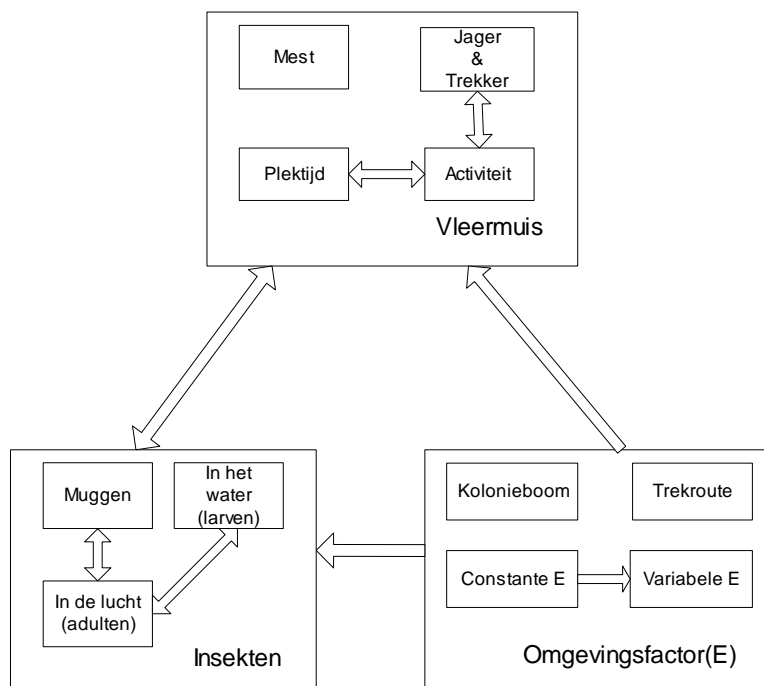
Op de zestien gekozen punten zijn de volgende factoren onderzocht (tussen haakjes staan de bijbehorende paragrafen: monsterpunt typologie (§6.1), verspreiding van insecten in de lucht en in het water (§6.2), vleermuis-tellingen (§6.3), en plektijdonderzoek (§6.4). Bij monsterpunt typologie zijn van elk punt een aantal omgevingsfactoren genoteerd. Deze omgevingsfactoren kunnen een invloed hebben op de verspreiding van watervleermuizen. Bij vleermuis-telling is de foerageer -en passage-activiteit van de watervleermuizen bekeken. De verspreiding van insecten is op twee manieren, in de lucht (adulten) en in het water (larven), onderzocht om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de prooikeuze van watervleermuizen. Want er is een

verschil in vangstefficiëntie tussen beide methoden; in de lucht kunnen andere dichtheden van een insectensoort worden waargenomen dan in het water. Bij het plektijdonderzoek is gedurende een langere periode de activiteit van vleermuizen waargenomen.

Met deze onderzoeksopzet kan er naar een correlatie tussen aanwezige insecten, de omgevingsfactoren en aantallen vleermuizen (foerageer –en passageactiviteit) gezocht worden; veel insecten op een punt en ‘daardoor’ ook veel watervleermuizen, zal leiden tot consumptie van de insecten. Mede aan de hand van deze correlatie kunnen de hoofddoelstellingen, bepalen van het potentiële voedselaanbod en het dieet van de watervleermuis bestudeerd worden. Deze opzet heeft echter één nadeel: een correlatie betekent niet meteen een causaal verband. Het blijft hierbij dus onbekend of wat in het veld aan ongewervelden (dus inclusief Arachnidae) waargenomen wordt ook werkelijk door vleermuizen gegeten wordt. Om dit probleem op te lossen is een mestonderzoek (§6.7) uitgevoerd. Hiermee is namelijk een vergelijking van het prooiaanbod (d.m.v. vangen) en prooikeuze (d.m.v. mestonderzoek) mogelijk zodat bepaald kan worden welke methode het efficiëntst is.

Om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de verspreiding van de vleermuizen en hun activiteiten patroon, werden ook trekroutes (§6.5) en koloniebomen (§6.6) onderzocht. Aan de hand hiervan is berekend welk percentage van de in het gebied aanwezige vleermuizen in de AWD gaat jagen. Hierbij kan berekend worden of dit percentage gedurende het seizoen verandert.

Deze opzet kan worden samengevat in een model; model A. Hiermee kan overzicht gehouden worden over de complexe onderzoeksopzet. In dit model zijn de drie hoofdvariabelen weergegeven die in dit onderzoek een rol spelen; vleermuis, insecten en omgeving. Per hoofdvariabelen zijn een aantal zaken onderzocht, de kleine kaders. De hoofdvariabele hebben invloed op elkaar, ook binnen een hoofdvariabelen kunnen de variabelen elkaar onderling beïnvloeden. Deze invloed wordt weergegeven door pijlen en kan zowel positief als negatief zijn. In het hoofdstuk over de specifieke opzet (hoofdstuk 6) van het onderzoek volgt hoe elk van de variabelen onderzocht wordt. In het hoofdstuk resultaten (hoofdstuk 7) worden de verbanden tussen de verschillende factoren/ kaders onderzocht en uitgewerkt.



Model A: Het volledige model van het onderzoek, waarin de relaties tussen de drie hoofdvariabelen en hun kaders wordt weergegeven.

6. Specifieke opzet en uitvoering van het onderzoek

6.1 Monsterpunt - typologie

De manier waarop watervleermuizen zich verspreiden, met andere woorden hoe ze hun terrein gebruiken, hangt vaak samen met eigenschappen van een plek. Het is bekend dat kleine vleermuizen (zoals de watervleermuis) zoveel mogelijk langs langgerekte elementen, zoals houtwallen, lanen en bomenrijen vliegen (Verboom, 1998). Hierlangs bereiken ze hun foerageergebieden, zoals waterpartijen, vijvers en poelen. Niet alle gebieden worden echter even vaak bezocht; dit is afhankelijk van bereikbaarheid. Zo wordt een geïsoleerde plek minder vaak bezocht omdat er relatief veel moeite voor gedaan moet worden (Jong, 1995). Als zo'n plek dan niet een gemiddeld hoger voedselaanbod heeft loont het niet de moeite om er heen te vliegen. Ook een door lantarenpalen verlichte plek is voor watervleermuizen niet interessant (Rydell, 1996). Een door bomen beschutte plek, wordt juist graag bezocht, terwijl open plekken worden gemeden (Nyholm, 1965). Limpens en Kapteyn (1991) suggereerden een viertal hypothesen om te verklaren waarom sommige vleermuissoorten open plekken vermijden: Vleermuizen hebben een beperkt sonar-bereik waardoor individuen gedwongen worden om lineaire elementen te volgen om zich te kunnen oriënteren. Daarnaast zouden vleermuizen predatie en wind vermijden. Tenslotte is de insectendichtheid op beschutte plekken hoger.

Om te onderzoeken welke kenmerken van de omgeving de verspreiding en het jaaggedrag van de watervleermuizen (en hun prooidiere) beïnvloeden zijn per punt twee soorten omgevingsfactoren bijgehouden. Namelijk de constante (altijd geldende) factoren en de variabele (steeds wisselde) factoren.

6.1.1 Constante omgevingsfactoren

Bij de constante omgevingsfactoren is naar de volgende kenmerken gekeken:

- ◆ Kenmerken van de waterloop. Hierbij is het watertype en de daarbij behorende elementen, zoals stroomsnelheid, bodemsoort en beheer genoteerd. Ook zijn andere aspecten zoals lengte en breedte (en de daaruit berekende oppervlakte), diepte, watertemperatuur en zoutgehalte gemeten.
- ◆ Vegetatie. Hierbij is de op de oever voorkomende vegetatie beschreven, door het noteren van enkelen veel voorkomende soorten. Doordat vegetatie slechts beschouwd is als een voedselbron voor insecten en een factor die beschutting beïnvloed kan vegetatie hier als een constante factor beschouwd worden.
- ◆ Geografische ligging. Hierbij is de (hemelsbrede) afstand tussen punt en kolonieplaats bepaald. Daarnaast is bepaald of een punt langs een trekroute ligt (§ 7.6 en 7.7). Ook is de windrichting van de waterloop bepaald.
- ◆ Beschutting. Hierbij is de locatie (beide waterkanten) en hoogte van de bomen en de helling van de oever beschreven met betrekking op beschutting voor wind (en predatie). Ook is de helling van de oever en van het omliggende landschap genoteerd.

Een aantal van deze kenmerken is ook weergegeven in de overzichtstekeningen die van elk punt gemaakt zijn. Deze tekeningen zijn dwarsdoorsnede met schaal 1:100, waarop de plaats van de vegetatie is weergegeven.

6.1.2 Variabele omgevingsfactoren

Per nacht en per monterpunt zijn een groot aantal omgevingsfactoren bijgehouden, waarvan het waarschijnlijk is dat ze (mede) van invloed zijn op de nachtelijke vleermuis activiteit (Vaughan, 1997; Voute, 1972). De meeste van deze factoren zijn bij gehouden door gebruik te maken van klassen. Dit houdt de data niet alleen overzichtelijk, het is ook erg handig bij analyse van de data (Zahn & Mayer, 1996).

Per punt zijn de volgende omgevingsfactoren genoteerd (zie ook bijlage... voor een verkorte weergave):

- ◆ De lucht-temperatuur: deze is gemeten op de berg van het Rozenveld. Deze temperatuur is dus niet specifiek voor een punt, maar meer voor het tijdstip waarop het punt bemonsterd wordt.
- ◆ Windsnelheid: deze is geschat door te kijken naar hoeveel bomen bewogen. Hoe meer de boomtoppen bewogen, hoe harder het waaide.
- ◆ Beschutting: deze is geschat door naar de rimpeling van het wateroppervlak te kijken. Hoe gladder het wateroppervlak hoe meer beschut een plek.
- ◆ Windrichting: deze is bepaald vanuit het gezichtspunt van de waarnemer door te kijken hoeveel last van de wind ondervonden wordt; wind van de zijkant is dan vaak veel lastiger dan wind van voren (want die wordt gedeeltelijk tegen gehouden door de vegetatie)
- ◆ Bewolking: deze is bepaald door te kijken hoeveel sterren er nog te zien waren. Hoe meer sterren, hoe minder bewolkt het was.
- ◆ Kroos: hierbij is gekeken hoeveel kroos er op het wateroppervlak lag en hoe groot het gedeelte van het wateroppervlak was dat met kroos bedekt was.
- ◆ Beheer: het maaien van een oever of de koppen (uiteindes van kanalen of geulen) is genoteerd als een beheersmaatregel. Elke keer dat op een punt kort gemaaide vegetatie werd waargenomen werd dit gezien als een beheersmaatregel. Ook als deze allang geleden had plaatsgevonden, net zo lang tot de vegetatie weer de 'oude' was.
- ◆ Mist: op koude avonden is boven sommige sloten mist aanwezig. Dit kan watervleermuizen het jagen belemmeren. Bij erg veel mist gingen watervleermuizen boven de mist jagen (eigen waarnemingen).
- ◆ Regen: de hoeveelheid regen die er tijdens een waarneming viel. Als het te hard ging regenen, is met het doen van waarnemingen gestopt omdat een batdetektor niet tegen water bestand is.
- ◆ Maanstand: er is onderscheidt gemaakt tussen 7 maanstanden, van volle maan tot nieuwe maan en alle standen ertussenin.

Het nadeel van op deze manier naar omgevingsfactoren noteren is dat de verschillende factoren elkaar beïnvloeden als het bijvoorbeeld onbewolkt is, is de temp laag en is er grootte kans op mist. Hierdoor is het erg moeilijk om de puur naar invloed van een omgevingsfactor te bekijken zonder 'last' te hebben van andere omgevingsfactoren. In dit onderzoek zijn twee manieren geprobeerd om dit probleem op te lossen

1. Robuuste manier: door willekeurig de helft van de data te gebruiken. Hiermee worden alle berekeningen gedaan. Al de andere helft dezelfde correlaties en significanties (verificatie van de resultaten door gebruik te maken van de andere helft van de dataset...) bevat kan aangenomen worden dat de invloed van de omgevingsomstandigheden op elkaar niet zo erg dat ze de data set verstoren.
2. Mildere manier: door in de relatie tussen de omgevingsfactoren onderscheidt te maken tussen hoofdfactoren en zijfactoren. Door de invloed die omgevingsfactoren op elkaar hebben een waarde te geven, kan per factor een totaal invloed berekend worden; een invloedfactor. Deze factor kan ook gebruikt worden om het aantal vleermuizen op een punt te corrigeren. Op die manier zal het aantal vleermuizen op een punt veel minder afhankelijk zijn voor de daar heersende omgevingsfactoren.

6.2 Insektentellingen (in de lucht en in het water)

6.2.1 Insektentellingen algemeen

De meeste punten zijn op twee manieren onderzocht op voedselaanbod, namelijk door de larven in het water en de adulten in de lucht te bemonsteren. Hierdoor is een zo volledig beeld gekregen worden van het prooiaanbod op een punt. De insekten in het water zijn op meerdere punten bekeken omdat ze kunnen dienen als indicatie voor aantellen op een plek. Naar aanleiding van data van insekten in het water zijn er 16 punten gekozen; een paar met erg hoge en een paar lage dichtheden van insekten in het water.

Vleermuizen zijn grotendeels opportunistische jagers. Dat wil zeggen dat ze vooral prooien pakken die in grote hoeveelheden rondvliegen. Ze selecteren hun prooi niet op soortspecifieke, maar eerder op groepsspecifieke kenmerken. Daarom zijn de prooidiersoorten die op de punten gevangen niet tot op de soort te worden gedetermineerd. Zo'n (tijdrovende) determinatie is niet relevant voor dit deel van het onderzoek: het vormen van een beeld van de kwaliteit en kwantiteit van de insekten op een punt.

6.2.1.1 Representativiteit van de tellingen

Doordat de soorten zowel geteld als gedetermineerd zijn, is de data dus zowel kwantitatief als kwalitatief. Het voordeel van deze methoden is dat met een kwantitatieve bemonstering een representatief beeld van de insekten fauna in en boven het water wordt verkregen en met een kwalitatieve bemonstering ook een beeld van de soortenrijkdom (biodiversiteit). Hoe representatief een beeld is hangt af van de ontmoetingskans van een soort, de variabiliteit van de verdeling (hetero of homogeen verdeelt), van de steekproefgrootte en van het aantal steekproeven (Ringelberg, 1976).

6.2.2 Insektentellingen in het water

6.2.2.1 Insektentellingen in het water algemeen

Het water van de AWD is rijk aan insekten in het water, of te wel *aquatische macro-invertebraten* (wateroppervlaktedieren en macrofauna; in het waterlevende larven en andere insekten in het water). Dit zijn alle in het water levende evertebraten met een lengte tussen de 4 en 200 mm (Pauw & Vannevel, 1991). Deze dieren brengen één of meerdere stadia van hun leven in het water door. Het gaat hier om larven (nimfen en instars) en adulten die in het water leven. Een gedeelte van de larven zal later als adult het water verlaten, dit worden vliegende insekten. Deze vliegende insekten zijn, net als de in het waterblijvende adulten, nog steeds van het water afhankelijk voor hun voortplanting en blijven dus nog steeds in de nabijheid van water.

Door het aantal en de soortenrijkdom van aquatische macrofauna te bemonsteren, is inzicht gekregen in de potentiële prooidieren van de watervleermuizen per punt. Een deel van deze prooien is kenmerkend voor een plek, een ander deel komt algemeen voor (Beltman, 1983). Naar aanleiding van deze bemonstering kunnen voorspellingen gedaan worden over latere aantallen (volwassen) insekten op ditzelfde punt; als een plek heel rijk is aan haftenlarven, zullen daar later veel vliegende haften gevonden worden. Hierbij wordt aangenomen dat de verhoudingen, zoals die in het voorjaar gevonden worden, nog steeds gelijk zullen zijn in de zomer, doordat de predatiedruk overal gelijk zal zijn.

Om een overzicht te krijgen van de gevangen insecten in het water, zijn deze in drie verschillende groepen worden verdeelt. Deze groepen zijn gekozen omdat ze relevant leken voor het dieet van de watervleermuis.

1. Wordt de larve later een dag of nachtvlieger; een echte dagvlieger zoals een libel kan een vleermuis alleen door toeval vangen (dus na verstoring waardoor de dagvlieger actief wordt of tijdens de verpopping, die meestal 's morgens vroeg in de schemering plaats vindt).
2. Wordt de larve later een vliegende prooi, een zwemmende -of een oppervlakte prooi: deze onderverdeling is van belang omdat de watervleermuizen hun jachttechniek hieraan moet aanpassen. Met andere woorden: aerial hawking of trawling. Deze laatste jaagmethode kan alleen gebruikt worden als het water vrij van eendekroos is. De insecten die op deze manier gevangen worden, zoals uit hun pop komende muggen, bevinden zich op of gedeeltelijk onder water. Aangenomen kan worden dat geheel onder water zittende prooien niet gevangen kunnen worden (Marimuthu, 1995).
3. Grootte klasse van de prooi; door grote prooien te eten is een vleermuis sneller verzadigd, want een grote prooi heeft (meestal) ook meer voedingswaarde. Het is bij een zelfde inspanning dus energetisch gunstig om grotere prooien te vangen omdat dan per prooi minder inspanning geleverd hoeft te worden. De gebruikte klassen staan in tabel 6.

Lengteklasse	klasse grenzen (cm)
1	0 - 0,5
2	0,5 - 1,0
3	1,0 - 2,0
4	> 2,0

Tabel 6: Klassengrenzen van de aquatische insecten gebaseerd op de lichaamslengte exclusief eventuele vooraanhangsels (antennen) en achteraanhangsels (staartdraden).

6.2.1.2 Methode van bemonstering

Van 5 tot en met 21 maart 1999 is op een aantal willekeurig gekozen punten insecten bemonsterd. Voor het vangen van aquatische macrofauna zijn de volgende materialen gebruikt: een standaard schepnet (een net van 30 cm bij 20 cm, dat bevestigd is op een demonteerbare steel. Het net heeft een maaswijdte van 0,5 mm (Bokx, 1991), een waadpak, 2 foto-ontwikkelingsbakken (30 x 50 cm), emmer, zeef, loepje, binoculair, kunststof buisjes, geplastificeerde klasse-meetkaart (een kaart met daarop een lengte verdeling, zie tabel 6), determinatie tabellen en veldformulieren.

Bij het nemen van de monsters is de volgende werkwijze gebruikt. Per punt is steeds een aantal (2-6) submonsters genomen over een afstand van 5 meter lengte. Hierbij zijn per punt op twee plekken (*vangstplekken*) monsters genomen; een diep en een ondiep monster, maar ook een monster aan elke zijde van het punt. Hierbij is iedere keer vijf meter stroomopwaarts voortbewogen (met zoveel mogelijk constante snelheid) over de bodem en langs of door eventuele vegetatie. Het monster (de aanwezige insecten in 1 x 5 meter water) is in een fotobak met water gedeponerd. Pas in dit stadium is eventuele bijvangst en modder of zand verwijderd; gebeurt dit eerder, tijdens het zogenaamde spoelen (heen en weer bewegen van het net door het water), dan verdwijnen hiermee ook een aantal muggenlarven.

Per monster zijn, in het veld, de gevonden insecten in het water één voor één met behulp van een pincet in een andere bak gedaan. Nadat ze gedetermineerd (Chinery, 1987; Hammen van der, 1992; Pauw & Vannevel, 1991; Heimans, 1895, Barnes, 1994; Bokx, 1991) en op lengte zijn ingedeeld zijn. Slechts bij zeer grote aantallen zijn de aantallen op de volgende manier geschat. Wanneer 50 individuen van één groep geteld zijn, kan een schatting gemaakt worden van het aantal individuen dat nog aanwezig. Op grond van het oppervlak dat 50 individuen in beslag, is een extrapolatie gemaakt naar het oppervlak dat nog geteld moet worden. Om het

tellen te vergemakkelijken zijn met behulp van een grove zeef (3,5 mm) of fijne zeef (2,0 mm) de grote insecten van de kleine gescheiden; dit vergemakkelijkt het zoeken en maakt de kans dat een organisme over het hoofd gezien wordt aanzienlijk kleiner. Wel moet hierbij goed gespoeld worden om achterblijvende muggenlarven ook mee te krijgen.

De hierboven beschreven methode vindt in het veld, zonder conservering, plaats. De voordelen hiervan zijn (Bokx, 1991);

1. De detecteerbaarheid van de organismen is groot, doordat ze nog volop bewegen en nog hun natuurlijke kleur hebben. Bovendien zijn allerlei uitsteeksels zoals bladvormige kieuwen bij haftenlarven ook nog beter te zien.
2. Het is gemakkelijker om grotere monsters (bijvoorbeeld tien meter) te nemen. Het nemen van grotere monsters levert namelijk een grotere steekproefgrootte en dus een hogere betrouwbaarheid van een statistische toets. Bij conservering is dit niet mogelijk, omdat fixatie van tien meter monster (inclusief insecten) veel alcohol vereist.

Een nadeel van deze methode is echter dat er slechts een beperkte hoeveelheid monsters per dag genomen kan worden. Het monster moet namelijk ter plaatse uitgezocht worden, wat erg veel tijd kost

6.2.3 Insektentellingen in de lucht

6.2.3.1 Insektentellingen in de lucht algemeen

Insecten doorgaan meerdere stadia voordat ze volwassen zijn. Een aantal juveniele insecten leeft in het water, zoals muggen en vliegenlarven en een aantal leeft op het land, zoals keverlarven. Larven zullen zich op een gegeven moment verpoppen, waarna ze kunnen vliegen. Omdat niet alle insecten op dezelfde datum zullen verpoppen, ontstaat seizoenverloop (Lewis & Tayler, 1964; Williams, 1938) in de loop van de tijd varieert het insecten aanbod. Daarnaast zullen niet alle insecten gedurende de nacht even actief zijn; vaak hebben soorten op een vast tijdstip hun activiteitspiek (Rydell, 1996) wat per soort verschilt (Morgan, 1960). Soms verpopt een groep insecten rond dezelfde datum en vormen ze een gemakkelijke prooi voor de watervleermuizen. Maar door te zwermen, heel dicht bij elkaar te vliegen, vermijden ze dat ze veel aangevallen worden. Het is voor watervleermuizen namelijk moeilijk om uit zo'n zwerm insecten één prooi te selecteren. Een zwerm is dus een remedie tegen predatie van vleermuizen (Kalko, 1995)

De insecten in de lucht zijn na verzameling in 4 groepen ingedeeld Deze indeling komt overeen met de groepen van de insecten in het water, maar is net wat anders.

1. Op lengte van de prooi. Hiervoor zijn zes lengteklassen gebruikt (tabel 7). Bij deze indeling is ook gelet op de omvang van een prooi. Een prooi met een grootte omvang is ingedeeld bij een lengteklasse groter dan de eigenlijke klasse.
2. Op het vermogen van een prooi om te vliegen. Hiervoor zijn de klassen "vliegend", "zittend" en "beide" gebruikt
3. Op activiteit ritme van een prooi. Hiervoor zijn de klassen "overdag actief", " 's nachts actief" of "beide" gebruikt.
4. Op voedingswaarde van de prooi. Deze waarden kunnen ook gebruikt worden bij het mestonderzoek. De voedingswaarde van een prooi is gebaseerd op drooggewicht. Hiervoor wordt van een aantal (zo compleet mogelijke) individuen van één bepaalde soort, per klasse, het drooggewicht bepaald. Hiermee kan een gemiddeld drooggewicht per individu berekend worden, waarbij uitschieters in drooggewicht al zijn weggewerkt. Het nadeel van deze methode is dat het drooggewicht niet altijd recht evenredig is met de voedingswaarde. Er is dus geen rekening houden met hoeveelheid (onverteerbaar) chitine.

Lengteklasse	Lengte (cm)
1	< 0,3
2	0,3 - 0,5
3	0,5 - 0,8
4	0,8- 1,2
5	1,2 -1,6
6	> 1,6

Tabel 7: Klassengrenzen van de insecten in de lucht. De lengtes zijn exclusief eventuele vooraanhangsels (antennen) en achteraanhangsels (staartdraden en uitstekende vleugels).

Als laatst kan nog een totaal klasse worden gemaakt; een kwaliteits -en kwantiteitsmaat. Een kwaliteitsmaat heeft betrekking op de diversiteit op een plek. Hiervoor wordt het totaal aantal soorten dat tijdens één vangstpoging gevangen is opgeteld (dus apart voor vangsten langs de oever en boven het water). Een kwantiteitsmaat heeft betrekking op het totaal aantal insecten op een plek. Hiervoor worden alle insecten die tijdens één vangstpoging zijn gevangen dus opgeteld

6.2.3.2 Methode van bemonstering

Na elke vleermuistelling, dus per punt, werd het aantal potentiële prooien bepaald door deze te vangen met behulp van een zogenaamd *vliedernet*. Dit is een net aan een lange steel. Aan het uiteinde van dit net zit een afschroefbaar potje waar de gevangen insecten in te recht kwamen (zie figuur.....). Een telling bestond uit het maken van 20 zwaaien met het vliedernet heen lopend langs de oever en vervolgens nog 20 zwaaien teruglopend (Verboom, 1998). Deze bemonsteringen zijn op twee *vangstplekken* uitgevoerd; op de oever en in het water. Gevangen insecten werden verzameld door na elke vangst alcohol (70%) door het gaas in het potje te schenken. Vervolgens kon de inhoud van dit potje, insecten en alcohol, met behulp van een trechter in een genummerd buisje gegoten worden. Omdat de gevangen insecten al dood waren, konden ze zonder ontsnappingen in het buisje gegoten worden. Later, in het laboratorium werd de inhoud geteld en gedetermineerd (D'Assis Fonseca, 1978; Borror & De Long, 1971; Bosmans, 1975; Chinery, 1987; Coe et al, 1950; Coyler & Hammond, 1980; Kabos, 1975; Kimmons, 1950; Malicky, 1983; Morris, 1997; Plant, 1997; Smith, 1989; Stroyan, 1984; Vennema, 1969). Vervolgens zijn de insecten in de eerder beschreven klassen ingedeeld (§7.4). Omdat de tellingen achteraf gedaan werden, konden per avond meerdere punten bemonsterd worden. Om verstoring van jagende vleermuizen te voorkomen zijn de vangsten altijd na vleermuis tellingen gedaan

6.3 Vleermuistellingen

6.3.1 Vleermuistellingen algemeen

Doordat vleermuizen opportunistische jagers zijn bezoeken ze willekeurig een groot aantal plekken waar ze gedurende een bepaalde periode foerageren. Deze punten verschillen dan in het aantal foeragerende en passerende vleermuizen. Door per punt naar het aantal vleermuizen te tellen kan inzicht verkregen worden in de preferentie van watervleermuizen voor bepaalde punten en kan de verspreiding van watervleermuizen verklaard worden (Vaughan et al, 1996; Vaughan, 1997). Dit kan samen met insecten tellingen een bijdrage leveren aan inzicht in het dieet van de watervleermuizen.

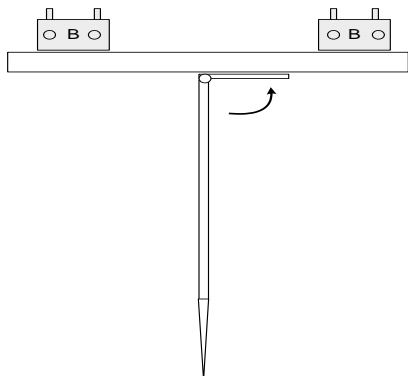
Hoe watervleermuizen zich op een punt gedragen hangt af van omgevingsfactoren, in het bijzonder van het prooiaanbod. Het is mogelijk dat er een interactie bestaat tussen weersomstandigheden en insecten (§7.3.3.3). Er zijn drie soorten interacties mogelijk: 1- door wind worden veel insecten (passief) naar meer beschutte plekken geblazen, waar een clustering ontstaat. 2- door verhoging van de temperatuur kunnen er veel poppen uitkomen, waardoor het prooiaanbod op een plek sterk toeneemt. 3- door regen worden insecten tegen bladeren aangeplakt, gaan schuilen of kunnen minder vliegen, waardoor het prooiaanbod op een plek afneemt. Om zo min mogelijk last te hebben van omgevingsfactoren kunnen watervleermuizen hun jaagmethode aanpassen; als het windstil is kunnen ze met de trawling methode insecten van het wateroppervlak af harken, als het waait kunnen ze hawking toepassen. In het veld is het verschil tussen hawking en trawling te zien doordat een trawlende vleermuis een 'V'-vormige streep op het wateroppervlak maakt (Jones & Rayner, 1988). Die V-vormige streep kan zonder zaklamp niet of nauwelijks gezien worden. Uit vooronderzoek bleek dat watervleermuizen door een zaklamp worden weg gejaagd, daarom is de trawling jaagmethode niet nader onderzocht.

6.3.2 Methode van vleermuistellingen

Van 17 mei tot en met 17 juli 1999 zijn op 16 punten vleermuistellingen uitgevoerd. Om voldoende statistische bewijskracht te hebben moet aan twee eisen voldaan zijn: voldoende waarnemingen per punt en willekeurig bezoeken van een punt. Voor deze eerste eis zijn gemiddeld acht punten per avond bezocht. Op die manier zijn na 40 dagen meer dan 15 waarnemingen per punt verkregen. Om de punten willekeurig te bezoeken is door de computer 40 keer een rij van 8 getallen uit de reeks 1 tot en met 16 gemaakt. Per avond werden 8 punten in deze volgorde bezocht. Wegens tijdgebrek zijn de punten niet bezocht volgens de door de computer aangegeven volgorde, maar volgens een iets kortere route. Hierdoor is de volgorde van de punten per avond dus zoveel mogelijk willekeurig en de keuze van de punten per avond werkelijk willekeurig. Toch is de gemiddelde tijd (na zonsondergang) waarop een punt is bezocht ongeveer gelijk.

Op elk punt werden dus zowel vleermuizen als insecten geteld en omgevingsfactoren bijgehouden (§ 7.2). In totaal duurde één waarneming 20 minuten, waarvan twee keer vijf minuten (totaal dus 10 minuten) vleermuiswaarneming is. Deze waarneming is onafhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van watervleermuizen. Bij elke waarneming zijn de volgende materialen gebruikt: een telapparaat om het aantal vangstbuzzen en passages te tellen, een waarnemingsformulier, een (zwakke) zaklamp om te schrijven en een parallel opstelling met twee batdetektoren. Deze opstelling is een goede vervanging voor een (dure) stereo batdetektor. Bij een parallelopstelling worden twee batdetektoren. Op een lange lat gemonteerd, op gelijke afstand van elkaar. Hierbij zit de waarnemer precies in het midden zodat deze kan horen of er een vleermuis van links of rechts aankomt. Om tijdens het tellen de handen vrij te hebben (om het telapparaat te hanteren), is er in het midden van de lat een beweegbare pen gemonteerd, die in de grond gedraaid kan worden (figuur 8). Op sommige punten was het niet mogelijk om de

pen in de grond te zetten, daarom was er ook een schouderband aan de stok gemonteerd. Tijdens deze vleermuistellingen zijn de batdetektoren. Steeds net iets boven de 40 gezet; bij deze frequentie is het verschil tussen de dwergvleermuis en de watervleermuis makkelijk hoorbaar en er zit een piek in de geluidsterkte van de watervleermuis; het bereik is hierbij het grootst (Benk & Schoppe, 1991).



Figuur 8: Dwarstekening van de parallel opstelling. (B = batdetektor). De opstelling bestaat uit een balk met daarop twee batdetektors, met daaronder een beweegbare pen die doormiddel van een scharnier op geklapt worden. Als de waarnemer in het midden van de twee batdetektoren is het geluid stereo.

Om een goed beeld te krijgen van het terreingebruik van watervleermuizen zijn de volgende factoren (per vijf minuten) bijgehouden op het waarnemingsformulier:

- ◆ **Aantal passages:** Een passage is het langsvliegen van een vleermuis (Fenton, 1970). Eén passage is waar te nemen als het geluid van een watervleermuis dat in de ene batdetektor aanzwelt, vervolgens gedeeltelijk afsterft en in de andere batdetektor overgaat. De vleermuis is dus om beurten in de twee batdetektoren te horen. Door te luisteren waar het geluid het eerst aanzwelt is te bepalen of een vleermuis van links of van rechts komt. Dit wordt respectievelijk genoteerd als een passage van links en van rechts.
- ◆ **Aantal vangstbuzzen:** Een vangstbuzz is het geluid van een vleermuis tijdens het vangen van een insect (§5.1). Het totaal aantal vangstbuzzen per 5 minuten werd genoteerd.
- ◆ **Aantal schatting:** Dit is een minimum aantal schatting van het totaal aantal vleermuizen die gedurende vijf minuten op een punt heeft bezocht. Dit totaal aantal bestaat uit jagende en trekkende vleermuizen. Hiertussen kan op de volgende manier onderscheid gemaakt worden; het verschil tussen linker en rechter passages is een indicatie voor het aantal trekkende vleermuizen. Als er in totaal (gedurende vijf minuten) zes vleermuizen van links komen en slecht één van rechts, kan aangenomen worden dat er vijf vleermuizen aan het trekken zijn maximaal één aan het jagen. Een vleermuis kan hierbij zowel op de heen als op de terugweg gehoord worden. Deze aanname kan ook gebruikt worden om het aantal jagende vleermuizen te schatten; als de passages één voor één uit afwisselde richtingen komen is er sprake van één vleermuis, bij passages in series van twee of meer is er sprake van meerdere vleermuizen.

Met behulp van deze factoren zijn passage -en foerageeractiviteit te berekenen (§7.6). Passage frequentie is het totaal aantal passages (links en rechts) dat gedurende vijf minuten door trekkende vleermuizen wordt gemaakt. Het aantal passages kan, volgens eerder beschreven methode, gesplitst worden in het aantal passages dat gemaakt is door trekkers respectievelijk door jagers. Foerageerfrequentie is het aantal vangstbuzzen dat gedurende vijf minuten door jagende vleermuizen wordt gemaakt. In formule vorm zien deze drie frequenties er als volgt uit;

Foerageerfrequentie
= F

Passagefrequentie van jagers
= P_j

Passagefrequentie van trekkers
= P_t

Aantal vangstbuzzen

Aantal jagers

Totaal aantal passages gemaakt door jagers

Aantal jagers

Totaal aantal passages gemaakt door trekkers

Aantal trekkers

6.4 Plektijd onderzoek

6.4.1 Plektijd onderzoek algemeen

Zoals besproken in paragraaf 3.2 kan de jaagstrategie van watervleermuizen opgedeeld worden in twee componenten; habitatkeuze en prooikeuze. Door gedurende langere tijd naar het gedrag van vleermuizen op een plek te bestuderen, kan bepaald worden welke van deze twee componenten op dat moment de grootste rol heeft gespeelt.

Plektijd onderzoek kan ook gebruikt worden om de kwaliteit van een punt te onderzoeken. Als vleermuizen gedurende een langere periode op een punt jagen, is dit een kwalitatief goed punt; het punt daalt slechts langzaam in waarde (prooiaanbod). In een plektijd-grafiek is dit te zien als een zwakke helling. Bij grafieken met steile helling daalt de waarde veel sneller; zo'n punt is kwalitatief slecht.

6.4.2 Methode van plektijdonderzoek per punt

Tijdens het plektijd onderzoek is in plaats van de gebruikelijke 10 minuten, gedurende 30 minuten (in series van 5 minuten; dus 6 x 5) een vleermuistelling gedaan. Vermoed wordt dat activiteit van watervleermuizen op een punt afhankelijk is van het tijdstip en van het prooiaanbod. Door op willekeurig gekozen avonden, bij voor elk zoveel mogelijk gelijke of gecorrigeerde omstandigheden, op één punt te kijken zijn de verschillende punten redelijk goed vergelijkbaar. De op deze wijze verkregen data zijn per punt uitgezet in een plektijd-grafiek.

6.4.3 Methode van plektijdonderzoek voor de totale data

Er is nog een andere manier van plektijd onderzoek mogelijk. Door de totaal data te corrigeren voor het verloop van tijd van zonsondergang, kunnen gegevens van verschillende avonden ook in dezelfde grafiek worden gezet. Dit kan zowel per punt als per watertype. Deze grafieken hebben een veel groter bereik dan een 30 minuten telling, ze beslaan namelijk de hele nacht. Met behulp van deze grafieken kan ook het gebruik van een punt door vleermuizen onderzocht worden. Bijvoorbeeld vleermuistrek vlak na zonsondergang en activiteitspatronen per nacht, zoals een 'dip' of een 'piek' in activiteit.

6.4.4 Subonderzoek

Tijdens één nacht (18 mei) is de gehele nacht het aantal passages en vangstbuzzen van watervleermuizen op twee punten bijgehouden. Omdat de punten te ver uit elkaar lagen om te fietsen is er met een auto tussen deze twee punten heen en weer gereden. Hierdoor kon om de 15 minuten en telling van 5 minuten gedaan worden. Per punt is dat dus een telling van om het half uur. Door deze tellingen uit te zetten in een grafiek kan een goed beeld gekregen worden van activiteitsschommelingen per nacht.

6.5 Trekroute

6.5.1 Trekroute algemeen

Een half uur na zonsondergang verlaten watervleermuizen hun gezamenlijke kolonieplaats. Dit doen ze meestal alleen, soms in groepen van 2 tot 6 individuen. Van de franjestaart is bekend dat ze groepen vormen door na het uitvliegen nog 5 minuten rond de kolonieboom te cirkelen tot zich een groep heeft gevormd (Swift, 1997). Vanaf daar vliegen ze zo'n 2 tot 4,5 kilometer richting hun foerageergebied (hier de AWD). Dit doen ze langs (beschutte) trekroutes, vaak zijn dit lintvormige landschapselementen, zoals bomendrijven (Limpens et al, 1989). In de omgeving van de AWD zijn twee veelgebruikte trekroutes bekend: Pannelandersweg en Leyduin.

Deze twee trekroutes worden iedere dag, gedurende meerdere jaren gebruikt door watervleermuizen om naar de AWD te vliegen. Op zo'n trekroute kunnen vanaf een half uur na zonsondergang vleermuizen gezien en geteld worden. Omdat deze trekroutes altijd gebruikt worden, zijn ze heel goed geschikt als censustelling; een telling die een maat is voor de per jaar of per seizoen aanwezige watervleermuizen. Door dit getal te extrapoleren met de oppervlakte van het jaaggebied of te correleren met aantalschattingen verkregen via kolonieboom of bunker tellingen is een populatie schatting mogelijk. Hiermee kan een beeld verkregen worden van het aantalverloop van watervleermuizen in het seizoen en gedurende meerdere jaren. Voor dit laatste is een literatuur onderzoek gedaan naar de aantallen die geteld zijn tijdens trektellingen van voorafgaande jaren (1986 tot 1999).

6.5.2 Methode om trekroutes te tellen

Een trekroute telling begint ongeveer een half uur na zonsondergang. Dan wordt een goede plek langs een trekroute gekozen. Deze plek kan het best zodanig gekozen worden dat de lucht te zien is. Hierdoor zijn trekkers, ook al is het donker, goed te zien; trekkende watervleermuizen vliegen namelijk veel hoger en rechtlijner als jagende watervleermuizen. Ze steken hierdoor goed af tegen de lucht. Een telling begint bij het passeren van de eerste watervleermuis en eindigt als er tien minuten geen watervleermuizen meer zijn gehoord. Tijdens een telling wordt elke vijf minuten het totaal aantal trekkende watervleermuizen bijgehouden. Dit kan later worden uitgezet in een grafiek.

6.5.3 Andere aanwijzingen voor trek

Trek is niet alleen waar te nemen op een trekroute, maar ook in het veld. Als een punt in het verlengde van een trekroute ligt, is daar op het begin van de avond een piek in vleermuisactiviteit waar te nemen. Door alle (gecorrigeerde) data van een punt uit te zetten in één grafiek kan een beeld gekregen worden van de eventuele trek op een punt.

6.6 Kolonieboom - onderzoek

6.6.1 Koloniebomen

Watervleermuizen bewonen in groepen van twintig tot vijftig vrouwtjes of drie tot vijftien mannetjes een kolonieboom. Vaak wonen ze hier maar heel kort; soms verhuizen ze al na twee dagen, soms ook pas na vier weken, waarschijnlijk vanwege vervuiling van de holte of om het moeilijk te maken voor predatoren om een kolonieboom op te sporen.

Vleermuizen maken zelf geen holte; ze zijn afhankelijk van spechten en andere bosbewoners die holtes maken. Vleermuizen kunnen dus niets aan de ligging of inrichting van hun woning doen, ze kunnen hoogstens een zo gunstig mogelijk gelegen holte zoeken. Vooral in mei en juni hebben watervleermuizen hierbij veel concurrentie van holtebewonende vogels. Hierdoor is het aanbod van holtes in die periode voor watervleermuizen beperkt. Voor vleermuizen is het dus van belang dat er voldoende geschikte holtes in een bos aanwezig zijn. Dan hebben ze de mogelijkheid te kiezen en te verhuizen. Bovendien hebben ze dan niet zoveel last van concurrentie met vogels.

6.6.2 Methode van kolonieboom inventarisatie en het tellen van aantallen

In de landgoederen in en rondom de AWD, zoals Leyduin, Vinkenduin, Oud-Woestduin, Engelse bos, Iepenrode en Alverna zijn koloniebomen gezocht. Voor andere geschikte privé landgoederen kon geen vergunning verkregen worden. Deze terreinen zijn dan ook niet onderzocht.

Elke ochtend, bij het invliegen, vertonen vleermuizen een speciaal gedrag; het zwermen. De exacte functie daarvan is nog niet bekend. Waarschijnlijk is dit gedrag ontstaan uit angst voor predatoren in de holte. Een vleermuis durft niet direct naar binnen te vliegen en zal steeds na aanvliegen de kolonieboom aanraken en weer wegvliegen. Dit gedrag is later een groepsgedrag geworden. Een langs vliegende vleermuis die soortgenoten hoort zwermen zal mee gaan zwermen.

Dit zwermgedrag is zeer goed met behulp van een batdetektor te horen. Het klinkt als een continu geruis omdat zoveel watervleermuizen op zo'n klein oppervlak vliegen. Om zwermende vleermuizen te vinden moet ongeveer een uur voor zonsopgang in een bos gepost worden (Coelen et al, 1988), omdat er redelijk grote variatie zit in het tijdstip van invliegen. Het hangt gedeeltelijk af van het jaagsucces van die nacht en van weersfactoren zoals mist en regen. Tijdens de periode dat de vrouwtjes jongen hebben kan ook rond middernacht een keer gepost worden; vrouwtjes komen dan terug om hun jongen te voeren en zullen dan, voordat ze naar binnen vliegen, gaan zwermen.

Zwermende watervleermuizen zijn gezocht door langs potentieel geschikte lanen te fietsen of te lopen met een batdetektor en een Mag-charge (zeer felle halogeen zaklamp) in de hand. Het zwermgedrag is slechts heel kort waarneembaar. Er komen nog wel af en toe groepen vleermuizen terug, maar deze zwermen minder. Deze vleermuizen zijn veel moeilijker op te sporen omdat ze niet continu aanwezig zijn. De duur van het zwermen is bovendien vaak afhankelijk van kolonie grootte en jachtsucces. Het heeft dus zin om herhaaldelijk langs potentiële bomen te lopen, omdat ze er plotseling kunnen zijn.

Tijdens koloniebomen inventarisatie kunnen naast watervleermuizen ook andere boombewonende soorten zoals Rosse, Grootoor en Ruige dwergvleermuis gevonden worden. Rosse vleermuizen zijn vrij makkelijk te vinden, vooral als ze jongen hebben. Ze maken dan een heel hard, ook met het blote oor hoorbaar geluid (Helmer et al, 1987). Doordat ze later dan watervleermuizen zwermen, kunnen op één ochtend zowel watervleermuizen als rosse vleermuizen gevonden kunnen worden. Grootoor vleermuizen zijn veel moeilijker te vinden. Ze maken een heel zacht geluid. Pas in het najaar zijn ze makkelijker te vinden; ze maken dan een op honderd meter afstand hoorbaar geluid. In het najaar is nog twee maal naar koloniebomen van grootoor vleermuizen gezocht.

Tijdens één ochtend was het slechts mogelijk om één bos te inventariseren. Alleen Vinkenduin en Oud-woestduin konden, op de fiets, op één ochtend samen worden gedaan, omdat ze weinig complex zijn. De AWD was het moeilijkst vanwege de slechte staat van de wegen; erg hobbelig (paardenpad) of erg glibberig (zandweg). Deze moeilijkheidsgraad werd nog verhoogd door het feit dat vaak zonder licht en met een batdetektor in de hand op de fiets over dit soort wegen gefietst werd. De AWD was te groot om te voet te inventariseren, vanwege de genoemde korte tijd van zwermen. Daarom zijn waarschijnlijk niet alle koloniebomen gevonden.

De dag na het vinden van een kolonieboom kunnen uitvliegers worden geteld. Als hier langer mee gewacht wordt bestaat de kans dat de bewoners al weer verhuisd zijn. Een telling begint ongeveer vijftien minuten na zonsondergang. De kolonie vliegt dan nog niet uit, maar begint zich al wel klaar te maken. De individuen in de kolonie beginnen steeds actiever te worden. Dit is goed te horen aan geluiden die de kolonie maakt. Actieve watervleermuizen maken zachte sociale geluiden die met het blote oor hoorbaar zijn; het zogenaamde honken. Dan, twintig minuten na zonsondergang, begint de kolonie uit te vliegen (Helmer, 1989). Uitvliegers kunnen het gemakkelijkst geteld worden tegen een lichte achtergrond. Als dit niet mogelijk is kunnen uitvliegers het makkelijkst geteld worden door met een zwakke zaklamp van opzij in de holte te schijnen (hier hebben watervleermuizen namelijk weinig last van). De tellingen werden gedaan met een handtelapparaat. De telling eindigt als er tien minuten geen uitvliegers meer zijn gehoord. Aan de hand van deze tellingen kan het verloop van de aantallen en veranderingen in de populatiesamenstelling in de tijd, zoals een toename door uitvliegen van de jongen, worden bepaald.

6.6.3 Kolonieboom-preferentie

In het najaar is nog een onderzoek gedaan naar de voorkeur van watervleermuizen voor een bepaald type koloniebomen. Aan de hand van de gevonden koloniebomen kan bekeken worden welke factoren een rol spelen bij de keuze van een kolonieboom. Dit deel van het onderzoek vond pas in het najaar plaats omdat dan alle watervleermuizen naar hun winter verblijfsplaatsen zijn verhuisd. Hun koloniebomen zijn dus onbewoond. Rosse vleermuizen en dwergvleermuizen overwinteren wel in bomen, maar deze bomen zullen niet onderzocht worden.

Bij het kolonieboom onderzoek is naar de volgende factoren gekeken:

- ◆ Bomenlaan; staat de kolonieboom in een laan, ja of nee. Het is bekend dat vleermuizen langs lanen vliegen om zich te oriënteren. Het zou mogelijk kunnen zijn dat watervleermuizen ook hun kolonieboom gemakkelijk terug kunnen vinden als deze in laan staat. Er kunnen ook andere redenen zijn om bomen in lanen te prefereren.
- ◆ Afmetingen van de kolonieboom; dikte en hoogte. Deze afmetingen zijn vaak gecorreleerd met ouderdom van een boom.
- ◆ Soort boom; in de landgoederen staan vooral eiken en beuken. Andere bomen worden niet zo dik en zijn dus (nog) ongeschikt.

- ◆ Boomkruin; open, gedeeltelijk gesloten of gesloten. Bij een gesloten boomkruin valt de schemering eerder onder de boom. Omdat de uitvliegtijd van vleermuizen wordt bepaald door een lichtprikkel (als het donkerder wordt dan een bepaalde lichtwaarde vliegen ze uit) kan het handig zijn om een donkere boom uit te kiezen. Want dan is het mogelijk om eerder uit te vliegen en dus langer te kunnen jagen.
- ◆ Hoogte van de holte; de hoogte werd vanaf de grond tot aan de holte gemeten. Het zou mogelijk kunnen zijn dat watervleermuizen een voorkeur hebben voor hoger gelegen holtes, omdat deze minder goed bereikbaar zijn voor predatoren.
- ◆ Invliegmogelijkheid; is de invliegmogelijkheid goed begaanbaar of niet. Hierbij wordt gekeken of er takken of andere zaken voor de ingang aanwezig zijn, omdat waargenomen is dat rosse vleermuizen tijdens het zwermen meerdere malen tegen een tak aanvlogen (eigen waarneming).
- ◆ Soort holte; er zijn holtes die zijn ontstaan door inrotting of scheuren van de boom of door hakken van spechten. Een grote bonte specht maakt een klein rond gat van een diameter van vijf tot zes centimeter, een zwarte specht maakt een groter ovaal gat met een diameter van zes bij acht centimeter. Inrottings holten hebben meer variabele afmetingen. Ze zijn vaak ongeschikt omdat ze vochtig zijn.
- ◆ Volume van een holte; hierbij wordt het volume van een holte geschat. In een holte met een groter volume kunnen meer vleermuizen wonen. Waarschijnlijk zal een grotere holte minder snel vervuild worden (met mest en parasieten) dan een kleine holte.
- ◆ Aantal holtes per boom; hierbij wordt het totaal aantal holtes in een boom geteld. Sommige bomen hebben meerderde holtes die soms met elkaar in verbinding staan. Het is mogelijk dat een kolonie vleermuizen meerdere holtes in een zelfde boom bewoont.
- ◆ Afstand tot de volgende kolonieboom; hierbij wordt de afstand (hemelsbreed) tot de volgende kolonieboom bepaald. Deze afstand zou van belang kunnen zijn bij de keuze van een kolonieboom.
- ◆ Afstand tot jaaggebied; hierbij wordt de afstand van een kolonieboom tot het jaaggebied (hemelsbreed) bepaald. Het zou mogelijk kunnen zijn dat watervleermuizen bomen prefereren die dichterbij hun jaaggebied staan.

6.7 Mestonderzoek

6.7.1 Mestonderzoek algemeen

Het mestonderzoek vindt plaats om de daadwerkelijk prooikeuze van de watervleermuis te onderzoeken; welke prooidieren ook echt gegeten zijn. Er kleven echter een aantal nadelen aan mestonderzoek waardoor een vertekend beeld verkregen wordt van de prooikeuze van een vleermuis:

Problemen bij het verzamelen van mest:

- ◆ Vertering onderweg; tijdens dit onderzoek wordt alleen gekeken naar mest onder de kolonieboom. Maar vleermuizen zullen onderweg ook verteren; deze keutels gaan verloren. Door vleermuizen twee uur in een zak te doen kunnen deze keutels wel verzameld worden (Carter et al, 1998). Een andere methode is de vleermuizen simpelweg uit de lucht schieten om zo hun maag inhoud te bekijken (Gould, 1955). Deze beide methoden zijn echter vrij schadelijk voor de vleermuizen.
- ◆ Verskil in vertering per avond en per individu; niet alle vleermuizen zullen op dezelfde manier verteren. Ook hebben niet alle vleermuizen evenveel voedsel nodig; zwangere vrouwtjes hebben meer voedsel nodig dan mannetjes. Dit resulteert echter niet tot een verschil in prooikeuze (Swift, 1985). Bovendien kan de vertering per nacht verschillen; tijdens een koude avond zal een jagende vleermuis veel meer verteren dan tijdens een warme avond.

Problemen bij de analyse:

- ◆ Culled parts; vleermuizen vangen onderweg hun prooien en laten de onverteerbare delen van hun prooien zoals dekschilden en vleugels vallen (Whitaker, 1988; Boonman, 1995). Dit zijn de zogenaamde culled parts. Hierdoor kan een aantal insecten moeilijker in vleermuis mest herkend worden (culled parts zijn vaak erg herkenbare delen) of deze insecten zullen onderschat worden.
- ◆ Onderschatting van zachte prooien; zachte prooien, zoals haften, worden weinig teruggevonden in de mest, omdat deze vrij goed verteerd kunnen worden. Dit zorgt voor een onderschatting van zachte prooien en een overschatting van harde prooien.
- ◆ Overschatting van grootte prooien; grootte prooien raken vaak verspreid over meerdere keutels, waardoor het lijkt dat ze vaker gegeten worden. Kleine prooien komen juist wel geheel terecht in 1 keutel.
- ◆ Voedingswaarde; niet alle prooien zijn even voedsaam. Omrekenen naar gewicht per prooi levert een iets beter beeld, maar een hele lichte prooi kan best heel voedselrijk zijn.
- ◆ Verblijftijd in het darmkanaal; sommige onderdelen van prooien blijven extra lang in het darmkanaal, zoals keverschilden, vlinderschubben en spinnen haren. De vondst hiervan duidt dus lang niet altijd op aanwezigheid van die prooi.
- ◆ Verskil in herkenbaarheid van een prooi; niet alle prooien zijn even herkenbaar wat betreft uiterlijke kenmerken. Daarnaast wordt de herkenbaarheid van sommige prooien soms nog verminderd doordat de prooi in zeer kleine stukken wordt gehakt. Een mug is altijd wel te determineren omdat hij niet in zulke kleine stukken wordt gehakt, maar bijvoorbeeld een snuitkever wordt al veel moeilijker.

Ondanks deze nadelen kwamen Kunz en Whitaker (1983) tot de conclusie dat mestanalyse een betrouwbare techniek is voor het onderzoek naar het dieet van kleine insectivore vleermuizen. Ditzelfde is bevestigd door Rabinowitz en Tuttle (1982); hieruit bleek bovendien dat hoewel er verschil is in verteerbaarheid van insecten, er geen sprake is van onder- of overschatting van respectievelijk zachte of harde insecten. Hieruit blijkt dat als mestonderzoek nauwkeurig genoeg wordt uitgevoerd, het ondanks de genoemde nadelen een goed inzicht kan geven in prooiselectie.

Om tijdens dit onderzoek een mestanalyse uit te voeren is tijdens elke vleermuis-teldag de mest onder de bekende koloniebomen verzameld door middel van *mestvangers*. Hiervoor zijn oude lakens gebruikt, die met behulp van vier touwtjes aan elke punt, rondom de stam van de bewuste kolonieboom en aan struiken in de omgeving worden vastgemaakt. Zo is een soort hangmat ontstaan waarin vrijwel alle mest die watervleermuizen tijdens het zwermen uitwerpen, wordt opgevangen. De mestvanger zijn voor het uitvliegen opgehangen, onder de op dat moment bezette bomen. Per avond is soms meerdere keren mest verzameld worden; na het uitvliegen, midden in de nacht en vlak na het invliegen. De verzamelde mest werd in buisjes gedaan, met datum, tijdstip van verzamelen en boomnummer erop (tabel 119, bijlage §13.10.1.1). Naast het 's nachts verzamelen van mest is ook overdag mest van de grond of van de bladeren verzameld. Het is niet meer te traceren hoe oud deze mest is, maar voor een algemeen beeld van het dieet van de watervleermuis is deze mest goed te gebruiken.

6.7.2 Methode van mestanalyse

De vleermuis mest is op een zo efficiënt mogelijke methode geanalyseerd, hierdoor is binnen een zo kort mogelijke tijd zoveel mogelijk inzicht verkregen in het dieet van watervleermuizen. Voor de analyse is een willekeurig sample van tien complete keutels genomen, dus zonder te letten op uiterlijk of grootte. Vervolgens is het drooggewicht per sample bepaald. Hiervoor hebben de keutels minstens één week in de buitenlucht te drogen gelegen bij een niet te hoge vochtigheidsgraad (Roest, 1966). Hiermee kan een heel grof beeld verkregen worden van het jaagsucces per nacht. Vervolgens werd elke keutel (apart) gedurende minimaal 48 uur geweekt in een mengsel van alcohol en glycerine. Elke keutel wordt met behulp van prepareernaalden voorzichtig uit elkaar gehaald. Hierna kan met behulp van een binoculair naar herkenbare delen in een keutel gezocht worden. Er wordt onderscheidt gemaakt tussen de volgende onderdelen:

- ◆ Poot met tarsus nog aanwezig. De poot is nog vrijwel volledig intact en kan herkend worden aan vorm en aantal tarsusleden. Ook zijn de klauwtjes een belangrijk determinatiekenmerk.
- ◆ Poot zonder tarsus. Het gaat hier om kleine fragmenten van een poot. Deze kunnen slecht herkend worden aan eventueel aanwezige haren, schubben of stekels.
- ◆ Vleugels. De in vleermuis mest gevonden vleugels zijn vaak helemaal kapot gekauwd. Hierdoor is het ader patroon niet meer goed te zien. Toch kunnen vleugels wel gedetermineerd worden met behulp van kleur en structuur van de vleugel.
- ◆ Antenne. Antenne of antenneleden zijn goed herkenbaar en tot op de familie te herleiden. Niet alle antenne typen worden even vaak in de mest teruggevonden.
- ◆ Overige onderdelen. Hieronder vallen onderdelen zoals kopkapsels, staartdraden, eieren, haren en schubben.

Deze onderdelen zijn tot op de familie gedetermineerd, door deze te vergelijken met een referentie-collectie en door gebruik te maken van een determinatietabel (Haarsma in prep). Daarnaast is nog een onderscheid gemaakt in drie verschillende parasieten; twee soorten Malophaga en één soort Anoplaga (Chinery, 1986). Het blijft echter vrijwel onmogelijk om een elke prooi tot op de soort te determineren (Beck, 1995).

6.7.3 Verdere analyse

Uiteindelijk zijn de gedetermineerde mest gecorreleerd met de insecten data die in het veld gevonden is. Hiervoor moeten de gevonden onderdelen eerst worden omgezet in bewerkbare data. Dit kan op een aantal manieren:

- ◆ Aantal; het aantal insecten dat een vleermuis oorspronkelijk gegeten heeft kan geschat worden. Dit kan doordat elke insecten soort een eigen maat van herkenbaarheid, vindbaarheid en zachtheid (verteerbaarheid) heeft. Deze kan geschat worden doordat het in sommige keutels heel duidelijke is hoeveel insecten er oorspronkelijk gegeten zijn. Zo is het waarschijnlijk dat een keutel waarin vier verschillende kleuren spinnenpoten zitten, voor vier spinnen staat. Zo zal ook één keverantenne voor één kever staan.
- ◆ Volume; het volume dat een prooi uitmaakt van een keutel. Dit is gedaan door het aantal insecten van 1 soort te vermenigvuldigen met het oorspronkelijke drooggewicht. Hierdoor is de bijdrage die een soort uitmaakt van het dieet dus bepaald.
- ◆ Occurence; het voorkomen van een prooi in een sample (10 keutels). Een prooi als muggen wordt in alle samples gevonden, terwijl een kever slecht in 1 van de 10 gevonden wordt. Het voorkomen van muggen is dus 100 %.

Deze drie manieren hebben alle hun eigen problemen. Zo levert de eerste methode problemen op doordat niet alle insecten even groot zijn (een overschatting van het belang van kleine prooien). Volume levert weer problemen op doordat erg grote insecten overschat worden, vanwege hun groter (zwaarder) volume percentage. Ten slotte levert occurrence problemen op door de overschatting van kleine prooien en een onderschatting van moeilijk herkenbare prooien. Om toch een zo nauwkeurig mogelijk idee te krijgen van het aandeel van elke soort in het dieet van de watervleermuis kan de volgende formule gebruikt worden:

Formule =	$\frac{\% \text{ volume}}{\% \text{ occurrence}}$
-----------	---

7. Resultaten

7.1 Gebruikte analyse methode.

In dit onderzoek is een grote diversiteit van statistische methode is gebruikt om de dataset te analyseren. De meeste complexe analyses zijn uitgevoerd in SPSS versie 8.0. De simpelere berekeningen met rekenmachine of met EXCELL versie 97. Vrijwel alle gebruikte methoden voor variantie-analyse zijn nonparametrisch. Want het is vrij onwaarschijnlijk dat de gebruikte data normaal verdeelt is (grote variatie in alle variabelen). F-toesten, die relatief ongevoelig zijn kleine afwijkingen van normale verdeling zijn gebruikt voor de meeste multivariate analyses. Bovendien is de data meestal wel normaal verdeeld op het niveau van de punten.

Bij alle tabellen word aangegeven welke toets gebruikt is, wat de degrees of freedom zijn en andere relevante parameters. P-waardes kleiner dan 0,05 worden als significant aangenomen. In alle gevallen zijn de testen 2-zijdig gedaan ($P < 0.025$). Dit omdat de data zodanig variabel is dat niet van tevoren voorspelt kan worden welke kant de dat uitgaat.

Ondanks dat van te voren is nagedacht over hoe de data zo strak of conservatief mogelijk kan worden geanalyseerd zijn er toch een tweetal overtredingen gemaakt, die vrijwel onoverkomelijk zijn in een ecologische dataset.

- ◆ het gebruik van meerdere testen
 - ◆ het gebruik van meer dan 1 test op dezelfde dataset
- (NB: in het hoofdstuk over monsterpunt typologie, is de overtreding van het meerdere malen gebruiken van dezelfde dataset, op twee verschillende manieren geprobeerd op te lossen.)

Beide overtredingen verhogen de kans dat er significante verschillen gevonden worden als gevolg van toeval (Type -I fout). Door het gebruik van tweezijdige toetsen kan deze fout iets wat verkleint of opgeheven worden (links en rechts uitvlakking).

7.1.1 Specifieke opmerkingen (leeswijzer)

Om de data te normaliseren is slechts één transformatie toegepast: $Y = \log(X+1)$. Dit is een logaritmische transformatie waar ook nog belang gehecht wordt aan nulwaardes. De log-getranformeerde data komt onder andere terug een boxplotten.

In boxploten worden uitschieters gelabeld door het 'dag' nummer, tenzij anders wordt vermeld. Met behulp van deze labels is het mogelijk om een verklaring te geven voor deze uitschieters. Boven boxplotten worden soms verschillen tussen groepen aangegeven met een recht haakje. Een * / ** hierbij heeft te maken met het significantie niveau; *staat voor een significantie van 0,05, ** voor een significantie van 0,025. In de Errorplotten staat altijd het 'betrouwbaarheids interval voor gemiddelden' weergegeven, tenzij anders vermeld.

Bij enkele hoofdstukken wordt indien relevant een verkorte versie van model A (§5.3) besproken. Het onderzochte kader wordt grijs afgebeeld, de besproken onderdelen worden in de tekst onderstreept. Met behulp van zwarte pijlen is aangegeven welke relaties bekeken worden.

De resultaten van meerdere Kruskal-Wallis toetsen zijn verkort weergegeven in één tabel. Elke rij in een tabel staat voor een toets, waarbij steeds slechts de significanties zijn weergegeven. Als een rij --- bevat, betekent dat er niet genoeg waarnemingen zijn voor de toets. Per toets kan de gehele of een gedeelte van de dataset bekeken worden (gebruikte data). Van deze gebruikte dataset kan het verschil tussen een bepaalde groep (groep) per variabelen bekeken worden.

7.2 Monsterpunt typologie

7.2.1 Algemene monsterpunt typologie

Er zijn in totaal 41 punten, waarvan een aantal hetzelfde is; deze zijn zowel gebruikt voor het onderzoek naar insecten in het water als het vleermuisonderzoek. Voor het uiteindelijke onderzoek zijn er 16 punten geselecteerd verdeelt over vier verschillende watertypen. De overige punten worden niet in dit hoofdstuk besproken omdat daar enkel insecten in het water zijn gevangen. De ligging van alle 41 punten staan in een kaartje in de bijlage (§13.2.1.3). Ook is een kleurenkaart van de verschillende watertypen toegevoegd in de bijlage. In dit hoofdstuk worden uit het model de constante (§7.2.2) en de variabele omgevingsfactoren (§7.2.3) belicht. Deze hebben namelijk in de eerste instantie invloed op watervleermuizen. Daarnaast wordt een poging gedaan om de variabele omgevingsfactoren te corrigeren (§7.2.4). De resultaten uit deze paragraaf zullen in de hierop volgende paragrafen gebruikt worden om de relaties tussen insecten en vleermuizen te onderzoeken. De factoren trekroute en koloniebomen zijn heel specifiek voor watervleermuizen en hebben geen directe invloed op de activiteit van watervleermuizen. Deze twee factoren zullen dan ook in aparte hoofdstukken besproken worden.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de constante en variabele omgevingsfactoren. Deze zullen in de volgende hoofdstukken gebruikt worden om relaties met insecten en vleermuizen te bepalen. De constante factoren zijn de eigenschappen van een punt en blijven gedurende het onderzoek gelijk. De variabele factoren zijn afhankelijk van weersomstandigheden en van de constante factoren; op een beschut liggende punten zal de invloed van wind vrij klein.

7.2.2 Vaste, constante omgevingsfactoren

Op zestien punten zijn één maal alle constante omgevingsfactoren en de bijbehorende planten genoteerd (tabel 1, bijlage §13.2.1.1 en tabel 2, bijlage §13.2.1.2). De geulen en toevoersloten zijn zanderig, hebben steile oevers en bevatten redelijk weinig planten soorten. Afvoerkanalen en voorraadkanalen zijn meer kleiig en liggen vaak wat meer beschut. Ook de vegetatie is hier wat rijker wat betreft soorten.

De 16 punten zijn verdeeld over vier watertypen. Per punt is naar constante omgevingsfactoren gekeken. In verdere paragrafen worden de punten vaak geklusterd per watertype. Vandaar dat hier een samenvatting staat voor de factoren per watertype (tabel 9).

Watertype	Stroming	Bodem	Oever helling	Helling	Beschutting
Geul	geen	zand	geen/aflopend	geen-aflopend	redelijk-open
Afvoerkanaal	weinig	zand/klei	geen-steil	steil-aflopend	beschut-redelijk
Toevoersloot	stroming	zand	geen	geen	open
Voorraadkanaal	geen	klei	aflopen-steil	aflopend-steil	redelijk-open

Watertype	Water temp (C)	Zout	Breedte (m)	Lengte (m)	Diepte (m)
Geul	18,5	555	95	612	2
Afvoerkanaal	16,6	631	18	1070	2
Toevoersloot	18,6	542	15	717	1,5
Voorraadkanaal	18,9	635	27,5	487	6

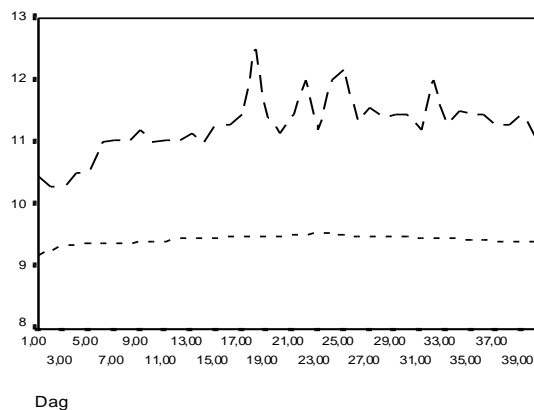
Tabel 9: Overzicht van constante omgevingsfactoren per watertype. De totale lijst staat in bijlage (punt 8 is erg breed, waardoor de geulen ook gemiddeld erg breed zijn).

Een aantal van deze omgevingsfactoren komt ook terug in de overzichtstekeningen (kaart 5, bijlage §13.2.1.4), hierop is m.b.v een code aangegeven welke vegetatietypen er voorkomen.

7.2.3 Variabele omgevingsfactoren (per dag)

Tijdens elke vleermuiswaarneming, op één van de 16 punten, zijn alle variabele omgevingsfactoren genoteerd. Een overzicht van de gebruikte factoren staat in tabel 6 (bijlage §13.2.2.1). Deze factoren hangen in het algemeen van het weer af, maar worden ook beïnvloed door constante factoren. Zo is op een punt gelegen in een heuveldal de beschutting tijdens een waarneming groter zijn. In tabel 7 (bijlage §13.2.2.2) staat een compleet overzicht van deze factoren per dag. De bedoeling hiervan is dat eenvoudig kan worden nagekeken waardoor bepaalde vleermuis of insecten pieken veroorzaakt worden. Bovendien zijn de meeste boxplotten gelabeld met een dag-nummer.

De variabele omgevingsfactoren (weersomstandigheden) zijn nogal variërend Niet alleen variëren ze per dag, maar ook per waarneming tijdens een dag. Meestal is er een verandering gedurende de nacht; hoe later het wordt, hoe kouder. Maar gedurende het seizoen wordt het steeds later donker en dus ook later kouder. Om toch nog het overzicht te behouden is de tijd na zonsondergang (het verschil tussen tijdstip van zonsondergang en de tijd van waarneming) gebruikt om de variabelen met elkaar te kunnen vergelijken (grafiek 10 en tabel 11).



Vangstdatum	Gem. tijd na zonsondergang
18 mei t/m 31 mei	21:35
1 juni t/m 14 juni	21:46
15 juni t/m 30 juni	21:51
1 juli t/m 15 juli	21:44

Tabel 11: Overzicht van de tijd na zonsondergang voor vier groepen data.

Grafiek 10: Overzicht van de tijd van zonsopgang (···) en de tijd van eerste waarneming (---) per dag.

7.2.4 Corrigeren van omgevingsfactoren

Op het eerste gezicht gelden een paar typische relaties tussen omgevingsfactoren onderling, zoals tussen bewolking en temperatuur en tussen temperatuur en mist. Deze relaties zijn gebaseerd op algemeen geldende weerkundige principes. Maar door al deze relaties is het effect van één enkele factor op bijvoorbeeld de activiteit van vleermuizen niet direct te bepalen. Hiervoor worden twee soorten correcties uitgevoerd.

7.2.4.1 Robuuste manier

Bij een robuuste correctie wordt willekeurig de helft van de data te gebruikt. Hiermee worden alle berekeningen gedaan. Dan volgt een verificatie van de resultaten door gebruik te maken van de andere helft van de dataset. Deze methode wordt gebruikt om te controleren of de relaties tussen en binnen variabelen correct zijn, zoals de correlatie tussen omgevingsfactoren en insecten (§7.3.3.7) en vleermuizen (§7.4.4.7).

In tabel 8 (bijlage §13.2.3.1) staat een overzicht van de robuuste methode. Als toets is een Factor Anova gebruikt, hiermee is de invloed van drie variabelen (temperatuur, richting en beschutting) op de overige factoren getoetst. Uit deze tabel blijkt dat voor de meeste factoren de 100 procent dataset gelijke uitkomsten levert als de beide 50 procent datasets. Voor de invloed van temperatuur op wind en beschutting geldt dit niet. Ook voor de invloed van richting, beheer en bewolking en voor de invloed van beschutting op kroos, bewolking en mist geven de datasets verschillende uitkomsten. Dit levert geen problemen op, omdat de hier genoemde verschillen in uitkomsten bij de meeste factoren veroorzaakt wordt door een klein aantal waarnemingen of doordat deze relatie weerkundig incorrect is.

7.2.4.2 Milde manier

Omdat de verschillende factoren elkaar beïnvloeden is het handig om onderscheid te maken tussen hoofd- en bijfactoren. Op die manier kan meer overzicht gekregen worden over de data. De eerste stap hierin is het bekijken van de mate waarop de variabelen elkaar beïnvloeden. Hiervoor zijn meerdere General Factorial Anova's uitgevoerd, waarbij de beïnvloeding van een factor op de overige factoren bekeken is. In tabel 9 t/m 11 (bijlage §13.2.3.2) zijn de uitkomsten te vinden van de toets in de vorm van R squared. Bij deze toets zijn de factoren regen, kroos en beheer weggelaten omdat deze te weinig waarnemingen hadden en daardoor de resultaten negatief beïnvloeden. Het is waarschijnlijk dat de combinatie 'maan, temperatuur, bewolking en mist' en de combinatie 'wind, richting en beschutting' een grote invloed op elkaar uitoefenen (om weerkundige redenen). Deze invloed is ook te zien in de overeenkomstige waarden van de R squared van beide groepen. Bovendien laat tabel 10 (bijlage §13.2.3.2) zien dat de factoren uit deze groepen een significant effect ($s < 0,025$) op elkaar hebben. Uit elk van deze twee groepen is aan de hand van de grootte van de R squared een hoofdfactor gekozen; in dit geval richting en temperatuur.

Van elk van deze factoren moet een invloedswaarde berekend worden; de invloed van een factor op de overige factoren (tabel 12). Als eerste worden alle invloeden die een factor heeft op de relevante andere factoren bij elkaar opgeteld; de totale R. Van elke invloedsfactor wordt vervolgens het percentage berekend ($R / 3,991 \times 100\%$). Met dit percentage kan de geschiktheid en ongeschiktheid (de inverse van de geschiktheid) van een plek berekend worden.

	Maan	Temp	Wind	Richting	Beschut	Bewolking	Mist	Totaal
Waardes	1-5	1-6	1-5	1-5	1-4	1-3	1-3	
Beïnvloeding andere factoren	,103	,102	,731	,629	,444	,042	,089	
	,069	,213	,398	,382	,408	,045	,044	
	,090					,077	,025	
Totaal R	,262	,315	1,129	1,111	,852	,164	,158	3,991
Percentage R	-6,56	+7,89	-28,29	-27,84	-21,35	-4,11	-3,96	100

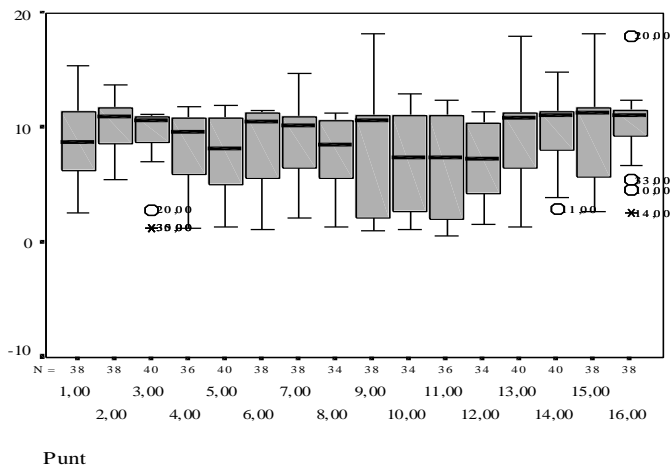
Tabel 12: De berekening van het percentage R aan de hand van waardes van R. In de rij 'beïnvloeding andere factoren' staat een overzicht gegeven van de verschillende invloeden die een factor op andere factoren uitoefent uit (tabel 11, bijlage §13.2.3.2). Het totaal van alle R wordt in het grijs weergegeven. De range van de waarde zijn m.b.v percentages omgerekend worden tot gecorrigeerde waarden. Alle factoren hebben een negatieve invloed op de overige factoren, behalve temperatuur.

Een voorbeeld van deze berekening werkt als volgt; tijdens een willekeurige waarneming zijn een aantal waarden van de omgevingsfactoren genoteerd, bijvoorbeeld maan= 5 (volle maan), temp= 2 (tussen 8 en 12 graden) en wind = 3 (matig). Er is berekend dat maan een percentuele invloed heeft van 6,56, temperatuur 7,89 en wind 28,29. Dit resulteert uiteindelijk in een formule $5 \times 6,56 + 2 \times 7,89 - 3 \times 28,29$. De totale formule ziet er als volgt uit;

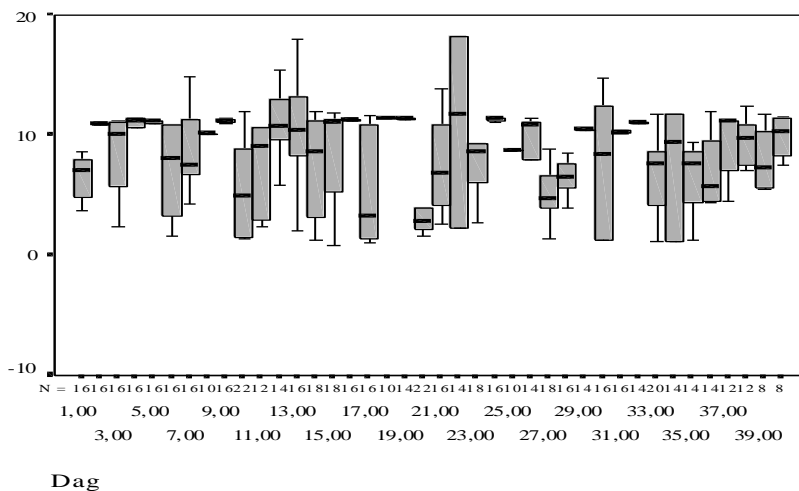
$$(-\text{maan} * 6,56 + 7,89 * \text{temperatuur} - 28,29 * \text{wind} - 27,84 * \text{richting} - 21,35 * \text{beschutting} - 4,11 * \text{bewolking} - 3,96 * \text{mist} - \text{temperatuur} * \text{mist} * 7,89 * 6,56 - \text{temperatuur} * \text{bewolking} * 7,89 * 4,11 - \text{temperatuur} * \text{maan} * 7,89 * 6,56 + \text{richting} * \text{wind} * 27,84 * 28,29 + \text{richting} * \text{beschutting} * 27,84 * 21,35) / 1000$$

Per waarneming levert dit een correctie waarde voor de 'totale' invloed van de omgevingsfactoren op een punt. De waarden zullen gebruikt worden om de vleermuis waarnemingen (§7.4.3.7) en insecten waarnemingen (§7.3.4.5) te corrigeren.

Met de inverse van deze maat is per punt en per dag bekeken wat geschikte en minder geschikte punten of dagen zijn (grafiek 13 en 14). Hoe hoger de maat voor ongeschiktheid, hoe meer er gecorrigeerd moet worden om het verschil tussen geschikte punten recht te trekken.



Grafiek 13: Boxplot van de geschiktheid wat betreft omgevingsfactoren per punt volgens de formule. De uitschieters worden weergegeven d.m.v. dagen.



Grafiek 14: Boxplot van de geschiktheid wat betreft omgevingsfactoren per dag.

Hierbij blijkt dat punten 2 en 7 het stabielst zijn wat betreft geschiktheid; deze punten hebben de kleinste variatie maar bereiken geen hoge maximale waarden. De variabele punten, 9, 13 en 15 daarentegen bereiken wel hele hoge maxima. De punten 10, 11 en 12 zijn gemiddeld het meest ongeschikt. Ook de dagen variëren nogal wat betreft geschiktheid; dag 2, 9, 10, 19, 20, 25, 26, 32 en 33 waren zeer stabiel. Dit waren ook de meest geschikte dagen. Dag 7, 13, 23 en 33 daarentegen waren de meest instabiele dagen, tijdens deze dagen worden de hoogste maximale waarden bereikt.

7.3 Verspreiding van insecten in de lucht en in het water

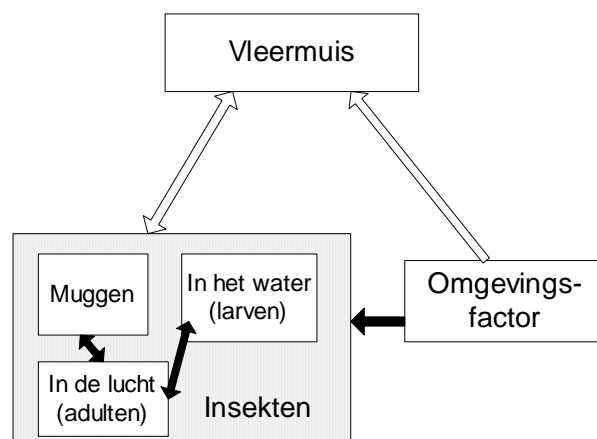
7.3.1 Verspreiding van insecten algemeen

Er zijn in totaal op 25 punten insecten in het water (larven) en op 16 punten insecten in de lucht (adulten) gevangen. Op een aantal van deze punten zijn zowel insecten in de lucht als in het water gevangen (tabel 15). Alleen op de punten 2 en 7 zijn geen insecten in het water gevangen.

Watertype	Aantal punten met insecten in het water	Aantal punten met insecten in de lucht	Aantal overlappende punten
Geul	7	4	3
Toevoersloot	3	5	2
Afvoerkanaal	8	3	4
Vorraadkanaal	7	4	5
Totaal	25	16	14

Tabel 15: Geeft een kort overzicht waar wat is gevangen. Met de overlappende punten is in hoofdstuk....correlatie berekent.

In dit hoofdstuk zijn alle variabelen in het grijs gearceerde kader insecten (model B) onderzocht; insecten in het water en insecten in de lucht. In de paragraaf over insecten in de lucht zullen de muggen extra belicht worden (§7.3.6). Hiermee kan later onderzocht worden of muggen fungeren als stapelvoedsel voor watervleermuizen. In dit hoofdstuk zijn ook enige relaties tussen kaders onderzocht (de zwarte pijlen), zoals de relatie tussen insecten en omgevingsfactoren (§7.3.7). Deze relatie kan gecontroleerd worden met behulp van de robuuste methode (§7.3.7.7).



Model B: Model van de verspreiding van insecten in de lucht en in het water, met de bijbehorende relaties met zwarte pijlen aangegeven.

In dit hoofdstuk is onderscheid gemaakt tussen de verspreiding van insecten in de ruimte en in de tijd. Voor alle insecten is het verschil in verspreiding in de ruimte onderzocht (§7.3.3 & §7.3.4). Het aantal insecten in de lucht is gedurende meerdere nachten genoteerd, vandaar dat hiervoor ook het seizoensverloop onderzocht is (§7.3.5). Het uiteindelijke doel hiervan is het totale voedsel aanbod (in ruimte en in de tijd) van watervleermuizen te bepalen. (NB: de in dit hoofdstuk gebruikte afkortingen en clusters staan respectievelijk in tabel 12 en 13 in de bijlage §13.3.1.1 en §13.3.1.2)

7.3.2 Ruimtelijke verspreiding van insecten in het water algemeen

De ruimtelijke verspreiding van insecten in het water is onderzocht voor de totale data, per watertype, voor de verschillende vangstplekken (ondiep en diep) en per groep of klasse. Omdat dit slechts gedeeltelijk in de lijn van dit onderzoek ligt zal hier niet al te diep op in gegaan worden en staan de meeste resultaten in de bijlage. Alleen een paar duidelijke overzichtgrafieken worden gebruikt om de tekst toe te lichten.

Met betrekking op de verspreiding van insecten in het water vallen de volgende zaken op; afvoerkanaal en voorraadkanaal lijken het voedselrijkst wat betreft insecten. Toch blijken afvoerkanaal en geul grotere insecten te bevatten. Veel insecten soorten zijn specifiek voor een bepaald watertype, zo worden in geulen de meeste haften en schietmotten gevangen. Daarnaast zijn er grote verschillen tussen insecten gevangen in diep of in ondiep water. Bij ondiepe monsters worden in het algemeen grotere aantallen insecten gevangen. Omdat insecten in het water gedurende 1 week gevangen zijn, is hierbij geen seizoensverloop onderzocht.

7.3.2.1 Overzicht van de vangstplekken (diep of ondiep) per watertypen

Hoeveel insecten in het water er per vangstplek, gerangschikt per watertype, gevangen zijn staat in tabel 14 (bijlage §13.3.2.1). Deze tabel dient als houvast voor de volgende paragrafen. Hierin worden steeds aan de hand van klusters de ruimtelijke verschillen voor de totale data, per vangstplek en per watertype besproken.

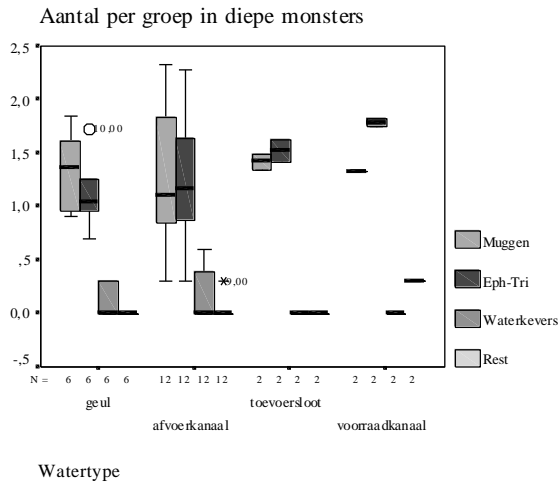
Uit deze tabel blijkt dat het aandeel insecten van elke soort per watertype nogal varieert. In diepe -en ondiepe afvoerkanalen zijn bijvoorbeeld de meeste muggen gevangen, dit blijkt ook uit onderzoek van Verbeek (Verbeek, 1997). In ondiepe geulen zijn de meeste haften (Beatidae) gevangen. Haften van het geslacht Ceanidae zijn het beste in ondiepe voorraadkanalen gevangen.

7.3.2.2 Soorten

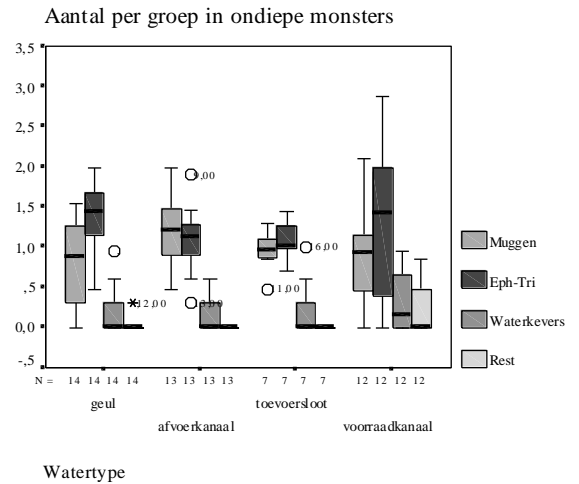
De meeste gevangen insecten soorten komen in alle watertypen ongeveer evenveel voor (tabel 15, bijlage §13.3.2.2). Alleen voor waterjuffers zijn er duidelijke verschillen ($s = 0,003$) tussen de watertypen, voor kevers is dit verschil redelijk significant ($s = 0,071$). Ook voor de twee vangstplekken, diep en ondiep, geldt dit zelfde beeld. Alleen is hier een verschil te vinden voor muggen ($s = 0,038$). Per vangstplek blijkt dat in ondiep vangstplekken watersjuffers ($s = 0,018$), haften (bea, $s = 0,082$) en kevers ($s = 0,087$) redelijk verschillend zijn maar niet significant. In diep water geldt dit beeld niet, al is er wel een verschil in haften (cea, $s = 0,058$) en slijkvliegen ($s = 0,023$) tussen de watertypen. Bij diepe plekken is echter een klein aantal waarnemingen gedaan.

7.3.2.3 Familiegroepen

Met behulp van een Kruskal-Wallis test is het verschil binnen een groep tussen ondiep/ diep en de vier watertypen bekeken (tabel 16, bijlage §13.3.2.3). Hoe een groep verschilt tussen de watertypen is weergegeven met grafiek 16 en 17. Hieruit blijkt dat er verschil is tussen muggen voor beide vangstplekken, ondiep en diep, ($s = 0,010$) voor de gehele data. Dit verschil geldt is niet significant in de watertypen geul ($s = 0,051$) en toevoersloot ($s = 0,056$). De groep 'haften-schietmotten' is in de afvoerkanalen het beste vertegenwoordigd. Waterkevers en de rest-groep worden maar heel weinig gevangen. Hierbij zijn de hoeveelheden voor alle watertypen ongeveer gelijk. Uit eerder onderzoek van Brinkhof & Hoyer in 1990 bleek dat in geulen meer haften voorkomen en dat in kanalen meer muggen voorkomen.



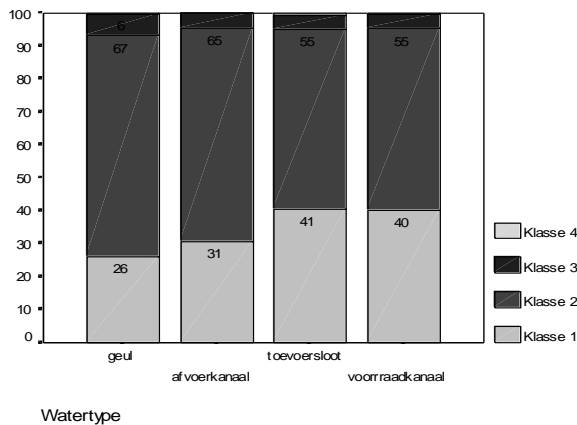
Grafiek 16: Boxplot met verschil tussen vier groepen insecten in het water per watertype. Het gaat hier om in diep water genomen monsters.



Grafiek 17: Boxplot met verschil tussen vier groepen insecten in het water per watertype. Het gaat hier om in ondiep water genomen monsters.

7.3.2.4 Lengte klassen

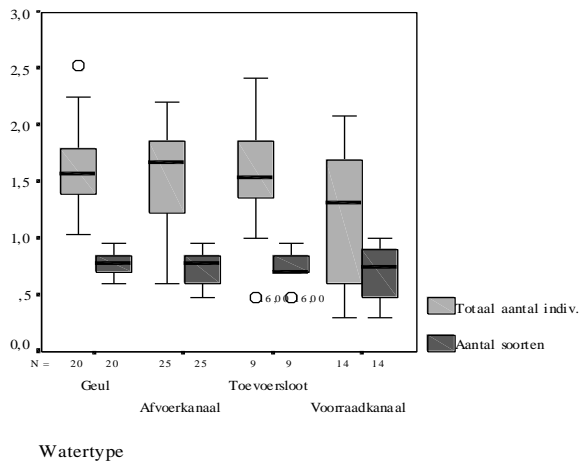
In niet alle watertypen zijn even grote insecten gevangen (grafiek 18). Uit deze grafiek blijkt dat er redelijke variatie is in het procentuele aandeel van elke lengte groep in het totaal aantal vangsten op een watertype. Klasse 3 en 4 worden maar heel weinig gevangen en maken dus ook maar een klein deel uit van de gevangen insecten in het water. In toevoersloten zijn de meeste insecten kleiner dan 0,5 cm, terwijl in geulen de tussen de 0,5 en 1 cm zijn.



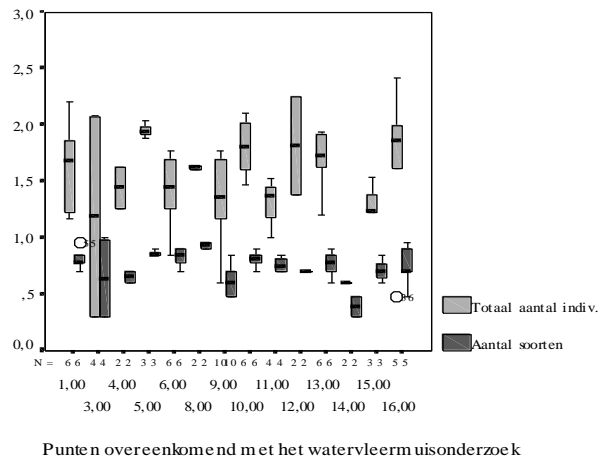
Grafiek 18: Overzicht van de vier lengte klassen van insecten in het water per watertype. De verschillen tussen de vier klassen (tabel 6) zijn uitgedrukt in het procentueel aantal keren dat een klasse is waargenomen.

7.3.2.5 Totaal aantal soorten en totaal aantal individuen

Elke plek heeft zijn eigen kwaliteit en kwantiteit; soorten rijkdom en hoeveelheid individuen. Deze twee maten geven een overall beeld van de voedselmogelijkheden op een punt of een watertype, grafiek 19 en 20. Uit deze beide grafieken blijkt dat van de vier watertypen voorraadkanaal het meest variabel is wat betreft het aantal soorten en het totaal aantal individuen. Het gemiddeld 'aantal soorten' en 'totaal aantal individuen' is het hoogst in de afvoerkanaalen, dit bleek ook al uit eerder onderzoek (Bokx et al, 1996). De punten 3 en 12 zijn het meest variabel wat betreft het 'totaal aantal individuen'. In het punt 16 wordt het hoogste aantal en gemiddelde van de klasse 'totaal aantal individuen' behaald. Het 'aantal soorten' is in punt 3, 9 en 14 het laagste.



Grafiek 19: De kwaliteit en kwantiteit van insecten op een watertype aan de hand van het totaal aantal individuen en het totaal aantal soorten.



Grafiek 20: De kwaliteit en kwantiteit van insecten op een punt (overeenkomend met het watervleermuis onderzoek) aan de hand van het totaal aantal individuen en het totaal aantal soorten.

7.3.3 Algemene verspreiding van insecten in de lucht

De ruimtelijke verspreiding van insecten in de lucht is onderzocht voor de totale data en per groep. Hierbij zijn de verschillende klusters, zoals soort, vliegend/ zittend/ beide en gewicht één voor één uitgewerkt met betrekking op het ruimtelijke (§7.3.4) en het tijdelijke (§7.3.5) verspreidingspatroon. Dit is gedaan per vangstplek (oever/ water) en per watertype. Ook de invloed van de omgevingsfactoren op de verspreiding van insecten is onderzocht (§7.3.7)

Een eerste analyse van de insecten in de lucht geeft een aantal inzichten. Geulen zijn relatief voedselarm wat betreft aantallen en soorten insecten. Er is nogal wat variatie in de insectendata, onder andere door seizoensvariatie. Zo is er een negatieve trend te ontdekken in het aantal muggen over het seizoen. Bovendien is er veel variatie tussen de plekken, onder andere tussen de plekken 1, 3 en 7. Veel soorten zijn specifiek voor een plek of voor een watertype. De variatie tussen plekken binnen hetzelfde watertype is ook lager. Daarnaast maakt het voor een aantal insecten, zoals langpootmuggen, vliegen, muggen en schietmotten uit of ze op de oever of boven het water zijn gevangen. Oevervangsten zijn veel meer variabel dan watervangsten. De aantallen per vangst zijn afhankelijk van het punt (watertype en oever/ water) waar ze gevangen zijn, maar ook van de dan heersende omgevingsfactoren. Wind en beschutting hebben een negatieve invloed op het aantal insecten. Deze invloed is voor zowel tijdelijke als ruimtelijke verspreiding gecorrigeerd. Hieruit blijkt dat voor alle soorten de gevonden relaties correct zijn, behalve voor teken, luizen (tijdelijke verspreiding), haften, luizen en mieren (ruimtelijke verspreiding).

7.3.4 Ruimtelijke verspreiding van insecten in de lucht

7.3.4.1 Overzicht van de vangstplekken (water/ oever) en de watertypen

In tabel 17 in de bijlage (§13.3.3.1) is een overzicht te vinden van het totaal aantal gevangen insecten per vangstplek; gerangschikt per watertype. Deze tabel dient als houvast voor de volgende paragrafen. Hierin worden steeds aan de hand van klusters de ruimtelijke verschillen voor de totale data, per vangstplek en per watertype besproken. In sommige gevallen is ook het verschil binnen een watertype bekeken aan de hand van de punten binnen dat watertype.

Uit deze tabel blijkt dat het aandeel insecten van elke soort per watertype nogal varieert. Zo zijn de voorraadkanalen rijk aan schietmotten, de afvoerkanalen bevatten veel wantsen en luizen, ten slotte bevatten de geulen veel langpootmuggen. Ook valt op dat sommige soorten in veel hogere

aantallen gevangen zijn dan andere; vooral haften, gaasvliegen, waterjuffers, rupsen en haantjes zijn in erg lage aantallen gevangen. Muggen zijn boven alle watertypen, zowel boven het water als langs de oever in hoge aantallen gevangen. Op het eerste gezicht hebben vliegen, wantsen, luizen en kevers een voorkeur voor oevers. Vaak hangt deze voorkeur af van het watertype

NB; In paragraaf 7.5.2.2 is er onderscheid gemaakt tussen insecten gevangen op de oever en boven het water. Dit onderscheid is gemaakt in verband met de correlatie tussen vleermuisdata en insectendata. Voor de ruimtelijke verspreiding van de insecten zoals die hier gegeven wordt is dit onderscheid (nog) niet interessant. Het gaat in dit hoofdstuk alleen om of er verschil is tussen oever -en water vangsten.

7.3.4.2 Soorten

Tussen insecten soorten is veel variatie binnen en tussen vangstplek en watertype. Met behulp van een Mann-Whitney test is gekeken naar de mogelijke verschillen binnen een soort en tussen de twee vangstplekken (tabel 18 bijlage §13.3.3.2). Voor langpootmuggen, vliegen, muggen, schietmotten, nachtvinders, haantjes, kevers en sprinkhanen blijken deze verschillen aanwezig. Dit betekent dat deze soorten op een van de twee vangstplekken significant ($s < 0,025$) meer gevangen zijn dan op de andere vangstplek.

Om de andere ruimtelijke verschillen te onderzoeken is een Kruskal-Wallis test gedaan (tabel 19, bijlage §13.2.3.2). Hieruit blijkt dat er grote variatie is tussen de verschillende watertypen en tussen de punten. Binnen hetzelfde watertype is er minder variatie. Er is dus weinig verschil tussen punten uit hetzelfde watertype. Alleen voor langpootmuggen is het verschil tussen de verschillende punten van het watertype 'geul' significant ($s = 0,000$).

7.3.4.2 De verschillende klusters

De soorten zijn geklusterd zoals beschreven in tabel 13 (bijlage §13.3.1.2). Het voordeel van deze klusters is dat het aantal waarnemingen per groep groter wordt. Voor elk van deze klusters is per lengteklasse (waarden 1 t/m 6, tabel 7) met behulp van een Chi-kwadraat toets gekeken of er een verschil is tussen de punten (tabel 20, bijlage §13.3.3.3). Voor alle waarden tezamen blijken er verschillen tussen punten te zijn bij de klusters 'zittend' en 'combi'. Voor de lengteklassen 1, 2 en 6 zijn er geen verschillen tussen de punten. Dit wil zeggen dat deze groepen ongeveer gelijk verspreid zijn over de punten. Voor de waarde 3,4 en 5 zijn er wel verschillen ($s < 0,025$), zo zullen vliegende insecten uit de lengteklassen 4 en 5 niet op alle punten evenveel gevonden worden; waarschijnlijk is er sprake van een geklusterde verdeling.

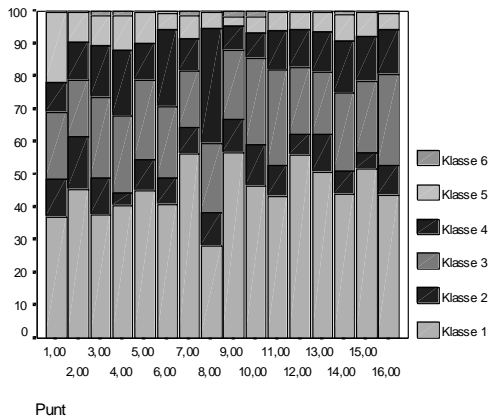
7.3.4.3 De verschillende klassen

Dezelfde Chi-kwadraat uit paragraaf 7.3.4.2 is gebruikt om te bekijken of er een verschil is tussen de punten (tabel 20 bijlage §13.3.3.3.) per waarde van de lengteklassen. Voor alle lengteklassen tezamen blijkt er een verschil te zijn tussen de punten. Voor de lengteklassen 1, 2, 3, en 6 zijn er geen verschillen tussen de punten. Dit wil zeggen dat deze lengteklassen ongeveer gelijk verspreid zijn over de punten. Voor de lengteklassen 4 en 5 zijn er wel verschillen ($s < 0,025$) gevonden. Dit verschil geldt dus voor alle drie de klusters uit de vorige paragraaf.

Met behulp van een Mann-Whitney test is onderzocht of de verschillende lengteklassen verschillend gevangen worden per vangstplek. Uit tabel 21 blijkt dat alle klassen overal even goed gevangen worden. Na aanleiding van dit resultaat zijn de twee vangstplekken voortaan samengenomen (grafiek 22).

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6
Mann-Whitney U	41451	43562	44882,5	40881,5	44130,5	43848,5
Sign.	0,094	0,471	0,956	0,047	0,657	0,317

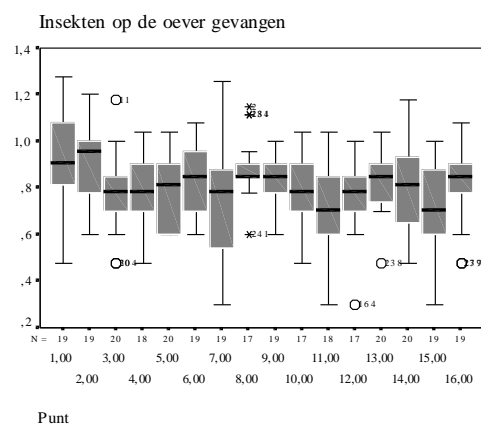
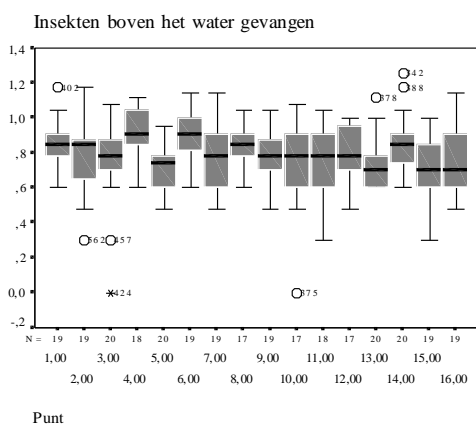
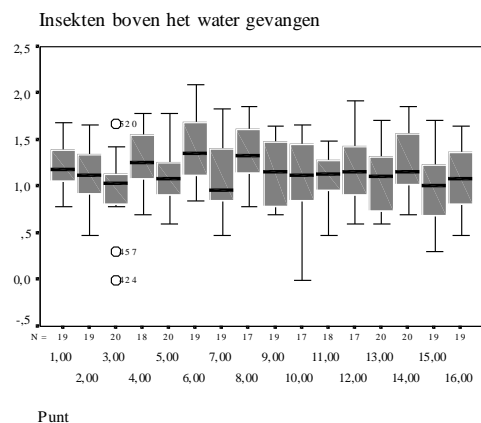
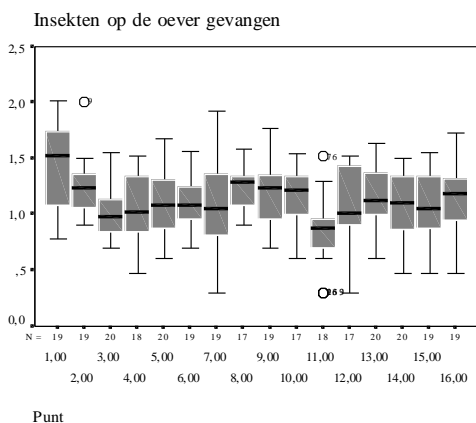
Tabel 21: Non-parametrische Mann-Whitney test, waarin het verschil tussen oever en water vangst binnen de zes lengte klassen wordt getest. Weergegeven zijn de Mann-Whitney waarden en de significanties.



Grafiek 22: Grafiek met percentages die elke lengte klasse uitmaakt van de totaal dat op dat punt gevangen is. Te zien is dat de kleinste klassen altijd een groter deel uitmaken van de vangst.

7.3.4.4 De kwaliteit en kwantiteit

Tenslotte is naar een overall beeld van de ruimtelijke verdeling gekeken aan de hand van kwaliteit en kwantiteit. Ook hiervan is een Kruskal-Wallis test gedaan (tabel 21 bijlage §13.3.3.4). Hieruit blijkt dat er geen verschillen zijn beide klassen tussen oever en water vangst. Wel is er sprake van een significant verschil per punt ($s < 0,025$). Dit verschil is er ook binnen een water of oever vangst. Ook binnen een watertype zijn er geen significante verschillen tussen oever en watervangst. Binnen een watertype zijn juist wel significante verschillen tussen de punten. Per punt (binnen hetzelfde watertype) zijn het aantal insecten en aantal soorten dus anders. Met behulp van een aantal boxplot grafieken (grafiek 23 t/m 26) is dit verschil zichtbaar te maken. In deze grafieken is ook het grote verschil in variatie tussen de punten te zien. Vooral punt 7 heeft erg veel variatie in totaal aantallen.



Grafieken 23 t/m 26: Boxplot van de twee klusters 'totaal aantal soorten' op een punt (kwaliteit) en 'totaal aantal

insekten' op een punt (kwantiteit). De beide vangstplekken oever en water zijn apart weergegeven.

7.3.4.5 Gewicht

De insecten aantallen kunnen ook omgerekend worden naar gewicht. Dit gewicht is vooral relevant voor in het hoofdstuk relatie tussen vleermuizen en insecten (§7.5), maar is hier ook alvast bekeken. Meestal geldt; hoe groter een soort, hoe zwaarder. Dit betekent dat heel veel kleine individuen gelijk zijn aan heel weinig grote individuen (tabel 27). De lengteklassen 4 en 5 vormen samen het grootste deel van het totaal gewicht van wat boven water en oever vliegt. Terwijl klasse 5 gemiddeld het zwaarst is.

	Gemiddelde	Totaal
Klasse 1	1,9	564,7
Klasse 2	6,5	1386,4
Klasse 3	17,6	5059,3
Klasse 4	33,2	8876,9
Klasse 5	55,7	8015,7
Klasse 6	50,0	2901,8

Tabel 27: De som en het gemiddelde gewicht per lengteklasse. (de gemiddeldes zijn zonder de nulwaardes)

De ruimtelijke verspreiding van de gewichten is onderzocht met behulp van een Kruskal-Wallis test (tabel 22, bijlage §13.3.3.5). In deze test wordt voor de gewichten van de 6 lengteklassen gekeken of er verschillen zijn tussen de groepen. Voor de gehele dataset geldt dat er per groep geen verschil is tussen de watertypen. Ook binnen hetzelfde watertype is wordt er geen verschil gevonden, behalve binnen geul (voor gewichtklasse 2 en 4) en binnen afvoerkanaal (binnen gewichtklasse 3 en 5). Hier wordt wel een significant verschil ($s < 0,025$) gevonden tussen de punten binnen hetzelfde watertype.

7.3.4.5 Robuuste correctie van de ruimtelijke verspreiding

Bij het uitvoeren van een robuuste correctie wordt willekeurig de helft van de data gebruikt. Van deze dataset worden de resultaten van een Chi-kwadraat toets die het verschil tussen de verschillende watertypen onderzocht, geverifieerd aan de hand van de totale (100 %) dataset (tabel 23, bijlage §13.3.3.6). Uit deze tabel blijkt dat voor de meeste insecten soorten totale dataset gelijke uitkomsten levert als beide 50 procent datasets; voor vrijwel alle groepen is het verschil tussen de watertypen niet significant. Alleen voor haften, luis en mieren levert een van beide 50 procent datasets een verschillend antwoord. Waarschijnlijk door het klein aantal waarnemingen van deze insecten soort. De soorten langpootmuggen en haantjes hebben bijna een verschillende uitkomst, toch is het verschil tussen de vangstdata voldoende ($< 0,05$).

7.3.5 Tijdelijke verspreiding van insecten in de lucht

7.3.5.1 Overzicht van de vangstplekken per vangstdatum

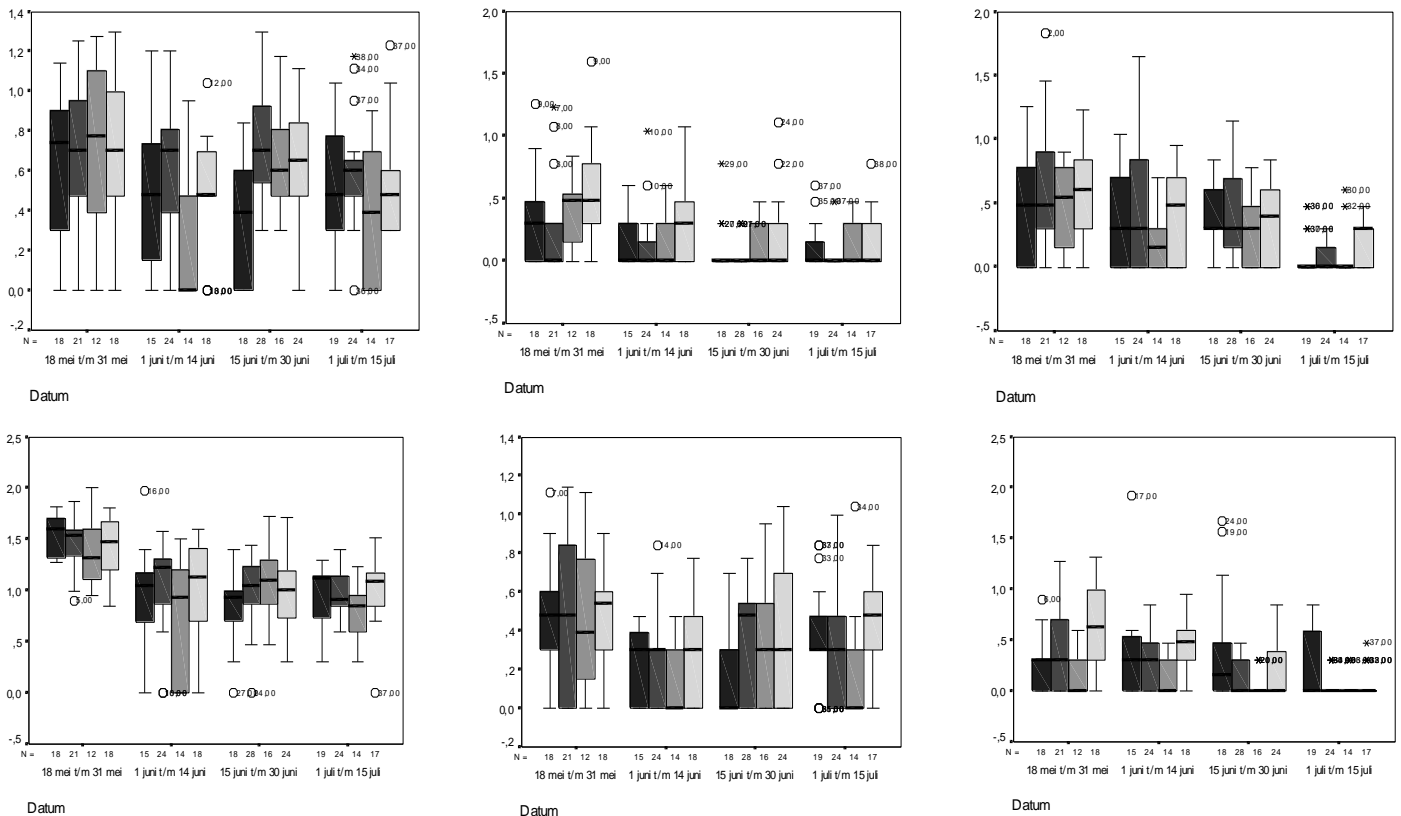
In tabel 17 in de bijlage (§13.3.3.1) staat weergegeven hoeveel insecten er totaal zijn gevangen per vangstplek, gerangschikt per vangstdatum. Een vangstdatum duurt een kwart maand. Deze tabel dient als houvast voor de volgende paragrafen. Hierin worden steeds aan de hand van clusters de tijdelijke verschillen voor de totale data, per vangstplek en per vangstdatum besproken. In sommige gevallen is ook naar het verschil binnen een vangstdatum bekeken, in dit geval zijn dagen gebruikt.

Uit deze tabel blijkt dat het aandeel insecten per watertype en per vangstdatum nogal varieert. Ook hier vallen de grote verschillen in aantallen per soort op (§7.3.4.1). Bij muggen is zowel boven de oever als boven het water een afnemende trend te zien in de aantallen. Ook bij schietmotten, langpootmuggen en kevers is voor beide vangstplekken zo'n trend te zien. Voor de overige soorten is het verloop van de aantallen erg schommelend.

7.3.5.2 Soorten

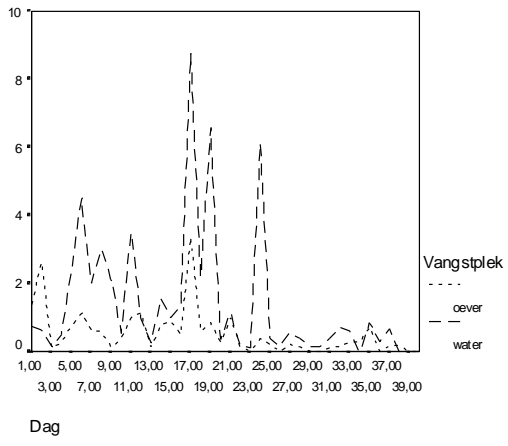
Binnen en tussen een insectensoort is veel seizoensvariatie. Met behulp van een Kruskal-Wallis toets is deze variatie onderzocht (tabel 18, bijlage §13.3.2). Hieruit blijkt dat alle insectengroepen (behalve rupsen) per vangstdatum in verschillende aantallen zijn gevangen ($s < 0,025$). Binnen één watertype daarentegen is het verschil tussen de vangstdata niet altijd significant. Deze soorten hebben waarschijnlijk geen seizoenverloop; spinnen, vliegen, rupsen, nachtvlinders, haantjes en sprinkhanen. Deze soorten zijn plaatstrouw, of specifiek voor een plek.

Dit seizoensverloop per soort is in kaart gebracht met behulp van de volgende boxplotten (grafiek 28 t/m 33). In de bijlage is na te lezen of het verschil tussen de watertypen binnen één vangstdatum significant is. In deze boxplotten is ook goed te zien dat er bijvoorbeeld voor muggen en wantsen sprake is van een afnemende trend in de tijd. Ook is in deze grafieken te zien dat binnen hetzelfde watertypen de variatie tussen de vier vangstdata kleiner is.



Grafiek 28 t/m 33: Boxplotten van het verschil binnen een vangstdatum tussen de watertypen. De watertypen staan weergegeven als ■ = geul, ■ = afvoerkanaal, ■ = toevoersloot, ■ = voorraadkanaal.

De hierboven beschreven seizoensvariatie is bekeken voor oever en waterdata tezamen. Net als in paragraaf 7.3.4.2 blijken de vangstplekken over en water significant te verschillen, zo ook bijvoorbeeld bij het seizoensverloop van muggen (grafiek 34).



Grafiek 34: Het seizoensverloop van het gemiddeld aantal langpootmuggen op de twee vangstplekken (oever/ water).

7.3.5.3 De verschillende klusters

Met behulp van dezelfde Chi-kwadraat tabel 20 (bijlage §13.3.3.3) zijn ook seizoensverschillen te vinden. Hierbij is per kluster van elke lengteklasse het verschil tussen de dagen bekeken. Voor alle waarden tezamen blijken er verschillen tussen de dagen te zijn voor het combi-kluster. Voor vrijwel alle overige waarden is er sprake van verschillen tussen de dagen. Bij vliegende insecten lengteklassen 2, zittende insecten lengteklassen 3 en 5, combi insecten lengteklassen 4 is er geen verschil tussen de dagen. Dit wil zeggen dat alle kluster veel seizoensvariatie hebben.

7.3.5.4 De lengte klassen

Dezelfde Chi-kwadraat uit paragraaf 7.3.5.3 is gebruikt om te bekijken of er een verschil is tussen de dagen (tabel 20, bijlage §13.3.3.3) per waarde van de lengteklassen. Voor alle waarden zijn er verschillen tussen de punten ($s = 0,0001$) en ook tussen alle andere waarden. Dit wil zeggen dat er sprake is van erg veel variatie in deze lengteklassen voor de dagen.

7.3.5.5 Kwaliteit en kwantiteit

Ook is de tijdelijke verdeling van de twee totaal klassen (kwaliteit en kwantiteit) bekeken worden (tabel 21, bijlage §13.3.3.4). Er zijn geen verschillen in beide klassen tussen oever en water vangst. Dit verschil is er ook niet binnen de verschillende vangstdata. Binnen één vangstdata is wel een significant verschil te vinden tussen de punten ($s < 0,025$). Per punt is het aantal insecten en het aantal soorten (in dezelfde vangstdata) dus verschillend.

7.3.5.6 Insekten gewicht

De tijdelijke verspreiding van de gewichten is onderzocht met behulp van een Kruskal-Wallis test (tabel 22, bijlage §13.3.3.5). Voor de gehele dataset geldt dat er voor alle groepen verschil is tussen de vangstdata. Dit verschil geldt ook tussen de watertypen binnen dezelfde vangstdata, behalve voor klasse 1; hier wordt wel een significant verschil gevonden ($s < 0,025$) tussen de watertypen. Per watertype is er bij de kleinere klassen sprake van een verschil tussen de dagen; dat wil zeggen dat er voor de klassen 1 en 2 sprake is van een seizoensverloop binnen dat watertype. Voor de overige klassen is nauwelijks sprake van een verschil tussen de dagen.

7.3.5.7 Robuuste correctie van de tijdelijke verspreiding

Bij het uitvoeren van een robuuste correctie wordt willekeurig de helft van de data te gebruikt. Met deze en de totale dataset wordt een Chi-kwadraat uitgevoerd die het verschil tussen de verschillende vangstdata bekijkt. Hierna worden de resultaten van beide 50 procent datasets geverifieerd aan de hand van de totale (100 %) dataset (tabel 24, bijlage §13.3.3.6). Uit deze tabel blijkt dat voor de meeste insectensoorten de totale dataset gelijke uitkomsten levert als beide 50 procent datasets; voor vrijwel alle groepen is het effect van de variabele vangstdatum significant. Alleen voor waterjuffers levert een van beide 50 procent datasets een verschillend antwoord. Waarschijnlijk door het klein aantal waarnemingen van deze insecten soort. De insectengroepen 'teken' en 'kevers' hebben bijna een verschillende uitkomst, toch is het verschil tussen de vangstdata voldoende ($< 0,05$).

7.3.6 Muggen

7.3.6.1 Verspreiding van muggen algemeen

In tabel 25 in de bijlage (§13.3.4.1) staat weergegeven hoeveel muggen er totaal zijn gevangen per vangstplek, gerangschikt per vangstdatum. Hieruit blijkt dat het aandeel muggen per watertype binnen dezelfde vangstdatum nogal varieert. De afvoerkanalen hebben in alle seizoenen het hoogste aantal muggen, terwijl de toevoersloten er meestal het minste hebben. Terwijl boven toevoersloten wel de hoogste maxima bereikt worden. Overal zijn de aantallen muggen vrij hoog; ze zijn overal en altijd te vinden (waarschijnlijk doordat de generaties elkaar overlappen). Wel is er sprake van variatie tussen de seizoenen. Er is een duidelijke negatieve trend te zien in het totaal aantal muggen. Hierbij nemen de standaard deviatie en het maximum aantal muggen per plek af. Dat wil zeggen dat in het begin van het seizoen het aantal muggen nogal wisselend is, waarbij hoge maxima bereikt worden. Later in het seizoen zijn de aantallen wat stabiel en worden minder hoge maxima bereikt.

Muggen worden vaak in hoge aantallen gevangen (tabel 26, bijlage §13.3.4.2). Dit zijn waarschijnlijk (delen van) zwermen; het maximale aantal muggen is namelijk vrijwel altijd hoger dan andere insecten, behalve voor wantsen, langpootmuggen en luizen. Deze hebben eenmalig een piek vertoond. Z'n grote zwerm muggen (voornamelijk mannetjes) is een makkelijke prooi voor watervleermuizen (Vaughan, 1997). Toch dient zo'n zwerm als een anti-predatiemiddel (Kalko, 1995). Binnen zo'n zwerm is de predatiekans voor elk individu namelijk kleiner dan buiten zo'n zwerm (*selfish groups-theorie*). Bovendien biedt de zwerm voordelen voor het lokken van vrouwtjes, deze komen op zwermdende mannetjes af om met een van de mannetjes te paren. De predatie kosten van een zwerm wegen blijkbaar op tegen de reproductie voordelen ervan.

7.3.6.2 Relaties tussen muggen en andere insecten

Tijdens dit onderzoek zijn insecten gevangen om deze later te correleren met aantallen vleermuizen. Op deze manier kan het dieet van vleermuizen bepaald worden. Problematisch zijn relaties tussen insecten onderling, die de correlatie tussen vleermuizen en insecten verdoezelen. Het is mogelijk dat er een foutieve correlatie tussen insect en vleermuis ontstaat, terwijl de vleermuis in werkelijkheid niet naar het insect (mug of andere prooi) omkijkt.

De meeste correlaties worden gevonden tussen muggen en de andere insecten (tabel 27, bijlage §13.3.4.3). De correlatie tussen muggen en de insecten uit de groepen spinnen, langpootmuggen, haften, wantsen, luizen, waterjuffers, rupsen, haantjes, snuitvliegen, kevers en teken zijn significant ($s < 0,025$). Tussen andere groepen, zoals tussen spinnen en snuitkevers, worden ook correlaties gevonden, maar deze hebben nooit zo'n hoge verklarende waarde (C.C) als muggen.

Uit tabel 26 (bijlage §13.3.4.2) blijkt dat in het begin van het seizoen (18 mei - 30 mei) het maximale aantal muggen hoog zijn, terwijl het maximale aantal overige insecten laag is. Later in het seizoen nemen de maximale aantallen van sommige insecten toe, zoals haft en nachtvlinders. Maar nooit worden zulke hoge dichtheden bereikt als muggen. Gedurende de gehele onderzoeksperiode is het aantal muggen op de afvoerkanalen het hoogst, dit bleek ook al uit eerder onderzoek (Brinkhof & Hoyer, 1990). Het aantal muggen is zowel boven oever als boven water even hoog. Terwijl voor andere soorten zoals luizen en wantsen duidelijke verschillen bestaan tussen het aantal individuen boven oever en water.

7.3.7 Verspreiding van insecten (in de lucht) in relatie met omgevingsfactoren

7.3.7.1 Overzicht van de insecten aantallen en de constante en variabele omgevingsfactoren

Hoeveel insecten er per soort en per variabele omgevingsfactor (temperatuur en beschutting) gevangen zijn staat in tabel 28 (bijlage §13.3.5.1). De aantallen per soort per constante omgevingsfactor staan in tabel 29 (bijlage §13.3.5.2). Deze beide tabellen dienen als houvast voor de volgende paragrafen. Hierin worden steeds aan de hand een aantal klusters de ruimtelijke en tijdelijke verschillen in de relatie tussen insecten in de lucht en omgevingsfactoren besproken.

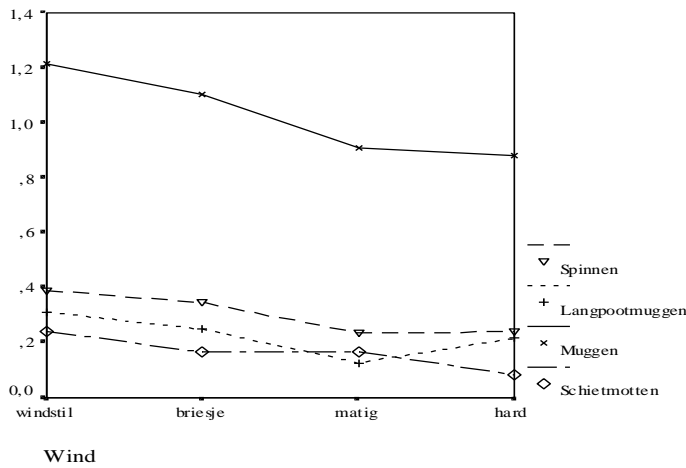
Uit tabel 28 (bijlage §13.3.5.1) blijkt dat het aandeel insecten van elke soort door variabele omgevingsfactoren wordt beïnvloed. Bij een toename in temperatuur is bij de meeste soorten een duidelijke toename in het aantal individuen van deze soort te zien (let op: temperatuur 20-24 heeft slechts 5 waarnemingen). Dit komt waarschijnlijk doordat soorten dan actiever zijn, waardoor ze beter vangbaar zijn. Een afname in temperatuur heeft in de meeste gevallen het tegenovergestelde effect. De soorten luis, haft, vlinder, haantje, snuitkever, kever, sprinkhaan zijn nauwelijks actief bij koude temperaturen.

Bij beschutting is een duidelijke invloed waar te nemen; hoe meer golven (een afname van de beschutting), hoe minder insecten. Dit komt waarschijnlijk doordat insecten op onbeschutte plekken weggeblazen worden en gedwongen op de meer beschutte plekken te schuilen. Toch zijn er soorten die ook bij weinig beschutting nog in redelijke hoeveelheden gevangen worden (in vergelijking met 'redelijk glad'); de kevers en de vlinders. Dit is ook het geval bij luizen en muggen. Maar hierbij is het waarschijnlijker dat deze insectensoorten door de lucht heen dwarrelen en op deze manier gevangen kunnen worden.

Uit tabel 29 (bijlage §13.3.5.2) blijkt dat op plekken met een redelijke mogelijkheid tot beschutting de aantallen muggen het hoogst zijn. Voor vliegen, langpootmuggen en schietmotten zijn de aantallen het hoogst op open punten. De overige soorten prefereren beschutte plekken. Wat betreft oeverhelling prefereren de meeste soorten steile hellingen, al kan deze relatie vertekend worden door het klein aantal waarnemingen. Vliegen, luizen en kevers vertonen een sterke preferentie voor het ontbreken ('geen') van de oeverhelling.

7.3.7.2 Soorten

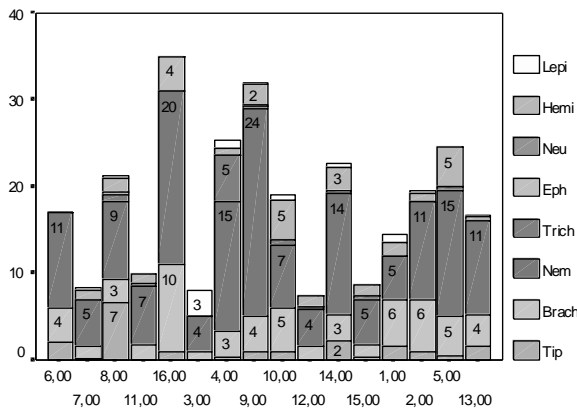
Met behulp van een Factor Anova is de invloed van variabele omgevingsfactoren op de verschillende insectensoorten bekeken (tabel 30, bijlage §13.3.5.3). Hieruit blijkt dat wind een significant effect ($s < 0,025$) heeft op voor spinnen, langpootmuggen, muggen en schietmotten (grafiek 35) Voor de overige soorten is de invloed wel aanwezig, maar niet significant.



Grafiek 35: Laat de invloed van wind zien op 3 insecten soorten waar de invloed significant is, zie bijlage. Bij alle drie geldt hoe harder de wind; hoe minder insecten

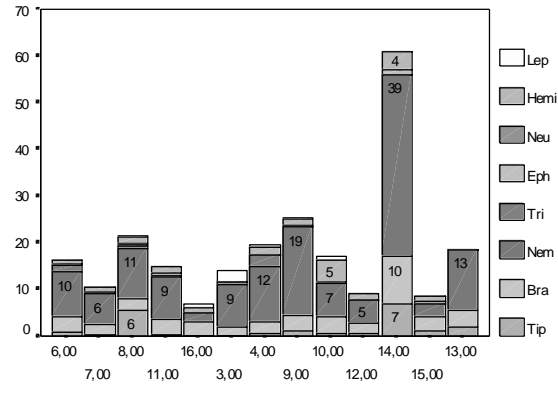
Met de invloed van de wind is iets meer aan de hand; het wordt (indirect) beïnvloed door de beschutting van een plek. Wind op zichzelf zegt niet zoveel over het effect van de wind op een plek; beschutting is een betere maat. Hoe beschut een plek is afhankelijk van de mogelijkheid tot beschutting en van de hardheid van de wind (als het stormt zal ook de meest beschutte plek onbeschut zijn). Daarom zijn per insectensoort de twee extremen in een grafiek uitgezet (grafiek 36 t/m 39). Te zien is dat bij redelijke tot windstille wind er gemiddeld meer insecten zijn per soort. De insecten zijn in dit geval gelijk verdeeld over de verschillende punten. Bij harde wind ontstaat meer variatie. Op plekken met meer beschuttingsmogelijkheden zijn dan in het algemeen meer individuen te vinden.

wind is hard tot zeer hard



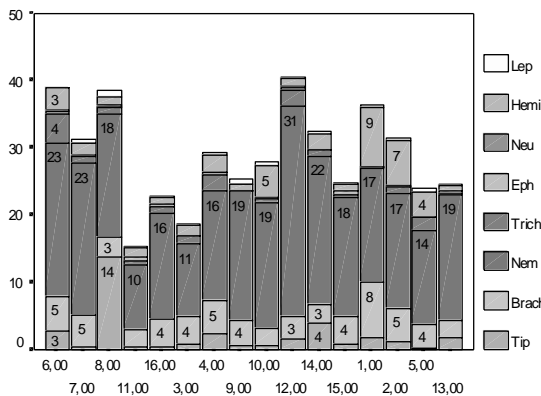
Punt

Beschutting is w weinig tot geen



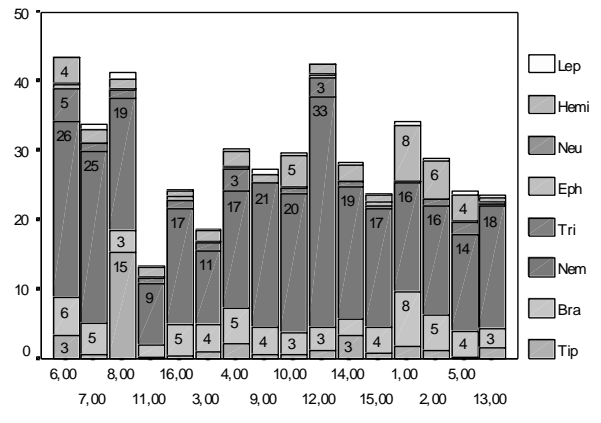
Punt

Wind is redelijk tot windstil



Punt

Beschutting is redelijk tot goed

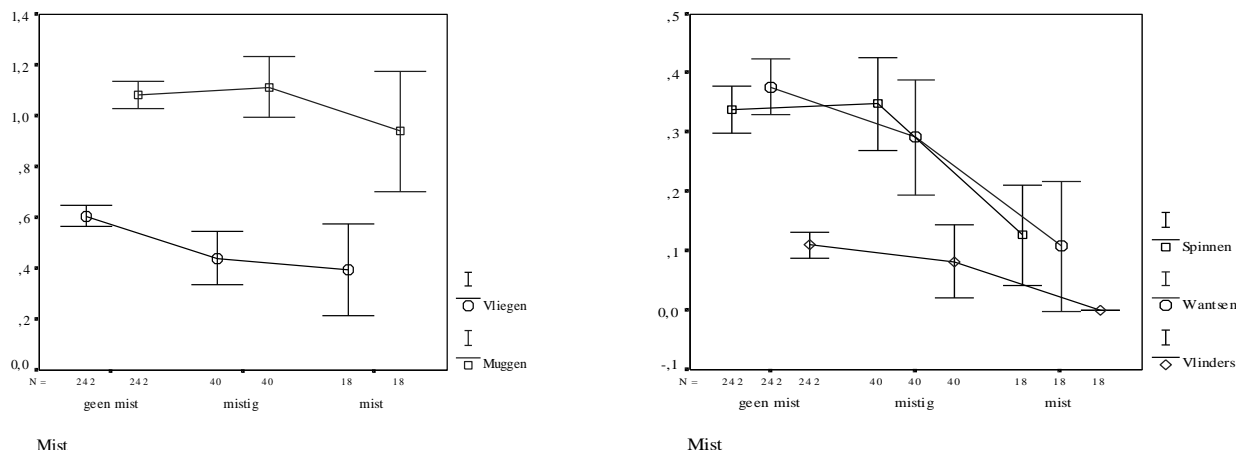


Punt

Grafiek 36 t/m 39: Invloed van twee extreme windsterktes en de daarbij behorende beschutting op de aantallen insecten per soort. De volgorde van insecten in de staven is dezelfde als in de daarnaast staande legenda wordt weergegeven. De punten zijn gerangschikt naar mogelijkheid tot beschutting; de punten 6,7,8,11 en 16 zijn heel open (weinig mogelijkheden), 3,4,9,10,12,14 en 15 zijn redelijk beschut en 1,2,5 en 13 zijn juist erg goed beschut.

Ook temperatuur heeft een (hier positief) effect op de aantallen van elke soort. Voor vliegen, muggen, haften, gaasvliegen, wantsen en mieren is het effect significant ($s < 0,025$), net als voor teken en kevers ($s < 0,05$). Dat wil zeggen dat deze soorten in aantal zullen toenemen als het warmer wordt.

Mist heeft een negatief effect op het aantal vliegen, spinnen, wantsen en vlinders. Dat wil zeggen dat deze soorten zullen afnemen bij een toenemende mistigheid. Het verloop van de aantallen van enkele insectensoorten is weergegeven in een errorplot (grafiek 40 en 41)



Grafieken 40 t/m 41: Errorplot van de invloed van mist op vliegen, muggen, spinnen, wantsen en vlinders.

Voor de verschillende soorten is in tabel 31 (bijlage §13.3.5.3) een Factor Anova berekend waarmee de invloed van de constante factoren (mogelijkheid tot) beschutting, stroming en breedte bekeken zijn. Hieruit blijkt dat beschutting een significant ($s < 0,025$) effect heeft op vliegen, schietmotten, haften, luizen, haantje en mieren. Zoals in tabel 12 ook al bleek, kan deze invloed zowel negatief als positief zijn. Ook stroming en breedte hebben een significant effect op een aantal insecten soorten. Het valt op dat er een paar groepen zijn, zoals vliegen, schietmotten, haantjes en de restgroep door alle drie de factoren worden beïnvloed Muggen, spinnen en nachtvlinders worden door géén van de drie factoren beïnvloed.

7.3.7.3 Verschillende klusters

Voor de verschillende klusters is in tabel 32 (bijlage §13.3.5.4) een Factor Anova gemaakt waarmee de invloed van de variabele factoren temperatuur, wind, beschutting en mist berekend zijn. Voor deze factoren geldt respectievelijk; temperatuur heeft een significant effect ($s < 0,025$) op de klusters; vliegend 1, combi 2 en 3. Wind heeft een significant effect op de klusters vliegend 1 en 3, zittend 2 en 4, combi 3. Beschutting heeft een significant effect op het cluster vliegend 1, zittend 4 en combi 3. Mist een significant effect op de klusters zittend 4 en combi 3. (NB; een aantal van deze significant relaties zullen veroorzaakt worden door interacties tussen soorten en klusters onderling. Zo heeft mist een significant effect op het aantal spinnen, terwijl zo'n zelfde relatie ook gevonden is voor het cluster zittend 4, waar onder andere spinnen ondervallen).

Ook de invloed van de constante omgevingsfactoren is bekeken met behulp van een Factor Anova. Hierbij blijken een redelijk aantal van deze klusters beïnvloed te worden deze factoren (tabel 33, bijlage §13.3.5.4). De klusters vliegend klasse 4 en 5 worden significant beïnvloed door de factoren beschutting, breedte en stroming. De combinatie klusters worden geheel niet significant beïnvloed door omgevingsfactoren. De klusters zittend klasse 1 en 3 worden significant beïnvloed door beschutting, zittend klasse 4 door breedte, zittend klasse 1 en 3 door stroming en zittende klasse 2 door oeverhelling.

7.3.7.4 Lengteklassen

Voor de verschillende lengteklassen apart is een Factor Anova uitgevoerd om de invloed van de variabele omgevingsfactoren te onderzoeken (tabel 34, bijlage §13.3.5.5). Hieruit blijkt dat vooral de kleinere lengteklassen gevoelig zijn voor omgevingsfactoren. Zo wordt lengteklasse 1 significant beïnvloed door van temperatuur, wind, beschutting en richting. Bij lengteklasse 2 is het effect van temperatuur, wind, maan en richting significant ($s < 0,05$). Opvallend is dat géén van de lengteklassen significant beïnvloed wordt door regen en bewolking. Ook mist heeft maar weinig effect, slecht lengteklasse 3 laat zich er significant door beïnvloeden.

Ook de invloed van de constante omgevingsfactoren is bekeken met behulp van een Factor Anova. Hierbij blijken de lengteklassen veel minder beïnvloed te worden door deze factoren (tabel 31, bijlage §13.2.5.5). Alleen de lengteklassen 4 en 5 worden significant beïnvloed door constante omgevingsfactoren; lengteklasse 4 door stroming en breedte van het water en lengteklasse 5 door beschutting.

7.3.7.5 Totaal klassen

Voor de totaal klassen, totaal gewicht en kwaliteit en kwantiteit is een Factor Anova uitgevoerd om de invloed van de variabele omgevingsfactoren te onderzoeken (tabel 35, bijlage §13.3.5.6). Hieruit blijkt dat vrijwel alle factoren, behalve bewolking en regen, een significante invloed hebben op een van de kluster variabelen. Richting heeft alleen een significante invloed op kwantiteit van insecten boven het water, maan alleen op kwaliteit van insecten boven de oever. De overige factoren beïnvloeden vrijwel alle kluster variabelen.

Ook de invloed van de constante omgevingsfactoren is bekeken met behulp van een Factor Anova (tabel 35, bijlage §13.3.5.6). Hierbij blijkt dat de meeste factoren, behalve oeverhelling, een significante ($s < 0,025$) invloed hebben op de kluster variabelen. Beschutting heeft een significante invloed zowel de kwaliteit als de kwantiteit van insecten boven de oever. Breedte en stroming beïnvloeden vrijwel alle kluster variabelen.

7.3.7.6 Gewicht

Om de invloed van de variabele omgevingsfactoren op het gewicht van de verschillende insecten soorten, lengteklassen en totaal klassen te berekenen zijn een aantal Factor Anova's uitgevoerd (tabel 36 t/m 38, bijlage §13.3.5.7).

Uit tabel 36 (bijlage §13.3.5.7) blijkt dat temperatuur een significante invloed heeft op het gewicht van de volgende gevangen insecten soorten; langpootmuggen, vliegen, haften, gaasvliegen, wantsen en mieren. Beschutting heeft nauwelijks een significant effect op het gewicht van de insectensoorten. Slechts het gewicht van spinnen, muggen en de rest-groep wordt significant beïnvloed door beschutting. Mist heeft slechts een effect op het gewicht van spinnen, vliegen, wantsen en nachtvlinders.

Uit tabel 37 (bijlage §13.3.5.7) blijkt dat temperatuur alleen een significant effect heeft op de lichtere gewichtsklassen; lengteklasse 1 en 2. Beschutting heeft een significant effect op het gewicht van lengteklassen 1 en 3. Mist heeft een significante invloed op de zwaardere lengteklassen 3 en 4. Uit de tabel 38 (bijlage §13.3.5.7) blijkt dat mist alle drie de totaal clusters (kwantiteit/ kwaliteit/ totaal gewicht) significant beïnvloed. Temperatuur heeft een significante invloed op de beide overall maten; kwantiteit en kwaliteit. Ten slotte heeft beschutting een significante invloed op het totaal gewicht en op kwantiteit.

Ook de invloed van constante factoren op de verschillende clusters is bekeken met behulp van Factor Anova (tabel 39 t/m 41, bijlage §13.3.5.7). Uit tabel 39 (bijlage §13.3.5.7) blijkt dat

stroming een significante invloed heeft op het gewicht van een groot aantal insecten soorten waaronder langpootmuggen, schietmotten, luizen, haantjes en mieren. Beschutting heeft een significante invloed op schietmotten, haften, luizen, mieren en de rest-groep. Breedte heeft een significante invloed op langpootmuggen, schietmotten, luizen, haantjes en sprinkhanen.

Uit tabel 40 (bijlage §13.3.5.7) blijkt dat de drie constante omgevingsfactoren hebben minder invloed op het gewicht van de lengte klassen en op de totaal klassen, beschutting heeft geen enkele invloed. De lengteklasse 1 en 5 worden beïnvloed door stroming. Ten slotte worden de lengte klassen 3, 4 en 5 beïnvloed door de breedte van het water. Uit tabel 41 (bijlage §13.3.5.7) blijkt dat alleen breedte een significante invloed heeft op de kwantiteit, kwaliteit en totaal gewicht.

7.3.7.7 Robuuste correctie van de relatie tussen insecten en omgeving

Bij het uitvoeren van een robuuste correctie wordt een willekeurige helft van de dataset vergeleken met de totale dataset (tabel 42, bijlage §13.3.5.8). Hierbij blijkt dat de beide datasets redelijk overeenkomen voor zowel beschutting als temperatuur als omgevingsfactor. Met betrekking tot beschutting blijkt dat voor een aantal soorten, zoals spinnen, muggen en kevers, de invloed van beschutting significant is bij zowel de 100 procent als de 50 procent dataset. Voor de overige soorten is de invloed niet significant. Slechts bij drie soorten, namelijk schietmotten, wantsen en de restgroep, is de invloed van beschutting niet gelijk bij beide datasets.

Met betrekking op temperatuur (tabel 43, bijlage §13.3.5.8) blijkt dat de invloed van temperatuur voor een aantal soorten, zoals langpootmuggen, vliegen, schietmotten en haantjes, significant is bij zowel de 100 procent dataset als de 50 procent dataset. Voor de overige soorten is de invloed van temperatuur niet significant. Slechts bij drie soorten, namelijk haften, luizen en mieren, is de invloed van temperatuur niet gelijk bij beide datasets.

7.3.8 Verschil tussen insecten in het water en in de lucht

7.3.8.1 Verschil tussen insecten in het water en in de lucht algemeen

Het voordeel van zowel insecten in de lucht als in het water vangen wordt duidelijk als naar de aantallen per gevangen insectensoort gekeken wordt. Dan blijkt dat bijvoorbeeld haften in het water veel gevangen zijn, terwijl dat in de lucht niet of nauwelijks gebeurt. Ook voor schietmotten is zo'n verband te vinden. Muggen worden weer meer in de lucht gevangen. Voor de verschillende klassen is het verschil tussen handvangst en watervangst groot. In het water lijken kleine insecten veel algemener dan in de lucht, daar zijn grotere insecten even algemeen als kleine insecten. Bij een onderzoek naar de overeenkomsten tussen beide datasets (lucht en water) blijken slechts muggen en lengte klasse 1 overeenkomsten te vertonen. Tussen de overige soorten zijn slechts geringe overeenkomsten gevonden.

7.3.8.2 Verschil tussen insecten in de lucht en in het water per soort

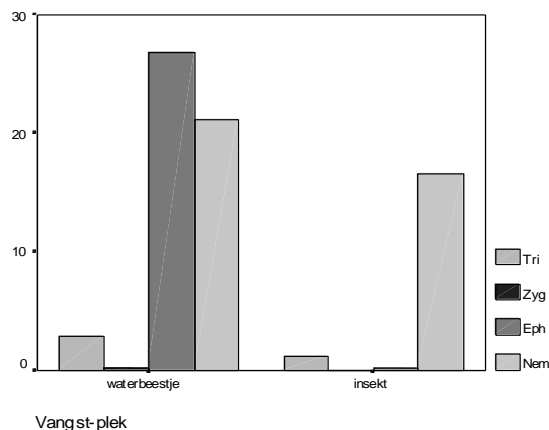
Om te onderzoeken in hoeverre de dataset van insecten in het water vergelijkbaar is met de dataset van insecten in de lucht is een Wilcoxon Signed rank test uitgevoerd (tabel 42). Hieruit blijkt dat er nog al wat verschillen zijn tussen beide datasets. Slechts voor schietmotten, muggen en waterjuffers zijn de datasets (redelijk) overeenkomstig. Ook met behulp van een Factor Analyse (tabel 44, bijlage §13.3.6.1) is een vergelijkbaar resultaat verkregen. Hierbij blijken alleen waterjuffers en muggen een overeenkomstig resultaat te leveren. Waarschijnlijk zijn de verschillen tussen de datasets ontstaan doordat de dataset van insecten in de lucht erg variabel is. Ook het verschil in vangstefficiëntie speelt een rol.

	iTri - wTri	iEph - wEph	iNem - wNem	iZyg-wZyg
Z	-1,852	-3,296	-0,847	-0,421
Sign.	0,064	0,001 **	0,397	0,674

Tabel 42: Wilcoxon Signed rank test voor een test tussen twee paren. De paren bestaan steeds gedeeltelijk uit insecten in de lucht (i) en in het water (w) data

Doordat slecht twee weken insecten in het water gevangen zijn, is het aantal waarnemingen beperkt. Hierdoor kan een vertekend beeld gekregen worden van de relatie tussen insecten in de lucht en in het water. Door middel van familiegroepen is dit probleem gedeeltelijk opgelost. Uit Factor Anova blijkt dat alleen de muggen redelijk overeenkomen (tabel 44, bijlage §13.2.6.1). Bij de familie groep haften-schietmotten is het verschil tussen insecten in de lucht en in het water significant.

De laatste mogelijkheid om de relatie tussen insecten in de lucht en in het water te bekijken is het uitvoeren van een regressie tussen beide datasets. Hieruit blijken slechts beide haften groepen redelijk overeen te komen. Al blijkt uit grafiek 43 dat haften in het water veel vaker gevangen dan haften in de lucht. Muggen daarentegen vertonen in deze grafiek wel in overeenkomsten.



Grafiek 43: Overzicht van het verschil tussen insecten in het water (larven) en insecten in de lucht (adulten). De in beide datasets voorkomende soorten zijn hier vergeleken

7.3.8.3 Verschil per klasse tussen insecten in het water en in de lucht

Om te onderzoeken in hoeverre de lengteklassen van insecten in het water en in de lucht met elkaar overeenkomen is een Wilcoxon Signed rank test uitgevoerd (tabel 44). Hieruit blijkt dat slechts in de allerkleinste lengteklassen (klasse 1) overeenkomsten bestaan tussen insecten in het water en in de lucht. Dit zelfde beeld is verkregen met behulp van een Factor Anova (tabel 44, bijlage §13.3.6.1) en de regressie (tabel 45, tabel §13.3.6.2)

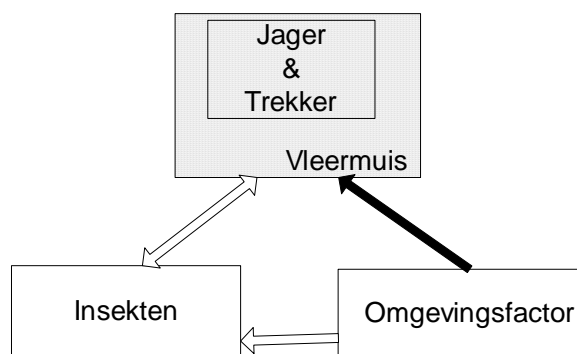
	iklasse 1 - w klasse 1	iklasse 2- w klasse 2	iklasse 3- w klasse 3	iklasse 4- w klasse 4
Z	-0,408	-3,296	-3,296	-3,296
Sign.	0,683	0,001 **	0,001 **	0,001 **

Tabel 44: Wilcoxon signed rank test voor een test tussen twee paren. De paren bestaan steeds gedeeltelijk uit insecten in de lucht (i) en in het water (w) data

7.4 Verspreiding van vleermuizen

7.4.1 Verspreiding van vleermuizen algemeen

In dit hoofdstuk zijn slechts twee variabelen in het kader vleermuizen onderzocht; het jaag -en trekgedrag van watervleermuizen. De overige variabelen worden in de volgende hoofdstukken besproken. Aan de hand van het jaag -en trekgedrag kan het terreingebruik (verspreiding in de ruimte, §7.4.2) van watervleermuizen onderzocht worden. Omdat deze tellingen gedaan zijn gedurende 40 dagen kan ook naar een seizoensverloop van de variabelen gekeken worden (§7.4.3). Daarnaast hebben omgevingsfactoren invloed op de verspreiding van watervleermuizen (§7.4.4). Deze relatie kan gecontroleerd worden met de robuuste methode uit het hoofdstuk monsterpunt typologie (§7.4.4.7) of met de milde methode (§7.4.4.8). Ook jaagstrategie kan de activiteit van een vleermuis beïnvloeden (§7.4.5)



Model C: Model van de verspreiding van vleermuizen, met nadruk op de aparte vleermuisvariabelen (zoals jagers en trekkers). De relatie met omgevingsfactoren is in het zwart weergegeven.

In dit hoofdstuk komt naar voren dat de ruimtelijke en de tijdelijke verspreiding van watervleermuizen op het eerste gezicht erg variabel zijn. De variatie binnen hetzelfde watertype of vangstdata is kleiner. Deze variatie blijkt ook na correctie van de dataset grotendeels te blijven bestaan. De relatie met omgevingsfactoren is iets minder variabel; de meeste factoren hebben een duidelijk negatieve of positieve invloed op vleermuizen.

7.4.1.1 Het verschil tussen de vleermuisvariabelen

Elke vleermuisvariabele heeft een andere betekenis (§6.3.2) en speelt daardoor ook een andere rol in de ruimtelijke en tijdelijke verspreiding. De ene variabele levert informatie over het trekgedrag van vleermuizen; passages (totaal aantal passages en de passages uit beide richtingen) en het aantal trekkers. De ander levert informatie over het jaaggedrag van de vleermuizen; bussen en jagers. Uit tabel 46 (bijlage §13.4.1.1) blijkt dat de variabelen vrijwel allemaal met elkaar correleren, wat vrij logisch is omdat een watervleermuis alle variabelen kan 'uitvoeren'.

In dit hoofdstuk zullen de variabelen door elkaar heen gebruikt worden, waarbij steeds een ander deel van de verspreiding onderzocht wordt. De variabelen passage links-rechts en rechts-links zullen in dit hoofdstuk overgeslagen worden, omdat ze specifiek zijn om trekroutes te onderzoeken (§ 7.8). Er is onderscheid gemaakt tussen de variabelen trekkers of jagers en bussen en passages. Het eerste paar variabelen geeft een vrij specifiek beeld over het jaag en trek gedrag op een punt; een jagende vleermuis wordt alleen als zodanig gescoord als de vleermuis aan het jagen is. Het tweede paar geeft een algemener (grover) beeld; een passerende vleermuis kan zowel aan het jagen als aan het trekken zijn. Een buzzende vleermuis kan ook tijdens het trekken een insect eten. Dit tweede paar variabelen zal dan ook gebruikt worden om een beeld te krijgen van de kwaliteit van een plek; hoe meer bussen, hoe meer voedselmogelijkheden, dus hoe beter een plek.

7.4.2 Ruimtelijke verspreiding van watervleermuizen

In deze paragraaf is de ruimtelijke verspreiding van vleermuizen onderzocht voor de totale data, per punt en per variabele. Hierbij zijn de verschillende variabelen, zoals trekkers/ jagers en buzzen/ passages één voor één uitgewerkt met betrekking op het ruimtelijke verspreidingspatroon. Op het eerste gezicht is er nogal veel variatie in de ruimtelijke verspreiding van vleermuizen; de punten en watertypen verschillen onderling in het aantal bezoeken door vleermuizen. De afvoerkanalen lijken het meest populair wat betreft aantallen van alle vleermuisvariabelen, de geulen het minst populair. Dit wordt vooral veroorzaakt door een aantal (on)populaire punten binnen deze watertypen. Zowel tussen punten als tussen watertypen zijn de waarnemingen van de vleermuisvariabelen verschillend; dat wil zeggen dat er niet alleen sprake is van veel variatie, maar ook van verschillen in populariteit (en dus in ruimtelijke verspreiding) tussen de punten en watertypen.

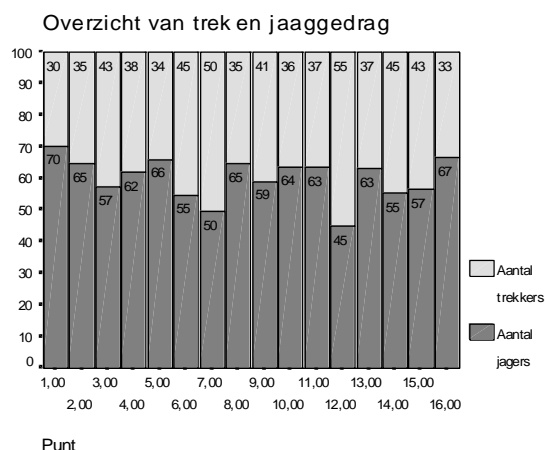
7.4.2.1 Overzicht van de ruimtelijk verspreiding van watervleermuizen

In tabel 47(bijlage §13.4.1.2) staat een overzicht van de ruimtelijke verspreiding van vleermuizen. Hiervoor zijn van drie vleermuisvariabelen de maximale en totale waarde per punt gegeven (Doordat watervleermuizen ongeveer 30-45 minuten na zonsondergang uitvliegen, zijn de eerste waarnemingen pas na die tijd gedaan). Deze tabel dient als houvast voor de volgende paragrafen. Hierin worden steeds aan de hand van deze variabelen de ruimtelijke verschillen voor de totale data, per vangstplek en per watertype besproken.

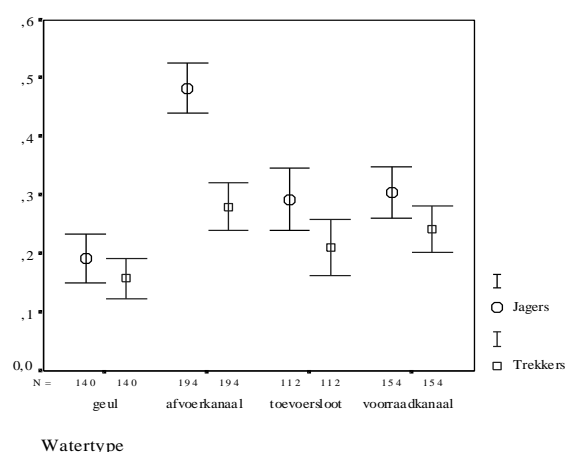
Uit de tabel blijkt dat het er nogal wat variatie is tussen de vleermuisvariabelen binnen de watertypen en tussen de punten. Sommige punten of watertypen zijn duidelijk populairder dan andere; boven de afvoerkanalen zijn de hoogste aantallen en passages van vleermuizen te vinden. Binnen dit watertype lijken de punten 1 en 2 het meest populair. Punten met hoge aantallen vleermuizen hebben ook meestal hoge aantallen passages en buzzen. Toch scoren sommige punten, zoals punt 6 en 7, relatief laag in aantallen vleermuizen, maar hoog in het aantal passages. Deze punten fungeren blijkbaar als trekroute.

7.4.2.2 Jagers en trekkers

Als een vleermuis op een punt aankomt kunnen er twee dingen gebeuren; de vleermuis gaat op dit punt jagen of de vleermuis trekt verder. Het zal van de kwaliteit (zowel voedsel als andere omgevingsfactoren) van het punt afhangen of een vleermuis gaat jagen of verder zal trekken. Hoeveel procent van het totaal aantal vleermuizen één van beide keuzes maakt is te zien in grafiek 45.



Grafiek 45: Een overzicht van aantal trekkers/ jagers op een punt. Weergegeven is hoeveel procent van het totaal aantal vleermuizen op een plek trekker /jager is.

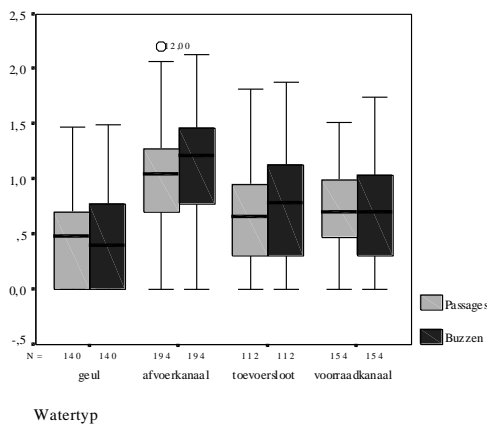


Grafiek 46: Een overzicht van het gemiddeld aantal trekkers/ jagers op de verschillende watertypen.

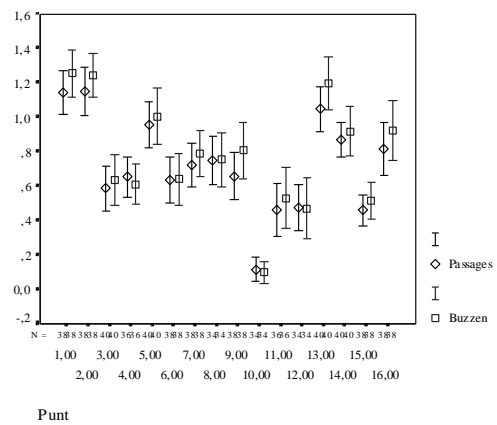
Op de meest plekken is het aantal jagers groter dan het aantal trekkers. Op de punten 7 en 12 worden de laagste procentuele aantallen jagers gescoord, op de punten 1 en 16 de hoogste. Dit verschil tussen jagers en trekkers geldt ook per watertype (grafiek 46). Dan valt vooral bij de afvoerkanalen het grote verschil tussen jagers en trekkers op. Op deze kanalen worden ook de hoogste aantallen jagers gescoord, boven geulen de laagste aantallen. (NB: in het hoofdstuk activiteit §7.6 wordt nog wat dieper ingegaan op het verschil tussen jagers en trekkers).

7.4.2.3 Buzzen en passages

Met behulp van een boxplot is weergegeven hoeveel buzzen/ passages er zijn waargenomen op de verschillende watertypen. Voor alle watertypen en punten geldt dat het aantal buzzen groter is dan het aantal passages (grafiek 47 en 48); waarschijnlijk doordat er per passage meer dan één buzz gemaakt kan worden.



Grafiek 47: Boxplot met het verschil tussen passages en buzzen op de verschillende watertypen weergeeft



Grafiek 48; Errorplot met het verschil tussen passages en buzzen op de verschillende punten

In de afvoerkanalen worden gemiddeld de hoogste aantallen passages en buzzen waargenomen, in de geulen gemiddeld de laagste. Per punt bekeken worden op de punten 1, 2 en 13 (alle drie afvoerkanaal) de hoogste aantallen passages en buzzen waargenomen, op punt 10 worden de laagste aantallen waargenomen. De overige punten hebben redelijk gelijke aantallen passages en buzzen. In relatie met kwaliteit van een plek betekent dit dat de punten 1, 2 en 13 en het watertype afvoerkanaal waarschijnlijk kwalitatief de beste punten zijn; de aantallen passages en buzzen zijn hier het hoogst, dus waarschijnlijk ook de voedselmogelijkheden.

Het aantal buzzen is sterk gecorreleerd met het aantal passages (tabel 49); dit betekent dat een vleermuis steeds een ongeveer even grote moeite moet doen (het aantal passages) voor een gelijk aantal buzzen (voedselmogelijkheden).

	Geul	Afvoerkanaal	Toevoersloot	Voorraadkanaal
C.C	0,948	0,927	0,956	0,923
Sign.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **

Tabel 49: Pearson correlatie tussen passages en buzzen voor de verschillende watertypen

7.4.2.4 De watertypen en punten

De ruimtelijke verspreiding van watervleermuizen is onderzocht met behulp van een Kruskal-Wallis test (tabel 49, bijlage §13.4.1.4). De ruimtelijke verspreiding is bekeken voor de vleermuisvariabelen passages, buzzen, aantal, jagers en trekkers (§7.4.1.1 beschrijft het verschil tussen deze variabelen). Hieruit blijkt dat voor de gehele dataset het verschil tussen de watertypen en de punten voor alle variabelen significant is ($s < 0,025$). Dit betekent dat op de watertypen/ punten sprake is van een ruimtelijke verschil in verspreiding. Dit geldt ook voor het

verschil binnen een watertype; alle punten binnen een watertype zijn significant verschillend,

behalve voor de het aantal trekkers. Als het verschil tussen watertypen per vangstdatum bekeken wordt, blijkt dat het verschil nu ook weer voor alle variabelen behalve trekkers significant is.

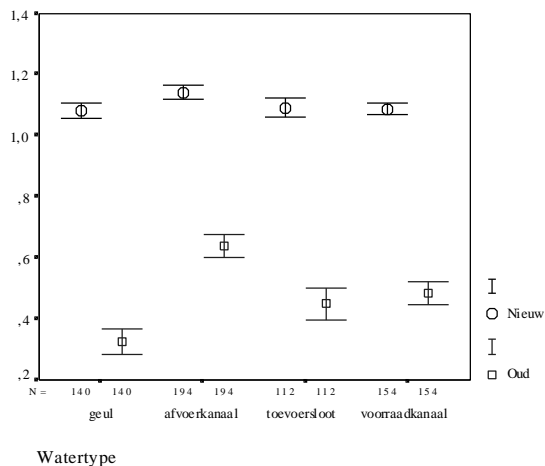
Het verschil tussen twee watertypen is met behulp van een Mann-Whitney test wat beter onderzocht (tabel 50, bijlage §13.4.1.4). Hieruit blijkt dat alleen op de watertypen toevoersloot en voorraadkanaal gelijke aantallen van elke vleermuisvariabelen kunnen worden waargenomen. Deze watertypen hebben een overeenkomstige aantrekkingskracht op vleermuizen (een gelijke ruimtelijke verspreiding). Op de geulen/ toevoersloten, toevoersloten/ voorraadkanalen en afvoerkanalen/ voorraadkanalen zijn gelijke aantallen trekkers waargenomen

7.4.2.5 Robuuste correctie van de vleermuisdata

Bij het uitvoeren van een robuuste correctie wordt willekeurig de helft van de data te gebruikt. Met deze en de totale dataset wordt een Chi-kwadraat uitgevoerd, die het verschil tussen de watertypen toetst. Vervolgens worden de resultaten van de 50 procent data geverifieerd aan de hand van de totale (100 %) dataset (tabel 51, bijlage §13.4.1.5). Uit deze tabel blijkt dat voor alle vleermuisvariabelen totale gelijke uitkomsten levert als beide 50 procent datasets; voor alle variabelen is het verschil tussen de watertypen significant ($s < 0,025$).

7.4.2.6 Milde correctie van de vleermuisdata

Bij het uitvoeren van een milde correctie wordt de correctiewaarde gebruikt zoals die in paragraaf 7.2.4.2 gegeven is. Het aantal gecorrigeerde vleermuizen ('nieuw') is dan het aantal ongecorrigeerde vleermuizen ('oud') + de correctiewaarde (grafiek 50).



Grafiek 50: Error-plot (betrouwbaarheids interval van gemiddelden) van gemiddeld aantal oude en nieuwe vleermuizen per watertype.

In deze grafiek is te zien dat de variaties van de 'nieuwe' aantallen kleiner zijn en het verschil tussen de watertypen kleiner is. De 'nieuwe' aantallen vleermuizen zijn steeds hoger, doordat de correctie waarde bij de 'oude' aantallen is opgeteld. Om te bekijken in hoeverre de gecorrigeerde aantallen overeenkomen met de oorspronkelijke aantallen is een Paired Sampled test gedaan (tabel 51)

Gebruikte data	n	Correlatie	Sign.
Alle	600	0,553	0,000 **
Geul	140	0,170	0,045 *
Afvoer kanaal	194	0,701	0,000 **
Toevoersloot	112	0,255	0,007 **
Voorraadkanaal	154	0,441	0,000 **

Tabel...: Paired Sampled T-test, weergegeven zijn de correlatiecoëfficiënt en de significantie van de correlatie tussen het aantal vleermuizen nieuw en oud. Deze toets is uitgevoerd voor de gehele dataset en per watertype.

Uit deze tabel blijkt dat beide variabelen significant ($s < 0,05$) met elkaar gecorreleerd zijn. Dit

betekent dat de correctie waarde geen gekke uitschieters veroorzaakt heeft.

7.4.3 Tijdelijke verspreiding van watervleermuizen

In deze paragraaf is de tijdelijke verspreiding van vleermuizen onderzocht voor de totale data, per punt en per variabele. Hierbij zijn de verschillende variabelen, zoals trekkers/ jagers en buzzen/ passages één voor één uitgewerkt met betrekking op het tijdelijke verspreidingspatroon. Op het eerste gezicht zijn er veel verschillen in de tijdelijke verspreiding van vleermuizen over de punten en de watertypen. Hierbij is binnen een zelfde vangstdatum de variatie wat kleiner. Per vangstdatum zijn sommige punten en watertypen populairder dan andere, zo zijn afvoerkanalen van 15 tot 30 juni erg populair. Gedurende vrijwel het seizoen zijn de punten 2, 8 en 16 het meest intrek. De tijdelijke spreiding van vleermuizen is ook per avond onderzocht; dan blijkt dat over de gehele dataset genomen het aantal vleermuizen per avond een normale verdeling vertoont. Per nacht is sprake van een 'dip' in het aantal vleermuizen halverwege de nacht

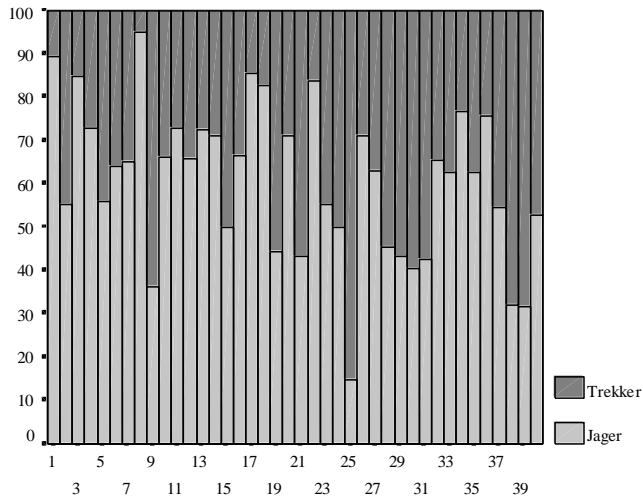
7.4.3.1 Overzicht van de spreiding van vleermuizen per vangstdatum

In tabel 48 (bijlage §13.4.1.3) staat een overzicht van de tijdelijke verspreiding van vleermuizen. Hiervoor zijn van drie vleermuisvariabelen aantal, passages en buzzen de totalen van elke variabele per punt gegeven. Deze tabel dient als houvast voor de volgende paragrafen. Daarin worden steeds aan de hand van deze variabelen de tijdelijke verschillen voor de totale data, per vangstdatum en per watertype besproken.

Uit de tabel blijkt dat het er nogal wat variatie is tussen de vleermuisvariabelen en tussen de vangstdata. Binnen een watertype zijn de totalen (op een paar uitschieters na) redelijk constant. Tijdens sommige vangstdata zijn de totalen duidelijk hoger; zo vertonen de afvoerkanalen gedurende 15-30 juni een piek. Sommige punten zijn binnen hetzelfde watertype duidelijk populairder dan andere, al wisselt dit nogal per seizoen. Gedurende 18-30 mei zijn de punten 2, 8, 16 en 6 het meest populaire, binnen hun bijbehorende watertype. Gedurende 1-14 juni zijn de punten 1, 8, 7 en 14 het meest populair. Gedurende 15-30 juni zijn dat de punten 13, 8, 16 en 3. Gedurende 1-15 juni zijn dat de punten 2, 8, 16 en 14. Opvallend is dat het punt 8 gedurende alle vangstdata van de geulen het meest populair blijft.

7.4.3.3. De jager en de trekkers

Een vleermuis kan twee soorten gedragingen vertonen; jagen en trekken. Welk gedrag vertoont zal worden hangt af van het aanwezige voedsel; de ene keer zal een vleermuis verder moeten vliegen opzoek naar voedsel dan de andere keer. De verhouding tussen beide gedragingen per dag, staat weergegeven in grafiek 52.



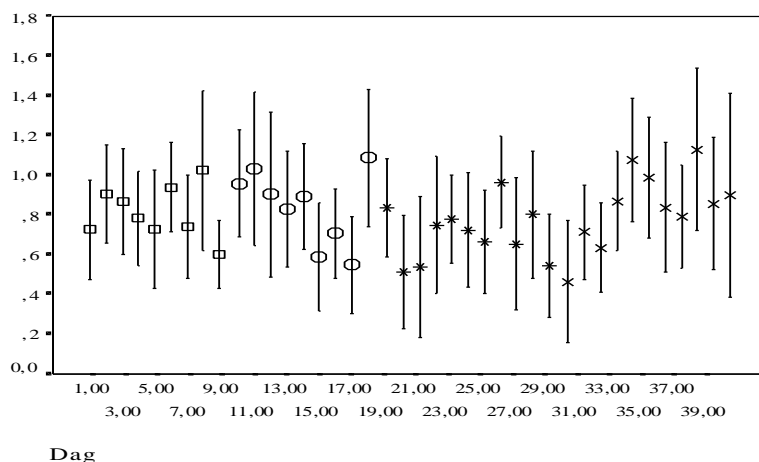
Grafiek 52: Overzicht van het seizoensverloop van het procentueel aantal trekkers en jagers per dag. Weergegeven is de verhouding tussen het aantal jagers en het aantal trekkers.

Dag

Hieruit blijkt dat het de ene dag vrijwel niet nodig is om te trekken (dag 1, 3, 8, 17, 18 en 22), terwijl het de andere dag juist wel nodig is om te trekken (dag 9, 25, 38 en 39). Gemiddeld is het aantal jagers net iets hoger dan het aantal trekkers.

7.4.3.4 Buzzen en passages

Met behulp van een boxplot (grafiek 53) is weergegeven hoeveel buzzen en passages er zijn waargenomen op de verschillende vangstdata. Voor alle watertypen geldt dat het aantal buzzen groter is dan het aantal passages.



Grafiek 53: Errorplot met het aantal buzzen per dag. Elke vangstdatum heeft een apart symbool gekregen (■ = 18-30 mei, ○ = 1-14 juni, ◆ = 15-31 juni, X = 1-15 juli)

Tijdens de laatste vangstdata is hoogste gemiddeld aantal buzzen waargenomen. Binnen één vangstdatum is het aantal buzzen per dag erg variabel. Tijdens de tweede vangstdata is een afnemende trend waar te nemen, tijdens de laatste vangstdata juist een toenemende trend. In relatie met de kwaliteit van een plek betekent dit dat gedurende het seizoen de punten toenemen in kwaliteit; zowel het aantal buzzen als het aantal passages per punt neemt toe, dus waarschijnlijk ook het aantal voedselmogelijkheden.

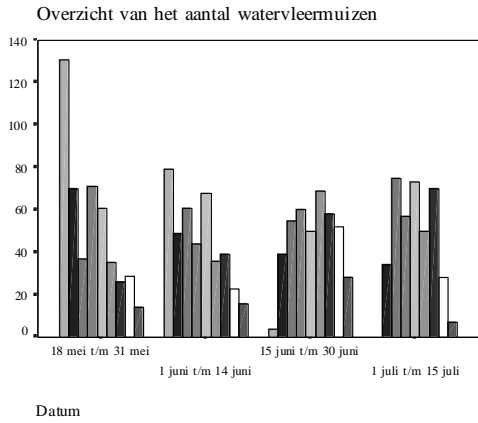
7.4.3.5 De vangstdata en de dagen

De tijdelijke verspreiding van watervleermuizen is onderzocht met behulp van een Kruskal-Wallis test (tabel 49, bijlage §13.4.1.4). De tijdelijke verspreiding is bekeken voor de vleermuisvariabelen passages, buzzen, aantal, jagers en trekkers. Hieruit blijkt dat voor de gehele dataset het verschil tussen de vangstdata voor de variabelen passages, buzzen en aantal het verschil tussen de vangstdata niet significant is. Het verschil tussen de dagen en de tijd na zonsondergang is wel significant ($s < 0,025$) voor alle variabelen. Dit betekent dat er meestal sprake is van een tijdelijk verschil in verspreiding. Tussen de dagen binnen één vangstdata zijn de variabelen meestal gelijk (geen significant verschil), het aantal buzzen is overal gelijk. Per watertype is het verschil tussen de data meestal significant. In de geulen en afvoerkanalen zijn de variabelen vrijwel gelijk.

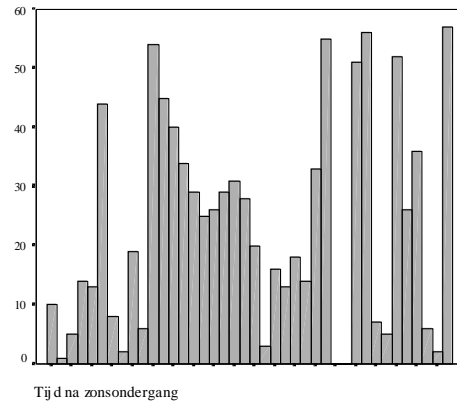
Het verschil tussen twee vangstdata is met behulp van een Mann-Whitney test wat beter onderzocht (tabel 50, bijlage §13.4.1.4). Hieruit blijkt dat tussen de vangstdata 18-30 mei/ 1-14 juni alle variabelen niet significant van elkaar verschillen. Voor de overige data zijn de meeste verschillen tussen twee vangstdata niet significant; de vleermuisvariabelen zijn gedurende het seizoen redelijk constant. De variabelen jagers en trekkers vertonen de meeste verschillen tussen twee vangstdata; deze variabelen vertonen redelijk veel variatie tussen de seizoenen.

7.4.3.6 Veranderingen binnen dagen

Gedurende één dag (nacht) is het aantal watervleermuizen dat per tijdstip is waargenomen erg variabel. Het verloop van het totaal aantal vleermuizen is bekeken worden per vangstdatum (grafiek 54) en per punt (grafiek 55).



Grafiek 54: Totaal aantal watervleermuizen per datumgroep. Dezelfde grijsstint staat voor dezelfde tijd na zonsondergang.



Grafiek 55: Overzicht van het verloop van het aantal buzzen op punt 13. De tijd na zonsondergang is weergegeven vanaf 1 uur na zonsondergang tot 5 uur na zonsondergang.

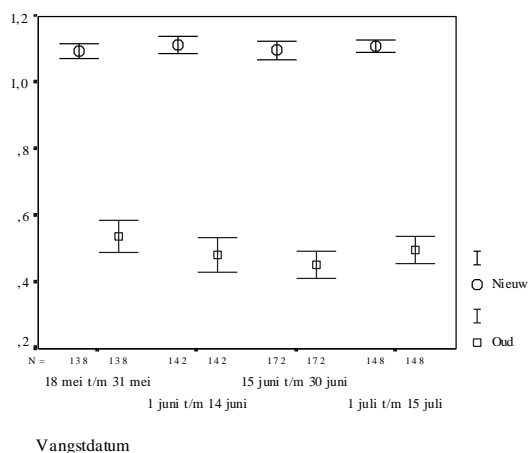
Uit grafiek 54 blijkt dat in het begin van het seizoen de vleermuizen vroeger in de avond jagen dan later in het seizoen. Halverwege de nacht wordt het maximum aantal vleermuizen waargenomen. Per punt ziet dit beeld er anders uit (grafiek 55), hieruit blijkt dat halverwege de avond een 'dip' in het aantal buzzen (en ook de andere bijbehorende vleermuisvariabelen) kan worden waargenomen.

7.4.3.7 De robuuste correctie van de vleermuisdata

Bij het uitvoeren van een robuuste correctie wordt willekeurig de helft van de data gebruikt. Met deze en de totale dataset wordt een Chi-kwadraat uitgevoerd, die het verschil tussen de vangstdata toetst. Vervolgens worden de resultaten van de 50 procent data geverifieerd aan de hand van de totale (100 %) dataset (tabel 52, bijlage §13.4.1.5). Uit deze tabel blijkt dat voor alle vleermuisvariabelen de 100 procent dataset gelijke uitkomsten levert als de beide 50 procent datasets; voor alle variabelen is het verschil tussen de vangstdata niet significant.

7.4.3.8 De milde correctie van de vleermuisdata

Bij het uitvoeren van een milde correctie wordt de correctie waarde gebruikt (§7.2.4.2). Het aantal gecorrigeerde vleermuizen ('nieuw') is dan het aantal ongecorrigeerde vleermuizen ('oud') + de correctiewaarde. Deze beide variabelen zijn bekeken per vangstdatum (grafiek 56)



Grafiek 56: Error-plot (betrouwbaarheidsinterval van gemiddelden) van gemiddeld aantal oude en nieuwe vleermuizen per vangstdatum.

In deze grafiek is te zien dat de variaties van de 'nieuwe' aantallen kleiner zijn en het verschil tussen de vangstdata kleiner is. Om te onderzoeken in hoeverre de gecorrigeerde aantallen overeenkomen met de oorspronkelijke aantallen is een Paired Sampled test uitgevoerd (tabel 57). Uit deze tabel blijkt dat beide variabelen significant ($s < 0,05$) met elkaar gecorreleerd zijn; voor de gehele dataset en per vangstdatum.

Gebruikte data	n	Correlatie	Sign.
Alle	600	0,553	0,000 **
18-31 mei	138	0,843	0,000 **
1-14 juni	142	0,482	0,000 **
15-30 juni	172	0,276	0,000 **
1-15 juli	148	0,362	0,000 **

Tabel 57: Paired Sampled T-test. Weergegeven zijn de correlatiecoëfficiënt en de significantie van de correlatie tussen het aantal vleermuizen nieuw en oud. Deze toets is uitgevoerd voor de gehele dataset en per vangstdatum.

7.4.4 Verspreiding van vleermuizen in relatie met omgevingsfactoren

In deze paragraaf is de verspreiding van vleermuizen in relatie met omgevingsfactoren onderzocht voor de totale data, per punt en per variabele. Hierbij zijn de verschillende variabelen, zoals trekkers/ jagers en buzzen/ passages één voor één uitgewerkt met betrekking op deze relatie. Daarnaast is onderscheid gemaakt in de relatie met variabele factoren en constante omgevingsfactoren. De eventuele interacties tussen omgevingsfactoren en insecten zullen in een later hoofdstuk dieper worden uitgewerkt (hoofdstuk 7.5)

Op het eerste gezicht wordt de verspreiding van de vleermuizen duidelijk beïnvloed door zowel variabele als constante omgevingsfactoren. Voor de variabele factoren geldt dat een toename van temperatuur en beschutting een positief effect heeft op de aantallen vleermuizen op een punt. Een afname van mist, regen, wind en last van de wind (richting) heeft ook een positief effect. Voor de constante factoren geldt dat vleermuizen een voorkeur lijken te hebben voor beschutte plekken, met omliggende steile hellingen en weinig stroming. Tussen een aantal constante en variabele omgevingsfactoren bestaat een sterke interactie; zo zullen vleermuizen op beschermd liggende punten in het algemeen minder last hebben van de wind. De ruimtelijke verspreiding van vleermuizen is dus meestal afhankelijk van constante factoren.

7.4.4.1 Overzicht van de spreiding van vleermuizen per omgevingsfactor

Hoeveel vleermuizen er per variabele omgevingsfactor (temperatuur en beschutting) gevangen zijn staat in tabel 53 (bijlage §13.4.2.1). Dezelfde aantallen per constante omgevingsfactor staan in tabel 54 (bijlage §13.4.2.1). Deze beide tabellen dienen als houvast voor de volgende paragrafen. Hierin worden steeds aan de hand een aantal klusters verschillen in de verspreiding van vleermuizen in relatie met de omgevingsfactoren besproken.

Uit deze twee tabellen blijkt dat de aantallen van elke vleermuisvariabelen duidelijk worden beïnvloed door zowel de variabelen als de constante omgevingsfactoren. Met betrekking op de variabele factoren geldt dat de hoogste gemiddelde waarde van 'aantallen' vleermuizen, 'passages' en 'buzzen' wordt behaald bij een temperatuur tussen 16 en 20 graden, op een redelijk gladde plek (redelijk beschermd) en bij de afwezigheid van mist. De richting waaruit de wind komt lijkt wat minder van invloed te zijn, deze varieert van gemiddeld last tot weinig last. Met betrekking op de constante factoren geldt dat de hoogste gemiddelde waarden van de drie vleermuisvariabelen worden behaald op beschutte plekken, smalle sloten of geulen, op plekken met omliggende steile hellingen en op plekken met weinig stroming.

7.4.4.2 Invloed omgevingsfactoren op vleermuisvariabelen

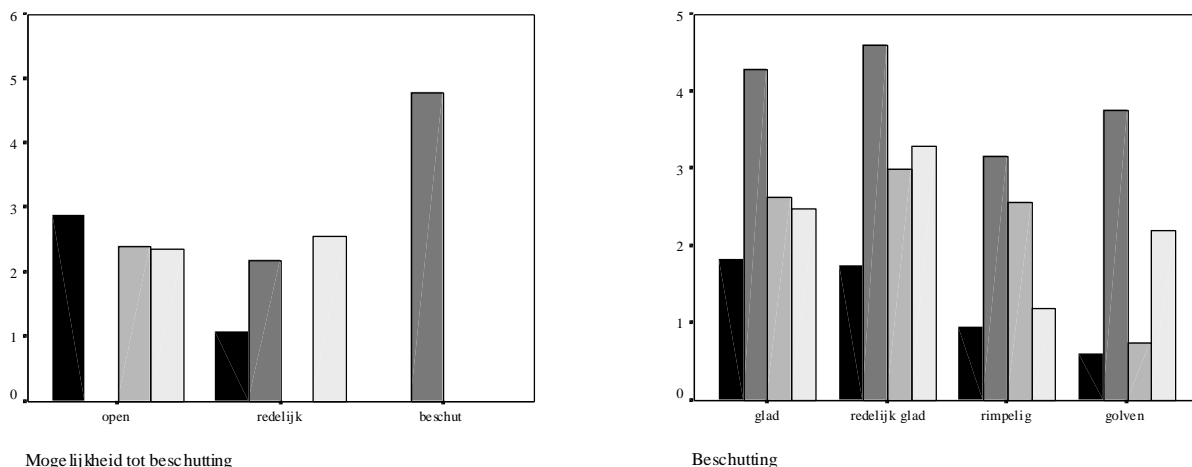
Beide omgevingsfactoren hebben invloed op het gedrag van vleermuizen en dus op de vleermuisvariabelen. Voor de verschillende vleermuisvariabelen is in tabel 55 en 56 (bijlage §13.4.2.2) de invloed van respectievelijk de variabele en constante factoren berekend. Met betrekking op de variabele factoren (tabel 55, bijlage §13.4.2.2) blijkt hieruit dat de factoren richting en beschutting een significante ($s < 0,025$) invloed hebben op een groot aantal

vleermuisvariabelen, behalve de passages van trekkers en het aantal trekkers. De overige omgevingsfactoren hebben geen invloed op de vleermuisvariabelen, behalve de factor kroos. Kroos heeft een significante invloed ($s < 0,05$) op het aantal passages en het aantal passages van jagers.

Met betrekking op de constante factoren blijkt uit tabel 56 (bijlage §13.4.2.2) dat de meeste factoren een significante invloed hebben op alle vleermuisvariabelen; breedte van het water, stroming, watertemperatuur, oeverhelling, helling en beschutting hebben allen een grootte invloed op de vleermuisvariabelen. Lengte van het water en zoutgehalte hebben een kleinere invloed. Diepte van het water en het type bodem hebben geen invloed.

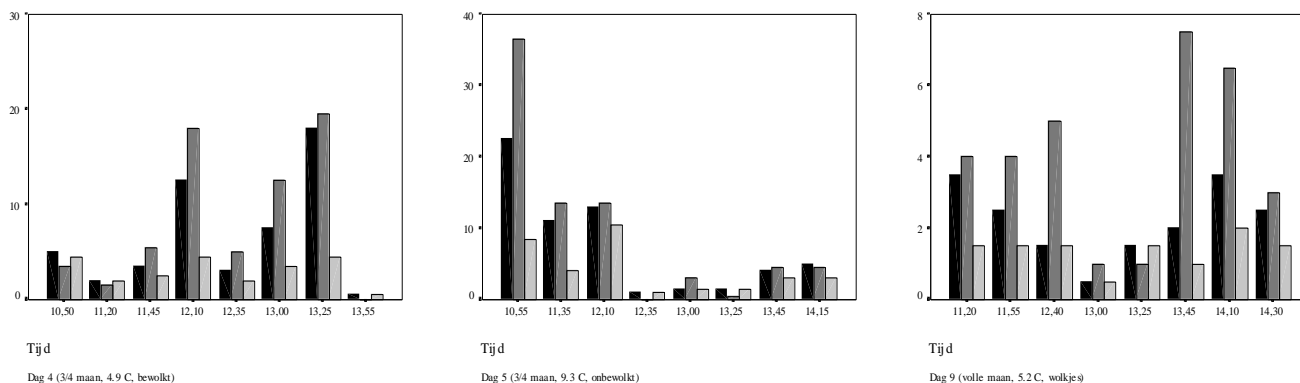
7.4.4.4 Interactie tussen omgevingsfactoren

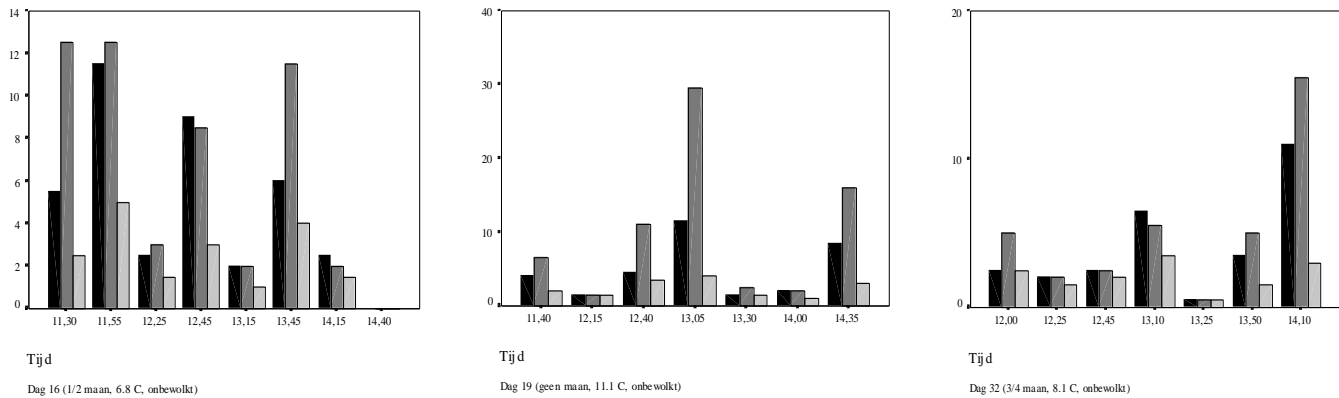
Uit de vorige paragraaf bleek dat zowel constante als variabele beschutting invloed hebben op het aantal watervleermuizen. Uit de grafieken 58 en 59 blijkt dat alleen afvoerkanalen beschermd liggen, terwijl geulen en toevoersloten meestal erg open liggen. Hierdoor kan een vertekend beeld ontstaan in de relatie tussen de variabele factor beschutting op een plek; afvoerkanalen liggen altijd al meer beschermd, waardoor een afvoerkanaal geschikter is voor watervleermuizen.



Grafiek 58 en 59: Invloed van mogelijkheid tot beschutting (constante omgevingsfactor) en de beschutting (variabele omgevingsfactor) op het gemiddeld aantal vleermuizen per watertype (■ = geul, ■ = afvoerkanaal, ■ = toevoersloot, ■ = voorraadkanaal.)

Zo'n interactie tussen omgevingsfactoren bestaat ook tussen de factoren temperatuur, mist, maan en bewolking (§7.2.4.2). Als het 's nachts onbewolkt is en er staat een volle maan, dan daalt de temperatuur en is er grote kans op mist. Zes van deze mistige dagen zijn weergegeven in de grafieken 69 t/m 65. Onder elke grafiek staan de gemiddelde van de relevante beïnvloedende omgevingsfactor.



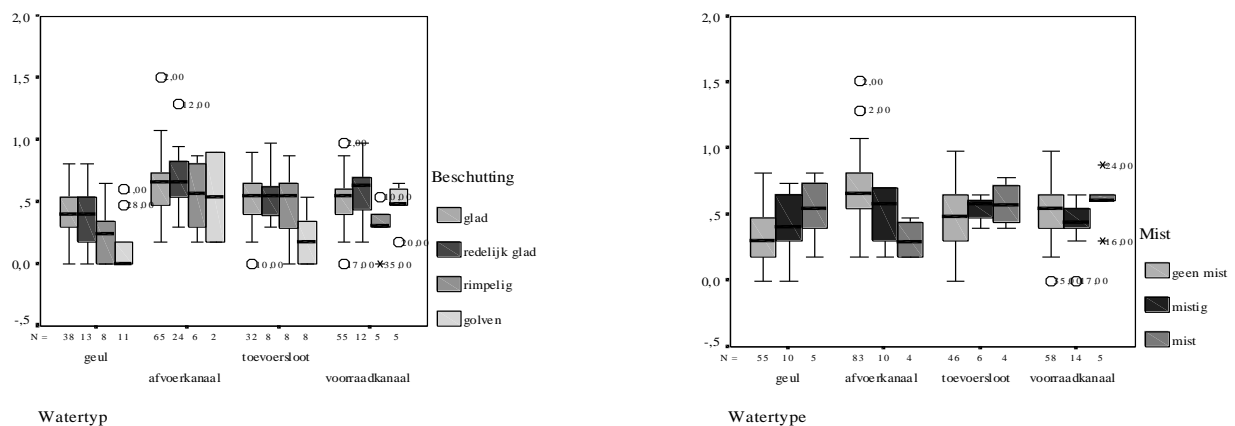


Grafiek 60 t/m 65: Staafgrafiek met het verloop van de aantallen vleermuizen op zes mistige dagen. (■ = passages, ■ = buzzen, □ = aantal vleermuizen)

Uit deze grafieken blijkt dat in vele gevallen in het begin van de avond de meeste vleermuis activiteiten plaats vinden, dan is er nog relatief weinig mist. In alle gevallen is het totaal aantal vleermuizen vrij laag. In sommige gevallen (dag 32 en 9) is er sprake van een piek net voordat het echt koud wordt. Opvallend is dat watervleermuizen blijkbaar bij een temperatuur onder de 10 graden kunnen jagen.

7.4.4.5 Ruimtelijke verspreiding in relatie met omgevingsfactoren

De ruimtelijke verspreiding van vleermuizen wordt beïnvloed door zowel constante als variabele omgevingsfactoren; dat wil zeggen dat door de invloed van omgevingsfactoren het aantal vleermuizen per punt en per watertype kan verschillen, zoals door de invloed van beschutting (grafiek 66 en 67)



Grafieken 66 en 67: Boxplot met de invloed van beschutting en mist per watertype. Weergegeven zijn de verschillende maten van mist en beschutting in de legenda.

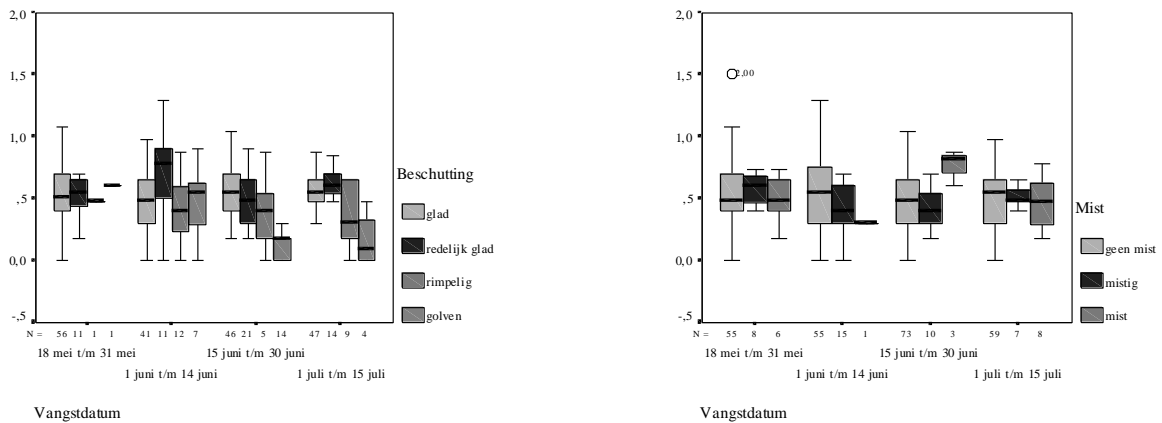
Uit grafiek 66 blijkt dat een afname van beschutting (toename van golven) boven geulen en toevoersloten een negatief effect heeft op het gemiddeld aantal vleermuizen boven dat watertype. Boven afvoerkanaal is dit effect minder sterk, aan de hand van tabel 68 is ook te zien dat dit effect niet significant is. Uit grafiek 67 blijkt daarentegen dat juist alleen het gemiddeld aantal vleermuizen boven afvoerkanaal beïnvloed wordt door mist. Deze invloed significant is (tabel 68)

	Beschutting	Mist
Geul	0,009 **	0,073
Afvoerkanaal	0,757	0,002**
Toevoersloot	0,015 **	0,445
Voorraadkanaal	0,121	0,154

Tabel 68: Kruskal -Wallis voor de invloed van beschutting en mist binnen een watertype

7.4.4.6 Tijdelijke verspreiding in relatie met omgevingsfactoren

De tijdelijke verspreiding van vleermuizen is sterk afhankelijk van de op dat moment heersende weersomstandigheden. De invloed van de omgevingsfactoren beschutting en mist is per vangstdatum bekeken (grafiek 69 en 70).



Grafiek 69 en 70: Boxplot met de invloed van beschutting en mist per vangstdatum. Weergegeven zijn de verschillende maten van mist en beschutting in de legenda.

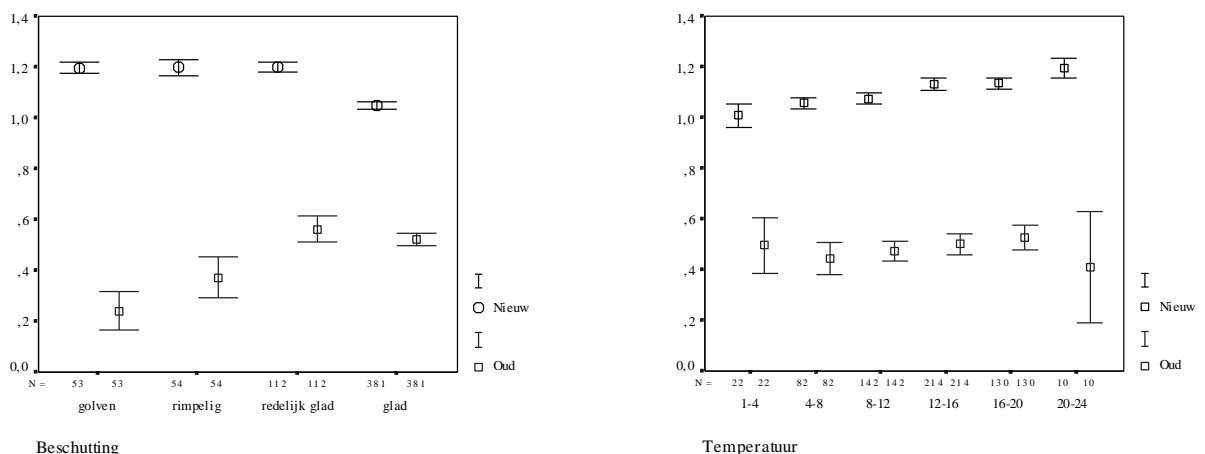
Uit deze beide grafieken blijkt dat vrijwel gedurende het gehele seizoen een toename van mist en een afname van beschutting een negatieve invloed heeft op de spreiding van het gemiddeld aantal vleermuizen. De invloed van beschutting is gedurende de laatste twee vangstdata het sterkst.

7.4.4.7 De robuuste correctie van de data van de relatie tussen vleermuizen en omgevingsfactoren

De resultaten van een Chi-kwadraat test voor de invloed belangrijke omgevingsfactoren, temperatuur en beschutting (tabel 57 en 58, bijlage §13.4.2.3), van de willekeurige helft van de dataset wordt vergeleken (geverifieerd) met de totale dataset. Uit deze tabel blijkt dat voor de vleermuisvariabelen 'passages', 'buzzen' en 'aantal' de 100 procent dataset gelijke uitkomsten levert als beide 50 procent datasets. Voor temperatuur is de invloed voor alle variabelen niet significant, voor beschutting juist wel ($s < 0,025$).

7.4.4.8 Milde methode voor correctie van de relatie tussen vleermuizen en omgevingsfactoren

Bij het uitvoeren van een milde correctie wordt de correctie waarde gebruikt zoals die in paragraaf 7.2.4.2 gegeven is. Het aantal gecorrigeerde vleermuizen ('nieuw') is dan het aantal ongecorrigeerde vleermuizen ('oud') + de correctiewaarde, zie grafiek 71 en 72.



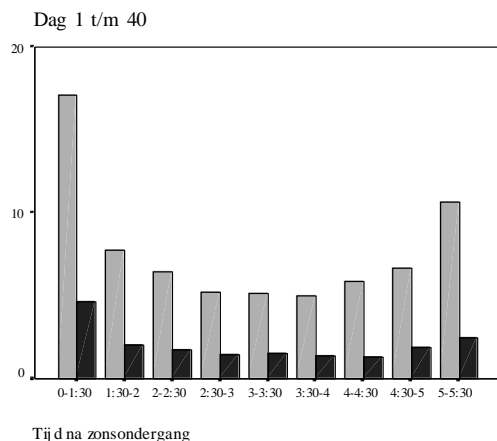
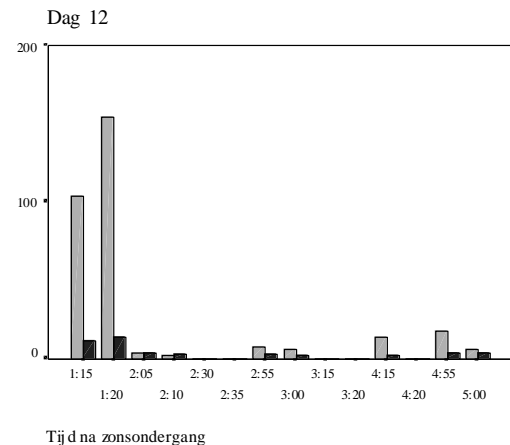
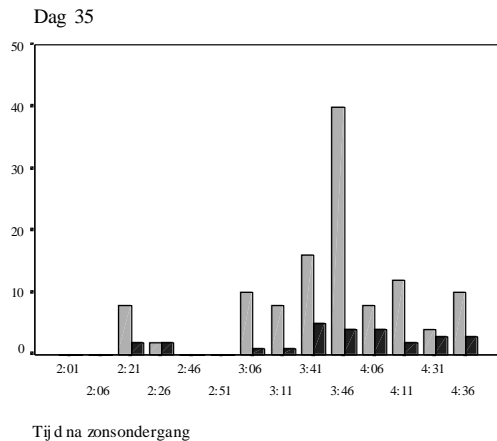
Grafiek 71 en 72: Errorplot van de invloed van beschutting en temperatuur op het gemiddeld aantal vleermuizen op een plek. Weergegeven zijn de originele en de gecorrigeerde aantallen vleermuizen op een plek.

In deze beide grafieken blijkt dat de variaties van de 'nieuwe' aantallen kleiner zijn en het verschil tussen de klassen kleiner is. Bij temperatuur is een duidelijke toename te zien in het aantal vleermuizen bij een stijgende temperatuur.

7.4.5 Verspreiding van vleermuizen en jaagstrategie

7.4.5.1 Jaagstrategie algemeen

In dit onderzoek zijn een aantal jaagstrategieën besproken; habitatkeuze en plektijd. Welke van deze twee methoden vleermuizen toepassen is onderzocht aan de hand van jaag en passage gedrag gedurende één dag of meerdere samengevoegd. In grafiek 73 is een extreem warme dag weergegeven (windstil en erg warm) in grafiek 74 extreem koude dag (veel wind en koude temperatuur). Alle dagen tezamen zijn weergegeven in grafiek 75.



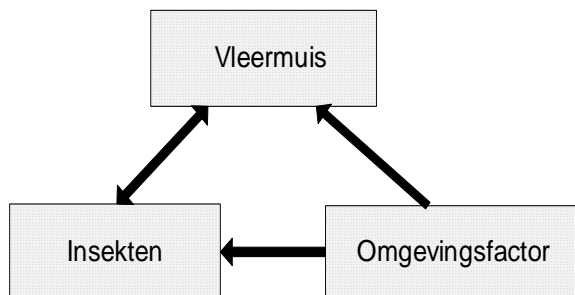
Grafiek 73 t/m 75: Barplots van het verloop van vleermuisvariabelen gedurende één of meerder avonden. Weergegeven zijn een extreem goede (dag35), een extreem slechte dag (dag 12) en een totaal beeld (dag 1 t/m 40). De staven staan voor; ■ = aantal jagers en = aantal passages gemaakt door jagers.

Bij deze drie grafieken wordt aangenomen dat de hoeveelheid voedsel en de kwaliteit van dit voedsel overal even hoog is. In de twee eerste grafieken is te zien dat het aantal jagers gedurende de nacht ongeveer overal even hoog is, maar dat op sommige plekken het aantal passages sterk toeneemt. Blijkbaar levert een plek op dat moment voldoende voedsel om langere tijd te blijven. In het totaal overzicht is te zien dat hoewel vleermuizen op bepaalde plekken pieken in passages vertonen er altijd sprake is van een 'dip' halverwege de nacht. Doordat in dit hoofdstuk de relatie met prooien nog niet wordt behandeld en vanwege de korte periode van bemonstering per punt is aan de hand van deze data nog nauwelijks te bepalen welke jaagstrategie wordt toegepast. In paragraaf 7.7.4 zal dieper op deze stof worden ingegaan.

7.5 Relatie tussen vleermuizen en insecten

7.5.1 Relatie tussen vleermuizen en insecten algemeen

Alle 16 punten zijn zowel op vleermuizen als op insecten bemonsterd. Hierdoor kan voor de verschillende punten en watertypen naar de directe relatie tussen insecten en vleermuizen gekeken worden (zwarte pijl). Daarnaast is de invloed van de omgeving op deze relatie onderzocht; deze invloed is al apart voor beide variabelen onderzocht (§7.4.4 en §7.3.3.4). Omdat omgevingsfactoren zowel insecten als watervleermuizen beïnvloeden is het zeer moeilijk om deze driehoeksrelatie te bekijken zonder verstoring (§7.5.3). Om toch uitspraken te kunnen doen zijn de beide datasets gecorrigeerd met behulp van omgevingsfactoren (§7.5.3.3 en §7.5.3.4).



Model D: Model van de driehoeksrelatie tussen vleermuizen, insecten en omgeving. De zwarte pijlen geven de verschillende relaties weer.

In dit hoofdstuk komt naar voren dat de relatie tussen vleermuizen en insecten vanuit meerdere perspectieven bekeken kan worden en daarmee ook steeds andere inzichten levert. Zo zijn er directe relaties gevonden tussen vleermuizen en 12 insectensoorten, 12 klusters, 7 gewichtsgroepen en 7 klusters- gewichtsgroepen. Na correctie van de dataset is een groot aantal van deze relaties vervallen, ook is er een aantal relaties bijgekomen. Er zijn nu nog maar 3 soorten insecten aan vleermuizen gerelateerd en 15 verschillende klusters. Ook zijn meer indirecte relaties gevonden; met de invloed van omgevingsfactoren meegerekend. Hieruit blijkt dat vleermuizen en insecten in gelijke mate reageren op de factoren beschutting, wind, richting. In mindere mate reageren beide variabelen op de factor temperatuur. Ook kan de invloed van een omgevingsfactor op de relatie tussen vleermuizen en insecten berekend worden (driehoeksrelatie); hieruit blijkt dat de relaties tussen langpootmuggen, vliegen, wantsen, rupsen, sprinkhanen en nachtvlinders door alle drie deze factoren worden beïnvloed.

7.5.2 Directe relatie tussen vleermuizen en insecten

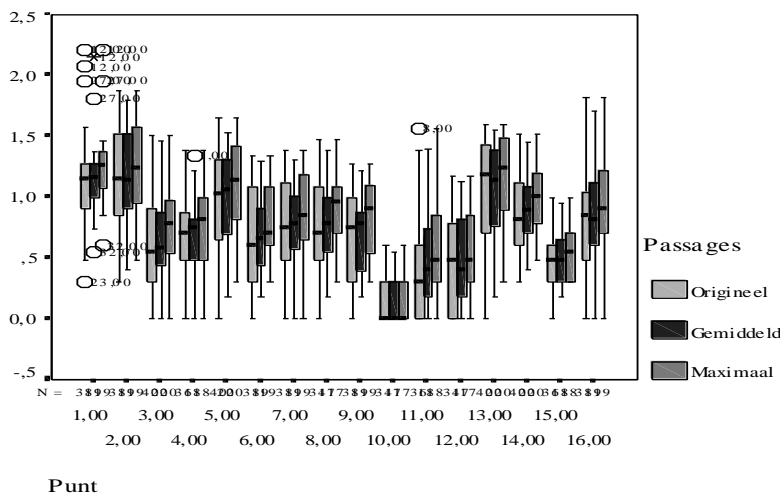
In deze paragraaf is de directe relatie tussen vleermuizen en insecten onderzocht, dus zonder de invloed van omgevingsfactoren. Het gebruik van gemiddelde vleermuisdata blijkt een betere maat te zijn dan de maximale vleermuisdata en zal daarom gebruikt worden voor verdere analyse (§7.5.2.1). De vleermuisvariabelen zijn gerelateerd aan de insecten op de oever, insecten boven het water en beide vangstplekken tezamen (§7.5.2.2). De berekende relaties tussen de gemiddelde vleermuisdata en de verschillende insecten klusters zijn erg divers (§7.5.2.3). De verspreiding van vleermuizen vertoont wel in de ruimtelijke verspreiding overeenkomsten (§7.5.2.4) met de verspreiding van insecten, maar niet in de tijdelijke verspreiding (§7.5.2.5). Na robuuste en milde correctie vervallen een aantal relaties (§7.5.2.6 en §7.5.2.7). Een aantal relaties zoals de relatie tussen vleermuizen en de insectensoorten spinnen, luizen en nachtvlinders overleven de correctie. Ook de klusters 'vliegend klasse 1', 'zittend klasse 1, 2 en 4', 'beide klasse 2, 3 en 5', 'lengteklassen 1, 2 en 5' en tussen de 'totaal klasse kwantiteit' hebben na de correctie nog een significante relatie met vleermuizen.

7.5.2.1 Het gebruik van gemiddelden of maximale waarden

Tot nu toe is steeds de gehele dataset voor vleermuizen gebruikt, maar omdat de insecten slechts één keer per punt zijn verzameld, moet de vleermuisdata (waarbij twee samples per punt zijn gemaakt) dus gehalveerd worden. In dit onderzoek zijn daarvoor twee manieren uitgetoetst:

- ◆ Gemiddelde: het gemiddelde van twee waarnemingen.
- ◆ Maximum: de grootste waarde van de twee waarnemingen.

Om te bepalen welk van deze twee manieren de beste maat leverde, is een Wilcoxon Signed rank test gedaan waarbij de originele dataset vergeleken is met respectievelijk de gemiddelde en de maximale dataset (tabel 59, bijlage §13.5.1.1). Hieruit blijkt dat voor de gehele dataset en de dataset per punt de 'gemiddelde' data het beste overeenkomt met de originele dataset (grafiek 76). De significanties tussen de vergelijking van de gehele dataset en de gemiddelde/ maximale dataset zijn voor de vleermuisvariabele 'aantal passages' respectievelijk 0,030 en 0,000. Voor het variabele aantal vleermuis buizen respectievelijk 0,023 en 0,000.



Grafiek 76: Verschil tussen originele, gemiddelde en maximale data per punt. De bijbehorende Wilcoxon Signed rank toets staat in de bijlage.....

7.5.2.2 Het gebruik van oever, of water data

De insecten data is op twee plekken verzameld; langs de oever en boven het water. Zoals blijkt uit paragraaf 7.3.4.1 is er veel variatie tussen oever en water vangsten. Om te onderzoeken welk van deze twee vangstplekken een beter inzicht geeft in de relatie tussen vleermuizen en insecten is een aantal lineaire regressies uitgevoerd (tabel 60, bijlage §13.5.1.2). Hierin is een derde groep meegenomen; de oever en water vangstplek tezamen, de zogenaamde 'totaal' groep. Uit deze tabel blijkt dat tussen alle drie de groepen een erg matig verband is met de vleermuisvariabelen. Toch vertoont de 'totaal' groep steeds een net iets beter verband. Omdat het waarschijnlijk is dat vleermuizen afwisselend boven oever en water jagen zijn deze groepen in de hierop volgende hoofdstukken apart gehouden. Voor de duidelijkheid wordt ook steeds de totaal groep meegenomen in de analyses.

7.5.2.3 Relatie tussen vleermuizen insecten soorten, klusters en totaal klassen

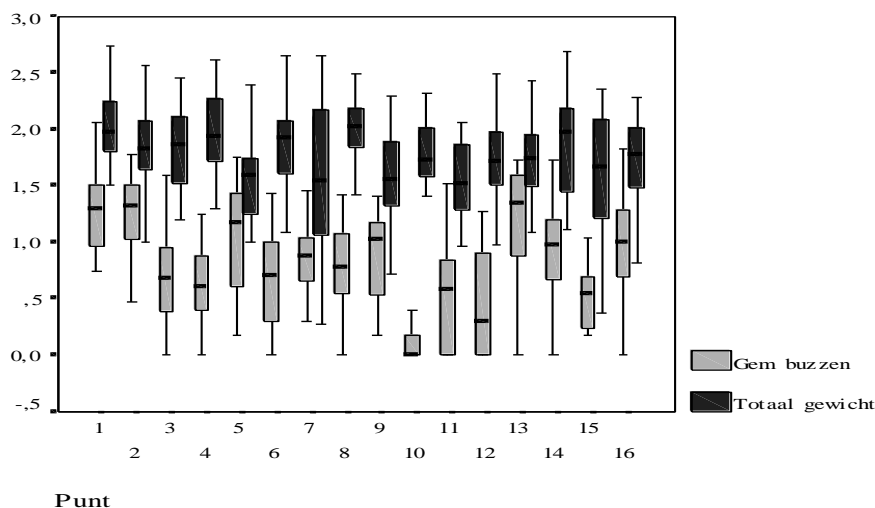
De relatie tussen vleermuizen en insecten en hun verspreiding is op meerdere manieren verklaard. Om meer inzicht te krijgen in de relatie zijn Pearson correlaties tussen vleermuisdata en insecten dataset uitgevoerd. De vleermuisdata is onderling sterk gecorreleerd (§7.4.1.1) vandaar dat hiervan slechts twee variabelen gebruikt zijn; het aantal buizen en het aantal jagers. De insecten dataset is complexer en is aan de hand van meerdere klusters bekeken; per insecten soort (tabel 61, bijlage §13.5.1.3), per hoedanigheid (vliegend/ zittend/ combinatie (tabel 62, bijlage §13.5.1.4), per lengteklasse (tabel 62, bijlage §13.5.1.4), per gewicht van elke soort (tabel 63, bijlage §13.5.1.5) en per gewicht van een aantal klusters (lengteklasse/ totaal gewicht/ totaal klassen) (tabel 64, bijlage §13.5.1.6).

Uit deze tabellen komen nogmaals de verschillen tussen oever en water vangsten naar voren. Klaarblijkelijk zijn er nauwelijks correlaties tussen vleermuizen en insecten boven water, terwijl deze er wel zijn voor vleermuizen en insecten langs de oever. In de meeste gevallen wordt de correlatie tussen het 'totaal' cluster beïnvloed door de correlatie tussen insecten boven de 'oever' en vleermuizen. Per insecten cluster zijn de volgende soorten en/of klassen significant ($s < 0,025$);

- Insecten soort: spinnen, langpootmuggen, muggen, wantsen, luizen, rupsen, nachtvlinders, haantjes, sprinkhanen en de rest groep.
- Vliegend, zittend, combinatie en lengteklassen: vliegend klasse 1 en 2, zittend klasse 1, 2, 3 en 4, combinatie 2, 3 en 5, lengteklasse 1, 2 en 5
- Gewicht per insecten soort: langpootmuggen, wantsen, luizen, rupsen, nachtvlinders, sprinkhanen en de rest-groep.
- Gewicht per klasse, totaal gewicht en totaal klassen: lengte klasse 1, 2, 3 en 4, totaal gewicht, totaal aantal insecten (kwantiteit) en aantal totaal aantal soorten (kwaliteit)

7.5.2.4 Ruimtelijke overeenkomsten in de relatie tussen vleermuizen en insecten

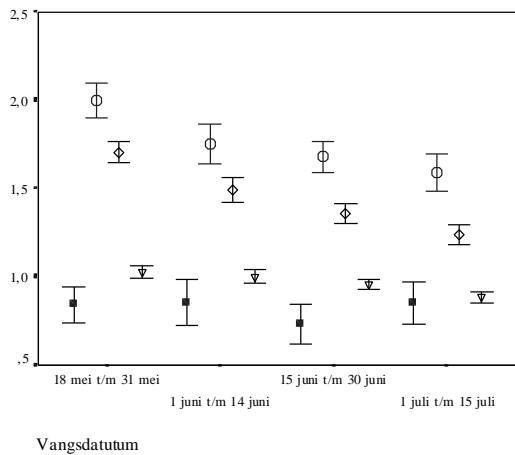
Zowel vleermuizen als insecten verspreiden zich over de AWD. Het is mogelijk dat tussen de verspreiding van vleermuizen en insecten een gehele of gedeeltelijke overlap is. Dat wil zeggen dat beide de voorkeur hebben voor dezelfde watertypen of punten. In beide datasets is ook sprake van een significant verschil tussen de punten en de watertypen; overeenkomsten in de ruimtelijke. Uit tabel 65 (bijlage §13.5.1.7) en grafiek 77 blijkt dat de beide datasets elkaar redelijk volgen.



Grafiek 77:
Boxplot met het gemiddeld aantal buzzen (grijs) en het totaal insecten gewicht (zwart) per punt.

7.5.2.5 Tijdelijke overeenkomsten in de relatie tussen vleermuizen en insecten

Ook is een overlap mogelijk tussen de tijdelijke verspreiding van vleermuizen en insecten. Dat wil zeggen dat beide voorkeur hebben voor bepaalde dagen of vangstdata, bijvoorbeeld doordat de temperatuur op die dagen erg hoog was. Uit tabel 65 (bijlage §13.5.1.7) blijken de beide datasets elkaar slechts gedeeltelijk volgen. Dit is ook te zien aan de hand van het volgende figuur 78.



Grafiek 78: Errorplot met het de tijdelijke verspreiding van de relatie tussen vleermuizen en insecten. Weergegeven zijn de variabelen \square = gemiddeld aantal buzzen, \circ = totaal gewicht, \diamond = kwantiteit, \diamond = kwaliteit.

In deze grafiek en in de tabel is te zien dat de vleermuisvariabelen constant blijven; er is nauwelijks sprake van verschil tussen de dagen en vangstdata. De insecten data daarentegen varieert wel gedurende het seizoen. Ook het verschil tussen de dagen binnen één vangstdata (een kwart maand) is vaak significant. Er is dus sprake van een sterk wisselende insectendata en een redelijk constante vleermuisdata gedurende het seizoen.

7.5.2.6 Robuuste correctie voor de relatie tussen vleermuizen en insecten

Bij het uitvoeren van een robuuste correctie wordt willekeurig de helft van de data te gebruikt. Hiermee wordt de relatie tussen vleermuizen en insecten geverifieerd aan de hand van de totale (100 %) dataset. De relatie tussen vleermuizen en insecten is onderzocht met behulp van een Pearson correlatie (tabel 66, bijlage §13.5.1.8). Uit deze tabel blijkt dat de relatie voor 100 procent dataset meestal gelijke uitkomsten levert als beide 50 procent datasets; In de eerste en derde kolom is er sprake van een significante correlatie tussen jagers en totaal gewicht en waterkwaliteit. Tussen buzzen en totaal gewicht is juist geen correlatie. In de tweede en de laatste kolom zijn alle relaties significant. Alleen in de vierde kolom leveren niet alle datasets gelijke uitkomsten.

7.5.2.7 Milde correctie voor de relatie tussen vleermuizen en insecten

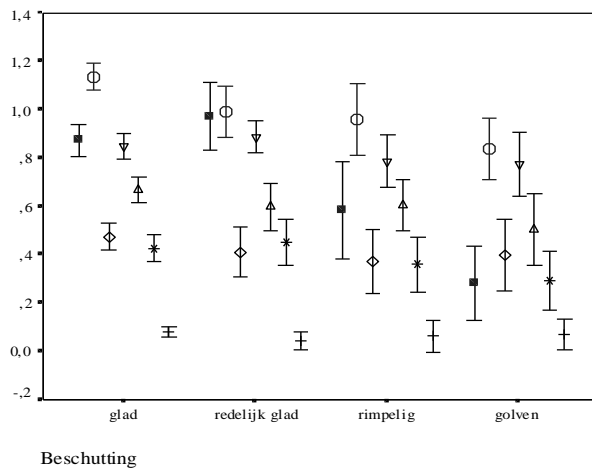
Bij het uitvoeren van een milde correctie wordt de correctie waarde gebruikt zoals die in paragraaf 7.2.4.2 gegeven is. Hiermee zijn nieuwe waarden voor zowel de vleermuisdata als de insecten data berekend (NB: alleen voor de beide vangstplekken tezamen). Deze twee nieuwe waarden zijn met elkaar gecorreleerd (tabel 67, bijlage §13.5.1.9). Hieruit blijkt dat niet alle correlaties uit de vorige paragrafen correct waren. Bovendien zijn er een klein aantal nieuwe correlaties aan het licht gekomen. Per insecten groep blijken de volgende soorten en/of klassen een significante ($s < 0,025$) positieve correlatie te vertonen met het aantal vleermuizen;

- Insekten soorten; spinnen, luizen en nachtvlinders.
- Vliegend, zittend, beide en lengteklassen: vliegend klasse 1, 3 en 4, zittend klasse 1, 2, 4 en 5, beide klasse 2, 3 en 5, lengteklasse 1, 2, 3, 4 en 5.
- Gewicht per insecten soort: spinnen en luizen.
- Gewicht per klasse, totaal gewicht en totaal klassen: aantal soorten boven het water (water kwaliteit), aantal individuen boven oever (oever kwantiteit) en het totaal aantal individuen (kwantiteit oever en water tezamen).

7.5.3. Driehoeksrelatie tussen omgeving, insecten en vleermuizen

In deze paragraaf is de driehoeksrelatie tussen omgeving, insecten en vleermuizen onderzocht; deze relatie bestaat uit drie takken van onafhankelijk van elkaar te bestuderen relaties; tussen verspreiding van vleermuizen en insecten (§7.5.2), tussen omgevingsfactoren en vleermuizen/ insecten (§7.5.3) en tussen ruimte/ tijd (§7.5.3.2 en §7.5.3.3) en vleermuizen en insecten.

Doordat zowel vleermuizen en insecten data beïnvloed wordt door omgevingsfactoren moet de relatie tussen vleermuizen en insecten met enige voorzichtigheid benaderd worden. Want een significante correlatie tussen vleermuizen en schietmotten, betekent niet direct dat vleermuizen schietmotten eten. Het zou ook wel eens te maken kunnen hebben met de voorkeur van beide voor beschutte plekken. Dit is weergegeven door grafiek 79. Hierin is te zien dat zowel vleermuizen als insecten een voorkeur hebben voor beschutte (gladde) plekken. In alle gevallen neemt het gemiddelde van elke groep af naarmate het aantal golven toeneemt.



Grafiek 79: Errorplot van de relatie tussen vleermuizen en insecten per beschuttingswaarde. Weergegeven is de vleermuisvariabele 'gemiddeld aantal buzzen' en de lengteklassen van insecten t/m 6 (* = Gemiddeld aantal buzzen, ◻ = Klasse 1, ◻ = Klasse 2, ◻ = Klasse 3, ◻ = Klasse 4, * = Klasse 5, + = Klasse 6)

7.5.3.1 Relatie tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren

De invloed van de omgevingsfactoren op de relatie tussen insecten en vleermuizen is op twee manieren verwijderd: met behulp van een Partial Correlatie en door de relatie tussen vleermuizen en insecten per omgevingsfactor apart te bekijken.

In de Partial Correlatie (tabel 68, bijlage §13.5.2.1) is gecorrigeerd voor de invloed van twee belangrijke omgevingsfactoren (temperatuur en beschutting). Hieruit blijkt dat zonder de invloed van temperatuur en beschutting nog voldoende correlaties blijven bestaan; vooral met de vleermuisvariabele 'gemiddeld aantal jager'. Zo is er sprake van een significante ($s < 0,025$) correlatie tussen vliegen, wantsen, rupsen, nachtvlinders, sprinkhanen, teken en de restgroep en de vleermuisvariabele. Deze correlaties komen redelijk overeen met de correlaties uit het vorige hoofdstuk (§7.5.2.3), met uitzondering van spinnen, muggen en haantjes; deze vertonen nu geen significante correlaties. Blijkbaar vertonen deze drie soorten een interactie met de omgevingsfactoren temperatuur en beschutting.

De relatie tussen vleermuizen en insecten (zonder invloed van omgevingsfactoren) is ook bekeken door elke omgevingsfactor apart te bekijken. Elke omgevingsfactor heeft een aantal waarden; zo heeft de factor beschutting de waarde glad, redelijk glad, rimpelig en golven. Bij de relatie tussen vleermuizen en insecten is per factor naar deze waarden gekeken. Binnen een waarde is namelijk geen sprake meer van beïnvloeding door deze omgevingsfactor. Bovendien wordt nu duidelijk welke waarde van een omgevingsfactor de meeste invloed heeft op de relatie.

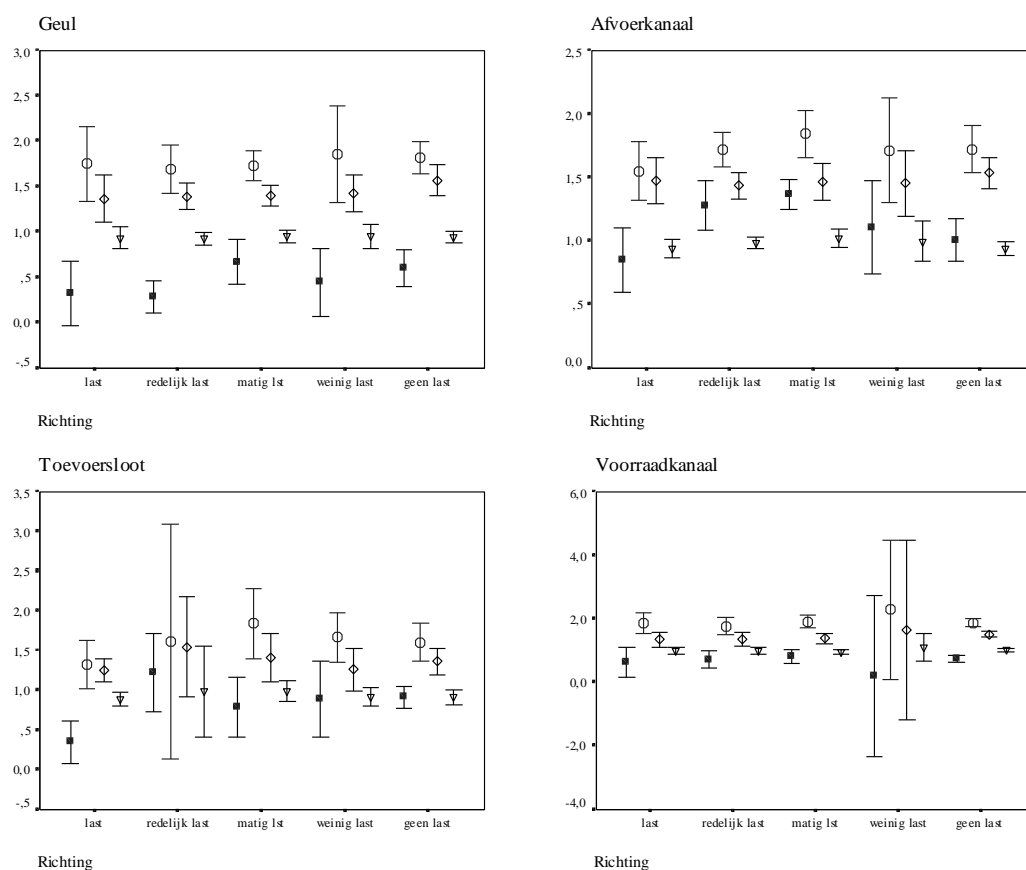
Uit tabel 69 (bijlage §13.5.2.2) blijkt dat voor de omgevingsfactor 'beschutting' apart een redelijk aantal correlaties bestaan tussen insecten en vleermuizen. Zo is er op gladde plekken een significante ($s < 0,05$) correlatie tussen de twee vleermuisvariabelen en de insecten groepen spinnen, langpootmuggen, vliegen, wantsen, luizen, rupsen, kevers, sprinkhanen, teken en de rest groep. Op redelijke gladde plekken zijn slechts twee correlaties significant; tussen de twee vleermuisvariabelen en de insecten groepen nachtvlinders en teken. Op rimpelige plekken is geen enkele correlatie significant. Op plekken met veel golven daarentegen zijn er weer een aantal correlaties. Dit maal tussen de twee vleermuisvariabelen en de insecten groepen; muggen, haften en haantjes.

Uit tabel 70 (bijlage §13.5.2.3) blijkt dat voor de omgevingsfactoren temperatuur een redelijk aantal correlaties bestaan tussen insecten en vleermuizen, hierbij vertonen de erg lage (1 tot 4 graden) en erg hoge (20 tot 24 graden) temperaturen géén correlaties. Voor de temperaturen tussen de 4 en 8 graden zijn de correlaties tussen vleermuizen en de insecten groepen rups en sprinkhaan significant. Voor een temperatuur tussen 8 en 12 is alleen de relatie met haften significant ($s < 0,05$), tussen 12 en 16 zijn de relaties tussen langpootmuggen, vliegen, muggen, wantsen, rupsen, nachtvlinders en sprinkhanen significant. Als laatste hebben bij een temperatuur van 16 tot 20 graden muggen en snuitkevers een significante relatie met vleermuizen. (NB: er zijn vrij weinig waarnemingen van erg hoge en lage temperaturen).

Ook voor de laatste omgevingsfactor richting (tabel 71, bijlage §13.5.2.4) bestaat er een redelijk aantal correlaties tussen de twee vleermuisvariabelen en de insecten soorten. Zo is er bij de waarde 'geen last' sprake van een correlatie tussen vleermuizen en de insectensoorten; langpootmuggen, wantsen, kevers, sprinkhanen en de rest groep. Voor de waarde 'weinig last' is er slecht één correlatie significant; tussen restgroep en het gemiddeld aantal jagers. Voor de waarde 'matig last' is de relatie met rupsen, kevers, teken en de restgroep significant, voor de waarde 'redelijk last' met vliegen, muggen en nachtvlinders. Als laatste hebben voor de waarde 'last' langpootmuggen en vliegen een significante relatie met vleermuizen.

7.5.3.2 Driehoeksrelatie in de ruimte

De driehoeksverhouding tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren is niet alleen complex door de grote variatie in de variabelen zelf, maar ook door de variatie in de ruimte. Zo is deze driehoeksrelatie per watertype verschillend (grafiek 80 t/m 83).



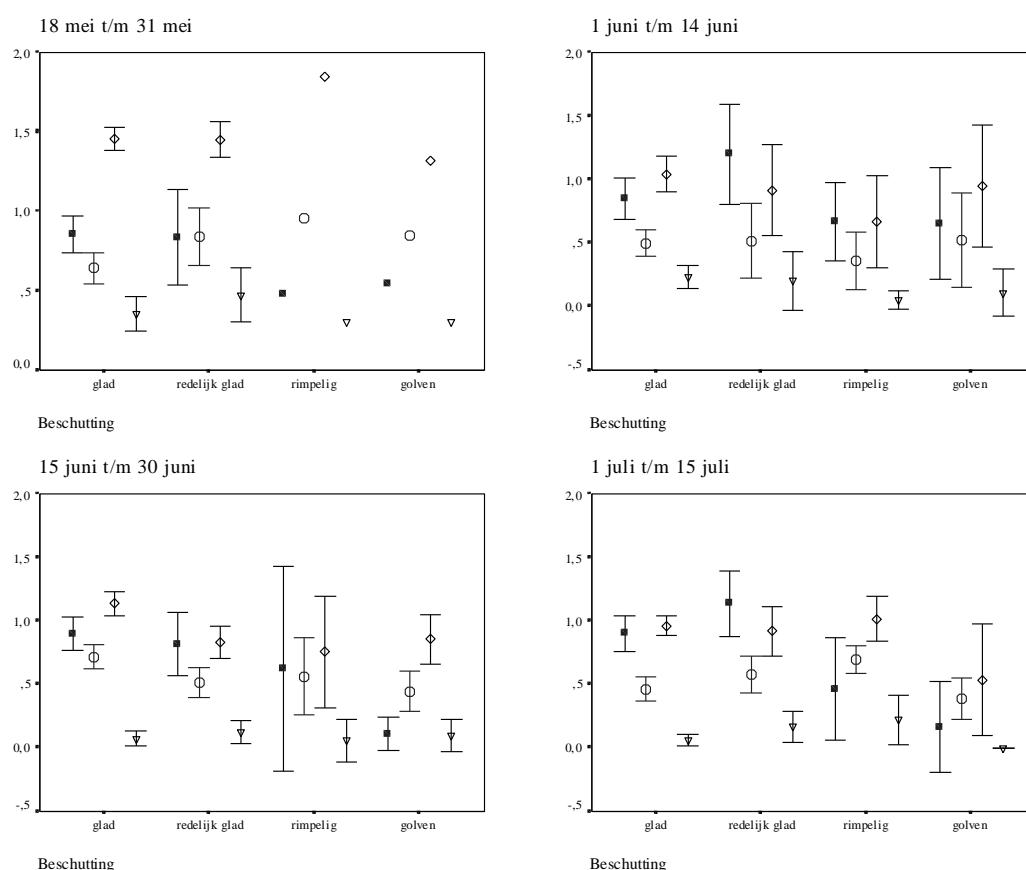
Grafiek 80 t/m 83: Errorplot van de ruimtelijk driehoeksrelatie tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren (wind- richting). Elk watertype is weergegeven in een andere grafiek. (♣ = Gemiddeld aantal buzzen, ♠ = Totaal gewicht, ♡ = Kwantiteit oever + water, ♢ = Kwaliteit oever + water)

Uit deze grafieken blijkt dat in alle watertypen de vleermuis -en insectenvariabelen elkaar redelijk volgen, in geulen liggen de beide variabelen het meeste uit elkaar (de minste overeenkomst). In de meeste watertypen is bij beide variabelen een lichte stijging van het gemiddeld aantal te zien; bij een 'lastige' windrichting waren de aantallen laag, bij geen last veel hoger.

In de voorraadkanalen zijn de betrouwbaarheidsintervallen van de gemiddelden het kleinst, op één uitzondering na. De hoogte van de waarneming van een variabelen varieert nogal per watertypen. Boven afvoerkanalen is het gemiddeld aantal buzzen en het totaal gewicht van insecten het grootst, de kwantiteit en kwaliteit is boven alle watertypen ongeveer gelijk.

7.5.3.3. Driehoeksrelatie in de tijd

De driehoeksverhouding tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren is ook onderzocht op seizoensvariatie. Hierbij is naar de relatie tussen de drie meest gevangen prooien en het gemiddeld aantal buzzen per vangstdatum gekeken (grafiek 84 t/m 87).

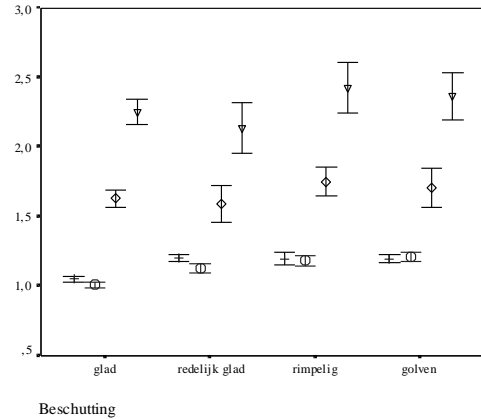
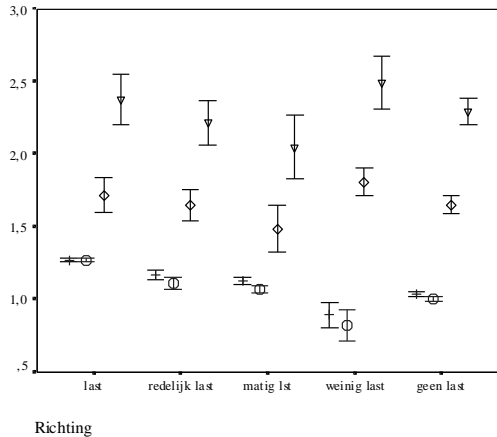


Grafiek 84 t/m 87: Errorplot van de tijdelijke driehoeksrelatie tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren (beschutting). Elke vangstdatum is weergegeven in een andere grafiek. (■ = Gemiddeld aantal buzzen, ◇ = Vliegen, ▽ = Muggen, ○ = Schietmotten)

Uit deze grafieken blijkt dat gedurende alle vangstdata de vleermuis -en insectenvariabelen elkaar erg goed volgen. Tijdens alle vangstdata is voor alle variabelen een negatieve trend te zien in het gemiddeld aantal; bij een 'glad' wateroppervlak waren de aantallen hoog, bij een wateroppervlak met golven waren de aantallen veel lager. Tijdens de eerste vangstdata zijn niet voldoende waarnemingen van rimpelig en golvend wateroppervlak gedaan, vandaar dat slechts stippen in grafiek 84 zijn weergegeven. In de meeste gevallen zijn de aantallen van de drie insecten soorten groter dan het aantal buzzen.

7.5.3.4 Correctie van de driehoeksrelatie

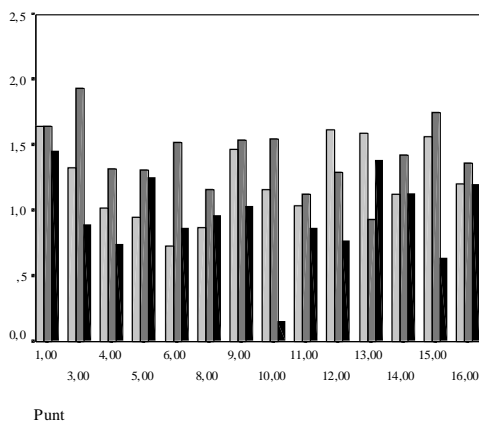
Vanwege de grote complexiteit kan de correctie van de driehoeksrelatie nauwelijks meer berekend worden. Zo'n berekening levert ook niet veel meer inzicht omdat in feite al voor de omgevingsfactoren is gecorrigeerd. In de volgende grafieken (88 t/m 89) is een overzicht te vinden van de relatie tussen de twee variabelen. In deze grafieken zijn, net als bij de ongecorrigeerde data, duidelijke trends te zien; bij richting een positieve en bij beschutting een negatieve trend. Zowel de vleermuisvariabelen als de insectenvariabelen vertonen deze trend; er is sprake van een overeenkomstige relatie.



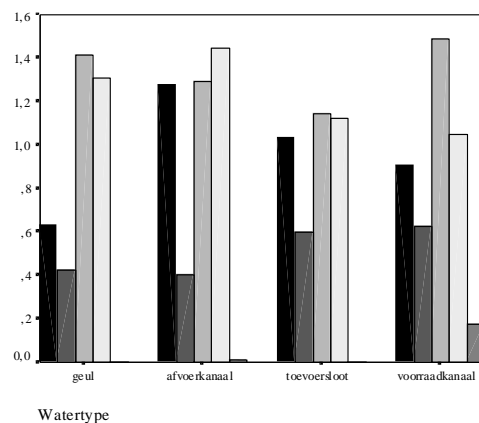
Grafiek 88 t/m 89: Errorplot van het ruimtelijke en tijdelijke verschil in verspreiding tussen de gecorrigeerde vleermuis en de gecorrigeerde insectendata. + = aantal vleermuizen, j = aantal jagers, p = kwaliteit, c = kwantiteit.

7.5.4 Relatie met insecten in het water

De relatie tussen vleermuizen en insecten in het water is achteraf bekeken door per punt het gemiddeld aantal insecten in het water te correleren aan het gemiddeld aantal vleermuizen op dat punt (tabel 72, bijlage §13.5.3.1). Dit blijkt een erg ruwe correlatie; geen van de relaties is significant. Waarschijnlijk door het lage aantal waarnemingen (14 punten). Naar de relatie tussen insecten in het water en vleermuizen kan daarom beter met behulp van een grafiek gekeken worden (grafiek 90 en 91)



Grafiek 90: Overzicht van insecten in het water en vleermuizen per punt. (■ = muggen, ■ = schietmotten-haften, ■ = Buzz)

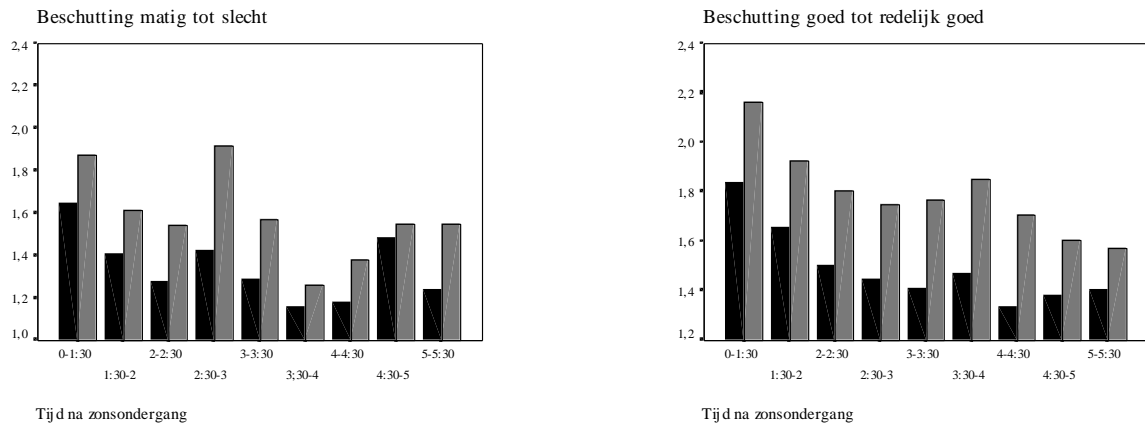


Grafiek 91: Overzicht van insecten in het water en vleermuizen per watertype (■ = Buzz, ■ = schietmotten, ■ = haften, ■ = muggen, ■ = waterjuffers)

Uit grafiek 90 blijkt dat het aantal insecten in het water en vleermuizen per punt sterk varieert. Op sommige punten is duidelijk geen sprake van correlatie tussen insecten in het water en vleermuizen, bijvoorbeeld punt 10 en punt 15. Hier zijn wel veel insecten in het water gevonden, maar slechts weinig vleermuis buzzen waar genomen. Ook voor grafiek 91 geldt zo'n sterke variatie. Geulen en afvoerkanalen bevatten overeenkomstige aantallen haften en muggen; toch is het aantal waargenomen vleermuis buzzen niet hetzelfde.

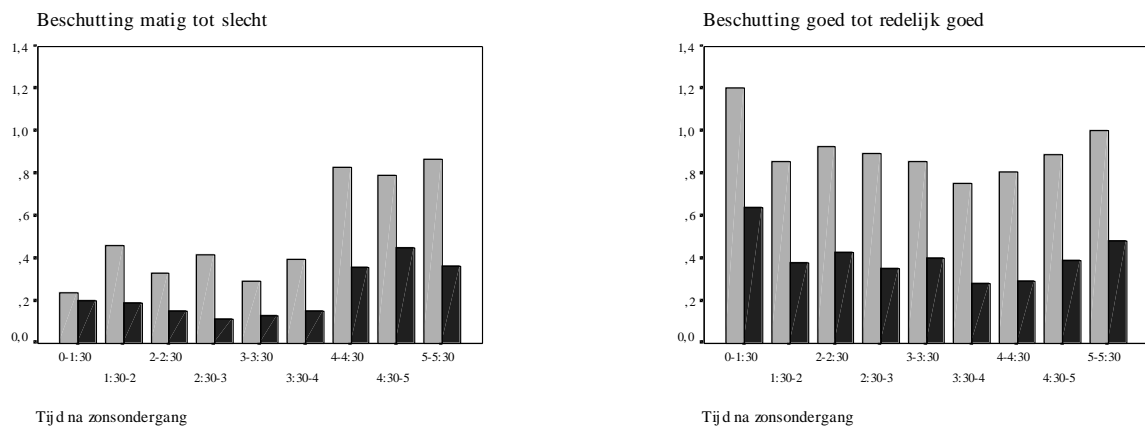
7.5.5 Driehoeksrelatie en jaagstrategie

De gebruikte jaagstrategie is afhankelijk van de kwaliteit van de prooien op een plek (prooikeuze) of de prooidichtheid (habitatkeuze). Ook de omgevingsfactoren beïnvloeden het gebruik van een bepaalde jaagstrategie. Een combinatie van deze twee invloeden levert inzicht in de gebruikte jaagstrategie (grafiek 92 en 93). Hierbij wordt de kwaliteit van de prooien op een plek weergegeven door het totaal gewicht op een plek (in het algemeen geldt; hoe groter een prooi, hoe zwaarder). De prooidichtheid wordt weergegeven door het totaal aantal prooien op een plek (kwantiteit).



Grafiek 92 t/m 93: Barplots van het verloop van insectenvariabelen gedurende een nacht (tijd na zonsondergang) op punten met veel en met weinig beschutting (□ = totaal gewicht van insecten, ■ = totaal aantal insecten).

In beide grafieken is duidelijk te zien dat gedurende een nacht het totaal gewicht van insecten en het totaal aantal insecten afneemt. Op goed beschutte plekken is dit effect sterker dan op weinig beschutte plekken. Een zelfde grafiek als voor de insectenvariabelen is gemaakt voor de invloed van omgevingsfactoren op twee vleermuisvariabelen (grafiek 94 en 95).



Grafiek 94 t/m 95: Barplots van het verloop van vleermuisvariabelen gedurende een nacht (als tijd na zonsondergang). Hiervoor zijn alle gegevens van de dagen met veel en met weinig beschutting bij elkaar in een grafiek gezet. (□ = buzzen, ■ = jagers)

Uit deze grafiek blijkt dat de omgevingsfactor beschutting een negatieve invloed heeft op het aantal jagers en het aantal buzzen op een punt. Gedurende de nacht nemen de aantallen van beide variabelen op beschutte plekken sterk af, op weinig beschutte plekken lijken de aantallen van beide variabelen toe te nemen.

Op beschutte plekken lijken beide jaagstrategieën goed toepasbaar te zijn; het totaal gewicht van insecten en het totaal aantal insecten neemt in gelijke mate af. Hierbij lijkt ook het aantal jagers en buzzen af te nemen. Dat wil zeggen dat de gebruikte strategie even efficiënt blijft. Op weinig beschutte plekken lijken beide strategieën afwisselend gebruikt te kunnen worden; het aandeel van beide insectenvariabelen schommelt gedurende de nacht.

7.6 Fourageer-en passage activiteit van vleermuizen

7.6.1 Activiteiten van vleermuizen algemeen

Met behulp van de formules in paragraaf 6.3.2 zijn soorten activiteiten berekend; foerageer-activiteit, passage-activiteit van trekkers en passage-activiteit van jagers. Deze activiteiten gelden voor alle 16 punten. Hiermee kunnen onder andere de ruimtelijke (§7.6.2.2.) en tijdelijke (§7.6.2.3) verschillen in de verspreiding onderzocht worden. Ook kan de relatie tussen de vleermuis activiteiten en voedsel (§7.6.2.4) en/of omgevingsinvloeden (§7.6.2.5) bekeken worden. Veranderingen van de jaagstrategie kunnen invloed hebben op de activiteit van vleermuizen (§7.6.3). Ten slotte kan onderzocht worden in hoeverre activiteitsmaten een maat zijn voor de kwaliteit van een plek (§7.6.4).

In dit hoofdstuk komt naar voren dat alle drie de activiteitsmaten vrijwel net zo variabel zijn als de oorspronkelijke variabelen. Bovendien is ook hier weer sprake van verschillen in de ruimtelijk en tijdelijke verspreiding. De relatie tussen activiteit en voedsel of omgevingsfactoren leidt tot nieuwe inzichten, zo wordt de passage activiteit van trekkers nauwelijks beïnvloed door omgevingsfactoren. De gebruikte jaagstrategie is afhankelijk van eigenschappen van een punt, van voedsel en van omgevingsfactoren. Hierdoor is de benodigde strategie nogal variërend per punt en per avond. Met betrekking op kwaliteit van een punt blijkt het dat sommige punten geschikter zijn als trekroute, ander meer als foerageerplek.

7.6.1.1 Verkrijgen van de 3 activiteiten en hun eerste bewerkingen

Foerageer -en passages activiteit zijn met een formule omgerekende vleermuisvariabelen (§7.3.2). Met deze formules wordt geprobeerd een betere variabele te creëren dan de oorspronkelijke variabelen; dat wil zeggen overzichtelijkere variabelen. Daarnaast kunnen activiteiten goed gebruikt worden als 'overall' beeld. De twee variabelen die tezamen gebruikt worden zijn sterk met elkaar gerelateerd (tabel 73, bijlage §13.6.1.1). Uit deze tabel blijkt 'passages gemaakt door trekkers of jagers' een hogere relatie coëfficiënt oplevert dan deze twee passages tezamen (totaal aantal passages)

7.6.2 Activiteit van vleermuizen

In deze paragraaf worden de vleermuisactiviteiten van meerdere zijden belicht. Bij een eerste analyse komt naar voren dat de drie activiteiten onderling sterk gecorreleerd zijn (§7.6.2.1) behalve de passage activiteit van trekkers en jagers. Bovendien is er sprake van vrij veel variatie in de ruimtelijke en de tijdelijk verspreiding van de activiteiten (§7.6.2.2 en §7.6.2.3). Daarbij kunnen een aantal zaken geconstateerd worden. Zo worden boven afvoerkanalen meestal de hoogste activiteitsmaten waargenomen en daarnaast is er een positieve trend waar te nemen in de activiteitsmaten gedurende het seizoen. Bovendien is de variatie zowel binnen hetzelfde watertype als binnen dezelfde vangstdatum veel kleiner.

Tussen de activiteiten, voedsel en omgevingsfactoren zijn slechts een klein aantal relaties significant (§7.6.2.4 en §7.6.2.5). Er is een correlatie tussen foerageer/ passageactiviteit en de schietmotten. Ook tussen activiteit en de insecten clusters vliegend klasse 1 en de kwantiteit in het water zijn correlaties gevonden. De passages activiteit van trekkers wordt nauwelijks beïnvloed door omgevingsfactoren, de beide overige activiteiten worden beïnvloed door de factoren wind, beschutting, kroos en beheer.

7.6.2.1 Relatie tussen activiteiten

De activiteiten worden waarschijnlijk beïnvloed door variabelen uit de omgeving, zoals voedsel en variabele /constante omgevingsfactoren. Ook zullen de activiteiten elkaar beïnvloeden; een vleermuis is per passage slechts eenmaal genoteerd; als jagend of trekkend (tabel 96).

F	C.C			
	Sign.			
Pt	C.C	0,131		
	Sign.	0,001 **		
Pj	C.C	0,932	0,064	
	Sign.	0,000 **	0,118	
		F	Pt	Pj

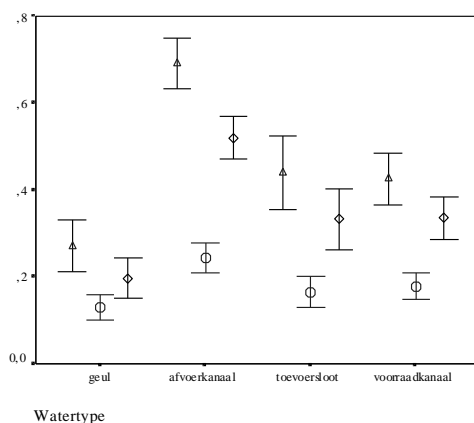
Tabel 96: Significanties van een Pearson correlatie tussen de drie verschillende soorten activiteit; F = foerageeractiviteit, Pt = passage activiteit van trekkers, Pj = passages activiteit van jagers.

Uit deze tabel blijkt dat er sprake is van een sterke (significante) correlatie tussen foerageeractiviteit en passage activiteit van jagers. De correlatie tussen passage trekkers en foerageeractiviteit is ook significant, maar de correlatiecoëfficiënt is veel kleiner. Tussen passage jagers en passage trekkers is helemaal geen correlatie, waarschijnlijk worden deze beide activiteiten onafhankelijk van elkaar uitgevoerd.

7.6.2.2 Ruimtelijke verspreiding van activiteit

Binnen en tussen een de activiteiten is veel variatie in de ruimtelijke verspreiding . Met behulp van een Kruskal-Wallis toets is deze variatie onderzocht (tabel 74, bijlage §13.6.2.1). Hieruit blijkt dat voor alle vleermuisvariabelen het verschil tussen de watertypen en de punten significant ($s < 0,025$) is. Binnen één watertype zijn de verschillen minder significant, behalve voor het watertype geul. Hierbinnen verschilt de foerageeractiviteit en passage activiteit van jagers significant. Binnen één vangstdatum is het verschil tussen de watertypen slechts voor een paar activiteiten significant ($s < 0,025$). Dit betekent dat binnen een vangstdatum de variatie tussen watertypen kleiner is.

De significante verschillen in activiteiten tussen de watertype zijn weergegeven in grafiek 97. Hierin is te zien dat in afvoerkanaal de hoogste gemiddelden van elke activiteit worden bereikt, in geulen de laagste gemiddelden. Op alle watertypen is de foerageeractiviteit het grootst. De passage activiteit van trekkers op alle watertypen vrij laag, overall ongeveer even hoog. Ook is te zien dat in de afvoerkanalen de foerageeractiviteit duidelijk groter dan de passage activiteit van de jagers, terwijl in de overige watertypen hier meestal overlap is, of een veel minder groot verschil.

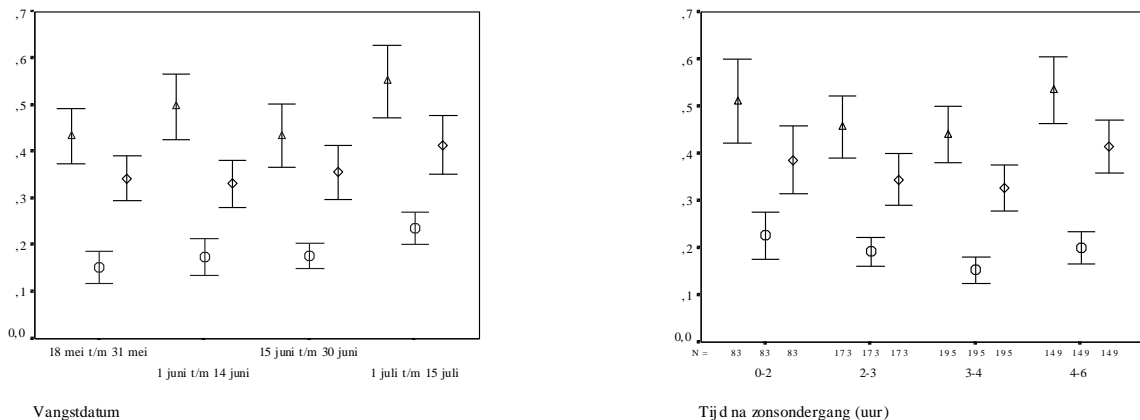


Grafiek 97: Het ruimtelijke verspreidingspatroon van de drie activiteitsmaten over de vier verschillende watertypen (s = Foerageeractiviteit, t = Passage activiteit trekkers, p = Passage activiteit jagers)

7.6.2.3 Tijdelijke verspreiding van activiteit

Binnen en tussen de activiteiten is veel seizoensvariatie. Met behulp van een Kruskal-Wallis toets is deze variatie onderzocht (tabel 74, bijlage §13.6.2.1). Hieruit blijkt dat voor alle vleermuisvariabelen het verschil tussen de dagen significant ($s < 0,05$) is. Per vangstdatum geldt dit verschil alleen voor de activiteitsmaten, niet voor de oorspronkelijke vleermuisvariabelen. Per tijd na zonsondergang is alleen voor de vleermuisvariabelen het verschil significant. Binnen een vangstdatum is de variatie in activiteitsmaten veel kleiner; de verschillen zijn niet significant. Ook binnen één watertype blijkt er weinig verschil te zijn tussen de vangstdata; alleen voor de afvoerkanalen is er verschil in activiteitsmaten. De oorspronkelijke vleermuisvariabelen vertonen iets meer significantie.

Deze tijdelijke variatie in activiteiten is ook zichtbaar te maken aan de hand van de volgende figuren (grafiek 98 en 99). Hierin is te zien dat zowel in foerageer als passage activiteit een lichte positieve trend waar te nemen is gedurende de vangstdata. Op alle vier de vangstdata is de foerageeractiviteit groter dan zowel passage activiteit van jagers als van trekkers. Passage activiteit blijft gedurende het hele seizoen laag. Passage activiteit van jagers vertoont in de eerste en de derde vangstdatum overlap met foerageeractiviteit. In de tweede en in de vierde vangstdatum was er vrijwel geen overlap; de foerageer activiteit was blijkbaar erg efficiënt.



Grafiek 89 en 99: Het tijdelijke verspreidingspatroon van de drie activiteitsmaten over de vier verschillende vangstdata en over vier clusters van tijd na zonsondergang. (Δ = Foerageeractiviteit, ◇ = Passage activiteit trekkers, ○ = Passage activiteit jagers)

7.6.2.4 Relatie tussen foerageeractiviteit en voedsel

Net als bij de relatie tussen insecten clusters en vleermuizen (§7.5.2.3) wordt hier ook een Pearson correlatie uitgevoerd. Hiermee kan inzicht gekregen worden in de relatie tussen foerageeractiviteit en voedsel (tabel 75, bijlage §13.6.2.2.). Hieruit blijkt dat er weinig correlaties zijn tussen activiteiten en insecten clusters. Foerageeractiviteit is significant ($s < 0,05$) gecorreleerd met de clusters vliegend klasse 1, lengteklasse 1, schietmotten, en kwantiteit in het water. Passage activiteit van jagers is significant gecorreleerd met de insectensoorten muggen en schietmotten. Ook is er sprake van een correlatie tussen activiteit en de clusters vliegend klasse 1, zittend klasse 6, lengteklasse 1, kwantiteit in het water en gewicht klasse 1.

7.6.2.5 Relatie tussen passageactiviteit en omgevingsfactoren

Vleermuisactiviteit wordt beïnvloed door constante en variabele omgevingsfactoren, tabel 76 en 77 (bijlage §13.6.2.3). Uit de eerste tabel blijkt dat vrijwel alle variabele omgevingsfactoren invloed hebben op één van de drie activiteitsmaten, alleen richting, bewolking, regen en mist hebben geen enkele significant effect. Foerageeractiviteit wordt beïnvloed door de factoren wind, beschutting, kroos en beheer. Passage activiteit van trekkers wordt slechts beïnvloed door de

factoren maan en temperatuur, terwijl passage activiteit van jagers beïnvloed wordt door wind, beschutting, kroos en beheer. Uit meerdere onderzoeken is ook al gebleken dat de activiteit van vleermuizen sterk daalt als de temperatuur tot onder de acht graden zakt (Zahn & Mayer, 1997; Racey & Swift, 1981).

Voor de constante omgevingsfactoren hebben alle omgevingsfactoren een significante invloed op de drie activiteiten (behalve bodem en diepte). Lengte van het water heeft een significant effect op de activiteit van het aantal trekkers. Het zoutgehalte heeft een significante invloed op de foerageeractiviteit en op de passage activiteit van het aantal trekkers. Alle overige factoren hebben een significante invloed op alle drie de activiteiten.

7.6.3 Relatie tussen activiteiten en jaagstrategie

In vorige hoofdstukken (§7.4.5 en §7.5.5) is de relatie tussen jaagstrategie en de verspreiding van vleermuizen en de driehoeksrelatie onderzocht. In dit hoofdstuk kan deze relatie met een overzichtelijker aantal variabelen (de drie activiteitsmaten) onderzocht worden, waardoor wellicht een duidelijkere relatie naar voren komt.

De jaagstrategie per punt is afhankelijk van eigenschappen van dat punt (de constante omgevingsfactoren) en van variërende factoren, zoals voedsel en weersomstandigheden. Hierdoor is de jaagstrategie per punt heel variabel, een overzicht hiervan is verkregen aan de hand van grafieken 78 t/m 92 (bijlage §13.6.2.4); hierin zijn waarnemingen van het hele onderzoek samengevoegd. Omdat deze waarnemingen in percentages zijn uitgedrukt is het mogelijk om verschillende dagen met elkaar te vergelijken. Alleen punt 10 is niet weergegeven omdat hier te weinig vleermuizen zijn waargenomen. In de meeste grafieken is te zien dat de passage activiteit van trekkers in het begin en aan het einde van de avond vrij hoog is. Op de meeste punten is het aandeel van foerageeractiviteit per waarneming de grootste, daarna volgt de passage activiteit van de jagers en ten slotte de passage activiteit van de trekkers. Op lang niet alle punten zijn de verhoudingen tussen de drie activiteiten constant.

Met betrekking op de ruimtelijke verspreiding van jaagstrategie valt op dat niet alle punten een even hoog percentage van elke activiteitsmaat hebben. Zo hebben de punten 8, 4 en 6 een erg lage foerageeractiviteit, de punten 13 en 14 hebben een lage passage activiteit van trekkers en de punten 11, 3 en 6 hebben een lage passage activiteit van jagers. Aannemende dat een punt niet van eigenschappen verandert, maar wel van voedselmogelijkheden volgt hieruit dat ook de jaagstrategie op deze punten verschillend is. Met behulp van tabel 100 is bepaald welke strategie per punt het meest waarschijnlijk is.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gem.	G	2,0	1,8	1,8	2,0	1,6	1,9	1,6	2,0	1,6	1,8	1,4	1,7	1,7	1,9	1,6	1,7
	K	1,7	1,5	1,3	1,5	1,4	1,6	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,3	1,4
Max.	G	2,7	2,6	2,5	2,6	2,4	2,7	2,7	2,5	2,3	2,3	2,1	2,5	2,4	2,7	2,4	2,3
	K	2,2	2,1	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,0	1,9	1,9	1,8	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9
Min.	G	1,5	0,7	1,2	1,3	1,0	1,1	0,3	1,3	0,7	1,4	0,1	0,5	1,1	1,1	0,4	0,8
	K	1,1	1,1	0,8	0,8	1,0	1,1	0,8	1,3	1,0	0,8	0,6	0,8	1,0	1,0	0,8	0,7

Tabel 100: Het gemiddelde, maximum en minimum van het totaal gewicht (G) en de kwantiteit (K) van insecten gesorteerd per punt. Met behulp van grijstinten is zijn de twee hoogste/ waarden per rij weergegeven (donker grijs = hoogste, licht grijs = een na hoogste)

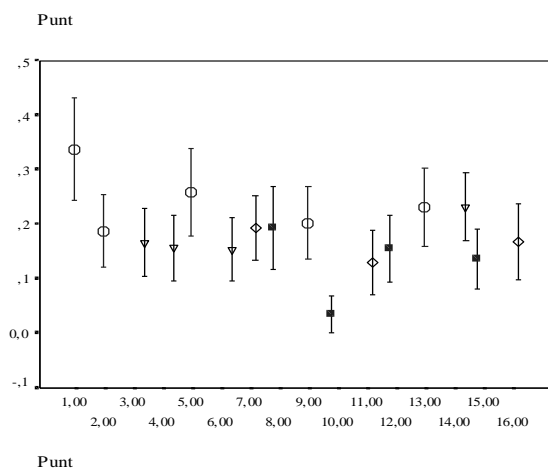
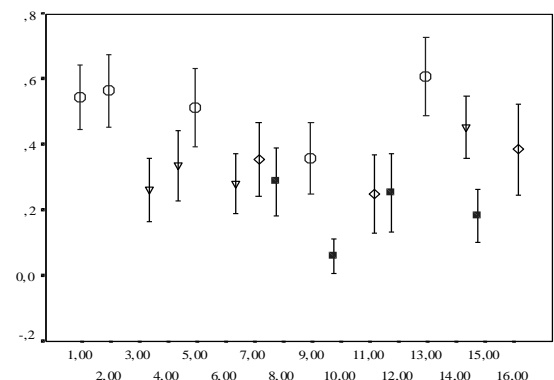
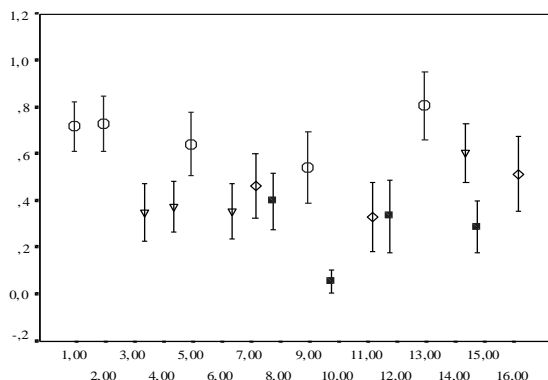
De meeste punten scoren of heel hoog in beide insectenvariabelen, zoals punt 1 en 6, of juist heel laag, zoals 11 en 15. Voor sommige punten zijn er duidelijk verschillen tussen de insectenvariabelen, zoals punt 4 en 14. Op deze punten is waarschijnlijk prooikeuze de beste strategie, doordat het totaal gewicht aan insecten op deze punten relatief hoger is dan de kwantiteit van insecten. De punten 16 en 9 hebben een relatief hoge kwantiteit, hier zal habitatkeuze de beste jaagstrategie vormen.

7.6.4 Activiteit als kwaliteitsmaat

De drie activiteitsmaten geven een overzichtelijker beeld dan de oorspronkelijke variabelen; een zogenaamd 'overall' beeld. Hierdoor kunnen de activiteiten ook gebruikt worden als kwaliteitsmaat. Een punt met een hoge foerageeractiviteit heeft (op dat moment) een hoge kwaliteit. Deze kwaliteit is onderverdeeld in een twee groepen; kwaliteit van de omgeving en kwaliteit van het voedsel. Dit houdt in dat een punt geschikt is als respectievelijk een trekroute en een jaagplek.

7.6.4.1 Bepalen kwaliteit van een plek aan de hand van activiteit

De kwaliteit van de punten in een foerageergebied is erg variabel; zo zijn er kwalitatief erg slechte en erg goede punten. Van de in dit onderzoek gebruikte punten zijn de waarnemingen samengevoegd in één grafiek, elke activiteitsmaat is in een aparte grafiek weergegeven (grafiek 101 t/m 103)

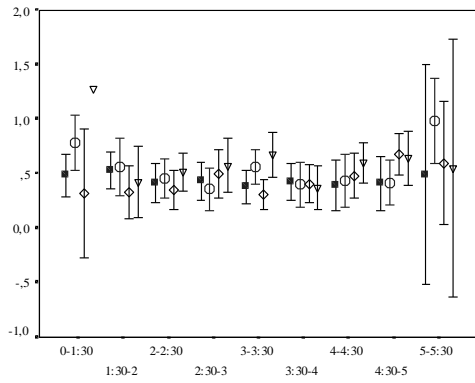


Grafiek 101 t/m 103: Errorplotten van de drie activiteiten per punt. Tot welke watertypen de punten behoren is weergegeven door * = geul, † = afvoerkanal, ‡ = toevoersloot, § = voorraadkanal

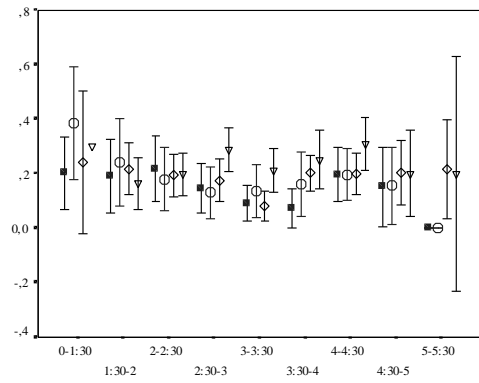
Hieruit blijkt dat punten in de afvoerkanalen een hoge foerageeractiviteit en passageactiviteit van jagers hebben. Deze punten zijn kwalitatief goed wat betreft voedsel. Met betrekking op kwaliteit van de omgeving is dit beeld veel minder duidelijk; de punten 1, 5, 13 en 14 lijken een kwalitatief goede omgeving te hebben, de punten 10, 11 en 6 lijken een kwalitatief slechte omgeving te hebben.

7.6.4.2 Bepalen kwaliteit gedurende één gehele avond

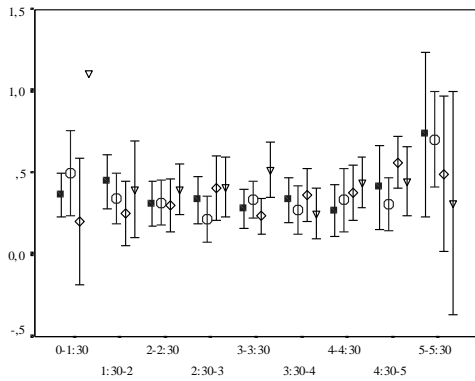
De kwaliteit van een punt is heel variabel; gedurende een seizoen kan de kwaliteit van een punt veranderen, maar ook gedurende een avond. Om een beeld te krijgen van het verloop van de kwaliteit op gedurende een avond zijn alle waarnemingen samengevoegd in grafiek, elke activiteitsmaat is in een aparte grafiek weergegeven (grafiek 104 t/m 106)



Tijd na zonsondergang



Tijd na zonsondergang



Tijd na zonsondergang

Grafiek 104 t/m 106: Errorplotten van de drie activiteitsmaten gedurende een nacht. Tot welke vangstdatum een punt behoort is weergegeven door * = 18 t/m 31 mei, † = 1 t/m 14 juni, ‡ = 15 t/m 30 juni, § = 1 t/m 15 juli.

Hieruit blijkt dat beide kwaliteiten (omgeving en voedsel) gedurende een nacht een 'dip' vertonen. Bovendien valt op dat aan het begin en aan het einde van een avond de spreiding van de activiteitsmaten het grootst is. In het begin van het seizoen (18 t/m 31 mei) was de activiteit op alle punten relatief lager dan later in het seizoen; de kwaliteit van de punten is dus toegenomen.

7.7 Plektijd

7.7.1 Plektijd algemeen

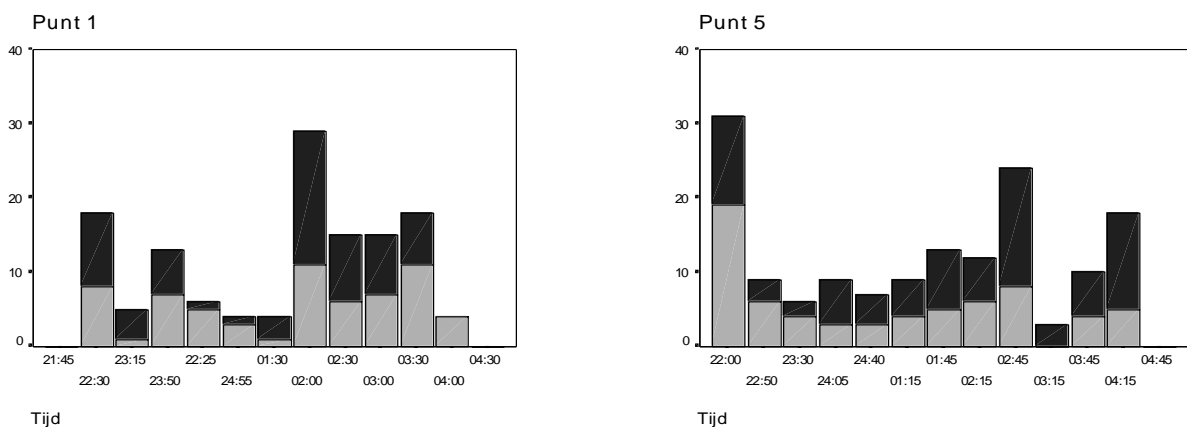
Er zijn drie methoden gebruikt om het verloop van vleermuizen op een punt te onderzoeken; zo kan gedurende een gehele avond naar de activiteit van vleermuizen gekeken worden. Dit is op twee punten gedurende de gehele avond bijgehouden (§7.7.2.1), een zogenaamd subonderzoek. Ook is voor een kortere periode, een half uur, naar het verloop van vleermuisactiviteit gekeken. Dit is op 12 verschillende punten gedaan (§7.7.2.2). De derde mogelijkheid is om met behulp van de totale dataset de plektijd te bepalen (§7.7.2.3) Het nadeel hiervan is de wisselvalligheid omgevingsvariabelen in de totale dataset. Door de correctie (§7.2.4) te gebruiken levert het totaal beeld toch een goede indruk. Deze drie methoden zijn gebaseerd op vleermuisvariabelen zoals aantal buzzen en passages. Het is ook mogelijk om dit te doen met behulp van activiteitsvariabelen, deze geven een beter inzicht in de door de vleermuizen gebruikte jaagstrategie (§7.6.4)

In dit hoofdstuk komt naar voren dat de drie gebruikte methoden van plektijd onderzoek elk hun eigen voor en nadelen hebben. Elke methode levert andere inzichten. Aan de hand van een plektijdonderzoek per punt is de jaagstrategie van vleermuizen bekeken. Waarschijnlijk is de gebruikte jaagstrategie afhankelijk van eigenschappen van een plek, zoals complexiteit en breedte van een geul of sloot. Daarnaast is de depletie van de voedselvoorraad op een plek bestudeerd. Hierbij blijkt dat ondanks de hogere concurrentiedruk plekken met een relatief hoge voedselvoorraad geprefereerd worden door watervleermuizen.

7.7.2 Drie soorten plektijdonderzoek

7.7.2.1 Het subonderzoek

Gedurende een gehele nacht is plektijd op een punt nauwkeurig te bestuderen; het is geen steekproef maar een totaal waarneming, dus zonder aannames. De resultaten van dit subonderzoek zijn weergegeven in grafiek 107 en 108.

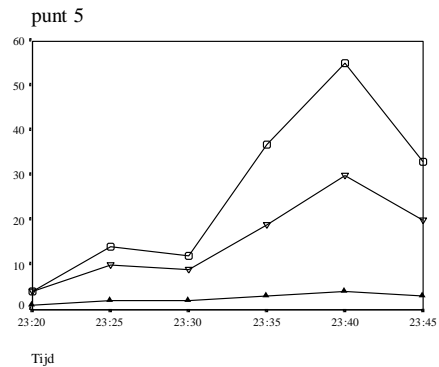
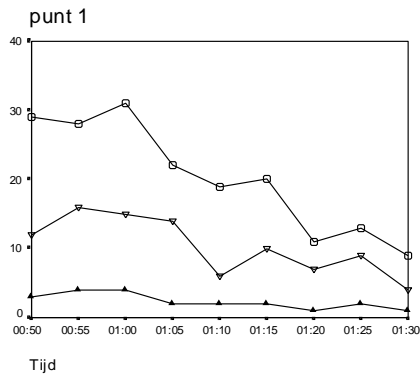


Grafiek 107 en 108: Overzicht van het subonderzoek; een gehele nacht waarneming op de punten 1 (Noordoostkanaal) en 5 (Barnaardkanaal). In de staven zijn het aantal passages van rechts naar links (*) en van links naar rechts (*) weergegeven.

Opvallend is dat de meeste vleermuizen in het begin van de avond van rechts komen. Aan deze kant liggen ook de landgoederen waar koloniebomen zijn gevonden. Aan het einde van de nacht zijn vooral passages van links naar rechts waargenomen. Gedurende nacht schommelt het aantal passages rond een evenwichtwaarde; links en recht zijn ongeveer gelijk, met een aantal uitschieters. Op punt 1 is halverwege de nacht een vrij sterke 'dip' te zien die ook weer vrij plots omhoog schiet. Op punt 5 is zo'n 'dip' niet te zien, waarschijnlijk ligt dit punt centraler in het foerageergebied waardoor hier wat constanter vleermuizen vliegen.

7.7.2.2 Plektijd per punt

De plektijd is ook door middel van een steekproef genomen; op een willekeurige tijd wordt een half uur naar de plektijd van vleermuizen op een punt gekeken. In de bijlage zijn deze waarnemingen weergegeven in een reeks grafieken 94 t/m 102 (bijlage §13.7.1.2). Ter vergelijking met het subonderzoek zijn hier de grafieken van punt 1 en 5 weergegeven (grafiek 109 en 110).

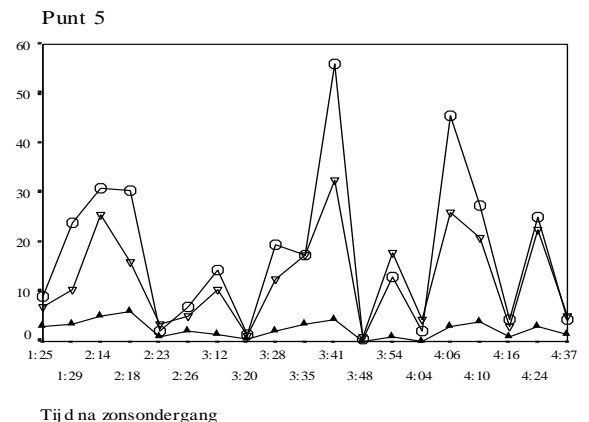
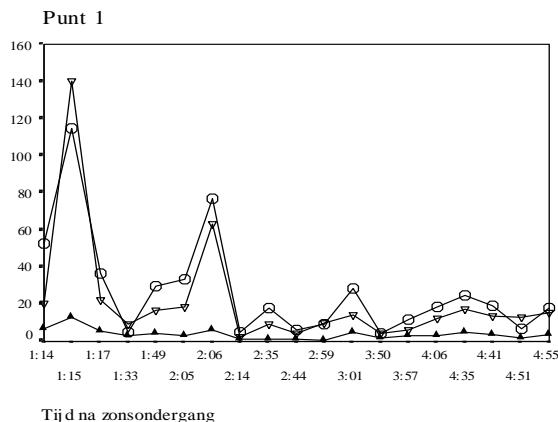


Grafiek 109 t/m 110: Plektijd grafieken van de punten 1 en 5. Hierbij zijn de vleermuisvariabelen \circ = aantal passages, \triangle = aantal buzzen en \blacktriangle = aantal jagers weergegeven.

Deze grafieken geven een gedetailleerdere weergave van het vleermuisgedrag (activiteit) op een punt. In beide grafieken is duidelijk een afname (punt 1) en een toename (punt 5) van het aantal passages en buzzen te zien. Door de tijdschaal van 5 minuten is het mogelijk om deze toe of afname geleidelijk weer te geven. Wat op valt is dat in beide gevallen alle drie de vleermuisvariabelen ongeveer tegelijk toe of afnemen; de vleermuizen verlaten tegelijk een plek, als gevolg van concurrentie of door het opraken van voedsel op een plek.

7.7.2.3 Plektijd per punt gebaseerd op de totale data

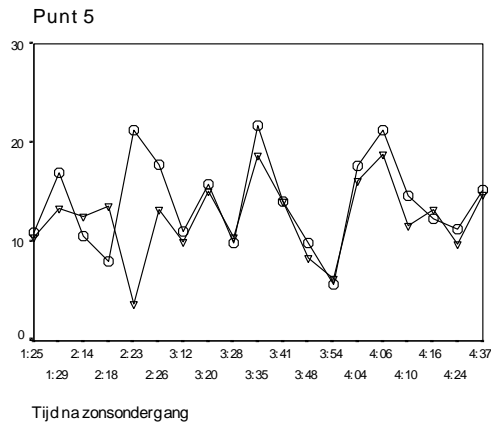
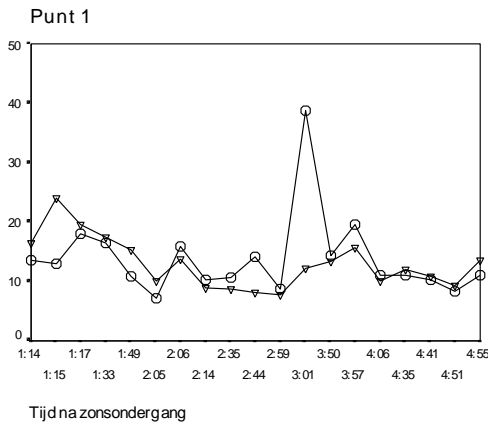
Elk punt is tijdens dit onderzoek op een groot aantal willekeurig gekozen tijdstippen bemonsterd. Al deze tijdstippen zijn per punt bij elkaar in één grafiek gestopt; het totaal beeld van een punt. Ter vergelijking met het sub -en plektijdonderzoek zijn hier de grafieken van punt 1 en 5 weergegeven (grafiek 111 en 112).



Grafiek 111 en 112: Het totaal beeld van de punten 1 en 5. Hierbij zijn de vleermuisvariabelen \circ = gemiddeld aantal buzzen, \triangle = gemiddeld aantal passages trekkers, \blacktriangle = gemiddeld aantal passages jagers weergegeven.

Op punt 1 is een duidelijke piek aan het begin van de avond te zien, waarna de activiteit van de vleermuizen afneemt tot een redelijk constant niveau. Op punt 5 is het activiteitsverloop veel warriger. Gedurende de gehele nacht zijn er pieken en dalen waar te nemen in de vleermuisvariabelen. Opvallend is het hoge aantal passages van trekkers op beide punten dat in beide gevallen ongeveer even hoog is als het gemiddeld aantal buzzen. In de grafieken 111 en 112 wordt veel van de variatie veroorzaakt door omgevingsfactoren.

Deze zijn namelijk per dag verschillend. In de grafieken 113 en 114 is hiervoor gecorrigeerd met de formule uit paragraaf 7.2.4.2.



Grafiek 113 en 114: Het totaal beeld van de gecorrigeerde data van de punten 1 en 5. Hierbij zijn de vleermuisvariabelen \bar{m} = gemiddeld aantal vlemmuizen en \bar{h} = gemiddeld aantal jagers weergegeven.

In grafiek 113 is aan het begin van de avond een lichte piek te zien in aantal jagers. Halverwege de avond is een duidelijke piek te zien in het aantal vlemmuizen. Gedurende de rest van de avond blijven de aantallen vlemmuizen en jagers redelijk constant. In grafiek 114 is nogmaals een warrig beeld te zien in het verloop van de vleermuisactiviteit. Er is sprake van een groot aantal pieken en dalen in de vleermuisactiviteit, daarbij volgen beide vleermuisvariabelen elkaar sterk.

7.7.3 Een vergelijking van de drie methoden

Er zijn drie soorten vleermuistellingen gedaan; van 2 x 5 minuten, van 6x 5 minuten (plektijdonderzoek) en van een hele nacht (subonderzoek). Door deze drie methoden met elkaar te vergelijken kan inzicht gekregen worden in de representativiteit van een steekproef.

Uit alle drie de methoden werd duidelijk dat de vleermuisactiviteit op een punt sterk schommelde. Dit komt waarschijnlijk doordat een vleermuis om beurten verschillende plekken in zijn foerageergebied bezoekt. Op een gegeven moment verlaat een vleermuis een plek, dan ontstaat er een dal in de vleermuisactiviteit op deze plek. Al snel zal een volgende vleermuis deze plek bezoeken, waarbij de vleermuisactiviteit weer toe neemt. De variatie die waargenomen wordt is afhankelijk van de gebruikte tijdschaal.

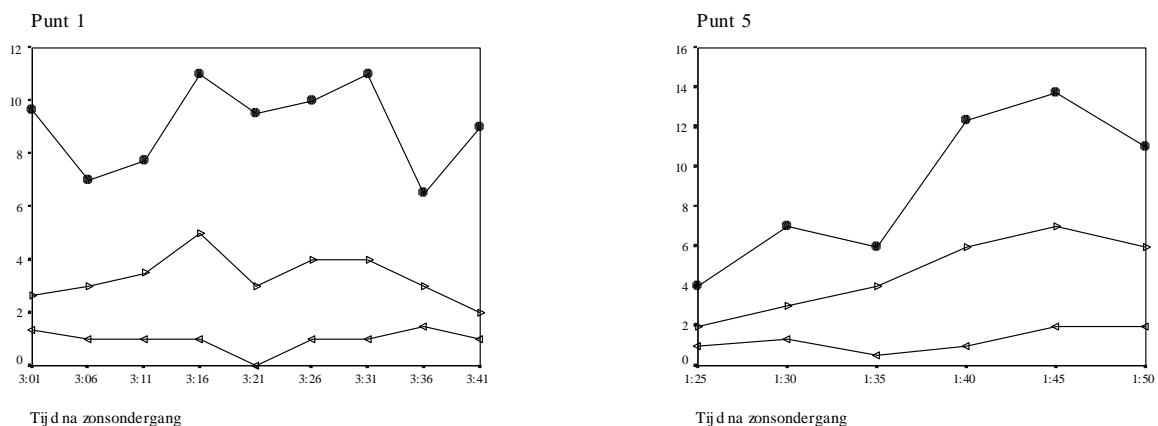
Kortom een steekproef moet representatief zijn en de variatie op een punt moet op zo'n manier worden waargenomen dat reële waarnemingen gedaan kunnen worden. Welke van de drie methoden voldoet het beste? Uit een vergelijking met het subonderzoek en het plektijd onderzoek blijkt dat een steekproef van 30 minuten een heel ander beeld oplevert dan een gehele nacht waarneming; het detail niveau is verschillend. In het subonderzoek is een toe of afname slechts weergegeven door een enkele sprong, in het plektijdonderzoek door een geleidelijke afname. Een 'totaal beeld' methode kan wat betreft detail niveau het beste worden vergeleken met de 'plektijd' methode. Het voordeel van een totaal beeld methode is dat het verloop van een schommeling gedurende een hele avond bekeken kan worden, zonder dat gegokt hoeft te worden naar het verloop. Een nadeel is echter de grote variatie tengevolge van omgevingsfactoren. Hiervoor kan gecorrigeerd worden, maar dit wordt nooit zo nauwkeurig als een reeks van waarnemingen op dezelfde dag.

Wat betreft tijdschaal blijkt dat 5 minuten een redelijke steekproef is om variatie mee waar te nemen. Om het kwartier zoals in het subonderzoek is te grof. Maar hoe vaak moet deze steekproef van 5 minuten op een plek worden uitgevoerd; twee maal zoals in het hier beschreven onderzoek of zes maal zoals in het plektijd onderzoek? Met behulp van een Wilcoxon Signed rank test is getoetst in hoeverre de plektijd data overeenkomt met de totale data (tabel 93, bijlage §13.7.1.1). Hieruit blijkt dat voor de meeste punten de beide datasets redelijk overeenkomen. Beide datasets tezamen bevatten voor alle vleermuisvariabelen grote verschillen. Maar per vleermuisvariabele apart blijkt dat alleen voor punt 9 de data sets significant ($s < 0,025$) verschillend zijn. Voor de punten 8, 13, 14 en 15 zijn de verschillen minder significant ($s < 0,05$). Dit geeft aan dat 2 maal 5 minuten voor veel punten een juiste steekproef is. Echter voor de meer variabele punten is 3 maal 5 minuten waarschijnlijk een betere steekproef.

7.7.4 Plektijd en jaagstrategie

7.7.4.1 Jaagstrategie

In de paragrafen 7.4.5, 7.5.5 en 7.6.4 is jaagstrategie al een keer eerder besproken. Vanwege het hoge detail niveau is met behulp van plektijd de jaagstrategie (prooikeuze en habitat keuze) op een punt het beste te bepalen. Een methode om de jaagstrategie te onderzoeken is met behulp van jaag - en passage activiteit tijdens een plektijdonderzoek (grafiek 115 en 116).



Grafiek 115 en 116: Drie verschillende activiteit variabelen tijdens een plektijdonderzoek. ● = foerageeractiviteit, △ = passage-activiteit van trekkers, ◻ = passages-activiteit van jagers.

In beide grafieken zijn een aantal veranderingen in activiteit te zien; op punt 1 schommelt foerageeractiviteit rondom de waarde 9, op punt 5 neemt de foerageeractiviteit duidelijk sterk toe. In beide gevallen geeft dit een ander inzicht in de jaagstrategie op dat punt. Op punt 1 lijkt het alsof (gedurende 30 minuten), er sprake is van een constante voorraad of aanvoer van voedsel bevat. Hierdoor is een constante activiteit van vleermuizen mogelijk. Op punt 5 is net als in grafiek 110 sprake van een toename in activiteit. Deze toename kan zowel veroorzaakt worden door habitatkeuze als prooikeuze. Doordat altijd maar een eenmalige steekproef insecten is uitgevoerd is niet te achterhalen waardoor de verandering in activiteit werd veroorzaakt.

7.7.4.2 Kwaliteit

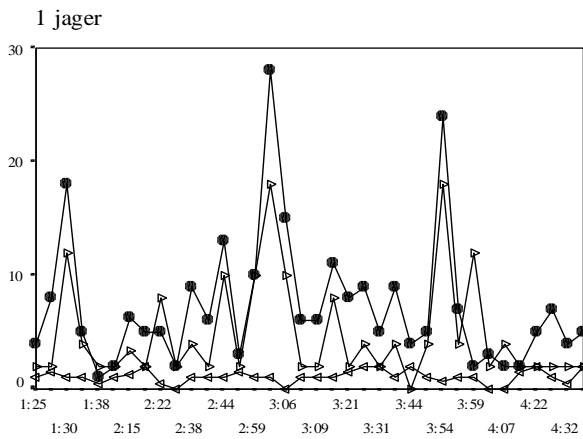
De hellingshoek in een grafiek waarmee activiteit toeneemt is een mate van kwaliteit van een plek. Deze hellingshoek kan door meerdere factoren bepaald worden zoals de complexiteit van een plek, de breedte van een geul of sloot, het predatierisico, de hoeveelheid voedsel op een plek en de kwaliteit van het voedsel. Deze vier factoren hebben een verschillend effect op de kwaliteit van een plek. Zo kunnen plekken met een kleine hoeveelheid van hoog kwalitatief voedsel, een steile helling vertonen, maar toch kwalitatief een goede plek zijn (in vergelijking

met plekken met dezelfde hoeveelheid laag kwalitatief voedsel).

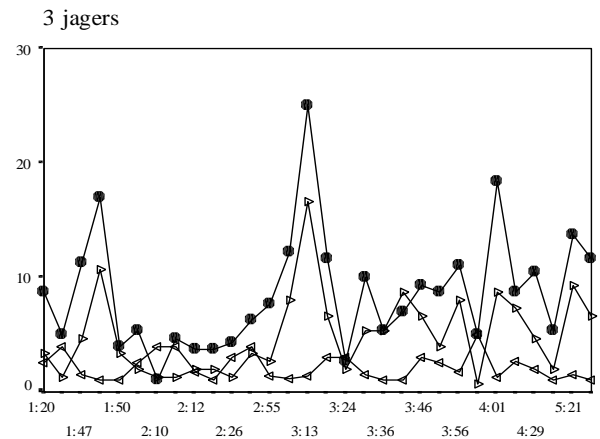
7.7.4.3 Plektijd en depletie:

Depletie is het opraken van een voorraad van een stof, in dit geval voedsel. Op een weinig complexe plek met een lage hoeveelheid voedsel zal de voorraad voedsel vrij snel opraken. Op zo'n plek zal de plektijd waarschijnlijk ook kort zijn. Met betrekking op depletie levert de steilheid van de hellingshoek een maat voor snelheid van depletie; hoe steiler een helling, hoe sneller een plek leeg raakt.

Toch mag depletie niet zo zwart wit bekeken worden; één enkele vleermuis heeft de keuze 'waar te jagen' en 'wanneer een plek te verlaten'. De volgende vleermuis heeft weer dezelfde keuzen, waardoor in het veld moeilijk te zien is wanneer een vleermuis een plek verlaat omdat de hoeveelheid voedsel opraaft (individuele plektijd). Het is namelijk niet mogelijk om watervleermuizen individueel te herkennen. Daarnaast speelt concurrentie een belangrijke rol bij depletie; hoe meer vleermuizen op een zelfde plek jagen, hoe sneller het voedsel opraaft. Als meerdere vleermuizen op een zelfde plek jagen is het nog moeilijker om waar te nemen hoelang een vleermuis op een plek blijft. Om het toch mogelijk te maken om depletie te onderzoeken zijn alleen plekken bekeken waar slecht 1 jager tegelijk aanwezig was (grafiek 117). Ter vergelijking zijn plekken met drie jagers meegenomen (grafiek 118).



Tijd na zonsondergang



Tijd na zonsondergang

Grafiek...; Overzicht van de activiteit van respectievelijk 1 en 3 jagers. Weergegeven zijn de drie activiteitsmaten.

◐ = Foerageeractiviteit, ◑ = Passage-activiteit van trekkers, ◒ = Passages-activiteit van jagers.

Uit deze grafieken blijkt dat op plekken met 1 jager de hellingen in het algemeen steiler zijn dan op plekken met 3 jagers. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat een vleermuis die alleen jaagt waarschijnlijk op een suboptimale plek jaagt of daar jaagt op zoek naar een betere plek. De minder steile hellingen op plekken met drie jagers duidt erop dat hier gaat om kwalitatief goede plekken waarvan de voorraad voedsel niet erg snel leeg raakt. Blijkbaar levert de extra concurrentiedruk geen probleem.

7.8 Trekroute

7.8.1 Trekroute algemeen

Tijdens dit onderzoek zijn er niet meer trekroutes gevonden dan de twee bekende hoofdroutes. Op beide routes is een aantal keer gepost, om seizoensverschillen te ontdekken. Aan de hand van deze gegevens kan het verloop van aantallen op de twee trekroutes bekeken worden (§7.8.2.1). Ook punten in het foerageergebied kunnen als trekroute gebruikt worden (§7.8.2.2), deze punten liggen meestal in het verlengde van een hoofdtrekroute. De twee hoofdtrekroutes zijn al enkele jaren bekend. Aan de hand van een literatuuronderzoek (§7.8.2.3) is bekeken hoe groot de populatie vleermuizen enkele jaren terug was. Het regelmatig tellen van het aantal passerende vleermuizen op een trekroute is een handig hulpmiddel om het verloop van een populatie vleermuizen te onderzoeken (§7.8.3).

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de twee bekende hoofdtrekroutes en de trekroutes in het foerageergebied besproken. Het aantal trekkers op een route varieert per telling, gedurende het seizoen is een toename in het aantal watervleermuizen waargenomen. Ook op de trekroutes in het foerageergebied is deze toename waargenomen. De twee hoofdroutes kunnen ook gebruikt worden als census telling. Hieruit wordt duidelijk dat het aantal vleermuizen op zowel de trekroutes als in de bunkers sterk in aantal toeneemt.

7.8.2 Vleermuizen op trekroutes

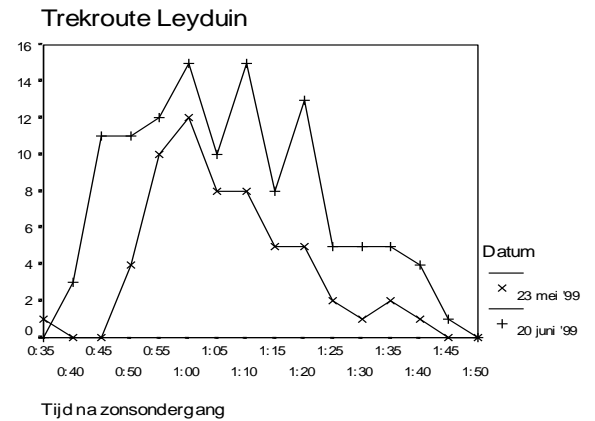
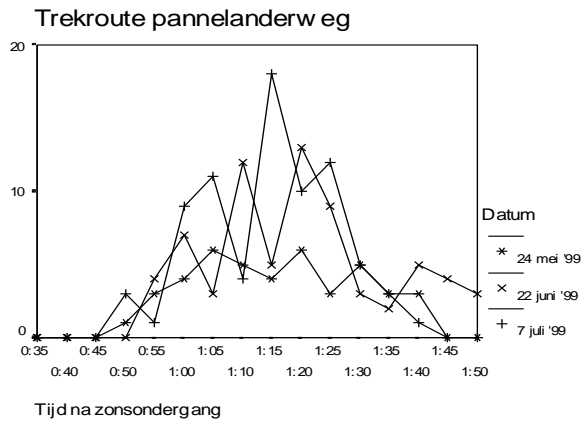
7.8.2.1 Trekroute Pannelandersweg en Leyduin

Op de beide trekroutes Pannelandersweg en Leyduin, zijn respectievelijk drie en twee keer een telling uitgevoerd. Hierbij is een stijgende trend in het totaal aantal vleermuizen dat per keer langs vloog waargenomen (tabel 119).

Route	Datum	Duur telling (minuten)	Totaal n
Leyduin	23 mei	55	59
"	20 juni	65	118
Pannelandersweg	24 mei	50	43
"	22 juni	55	70
"	7 juli	50	77

Tabel 119: Overzicht tabel van de trekroute tellingen. Weergegeven zijn het totaal aantal watervleermuizen (n) dat tijdens een telling langstrok. (NB duur van de telling is de effectieve duur van de telling; de tijd vanaf de eerste tot het laatste langs vliegende watervleermuis)

Op de trekroute Leyduin zijn tijdens tweede telling precies tweemaal zoveel langstreckende watervleermuizen waargenomen. Dit kan veroorzaakt worden door een groei van de populatie (de jongen maken half juni hun eerste proefvluchten) of doordat een kolonie verhuisd is naar Leyduin en nu ook langs deze trekroute vliegt. Op de trekroute Pannelandersweg wordt niet zo'n spectaculaire stijging waargenomen; hier neemt de langs vliegende populatie iets minder dan tweemaal toe. In de grafieken 119 en 120 is het verloop tijdens een telling bekeken.



Grafiek 120 en 121: Overzicht van het verloop van de aantallen trekkende watervleermuizen op de tellingen op respectievelijk de trekroute Pannelanderweg en Leyduin. Elke lijn geeft een aparte datum weer.

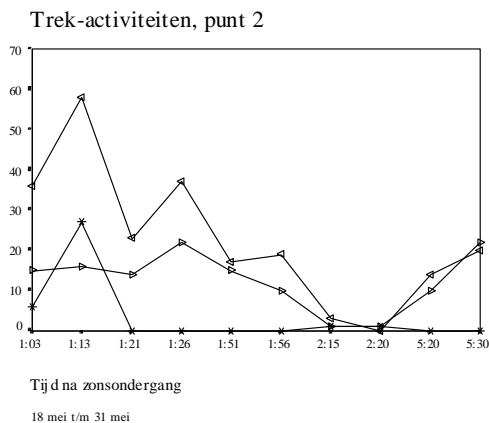
De grafiek van trekroute Pannelanderweg komt overeen met een normale verdeling, terwijl de grafiek van trekroute Leyduin scheef normaal verdeeld is. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ligging van de kolonieboom. Ook het aantal bezette koloniebomen kan een rol spelen. De koloniebomen uit het bos Leyduin liggen allemaal redelijk aan de rand van het bos; dichtbij de trekroute Leyduin. Terwijl de koloniebomen uit het Engelse bos (trekroute Pannelanderweg) iets meer verspreid door het bos liggen.

Tijdens de trekroute tellingen viel op dat de meeste watervleermuizen meestal in een strakke rechte lijn vlogen (met ca. 40 km/h), maar dat een heel enkele watervleermuis een uitvalpoging deed naar een insect. Deze vleermuis week dan heel weinig van zijn route af om even een insect te verorberen. Er was dan ook een vangstbuzz te horen. Waarschijnlijk foerageren watervleermuizen ook op hun trekroute als ze daar de kans voor krijgen! Of watervleermuizen hierbij op geschikte plekken onderweg gedurende langere periode jagen, is tot nu toe nog onbekend. Tijdens harde wind zijn wel waarnemingen gedaan van watervleermuizen foeragerend in het bos.

7.8.2.2 Andere aanwijzingen voor trek

In het foerageergebied kunnen punten toevallig aan een trekroute liggen, deze punten liggen in het verlengde van een bekende trekroute of zijn gelegen tussen twee geschikte kanalen in. Over dit laatste soort trekroutes kunnen alleen speculaties gedaan worden. Het is daarbij mogelijk dat zowel kanalen als bomenrijen of andere langgerekte landschapselementen als trekroute worden gebruikt. Zo dient het merendeel van het van Lennep kanaal (vooral het gedeelte direct in het verlengde van de Pannelanderweg) als trekroute. Het veld ten zuiden van de Oranjekom (in het verlengde van de trekroute Leyduin) vormt een belangrijk onderdeel van de trekroute. Het is erg belangrijk dat dit soort verbindingzones aanwezig blijven!

De 16 in het onderzoek gebruikte punten zijn ook op vleermuistrek onderzocht. Hierbij is slechts bij de punten 1, 2 en 7 duidelijke vleermuistrek waargenomen; op deze punten zijn meerdere malen vroeg in de avond grote aantallen trekkende vleermuizen waargenomen. Op punt 6 dat strategisch gelegen ligt als trekroute, zijn vrijwel geen trekkende vleermuizen waargenomen. Waarschijnlijk was het Nieuwkanaal (punt 6) te breed. Van de punten 1, 2 en 7 zijn een aantal grafieken gemaakt per vangstdatum (tabel 103 t/m 114, bijlage §13.8.1.1). Ter illustratie is de grafiek van punt 2 weergegeven (grafiek 122). Hierbij is aan het begin van de avond een duidelijke piek waar te nemen in het aantal trekkers van rechts naar links (het koloniebos licht aan de rechterkant). Aan het einde van de avond (tijdens de ochtendschemering) is niet zo'n piek waar te nemen. Dit duidt erop dat watervleermuizen ongeveer tegelijkertijd hun foerageergebied bereiken, terwijl ze in de ochtend schemering meer verspreid naar hun kolonie toevliegen; van meerdere plekken en op meerdere tijden.



Grafiek 122: Een overzicht van de trekactiviteit op punt 2 gedurende 18 t/m 31 mei. Weergegeven zijn de vleermuisvariabelen; * = aantal trekkers, \triangle = passages van links naar rechts, ∇ = passages van rechts naar links. Het koloniebos ligt aan de rechterkant.

7.8.2.3 Trekroutes in vorige jaren; een literatuuronderzoek

In de AWD worden al sinds 1987 vleermuisinventarisaties gedaan. Deze worden vaak vooraf gegaan door een trekroute telling. In 1986 is Leyweg als trekroute ontdekt, sindsdien is deze route geteld. Hierdoor is er voor zowel Leyweg als voor het eerdere ontdekte Pannelanderweg een vergelijking tussen de jaren mogelijk. Een overzicht hiervan is weergegeven in tabel 123.

Vliegroute	Bron	Datum	Tijd	n trekkers	Totale populatie
Leyweg		4-6 juli 1986		20	20
Leyweg	Lange, 1987	16-17 sept 1987	20.30- ?	50	50
Leyweg	Mostert, 1988	8-10 juni 1988	22.27-23.11	126	156
Pannelanderweg	Mostert, 1988	8-10 juni 1988	22.10-23.45	30	
Leyweg	van der Vliet & Lange, 1988	22 sept 1988		>20	>50
Pannelanderweg		22 sept 1988	22.10-23.45	30	
Leyweg	Mostert, 1989	juni 1989	22.15-23.30	114	114
Leyweg	van der Vliet, 1990	18 aug 1990	21.40-22.20	152	211
Pannelanderweg	van der Vliet, 1990	18 aug 1990	21.45-22.15	59	
Leyweg	van der Vliet, 1991	6 sept 1991	20.44-21.20	102	232
Pannelanderweg	van der Vliet, 1991	6 sept 1991	20.56-21.49	130	
Leyweg	Kapteyn, 1993?	25 mei 1993	22.27-23.04	122	168
Pannelanderweg		26 mei 1993	22.38-23.40	56	
Leyweg	Mertens & van der Vliet (1996)	5 juli 1996		108	108

Tabel 123: Overzicht van de resultaten van trekroute tellingen op de routes Pannelanderweg en Leyweg. In de tabel staan respectievelijk plek van de telling, de datum van de telling, gedurende welke tijd (begin-eind tijd), eventuele piek in de telling, totaal aantal passages en de geschatte totale populatie grootte (totaal van het aantal trekkers).

Uit deze tabel blijkt dat de waargenomen aantallen op beide trekroute nogal toenemen. Al is er van jaar tot jaar sprake van variatie. Deze variatie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de wisselende omgevingsomstandigheden tijdens de tellingen; met erg slecht weer vliegen veel minder watervleermuizen uit dan met mooi weer. Ook kunnen variaties in kolonieboom bezetting een rol spelen; het ene jaar kan het Engelse bos populair zijn, het andere jaar Leyduin.

7.8.3 Trekroute als census telling, voor toe of afname populatie

Door jaarlijks een populatie schatting te doen van het aantal watervleermuizen in en rondom de AWD kan het populatieverloop (toe of afname) worden bijgehouden. Hierbij is een trekroutetelling een handig instrument. Met behulp van trekroutes kan op vier manieren een populatieschatting worden gemaakt; met behulp van gegevens van de trekroute (§7.8.3.2) in relatie met een schatting van de vleermuisaantallen in de AWD zelf (§7.8.3.3), in relatie met kolonieboom tellingen (§7.8.3.4) en in relatie met bunkertellingen (§7.8.3.5)

7.8.3.1 Het nut van een census telling

Trekroutes geven een indicatie van de populatie grootte van de langs vliegende watervleermuizen. Als een aantal van deze tellingen elk jaar rond dezelfde datum gedaan wordt, waarbij ook rekening wordt gehouden met de heersende weersomstandigheden, kan een trekroute telling erg geschikt zijn als census telling. Aan de hand van zo'n telling kan het populatie verloop gedurende enkele jaren bestudeerd worden. Hiermee kan bekeken worden of het goed of slecht gaat met de watervleermuis.

Gezien het seizoensverloop van watervleermuizen is het voor een goede censustelling waarschijnlijk nodig om drie tellingen (per trekroute) uit te voeren. Hierbij kan de regel worden aangehouden dat de teller een kwartier na zonsondergang aanwezig moet zijn. Het eigenlijke tellen begint bij de passage van de eerste watervleermuis. De telling eindigt als er gedurende 15 minuten geen enkele watervleermuis gepasseerd is. Door de telling 15 minuten te rekken worden ook iets later uitvliegende watervleermuizen mee geteld. Bovendien wordt voorkomen dat terugvliegers dubbel worden geteld. Tijdens een telling kunnen de langs vliegende watervleermuizen het beste per 5 minuten worden bijgehouden.

7.8.3.2 De populatiegrootte in 1999 aan de hand van trekroute gegevens

Aan de hand van de resultaten van trekroutes is een schatting gemaakt van de populatie grootte rondom de AWD. Tijdens de tellingen in 1999 zijn in mei in totaal $59 + 43 = 102$ watervleermuizen waargenomen, in juni $118 + 70 = 188$ watervleermuizen. Voor de schatting van de populatiegrootte wordt aangenomen deze twee routes de enige mogelijke routes zijn waardoor watervleermuizen de AWD kunnen bereiken.

Tijdens de telling in juni zijn heel waarschijnlijk ook enkele jonge vleermuizen meegeteld. Het gemiddelde tussen 102 en 188 is een redelijke maat zijn van de populatiegrootte van 1999. De populatie rondom de AWD (Leyduin en Engelse bos tezamen) is geschat op 145 individuen. Waarschijnlijk zal de werkelijke populatie grootte iets lager liggen, vanwege mogelijke dubbeltellingen op de beide trekroutes.

8.8.3.3 De populatiegrootte in 1999 aan de hand van het aantal vleermuizen in de AWD

Tijdens dit onderzoek is iedere avond het aantal vleermuizen op een punt geteld. Met behulp van deze gegevens is het totaal aantal vleermuizen dat die avond in de AWD foerageerde geschat worden (tabel 124).

Vangstdatum	Totaal aantal watervleermuizen (aantal bezochte punten)											
18 mei t/m 31 mei	47	112	46	48	66	50	43	40 (5)	22	,	,	
1 juni t/m 14 juni	77 (11)	48 (6)	73 (7)	40	62 (9)	28 (9)	37	20	30 (5)			
15 juni t/m 30 juni	33 (7)	31 (11)	37	31 (7)	43 (9)	48	27 (5)	43 (7)	46 (9)	53	23 (7)	
1 juli t/m 15 juli	32	40	29 (7)	51 (10)	39 (7)	43 (7)	29 (7)	33 (6)	59 (6)	22 (4)	17 (4)	

Tabel 124: Overzicht van het totaal aantal watervleermuizen per avond. De dagen zijn gerangschikt per vangstdatum. Tussen haakjes staat het aantal punten dat die dag bezocht is, op de dagen zonder haakjes zijn 8 punten bezocht.

Uit deze tabel blijkt dat het aantal vleermuizen per avond op een dag met 8 punten rond de 50 individuen ligt. Per punt is de oppervlakte van het bijbehorende kanaal of geul berekend (tabel 125). Hierbij zijn de lengte of breedte van punt 1 en 8 ingekort tot respectievelijk een lengte van 600 en een breedte van 30. De totale oppervlakte (inclusief land) van de AWD is ongeveer 3600 ha, het oppervlakte aan water is ongeveer 184 ha ($1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$). Hiervan is waarschijnlijk de helft moeilijk bereikbaar of gewoon ongeschikt als foerageergebied.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,2	1,2	1,5	1,13	0,9	1,8	0,5	1,5	0,5	1,5	1,2	1,63	0,75	0,9	2,1	1,7

Tabel 125: De oppervlakte van het kanaal, geul of sloot voor de 16 punten in hectare.

De gemiddelde oppervlakte per punt is 1,25 ha. Dus op een avond waarbij 8 punten zijn bemonsterd is ongeveer $10/92 \times 100\% = 10,9\%$ van het totale potentieel geschikte foerageergebied bemonsterd. Het totaal aantal watervleermuizen dat per avond in de AWD foerageert is zal dan rond de 500 liggen. Waarschijnlijk is dit een overschatting, want tijdens dit onderzoek kan op één avond een zelfde vleermuis op meerdere punten waargenomen worden.

7.8.3.4 Trekroutes in relatie met kolonieboom tellingen

In meerdere landgoederen in en rondom de AWD zijn het aantal watervleermuizen in koloniebomen geteld (§7.9.2.2). Aangenomen kan worden dat het merendeel van de hier wonende vleermuizen in de AWD jaagt. In tabel 126 staat een overzicht van het geschatte aantal watervleermuizen dat per landgoed is gevonden (gebaseerd op het gemiddeld aantal dieren). In totaal zullen ongeveer 144 watervleermuizen de AWD gebruiken als foerageerplek.

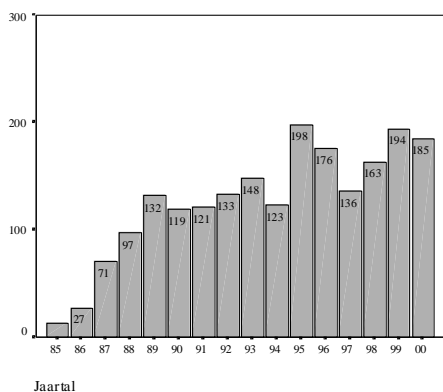
	n
AWD	32
Engelse bos	37
Iepenrode	21
Leyduin	54
Totaal	144

Tabel 126: Overzicht van het geschatte aantal watervleermuizen (n) per bos.

De gegevens van voorafgaande jaren zijn niet beschikbaar gesteld door provincie Noord Holland waardoor geen populatieverloop bekeken kan worden.

7.8.3.5 Trekroutes in relatie met bunkertellingen

Vanaf 1985 zijn in de bunkers van de AWD overwinterende vleermuizen geteld. Vanaf 1987 zijn de tellingen door een aantal vrijwilligers van de Noord Hollandse vleermuiswerkgroep geteld. Vanaf toen zijn de beheerders ook begonnen met het verbeteren van de kwaliteit van de bunkers. Dat wil zeggen tochtvrij maken en afsluiten van bunkers. Sinds 1987 is het aantal watervleermuizen in de AWD (maar ook in de rest van Nederland) sterk in aantal toegenomen (grafiek 127). Deze toename kan gedeeltelijk verklaard worden door een toename in het aantal getelde objecten (Deamen et al, 1998). Toch blijkt er hoe dan ook sprake te zijn van een toenemende trend, opvallend is dat ook het aantal soorten vleermuizen dat per bunker wordt aangetroffen toeneemt. Vaak worden in een aantal bunkers, zoals de bunkernummers 3a, 5 en 99 (getal van Blik), elk jaar meerdere soorten vleermuizen aangetroffen.



Grafiek 127.:Stafgrafiek van het totaal aantal watervleermuizen dat per jaar in de AWD overwintert

Een onbekend aandeel van de in de AWD overwinterende watervleermuizen zal later ook in de AWD foerageren. Opvallend is het feit dat het aantal overwinterende vleermuizen redelijk

overeenkomt met het aantal vleermuizen dat langs de trekroutes is geteld.

7.9 Koloniebomen

7.9.1 Kolonieboom algemeen

Vanaf half mei vormen watervleermuizen koloniebomen, deze zijn dan vrij moeilijk te vinden. Het is 's ochtends koud, waardoor veel variatie aanwezig is in de invliegtijden; vaak zijn de vleermuizen al vroeg binnen. Tijdens dit onderzoek is op zoveel mogelijk landgoederen in de omgeving van de AWD naar koloniebomen gezocht (§7.9.2.1). Vooral in Leyduin is erg vaak naar koloniebomen gezocht, hiervoor was ook een langdurige vergunning. Voor de andere bossen ging het steeds om toestemming voor een beperkt aantal dagen.

Van een gevonden kolonie zijn de volgende avond het aantal uitvliegers geteld (§7.9.2.2). Met deze aantallen kan geprobeerd worden de populatiegrootte in een bos te bepalen (§7.9.2.3). Daarnaast is naar de kenmerken van een kolonieboom gekeken, zoals dikte en hoogte van een boom (§7.9.3). Deze kenmerken kunnen van invloed zijn op de geschiktheid van een kolonieboom. Hoe geschikter een boom, hoe meer vleermuizen zich er kunnen huisvesten en hoe langer de boom bewoont zal worden. Ook speelt de ligging ten opzichte van het foerageergebied een belangrijke rol (§7.9.3.2).

In dit hoofdstuk worden 38 koloniebomen en hun bewoners behandeld. In het merendeel van deze koloniebomen woonden mannetjes, zij vormen vrij kleine kolonies en verhuizen om de paar dagen naar een andere boom. In elk bos bevond zich meestal 1 grote vrouwenkolonie die gedurende een langere periode in dezelfde boom blijft wonen. Meestal bevond deze vrouwenkolonie zich zo dicht mogelijk bij het foerageergebied. De meeste koloniebomen zijn eiken die in een laan staan. De holtes zijn meestal gemaakt door een grote bonte specht.

7.9.2 Vindplaatsen koloniebomen

7.9.2.1 Totaal aantal kolonies

In totaal zijn op 7 verschillende landgoederen in de omgeving van de AWD naar kolonies van vleermuizen gezocht. Tijdens het zoeken naar koloniebomen zijn ook koloniebomen van andere soorten dan de watervleermuis genoteerd (tabel 128). De ligging van elke kolonie staat weergegeven op kaart 115 (bijlage §13.9.1.1).

Bos	Water vleermuis	Rosse vleermuis	Gemengd (water & rosse)	Grootoor vleermuis	Dwerg vleermuis	Totaal aantal koloniebomen
Leyduin	8	4	2	1		15
Engelse bos	6	3	1	1		11
Oud-woestduin	1					1
Vinkenduin					1	1
AWD	3	2				5
Alverna		1		1		2
Iepenrode	2		1			3
Eindtotaal	20	10	4	3	1	38

Tabel 128: Overzicht van het aantal koloniebomen per vleermuissoort en per bos. Ook is het totaal aantal koloniebomen per bos weergegeven.

In deze tabel is te zien dat het aantal koloniebomen per bos nogal varieert; de bossen Leyduin en het Engelse bos zijn verreweg het meest populair. In alle bossen zijn de meeste koloniebomen van watervleermuizen en rosse vleermuizen gevonden, deze twee soorten komen blijkbaar in redelijk grote dichtheden voor in de omgeving van de AWD. In totaal zijn er in de omringende bossen dus 38 kolonies gevonden. Voor de duidelijkheid is de kolonie dwergvleermuis ook als boom weergegeven, maar deze bevond zich in een huis.

Omdat zo vaak naar koloniebomen is gezocht is het ook mogelijk om voor een aantal bomen de verblijfsduur te bepalen. In tabel 129 is hiervan een verkort overzicht gegeven, het volledige overzicht staat in tabel 116 (bijlage §13.9.1.2). De kolonies zijn geen van alle afgevangen, maar door te luisteren naar de activiteit in een kolonieboom kon toch min of meer geschat worden of de boom een vrouwtjes met jongen of mannen bevatten.

Boomnummer	Type kolonie	Verblijfsduur
Le0	--	11
Le1	--	9
Le2	Kraamkolonie	18
Le3	Kraamkolonie	4
Le4	Mannenkolonie	3 (+3)
Le5	Kraamkolonie	20
Le6	Mannenkolonie	4
Le7	Mannenkolonie	6

Tabel 129: Verblijfsduur van watervleermuis kolonies in Leyduin.

Uit deze tabel blijkt dat kraamkolonies gemiddeld veel langer op 1 plek waren dan mannenkolonies. De kraamkolonie van 4 dagen ontstond waarschijnlijk doordat de kolonie gesplitst was, deze kolonie heeft zich waarschijnlijk later weer samengevoegd met een andere kolonie. De verblijfsduur van een kolonie is waarschijnlijk niet alleen afhankelijk van het type kolonie (man of vrouw), maar ook van de geschiktheid van een kolonieboom. In het begin van het seizoen, begin mei, hebben vleermuizen veel last van concurrentie van vogels en kiezen daardoor kwalitatief iets mindere bomen. Bovendien zijn dan de kolonies nog heel instabiel, waardoor de vleermuizen veel minder plaatstrouw zijn.

7.9.2.2 Aantal uitvliegers

Van de meeste gevonden koloniebomen zijn zo snel mogelijk na ontdekking (meestal de volgende avond) het aantal uitvliegers geteld (tabel 117, bijlage §13.9.1.3). In Leyduin viel op dat er steeds sprake was van slechts twee continu verhuizende kolonies; de mannen en de vrouwen kolonie. Van beide kolonies is in tabel 130 een overzicht gegeven waarin het aantal getelde individuen per datum gegeven is.

Nummer	Mannen	Vrouwen
23 mei	8	34
11 juni	12	
12 juni		32
14 juni		54
19 juni	12	
24 juni	12	27
27 juni		26
5 juli		62
10 juli		81

Tabel 130: Het verloop van de aantallen watervleermuizen. Waarschijnlijk is de kraamkolonie op 24 juni gesplitst in twee groepen. De andere helft werd op 27 juni geteld. Bij de telling van 13 juni zijn waarschijnlijk ook jongen watervleermuizen meegeteld.

In deze tabel is te zien dat de mannen kolonies steeds ongeveer even groot zijn, , terwijl de vrouwen kolonie duidelijk in aantal toeneemt. De 'dip' op 24 en 27 juni is te verklaren doordat het hier waarschijnlijk om een gesplitste kolonie gaat; beide helften van de kolonie zijn op verschillende dagen geteld. Opvallend is de scheven verhouding tussen het aantal mannetjes en het aantal vrouwtjes in Leyduin. De verhouding zal ongeveer gelijk zijn, maar omdat mannenkolonies zeer snel verhuizen en erg klein zijn, is het heel moeilijk om alle mannenkolonies te vinden (en te tellen).

7.9.2.3 Simultaanteling en populatiegrootte

Per bos of landgoed kan de populatiegrootte van de watervleermuizen bepaald worden, deze aantallen kunnen ook gebruikt worden om het aantal vleermuizen dat in de AWD foerageerd te berekenen (§7.8.3.4). In Leyduin kan de populatiegrootte preciezer bepaald worden, omdat hier meerdere tellingen zijn uitgevoerd. Om een optimaal beeld van het aantal vleermuizen in een bos te krijgen kan het beste een simultaan telling worden uitgevoerd (Kapteyn, 1996). Tijdens dit onderzoek is zes maal een poging ondernomen tot het uitvoeren van een simultaantelling. Hiervan zijn slechts twee pogingen geslaagd waarbij meer dan één kolonie is geteld. Hierdoor kunnen de aantallen niet beter worden geschat dan in paragraaf 7.8.3.4.

7.9.3 Kolonieboom verder onderzoek

7.9.3.1 Kolonieboom kenmerken

Van de 38 koloniebomen is steeds genoteerd om welke boomsoort het ging. Hier bleek dat watervleermuizen in de boomsoorten eik, beuk en abeel huisvesten. Verreweg de meeste kolonies waren gehuisvest in eiken. Waarschijnlijk omdat de landgoederen vrij veel oude eikenlanen hebben. Van de koloniebomen in Leyduin zijn ook nog een aantal andere kenmerken genoteerd (tabel 131).

Kenmerken	Kraamkolonie				Mannen kolonie			
Dikte stam (cm)	60	65	41	60	70	35	50	55
Vegetatiedek: <i>O</i> (<i>open</i>) - <i>G</i> (<i>gesloten</i>)	O	G	G	G	G	G	G	G
Hoogt uitvlieg opening (m)	12	22	7	10	15	9	7	18
Ontstaan: <i>G</i> (<i>grote bont specht</i>) - <i>I</i> (<i>inrotting</i>)	G	I	G	G	G	G	G	I
Laan: <i>L</i> (<i>in laan</i>) - <i>N</i> (<i>niet in laan</i>)	L	L	L	L	L	N	L	L

Tabel 131: Overzicht van 8 kolonies en hun relatie tot de kolonieboom kenmerken. De in deze tabel gebruikte afkortingen staan in de eerste kolom weergegeven.

De in deze tabel beschreven bomen zijn alle eik. Aan de hand van deze tabel is nauwelijks te bepalen welke boom het meeste geschikt is voor watervleermuizen, hiervoor is de steekproef te klein. Wel lijken watervleermuizen een voorkeur te hebben voor een gesloten vegetatiedek en een boom gelegen in een laan. Deze boomkenmerken zijn echter enorm nauw met elkaar gerelateerd; een 'laanboom' heeft meestal een gesloten vegetatiedek. Bovendien zijn vleermuizen zowel afhankelijk van de soort bomen die in het bos staan als van de plaats van het gat dat een specht (meestal een grote bonte specht) in een boom hakt. Vleermuizen hebben per bos slechts een beperkt keuze aan potentieel geschikte koloniebomen.

7.9.3.2 Kolonieboom en afstand tot het foerageergebied

Uit Belgisch onderzoek bleek dat de kraamkolonie van watervleermuizen zich altijd in een boom zo dicht mogelijk bij het foerageergebied bevond. Ook in Leyduin was dit het geval met boom LE5. Het bos waar de kraamkolonieboom in staat bepaald voor een groot deel de afstand tussen kolonieboom en foerageergebied. Het lijkt wel of de twee belangrijkste koloniebossen (Leyduin en het Engelse bos) niet ieder even strategisch liggen ten opzicht van het foerageergebied (tabel 132); Leyduin ligt veel strategischer.

Watertype	Afstand Leyduin tot een punt minimum -maximum (m)	Afstand Engelse bos tot een punt minimum -maximum (m)
Geul	3100 - 3550	2500 - 3550
Afvoerkanaal	950 - 3400	2000 - 3700
Toevoersloot	2400 - 3950	1350 - 3600
Voorraadkanaal	2150 - 3450	1100 - 3300

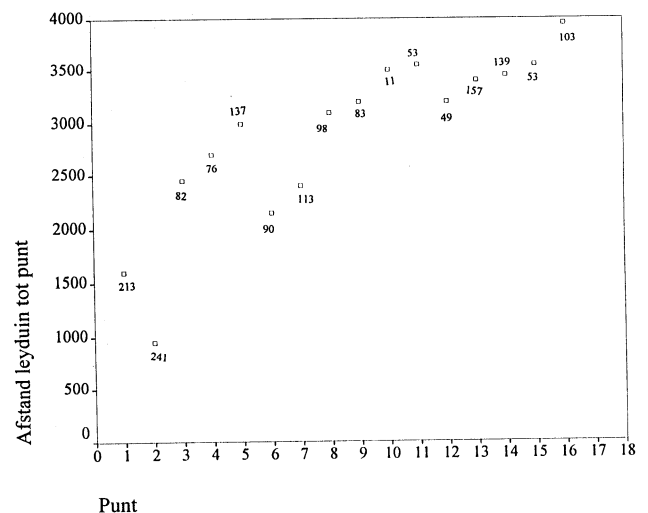
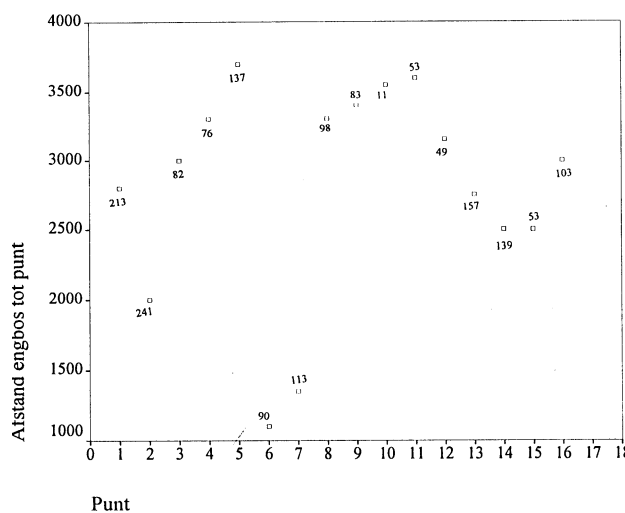
Tabel 132: Overzicht van de afstanden van de verschillende watertypen tot de twee belangrijkste bossen

Uit deze tabel blijkt dat voor Leyduin de afstand tussen afvoerkanaal en koloniebos het kleinst is. Voor het Engelse bos is de afstand tussen het koloniebos en de overige watertypen het kleinst. Maar niet alle watertypen zijn even populair!

De afstand tussen een plek in het foerageergebied en het koloniebos bepaalt ook hoeveel vleermuizen op deze plek zullen jagen. Uit de figuren 134 en 135 blijkt dat hoe verder een punt van het koloniebos af is gelegen, hoe minder vleermuizen deze plek gedurende een nacht zullen bereiken. Vooral in half juni, als de jongen halverwege de nacht gezoogd moeten worden, zullen deze plekken vrij weinig bezocht worden. Dit blijkt ook uit tabel 133, waarin met behulp van een lineaire regressie de relatie is weergegeven tussen een koloniebos en het aantal vleermuizen op een punt. In tabel 118 (bijlage §13.9.1.4) staat een overzicht van het aantal vleermuizen per punt.

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
Afstand Leyduin tot een punt	0,575	0,331	0,283	1,320
Afstand Engelse bos tot een punt	0,194	0,038	-0,031	1,583

Tabel 133: Lineaire regressie tussen het aantal vleermuizen op een punt en de afstand van dat punt tot het koloniebos.



Figuren 134 en 135: Afstand koloniebos (in meters) tot punten in het veld. Weergegeven is het totaal aantal vleermuizen dat elk punt bezocht heeft.

7.10 Vleermuismest

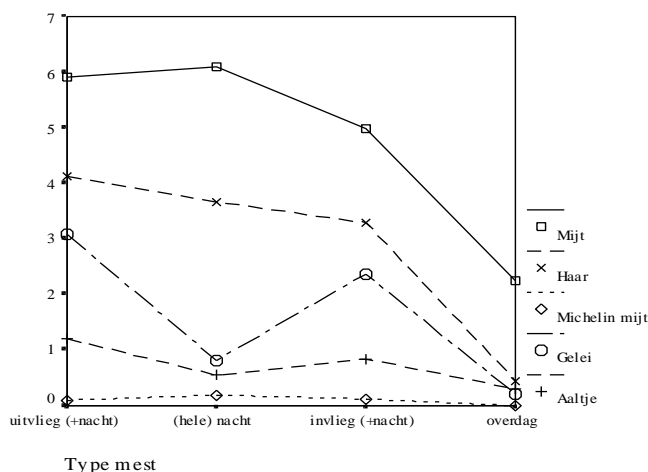
7.10.1 Vleermuismest algemeen

Onder zoveel mogelijk koloniebomen is vleermuismest verzameld. Deze mest is in buisjes bewaard om later geanalyseerd te worden. Met behulp van deze analyse kan een goed inzicht gekregen worden in het werkelijke dieet van watervleermuizen. Aan de hand van het gewicht van de mest kan bekeken worden of hierbij op het eerste gezicht opmerkelijke verschillen opvallen (§7.10.2), niet alle mest is namelijk even zwaar. Tijdens de analyse is ook nog naar enkele niet voor de consumptie gegeten zaken gekeken, zoals parasieten en haren (§7.10.1.1). De geanalyseerde mest is onderzocht op verschillen in het dieet per dag (§7.10.3.3) en is vergeleken met de handvangsten (§7.10.4). Net als bij handvangsten is het aantal individuen van elke soort geen goede maat voor het dieet van watervleermuizen, hierbij wordt onder andere geen rekening gehouden met het gewicht van een prooi en de voedingswaarde ervan. Daarom worden drie verschillende manieren gebruikt om het dieet van watervleermuizen beter te bekijken (§7.10.3.5).

In dit hoofdstuk wordt het dieet van watervleermuizen zoveel mogelijk van meerdere kanten bekeken. Het gewicht van een keutel kan een indicatie zijn voor het type mest (§7.10.2.2) en voor de hoeveelheid gegeten prooien. Tijdens het uitvliegen zijn de keutels het zwaarst. Doordat de keutels verzameld zijn over meerdere dagen kunnen dieet verschillen per dag bekeken worden (§7.10.3). Daaruit blijkt dat muggen en vliegen in aantal afnemen en kevers en nachtvlinders in aantal toenemen gedurende het seizoen. Dit is veroorzaakt door een verandering van weersomstandigheden of door toe of afname van het aantal individuen van een prooi. Dit laatste kan gecontroleerd worden door de mestanalyse te vergelijken met handvangsten (§7.10.4). Ook kan gekeken worden in hoeverre beide methoden van dieet onderzoek even efficiënt zijn. De twee methoden zijn op sommige vlakken overeenkomstig op andere vlakken verschillend.

7.10.1.1 Parasieten en haren in vleermuismest

Tijdens de analyse van vleermuismest zijn niet alleen veel prooidieren gedetermineerd, er zijn ook een groot aantal parasieten gevonden. Deze parasieten varieerden van 'michelin mannetje' achtige mijten (Broek, van den 1977; Hutson, 1984), tot luizen, vleermuisvliegen en vleermuisvlooiën (Muler & Leuthold, 1985). Van de vleermuisvliegen zijn twee soorten bekend die op watervleermuizen leven; de *Nycteriba kolenatii* en de *Penicillidia monoceras*. (grafiek 136)



Grafiek 136: Overzicht van de parasieten en haren in vleermuis mest voor de verschillende verzameltijden (☞ luizen, vliegen en vlooiën, x = haar, ♡ = 'Michelin mannetje' achtige mijt, + = aaltje)

Uit deze grafiek blijkt dat het gemiddeld aantal haren en parasieten het hoogst is tijdens het uitvliegen. Dit komt waarschijnlijk doordat vleermuizen vooral in de kolonieboom zichzelf zullen poetsen. Hierbij eten ze de eventueel gevonden parasieten en haren gewoon op. Vlak voor

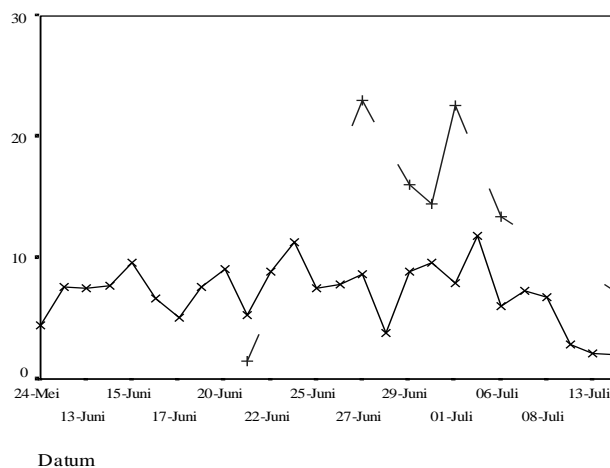
het uitvliegen zijn de meeste watervleermuizen wakker en terwijl ze wachten om uit te kunnen vliegen, zijn ze zichzelf druk aan het poetsen. Vrouwtjes die tussen door hun jongen voeren poetsen zich blijkbaar ook; ook halverwege de nacht worden mijten in de mest gevonden. De mijten halverwege de nacht kunnen ook verklaard worden doordat sommige mijten tegelijkertijd met een prooi, zoals een kever, door de vleermuis worden opgegeten (Shiel et al, 1991). Het aantal parasieten per keutel is een indicatie voor de gezondheid van een vleermuis. Het is normaal dat een vleermuis een aantal parasieten bij zich draagt, maar zieke dieren kunnen erg veel parasieten krijgen. Waarschijnlijk is de hoeveelheid parasieten in een kolonieboom een reden om te verhuizen. Dit bleek ook in kolonieboom LE5, vlak voordat de kolonie verhuisde naar een volgende boom, was het aantal aaltjes en mijten in de mest enorm toegenomen.

7.10.2 Gewicht van vleermuismest

De gevonden keutels zijn allemaal gewogen, in samples van 10 keutels. Aan de hand hiervan is het gewicht per keutel bepaald. Dit gewicht blijkt nogal te variëren er is sprake van een grote seizoensvariatie in het gewicht van de keutels (§7.10.2.1). Daarnaast is het gewicht van een keutel afhankelijk van het tijdstip waarop de keutel is geproduceerd (§7.10.2.2.).

7.10.2.1 Seizoensverloop in het gewicht

De keutels zijn verzameld vanaf eind mei tot half juli. Als het gewicht van één enkele keutel uit wordt gezet tegen de datum, blijkt dat er nogal veel variatie is in het gewicht van elke keutel (grafiek 137).

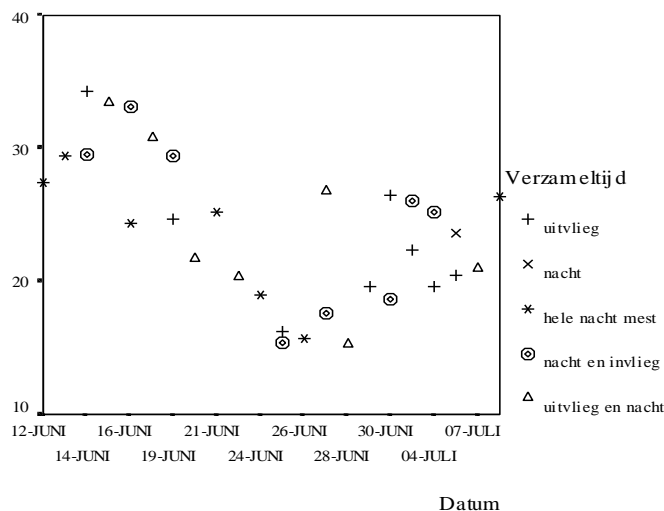


Grafiek 137: Lijn grafiek met de verschillen in gewicht van keutels per datum. Zowel watervleermuizen (x) als rosse vleermuizen (+) zijn weergegeven.

Uit deze grafiek blijkt dat watervleermuis mest in vergelijking met rosse vleermuis mest erg licht is. Ook is de variatie in gewicht goed te zien. Waarschijnlijk heeft het gewicht per keutel te maken met de weersomstandigheden; na een paar dagen niet jagen, zullen de keutels veel minder wegen. Daarnaast zal het dieet een rol spelen; de ene nacht zullen de gegeten prooien zwaarder zijn dan de andere avond.

7.10.2.2 Verschil in de typen mest

Naast de seizoensvariatie in het gewicht van vleermuismest is er ook sprake van veel variatie per nacht; tijdens het onderzoek is onderscheid gemaakt in een aantal typen mest, zoals uitvlieg-, invlieg-, -en nachtmest. Onder de kolonieboom LE5 is ongeveer 3 weken lang mest verzameld (grafiek 138). Het complete overzicht met het gewicht van elk sample staat in tabel 119 (bijlage §13.10.1.1).



Grafiek 138: Verschil tussen gewichten (totaal en per keutel) per verzameltijd. Per verzameldatum zijn de gewichten van de verschillende mesttypes weergegeven.

Chi-kwadraat	53,832
Sign.	0,000 **

Tabel 139: Kruskal -Wallis die het verschil tussen de verschillende mesttypes bekijkt. (df = 4)

Uit deze grafiek en de bijbehorende tabel (tabel 139) blijkt dat er verschillen zijn in het gewicht van de verschillende typen mest. De uitvlieg mest is meestal wat zwaarder dan de andere soorten mest. Waarschijnlijk doordat watervleermuizen 's nachts tijd hebben om te verteren .

7.10.3 Het bepalen van het dieet aan de hand van mestanalyse

Vanwege de lange duur van de analyse van één vleermuiskeutel is een selectie gemaakt van 373 keutels (§7.10.3.1). De inhoud van deze keutels is zo nauwkeurig mogelijk gedetermineerd. Hiermee kunnen dieetverschillen per dag bekeken worden (§7.10.3.3) en het dieet in relatie met omgevingsfactoren (§7.10.3.4). Hieruit blijkt dat het dieet van de vleermuizen van dag tot dag verandert; een aantal prooien neemt gedurende het seizoen toe, terwijl andere prooien afnemen. Voor sommige prooidieren, zoals vliegen en muggen kan deze toe of afname verklaard worden door de invloed van omgevingsfactoren. Door gebruik te maken van een aantal verschillende methoden kan inzicht gekregen worden in het dieet van watervleermuizen (§7.10.3.5). Volgens de combinatie formule (% vol/% occ) blijkt dat kevers en nachtvlinders het grootste deel van het dieet van watervleermuizen vormen.

7.10.3.1 Sample grootte

In totaal is 91 keer mest verzameld, op verschillende landgoederen en bij zoveel mogelijk koloniebomen. Na een eerst selectie, waarbij van elke sample keutels een willekeurige steekproef van maximaal 10 keutels is genomen bleven er nog 547 watervleermuis keutels over. Doordat analyse van één keutel erg lang (45 minuten) duurt, zijn er uiteindelijk slechts 373 keutels geselecteerd (tabel 119, bijlage §13.10.1.1) Hierbij zijn alleen de keutels verzameld in Leyduin gebruikt, op die manier zijn de keutels ook makkelijker vergelijkbaar.

Deze 373 keutels zijn verdeeld over 41 samples van maximaal 10 keutels. Bij sommige bomen was het simpelweg niet mogelijk om meer dan 10 keutels te verzamelen. Dit kwam onder andere door de ligging van de invliegopening (te hoog of gehinderd door takken). Een overzicht van de zes bomen waaronder mest verzameld is, staat in tabel 140.

Boom-nr	n	Aantal keutels
Le1	1	10
Le2	1	10
Le4	3	22
Le5	31	299
Le6	2	12
Le10	2	17

Tabel 140: Overzicht van de steekproefgrootte (n) en het totaal aantal keutels dat per kolonieboom is geanalyseerd.

Met behulp van een formule uit een onderzoek van Reynold en Aebischer (Reynold & Aebischer, 1991) is de minimale steekproefgrootte per prooi soort berekend van de keutels uit kolonieboom LE5. Volgens deze formule zijn per prooi soort ruim voldoende keutels (299) gebruikt, voor het totaal aanbod zijn echter 44 keutels te weinig gebruikt (tabel 141).

$$n = \frac{4p(1-p)}{L^2}$$

Waarbij n = aantal benodigde keutels om p te schatten met nauwkeurigheid L
 p = frequentie van het voorkomen van een prooi soort
 L = benodigde nauwkeurighedsgraad (hier 0,10)

	Spinnen	Langpoot muggen	Vliegen	Muggen	Schiet motten	Haften	Gaas vliegen	Wantsen	Nacht vlinders	Kevers	Snuit kevers	Haantjes	Totaal
Occ	0,06	0,06	0,12	0,28	0,04	0,13	0,08	0,09	0,06	0,06	0,02	0,01	1,00
n	21,61	21,62	41,90	80,15	15,66	45,62	29,85	33,70	23,19	22,72	6,06	2,16	344,23

Tabel 141: Minimaal benodigd aantal keutels (n) om het behaalde voorkomen (occ) per prooi soort te bereiken.

7.10.3.2 Uitkomsten van de eerste analyse

De inhoud van 373 keutels is aan de hand van kenmerkende onderdelen, zoals poten en antennes, zoveel mogelijk tot op de soort gedetermineerd. Aan de hand van het aantal gevonden pootjes en andere onderdelen kon vervolgens geschat worden wat het oorspronkelijke aandeel van een prooi in het dieet van de vleermuis was. Deze methode is ook al eerder toegepast door Boonman (Boonman, 1995) die mest van grootoor vleermuizen analyseerde. Bij deze methode is rekening gehouden met de herkenbaarheid, vindbaarheid en verteerbaarheid van een prooi. Zo is bijvoorbeeld een haften vleugel goed herkenbaar, maar daarbij ook erg goed verteerbaar. De kans om deze te vinden is daardoor vrij klein.

Tijdens de analyse werd duidelijk dat niet alle prooien in zijn geheel in de mest terug te vinden waren. Van grotere prooien, zoals kevers en haantjes, werden vaak slechts enkele onderdelen per keutel gevonden. Ook onderdelen van kleinere prooien zijn in meerdere keutels teruggevonden, zoals de schubben van nachtvlinders, de haren van spinnen en de dekschilden van snuitkevers. Omdat dus blijkbaar niet elke prooi in zijn geheel in een keutel is aangetroffen, is ook met halve prooien gewerkt. Dit levert per kolonieboom het volgende overzicht (tabel 142)

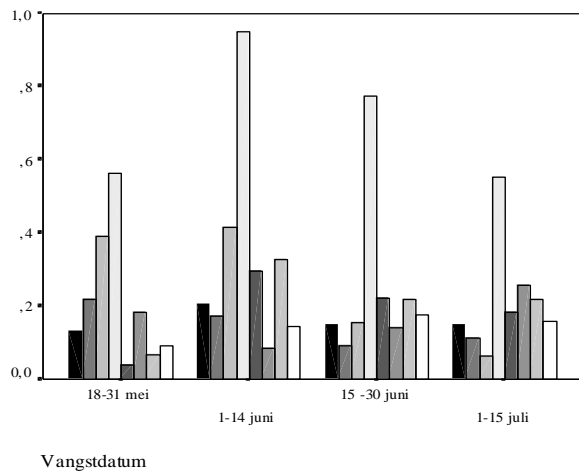
	LE 1 (10)	LE 2 (10)	LE 4 (22)	LE 5 (299)	LE 6 (12)	LE 10 (17)
Spinnen	3	5,5	18	180,5	8	1
Langpootmuggen	6	8,5	11	112	7,5	4,5
Vliegen	15	20	30	245,5	16	6,5
Muggen	27	37	190	1636	103	63
Schietmotten	0	0,5	7	69	3	2
Haften	2	0	20	177	2	0
Wantsen	6	6,5	4,5	241	2,5	7
Nachtvlinders	0,5	3,5	29	267	12,5	1
Kevers	3	1,5	8	146	5	1,5
Snuitkevers	0	0,5	1	24,5	0	4,5
Haantjes	0	0,5	4,5	7	2	0,5

Tabel 142: Totale aantallen van elke insecten soort gevonden in de mest, verzameld onder één van de 6 koloniebomen (hier gegeven als boomnummer). Tussen haakjes staat het aantal keutels (steekproef grootte) waaruit deze aantallen zijn verkregen.

Uit deze tabel blijkt dat in alle kolonies het aandeel muggen het grootste is, op de tweede plaats staan vliegen. Het dieet van watervleermuizen per kolonieboom blijkt redelijk verschillend te zijn, al is het mogelijk dat dit veroorzaakt wordt door seizoensverschillen. De vleermuizen in kolonieboom LE10 eten bijvoorbeeld weinig kleine prooien; het aandeel snuitkevers en schietmotten is vrij hoog. In kolonieboom LE4 worden relatief veel haantjes en kevers gegeten, in kolonieboom LE6 en LE5 relatief veel muggen.

7.10.3.3 Dieet verschillen per dag

De vleermuismest is verzameld gedurende een periode van 2 maanden, hierdoor is het mogelijk om seizoensverschillen in het dieet van watervleermuizen te onderzoeken. Met andere woorden worden in het begin van het seizoen andere prooien gegeten dan aan het einde van het seizoen? In grafiek 143 is een overzicht gegeven van de dieetverschillen per vangstdatum



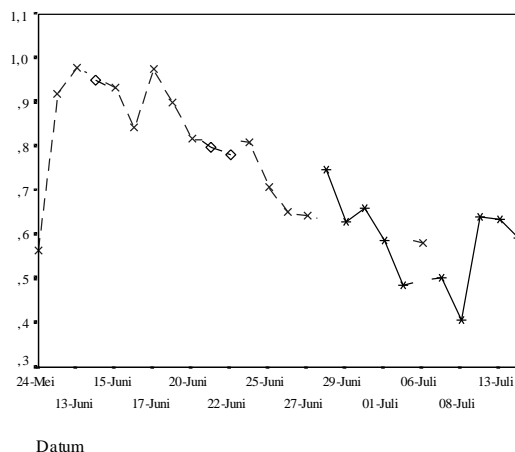
Grafiek 143: Overzicht van het gemiddeld aantal insecten per vangstdatum. De insecten zijn weergegeven per soort (van links naar rechts)
 = spinnen,
 = langpootmuggen,
 = vliegen
 = muggen,
 = schietmotten + haften + gaasvliegen,
 = wantsen,
 = nachtvinders,
 = kevers (inclusief haantjes en snuitkevers)

Uit deze grafiek blijkt dat het aandeel van elke prooi in het dieet van de watervleermuis per vangstdatum varieert. Het aandeel muggen bereikt tussen 1 en 14 juni een piek en daalt daarna weer. In dezelfde periode stijgt het aandeel van nachtvinders en kevers, het aandeel van deze twee prooien blijft redelijk constant tijdens de rest van het seizoen. Het aandeel vliegen daarentegen neemt sterk af.

7.10.3.4 Dieet in relatie met weersomstandigheden

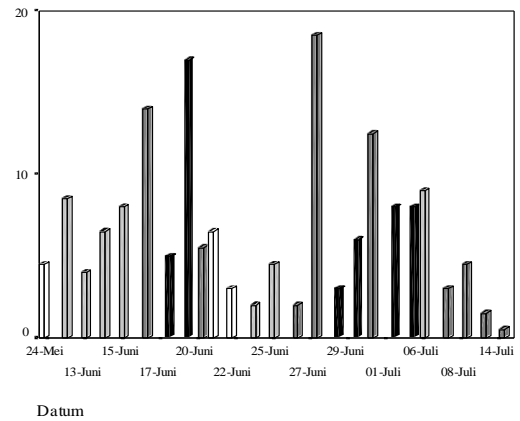
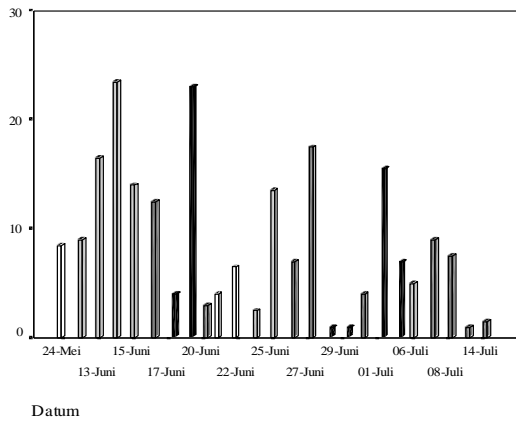
Het dieet van vleermuizen is afhankelijk van het prooiaanbod en dus van omgevingsfactoren. Uit paragraaf 7.3.7 bleek dat bijvoorbeeld haantjes, luizen en vlinders nauwelijks actief zijn bij lage temperaturen. Met behulp van een Factor Anova is de invloed van de omgeving op het dieet van de watervleermuis bekeken (tabel 120, bijlage §13.10.1.2). Hierbij zijn de weersfactoren van een dag geleden gebruikt in het geval van uitvliegmeest; op die dag zijn de prooien namelijk gevangen. Hieruit blijkt dat langpootmuggen, vliegen en muggen significant beïnvloed worden door de alle drie de omgevingsfactoren (wind, mist en temperatuur). Haft, nachtvlinder en haantjes worden door slechts twee omgevingsfactoren beïnvloed.

Bij de relatie tussen de omgevingsfactor temperatuur en muggen is het opvallend dat het aantal gegeten muggen afneemt gedurende het seizoen (grafeik 144). Deze afname geeft een vertekend beeld van de relatie tussen temperatuur en het aantal gegeten muggen; waarschijnlijk heeft een toename van de temperatuur een niet zo'n sterk negatief effect op het aantal muggen. Uit deze grafiek blijkt wel dat er wat meer aan de hand is met de relatie tussen muggen en vleermuizen.



Grafiek 144: Het gemiddeld aantal muggen in relatie met temperatuur. De verschillende temperatuur groepen worden aangegeven door middel van * = hoge temperatuur, x = redelijk warm, ^p = koud

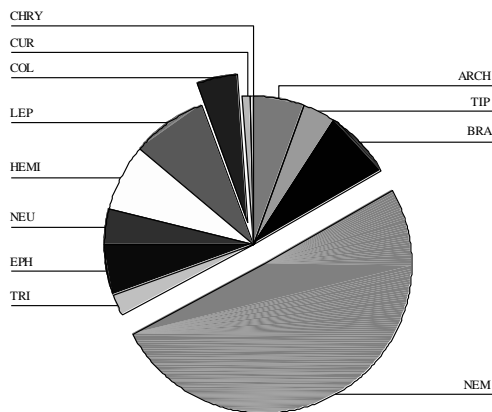
Bij extreme weersomstandigheden verandert de watervleermuis zijn jachtbiotoop. Zo is dikwijls waargenomen dat erg veel watervleermuizen bij harde wind in en rondom het bos jaagden. In de AWD zijn die nacht nauwelijks watervleermuizen waargenomen. Dit gedrag is wel vaker waargenomen maar is nooit zo duidelijk in het dieet van vleermuizen teruggevonden. Deze verandering in jaaggebied is ook terug te vinden in het dieet, zo worden op dagen met veel wind relatief veel spinnen en kevers gegeten (grafiek 144 en 145).



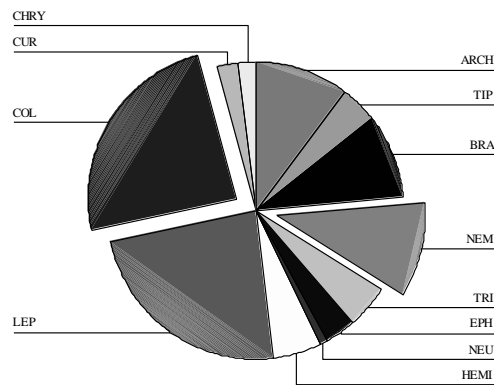
Grafiek 144 en 145: Het totaal aantal gegeten spinnen en kevers in het dieet van de watervleermuis. (NB: 0 waarnemingen zijn niet meegenomen in deze grafieken) De windsterkte is met verschillende kleuren weergegeven; □ = geen, ◻ = redelijk, ◻ = matig, ◼ = hard

7.10.3.5 Het dieet op verschillende manieren

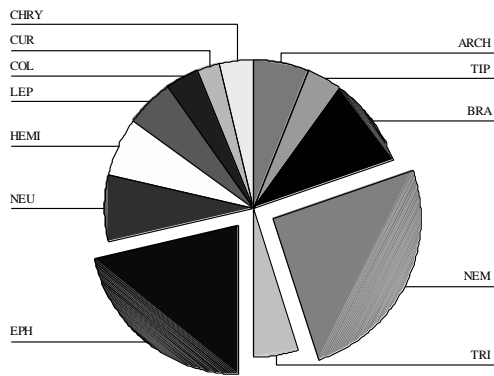
Het dieet van watervleermuizen is op meerdere manieren bepaald, waarbij elke manier zijn eigen voor- en nadelen heeft. Het aantal individuen per prooisort is met behulp van de formules in paragraaf...omgezet in respectievelijk de bijdrage van elke soort tot het dieet, het voorkomen van een soort en een combinatie van deze twee manieren. Voor de kolonieboom LE5 zijn hier een aantal taartdiagrammen van gemaakt die het dieet van de watervleermuizen op verschillende manieren duidelijker maakt (figuur 147 t/m 150).



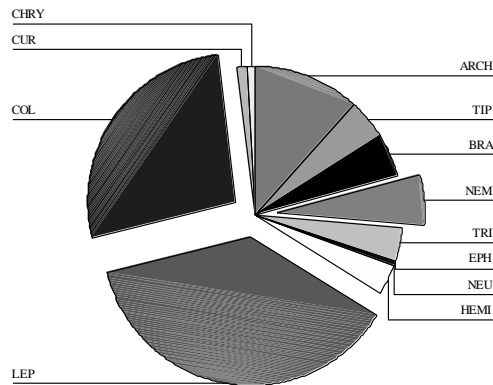
Figuur 147: Totaal aantal individuen per soort (zie ook §7.10.3.2).



Figuur 148: Bijdrage van elke soort, of te wel het volume percentage per soort.



Figuur 149: Het voorkomen van een soort in een sample (maximaal 10 keutels).



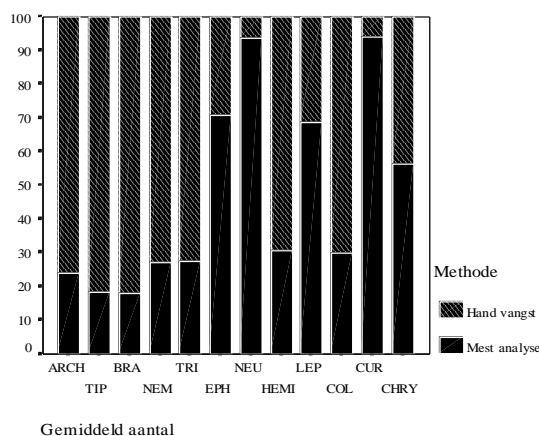
Figuur 150: Het resultaat van de formule %vol / % occ; een combinatie van grafiek 148 en 149.

Per taartdiagram blijken er aanzienlijke verschillen te bestaan in het dieet van vleermuizen. Uit figuur 147 blijkt dat muggen (nem) ongeveer 50 procent van het totaal aantal gegeten prooien uitmaakten. De overige prooien komen in veel lagere aantallen voor. Het totaal aantal gevangen kevers is ongeveer even groot als het totaal aantal nachtvlinders. Dit beeld wordt geheel anders als het volume percentage per soort bekeken wordt (figuur 148). Hieruit blijkt dat kevers (col) en vlinders (lep) een grote (volumineuze) bijdrage van het dieet uitmaken. Muggen daarentegen beslaan een veel kleiner percentage. Met betrekking tot het voorkomen van een soort in het dieet (figuur 149) blijkt dat muggen (nem) en haften (eph) in erg veel keutels voorkomen. De overige soorten komen in veel kleiner percentage voor. In de laatste figuur is een combinatie van het voorkomen en het volume percentage gegeven (figuur 150). Hieruit blijkt dat vlinders (lep) en kevers (col) samen meer dan 50 procent van het totaal vormen. Muggen daarentegen beslaan een veel kleiner percentage.

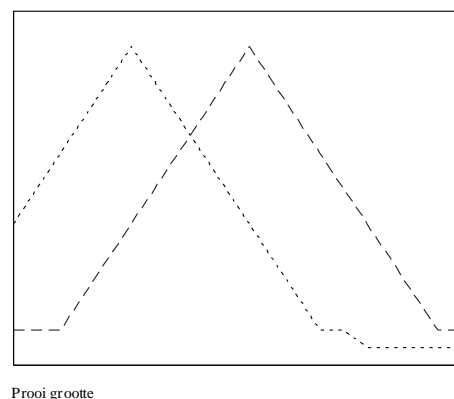
7.10.4 Mestanalyse in vergelijking met handvangsten

Het uiteindelijke doel van de mestanalyse is een beeld krijgen van het dieet van watervleermuizen. Hiermee kan het nachtelijke verspreidingspatroon van watervleermuizen verklaard worden. Een vergelijking met handvangsten van insecten kan hierbij een extra inzicht geven. Ook kunnen toe -en afname van het aantal van een bepaalde prooi verklaard worden, zo blijkt bijvoorbeeld uit zowel handvangst als mestanalyse dat het aantal muggen gedurende het seizoen afneemt. Ook kan met behulp van handvangsten een verklaring worden gegeven voor een toe -en afname van een bepaalde prooi in het dieet van een watervleermuis.

Tussen beide methoden bestaat een verschil in effectiviteit (grafiek 151). Uit onderzoek van Taake (Taake 1992) bleek dat vleermuizen relatief grotere prooien vangen dan een mens door middel van handvangst (grafiek 152).



Grafiek 151: Overzicht van het verschil in efficiëntie tussen handvangst en mest analyse per insecten soort.

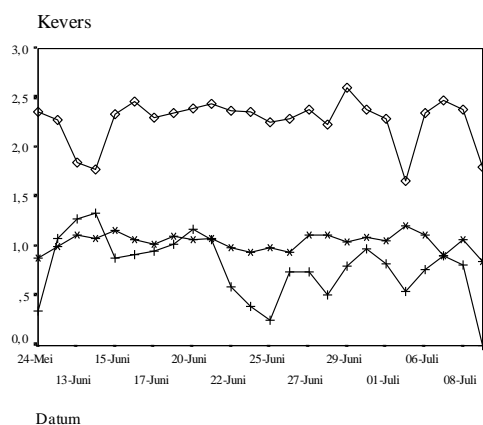
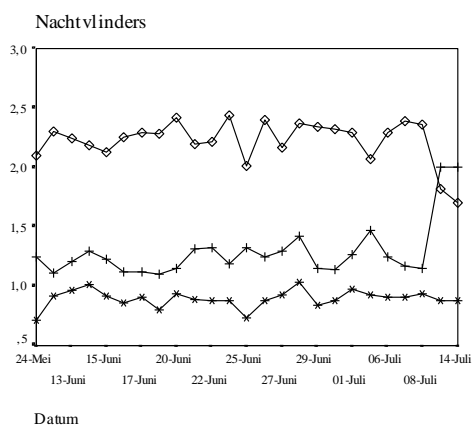
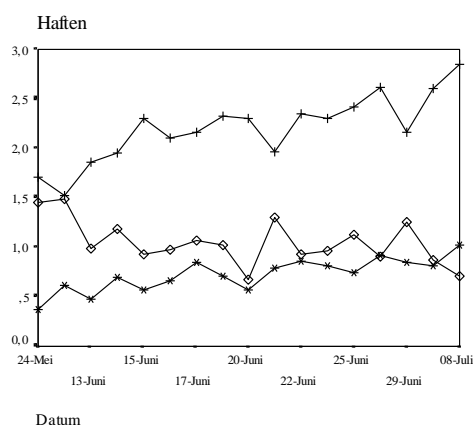
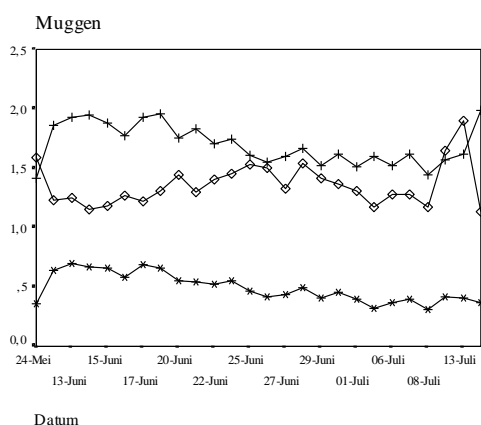


Grafiek 152: Grafiek van het verschil in prooi grootte tussen handvangst (---) en vleermuisvangst (—)..

Uit deze beide grafieken blijkt dat er sprake is van duidelijke verschillen in effectiviteit tussen hand -en mestvangst. Niet alleen per soort maar ook in grootte van de prooi. In grafiek...is te zien dat haften, gaasvliegen, nachtvinders en snuitkevers veel vaker door vleermuizen gevangen zijn dan door handvangsten. Voor andere soorten, zoals spinnen, langpootmuggen, vliegen en muggen geldt dit verschil precies andersom; handvangst blijkt veel effectiever.

Dit verschil in effectiviteit van is ook onderzocht met behulp van Pearson correlatie (tabel 121, bijlage §13.10.2.1). Hieruit blijkt dat slechts een klein aantal insecten uit de groep 'handvangst' significant met de groep 'mestanalyse' gecorreleerd zijn; zo zijn bijvoorbeeld langpootmuggen gecorreleerd met muggen, wantsen, en haantjes, vliegen met gaasvliegen, schietmotten met haantjes. Slechts kevers en haantjes zijn significant aan 'elkaar' gecorreleerd. Alleen voor deze twee groepen is handvangst mogelijk even effectief als mestanalyse.

Het nadeel van een Pearson correlatie is dat het effect van seizoensverloop buiten beschouwing wordt gelaten, zo bleek onder andere uit paragraaf 7.10.3.4 dat het aantal gegeten muggen gedurende het seizoen sterk afneemt. Met de grafieken 153 t/m 156 is het seizoen verloop van een aantal belangrijke prooien wat beter bekeken.



Grafiek 153 t/m 156: Het verloop van vier soorten insecten. De vier manieren om mest te analyseren zijn apart weergegeven; * = het volume percentage per soort (gewicht), + = voorkomen van een soort in een sample (occurrence), p = combinatie van volume en voorkomen (vol/ occ).

Uit deze vier grafieken is duidelijk zichtbaar dat het aantal gegeten muggen gedurende het seizoen afneemt, terwijl het aantal gegeten haften toeneemt. Het aantal gegeten kevers en nachtvinders blijft redelijk constant gedurende het seizoen. Van alle vier de grafieken vertoont de combinatie methode het meeste schommelingen. Hierbij vallen een aantal zaken op; van 8 tot 13 juli neemt het aantal gegeten muggen volgens deze methode sterk toe, terwijl het aantal gegeten nachtvinders en kevers sterk afneemt. Ook is opvallend dat de combinatie methode bij haften en muggen onder de lijn met het voorkomen van deze soorten ligt, terwijl de methode bij kevers en nachtvinders boven de lijn met voorkomen ligt.

8. Conclusie

8.1 Conclusie algemeen

In het onderzoek is het dieet en gedrag van de watervleermuis in vele facetten onderzocht, zodat inzicht gekregen kan worden in de verspreiding van watervleermuizen en hun terreingebruik. Hierbij is zowel de ecologie, als het dieet, als de verspreiding van de vleermuis aan bod gekomen. Om het dieet van de watervleermuis te onderzoeken is de relatie tussen insecten in het veld en de verspreiding van vleermuizen onderzocht. Ook is een mest analyse uitgevoerd.

In dit hoofdstuk (§8.2 t/m 8.11) zullen de uiteindelijke conclusies per onderdeel besproken worden. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen tijdelijke en ruimtelijke verschillen in verspreiding. Ook wordt de relatie met constante en variabele omgevingsfactoren apart besproken

8.2 Monsterpunt typologie

Aan de hand van variabele -en constante omgevingsfactoren is redelijk nauwkeurig te bepalen wanneer een punt of dag kwalitatief goed of slecht is. Zo zijn de punten 2, 9 en 13 erg geschikt, terwijl de punten 10,11 en 12 erg ongeschikt zijn. De dagen 7,13, 23 en 31 zijn het meest geschikt (§7.2.4.2). Met behulp van de formules uit paragraaf 7.2.4.2 kunnen de variabele omgevingsfactoren omgerekend worden tot een correctiemaat om de vleermuis -en insectendata om te rekenen. Hierbij zijn de variabele omgevingsfactoren in zekere mate afhankelijk van de constante factoren, dit levert slechts een beperkte beïnvloeding van de correctiemaat.

8.3 Insekten in de lucht en in het water

De verspreiding van insecten in de lucht is erg variabel in de ruimte en in de tijd. Bovendien zorgen weersomstandigheden (variabele omgevingsfactoren) voor een extra variatie. Ook het aantal insecten in het water is variabel, in dit geval alleen in de ruimte. Daarbij is de variatie binnen een zelfde watertype of vangstdatum kleiner. Ook de plek (diep/ ondiep en oever/ water) waarop respectievelijk insecten in het water en insecten in de lucht zijn gevangen speelt een rol in de variatie.

De afvoerkanalen en in de voorraadkanalen bevatten de meeste soorten (insekten in het water) (§7.3.2). De afvoerkanalen zijn erg rijk in muggen (larven). De voorraadkanalen zijn vooral rijk aan haften -en schietmottenlarven. In alle watertypen worden waterkevers in geringe mate gevangen.

De afvoerkanalen zijn relatief voedselrijk, terwijl de geulen relatief voedselarm zijn wat betreft aantallen en soorten insecten in de lucht (§7.3.3). Veel soorten zijn specifiek voor een plek of watertype, zo komen in voorraadkanalen veel schietmotten voor, boven afvoerkanalen komen veel luizen en wantsen voor, ten slotte komen boven geulen veel langpootmuggen voor. Opvallend is de negatieve trend in het aantal muggen gedurende het seizoen (§7.3.6). Het muggen aanbod wordt gecompenseerd door andere (grotere) insecten, zoals schietmotten en haften. Dit is mogelijk een indicatie voor het gebruik van muggen als stapelvoedsel; in gebrek aan beter worden vooral muggen gegeten, maar als kwalitatief beter voedsel voor handen is wordt dit gegeten. Niet alle insectensoorten vertonen een duidelijk seizoensverloop; zo blijft het aantal spinnen, vliegen, rupsen en nachtvlinders gedurende het seizoen ongeveer gelijk.

De verspreiding van insecten wordt beïnvloed door alle weersomstandigheden (§7.3.7); zo heeft een toename van wind en een afname van de mate van beschutting een negatief effect op het aantal insecten op een punt. Bij een erg lage temperaturen zijn sommige (kleinere) insecten nauwelijks actief.

De twee datasets van insecten in de lucht en in het water zijn niet of nauwelijks vergelijkbaar, wel vullen ze elkaar aan (§7.3.8). Zo worden haften in de lucht nauwelijks gevangen terwijl haftenlarven in het water vrij makkelijk gevangen kunnen worden. Op die manier kan toch de verspreiding van haften bepaald worden.

8.4 Verspreiding van watervleermuizen

De verspreiding van vleermuizen in hun foerageergebied is erg variabel in de ruimte en in de tijd. Er is dan ook sprake van grote verschillen in het aantal vleermuizen per punt en per avond. Deze variatie wordt ten dele veroorzaakt door het insectenaanbod op een punt en door de weersomstandigheden op een punt. De variatie binnen een zelfde watertype of vangstdatum is kleiner dan de totale variatie; blijkbaar blijven de omstandigheden boven hetzelfde watertype/vangstdatum redelijk constant.

Per punt zijn een aantal vleermuisvariabelen genoteerd. Deze zijn erg geschikt in het verklaren van hun 'eigen' onderdeel van de verspreiding van watervleermuizen (§7.4.1.1). Zo zijn passages en aantal trekkers een goede maat te zijn voor trekgedrag, terwijl buzzen en aantal jagers een goede maat zijn voor foerageergedrag. Hierbij is het opvallend dat foerageergedrag erg plek specifiek is, terwijl trekgedrag meer evenredig verdeeld is over alle plekken, waarbij een op een aantal plekken een hoger aantal trekkende vleermuizen is waargenomen.

Van de watertypen zijn de afvoerkanalen, en de daarbij horende punten 1 en 2, het meest populair bij de watervleermuizen, terwijl de geulen en voorraadkanalen, en de daarbij behorende punten 6 en 7, het minst populair zijn (§7.4.2). De populariteit tussen de andere punten wisselt nogal en is afhankelijk van het seizoen (§7.4.3). Deze stijging van activiteit op een punt is specifiek voor een bepaalde dag en wordt veroorzaakt door een plotselinge toename in kwaliteit van een punt, bijvoorbeeld door een erg gunstige ligging (veel beschutting) of door een hoog voedselaanbod.

De verspreiding van vleermuizen wordt ook beïnvloed door omgevingsfactoren (§7.4.4); zo heeft een toename van beschutting een duidelijk positief effect op vleermuizen, een toename van mist een negatief effect. Waarschijnlijk heeft dit te maken met het vermogen van een watervleermuis om insecten van het wateroppervlak af te grissen. Mist en rimpels op het wateroppervlak verstoren de echolocatie van watervleermuizen waardoor het moeilijker is een prooi te bemachtigen.

Watervleermuizen lijken erg brede wateroppervlakte, vooral in het begin van de avond, te vermijden (§7.4.5). Waarschijnlijk kan dit gedrag verklaard worden door de vermijding van predatie. Predatie door vogels draagt bij voor 4 procent van de jaarlijkse sterfte van vleermuizen in Engeland (Speakman, 1991). Belangrijkste jagers hierbij zijn bosuil en ransuil. In de AWD worden echter slechts weinig vleermuizen in braakballen gevonden (Koning, 199?????)

8.5 Relatie tussen de verspreiding van vleermuizen en insecten in de lucht en in het water

De relatie tussen de verspreiding van vleermuizen en insecten in de lucht en in het water is op meerdere manieren bekeken. Zo is gekeken naar de directe relatie en naar de overlap in de verspreiding van vleermuizen en insecten. Bij beide manieren wordt zowel de verspreiding van vleermuizen en insecten, als de relatie tussen vleermuizen en insecten beïnvloed door omgevingsfactoren; de zogenaamde driehoeksrelatie (§7.5.3)

De relatie tussen vleermuizen en insecten kan ook zonder de invloed van omgevingsfactoren worden bekeken (Partial Correlatie). Hieruit blijkt dat zonder de invloed van temperatuur en beschutting correlaties bestaan tussen vleermuizen en vliegen, wantsen, rupsen, nachtvlinders, sprinkhanen, teken en de restgroep.

Watervleermuizen hebben een heel gevarieerd dieet, het is dan ook lastig om een relatie tussen vleermuizen en insecten te bepalen. Toch zijn een aantal duidelijke relaties tussen vleermuizen en insecten gevonden (§7.5.2). Zo hebben vleermuizen een voorkeur voor een aantal insectensoorten zoals spinnen, langpootmuggen, muggen en nachtvlinders. Daarbij hebben watervleermuizen een voorkeur voor redelijke kleine (tot 1 cm), maar wel redelijk zware prooien. Het gedrag van een insect, met andere woorden of een insect rondvliegt of zit, heeft nauwelijks invloed op de voorkeur van een vleermuis voor een bepaald insect. Waar een prooi zich bevindt, op de oever of boven het water, heeft wel een effect op de voorkeur van vleermuizen (§7.5.2.2); tussen vleermuizen en insecten boven de oever worden de meeste relaties gevonden. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de vangstplek (oever/ water) vaak bepalend is per insectensoort, zo wordt een spin boven de oever gevangen en een mug boven het water. De relatie tussen vleermuizen en insecten boven de oever kan dan ook op meerder manieren verklaard worden:

- Vleermuizen jagen liever langs de oever (waarschijnlijk omdat hier nu eenmaal meer insecten vliegen)
- De handvangst efficiëntie waarmee de insecten boven water zijn gevangen is veel minder dan de handvangst efficiëntie langs de oever
- De vangstefficiëntie waarmee vleermuizen insecten boven het water vangen is veel groter dan die van handvangsten boven het water.

Bij onderzoek van de driehoeksrelatie (§7.5.3) tussen de verspreiding van vleermuizen, insecten en de omgevingsfactoren wordt duidelijk dat vleermuizen en insecten in gelijke mate op de verschillende factoren reageren. De relatie tussen vleermuizen en insecten wordt dus als het ware beïnvloed door omgevingsfactoren. Wind, beschutting en richting hebben daarbij het meeste effect op de relatie, temperatuur heeft een mindere invloed. Waarschijnlijk komt dit doordat temperatuur niet specifiek is voor een plek maar voor een tijdstip. Daarbij heeft temperatuur slechts een indirect effect op de aantallen insecten (verpopping).

8.6 Activiteit

In de drie activiteitsmaten is net zoveel tijdelijke en ruimtelijke variatie als in de verspreiding van vleermuizen (§7.6.2). Passages activiteit van trekkers geeft een goed inzicht te geven in het trekpotenties van een punt. Punten met een hoge passage activiteit van trekkers zijn erg geschikt als trekroute, bovendien is deze activiteit op die punt het gehele seizoen even hoog. Foerageeractiviteit en passages activiteit jagers is een goede indicatie voor de kwaliteit van een plek (§7.6.4). De relatie tussen activiteit en insecten is daarentegen minder duidelijk.

8.7 Plektijd

In dit onderzoek is op drie manieren geprobeerd het verloop van vleermuizen op een punt zo nauwkeurig mogelijk te bestuderen, waarbij een zo representatief mogelijke steekproef gezocht is (§7.7.2). De gehele nacht methode met waarnemingen om de 30 minuten (het 'subonderzoek') is te grof (§7.7.3). Een overall beeld van de totale data levert een redelijk duidelijk totaal beeld, maar is moeilijk te interpreteren vanwege grote variaties in omgevingsfactoren. Een steekproef van 30 minuten ('plektijd') levert een duidelijk verloop van de waargenomen 30 minuten, maar geeft slechts een heel beperkt beeld van het overige verloop van vleermuizen op een punt. Een groot aantal steekproeven van 15 minuten (3 x 5 minuten) levert, vanwege de grote variatie op veel punten, waarschijnlijk het duidelijkste beeld.

Een voordeel van een plektijd onderzoek is dat naar aanleiding hiervan de kwaliteit van een plek bepaald kan worden (§7.7.4). De kwaliteit van een plek is afhankelijk van de complexiteit van een plek, van het predatie risico op een punt, van de hoeveelheid voedsel en van de kwaliteit van het voedsel. Op kwalitatief goede plekken worden vaak meerdere vleermuizen tegelijk aangetroffen. Hierdoor is de concurrentie om voedsel hoger, de vleermuizen moeten 'rekening' met elkaars sonar houden en bovendien raakt het voedsel sneller op.

8.8 Trekroute

In dit onderzoek is op de twee bekende hoofdtrekroutes (Pannelandeweg en Leyduin) en een aantal punten in het foerageergebied gekeken naar het aantal passerende vleermuizen (§7.8.2). De punten 1,2 en 7 liggen in het verlengde van één van beide hoofdtrekroutes; op deze punten wordt een hoge activiteit van vleermuizen in het begin van de avond waargenomen. Andere punten zoals 5,9 en 11 worden gedurende de nacht als trekroute gebruikt; het aantal trekkers is hier gedurende het gehele seizoen redelijk constant. Het is erg belangrijk dat dit soort trekroutes behouden blijven, zodat het foerageergebied voor watervleermuizen bereikbaar blijft.

Het aantal passerende vleermuizen op de twee hoofdtrekroute levert een inzicht in de populatie grootte van de watervleermuizen in de AWD (§7.8.3). Op deze manier kan een trekroute telling gebruikt worden als 'census' telling om het verloop van het aantal watervleermuizen te bestuderen. Deze telling kan vanwege variaties gedurende het seizoen en tijdens bepaalde weersomstandigheden, het beste drie maal per jaar (rond dezelfde datum) plaatsvinden. Op deze manier kan het populatie verloop het beste bekeken worden.

De populatie schatting, ongeveer 145 individuen, van de twee trekroutes kunnen op een aantal manieren vergeleken worden (§7.8.3). Zo levert een extrapolatie van het aantal vleermuizen dat volgens 'oppervlakte' berekeningen in de AWD foerageert, een populatie schatting van ongeveer 250 watervleermuizen. Ook de populatieschattingen van de kolonieboom -en bunkertellingen leveren een vergelijkbare schatting van respectievelijk 144 en 190 individuen. Hieruit blijkt dat de AWD een erg belangrijk foerageergebied is voor watervleermuizen.

De meeste passerende vleermuizen op een trekroute vertonen een heel ander vlieggedrag dan vleermuizen die aan het jagen zijn; trekkende vleermuizen vliegen in rechte lijnen, waarbij ze sneller vliegen dan normaal. Tijdens dit soort gedrag worden dan ook geen insecten gevangen (tenzij deze erg verleidelijk vlakbij vliegen).

8.9 Koloniebomen

Op in totaal 7 landgoederen in de omgeving van de AWD zijn 38 koloniebomen gevonden, met gemiddeld rond de 30 individuen per boom. Bij deze kolonies kwam duidelijk het verschil tussen mannen en vrouwen kolonies naar voren; mannenkolonies zijn altijd vrij klein en verhuizen vaak. Hierdoor zijn deze kolonies vrij moeilijk te vinden. De vrouwen kolonies daarentegen, verhuizen veel minder en zijn ook veel groter. Daarnaast is bij de vrouwen kolonies een toename in het aantal bewoners tijdens het seizoen waar te nemen.

Watervleermuizen lijken een paar duidelijke eisen te stellen bij de keuze van een kolonieboom. De meeste bezette koloniebossen staan in lanen en hebben een gesloten vegetatie dek. De vrouwen stellen ook nog eisen aan de ligging van hun boom ten opzichte van het foerageergebied en ten opzichte van andere potentieel geschikte koloniebossen. Bossen die zo dicht mogelijk naast het foerageergebied en zo dicht mogelijk naast andere geschikte bossen hebben de voorkeur. De keuze van de boomsoort lijkt afhankelijk van het aanbod, al worden naaldbossen, populieren en wilgen zelden als kolonieboom gekozen.

Vooraf in het begin van het seizoen (half mei) ondervinden vleermuizen veel concurrentie van vogels. Rond die tijd worden suboptimale bossen bewoond. Nadat de jonge van de meeste vogels zijn uitgevlogen kunnen meer geschikte, tot nu toe bezette, bossen worden bewoond. Van wederzijdse concurrentie tussen de verschillende vleermuis soorten lijkt nauwelijks sprake te zijn, er is zelfs een aantal maal een gemengde kolonie rosse en watervleermuizen waargenomen. Toch is ook eenmaal waargenomen dat rosse vleermuizen vlak na het vertrek van watervleermuizen een boom bezetten.

8.10 Mestanalyse

Het dieet van watervleermuizen is erg wisselend per dag en maand (§10.3.3). Waarschijnlijk wordt deze variatie veroorzaakt door variatie in het aanbod van prooien en door weersomstandigheden. Deze variatie is ook waar te nemen in het gewicht van de keutels; tijdens het seizoen zijn duidelijke zware en minder zware keutels gevonden (§7.10.2). Het gewicht van een vleermuiskeutel weerspiegelt in zekere mate het dieet van de watervleermuis.

In vleermuis mest zijn ook een aantal niet bewust gegeten zaken te vinden, zoals mijten, aaltjes, haren en vleermuisvliegen (§7.10.1.1). Mijten en haren komen in de keutels terecht doordat watervleermuizen deze inslikken tijdens het poetsen. Ook worden sommige mijten tegelijkertijd met een prooi ingeslikt. Aaltjes en andere parasieten worden vooral gevonden in mest van vleermuizen die te lang in dezelfde kolonieboom wonen. Deze kolonie zal waarschijnlijk snel verhuizen, om van zijn parasitische burens af te komen. De vleermuisvliegen worden niet echt door vleermuizen gegeten; de larve van dit beestje leeft van vleermuis mest en bedekt zijn gehele lichaam met keutel resten, waardoor het net op een keutel lijkt.

Het dieet van watervleermuizen is op meerdere manieren bekeken (§7.10.3.5). Elke methode heeft zijn eigen voor en nadelen en levert daardoor andere resultaten. Met de 'combinatie' is geprobeerd rekening te houden met de verschillen in verteerbaarheid en voedingswaarde tussen de insecten. Deze methode levert dan ook waarschijnlijk de meest representatieve resultaten. Volgens deze methode zijn nachtvlinders en kevers de meest geliefde prooi van watervleermuizen. Op een tweede plaats komen spinnen en vervolgens muggen. De overige prooien zijn ongeveer even populair. Muggen zijn, in tegenstelling met wat andere onderzoeken concluderen, slechts een middelmatig populaire prooi. Al blijven muggen wel verreweg de meest gegeten prooi.

Uit een vergelijking tussen handvangst en mestanalyse blijkt dat handvangst geen efficiënte methode is om het dieet van watervleermuizen te bestuderen (§7.10.4). De handvangsten leveren alleen een globaal beeld over de op een punt aanwezige insecten. Het dieet per dag of per punt is echter nauwelijks vast te stellen. Handvangsten leveren echter wel een erg handige aanvulling op de mestanalyse; met behulp van handvangsten kunnen veranderingen in het dieet van watervleermuizen beter verklaard worden.

Het dieet van watervleermuizen is erg variabel. De resultaten die zijn verkregen met behulp van mestanalyse komen nauwelijks overeen met die van de handvangstmethode. Dit duidt op prooiselectie van watervleermuizen, omdat watervleermuizen een duidelijk selectieve keuzen maken van het prooiaanbod per nacht.

9. Discussie

In het onderzoek is een poging gedaan om het dieet en gedrag van de watervleermuis te onderzoeken. Dit is gedaan zonder verandering van de omgeving; een beschrijvend onderzoek. Interacties tussen variabelen, zoals de driehoeksrelatie tussen vleermuizen, insecten en omgevingsfactoren kunnen een vertekend beeld geven van een 'pure' waarneming. Hiervoor is op zoveel mogelijk manieren gecorrigeerd. Toch blijven er een aantal discussiepunten over;

- De verspreiding van insecten wordt beïnvloed door allerlei omgevingsfactoren zoals wind, mist en temperatuur. Sommige insecten zullen, als gevolg van een omgevingsfactor hun gedrag veranderen; zo zullen kleine insecten bij veel wind 'schuilen' op beschutte plekken. Ook hebben omgevingsfactoren effect op de verdeling van de insecten over een gebied. Tijdens harde wind zal de verdeling meer geklusterd worden in plaats van willekeurig verdeeld. Deze twee zaken (de gedragsverandering en het klusteren) hebben een effect op de insectenwaarnemingen, maar ook op het gedrag van vleermuizen.
- Tijdens een vleermuiswaarneming vangt de vleermuis insecten, dit zal insectenwaarnemingen van de hierop volgende handvangst mogelijk beïnvloeden. De mate van beïnvloeding van de handvangst is mogelijk afhankelijk van de breedte van een kanaal, van de mogelijkheid tot 'aanvulling' en van het aantal prooien.
- De handvangsten zijn gebruikt om het dieet van watervleermuizen te onderzoeken. Een relatie tussen insecten gevangen tijdens handvangst en vleermuizen levert niet direct een causale relatie;
 - Een veel voorkomende prooi hoeft niet direct door vleermuizen gegeten te worden.
 - Er is waarschijnlijk een verschil in de efficiëntie waarmee vleermuizen prooien vangen en waarmee een vlindernet een prooi vangt.
 - Een vleermuis vangt gericht prooien, terwijl een vlindernet 'blind' is en willekeurig prooien vangt.
- Bij het waarnemen van de gedragingen van vleermuizen komen een aantal problemen naar voren, die mogelijk een waarneming beïnvloeden
 - Het waarnemen van één enkele vleermuis kan met grote nauwkeurigheid gebeuren, maar hoe meer vleermuizen op een punt rondvliegen hoe moeilijker het wordt om elk afzonderlijk gedrag van een vleermuis te noteren. Bij meer dan 5 vleermuizen op een punt (komt zeer zelden voor) is een vrijwel onafgebroken geratel te horen; het aantal passages en buzzen kan nu slechts gegokt worden.
 - Een vangstbuzz is waar te nemen doordat het regelmatige twee-takt ritme van een watervleermuis plotseling versnelt. Maar niet alle vangstbuzzen zullen resulteren in een prooivangst, soms worden vangstbuzzen dan ook halverwege 'gestaakt'. Dit geluid is onder bepaalde omstandigheden moeilijk te onderscheiden van een vleermuis die een bocht draait. Hierbij is namelijk ook een versnelling van het ritme te horen.
 - Het bereik van een batdetektor is ongeveer 20 meter, vleermuizen die buiten dit bereik vliegen kunnen moeilijk of helemaal niet gehoord worden. Vooral op erg brede kanalen kan dit voor een vertekend beeld zorgen.
- Tijdens dit onderzoek zijn een groot aantal koloniebomen gevonden. Hierbij blijft onduidelijk in hoeverre alle watervleermuizen uit verder gelegen landgoederen in de AWD komen jagen. Daarnaast is het onbekend of een kolonie in een bepaald landgoed altijd daar blijft wonen, of dat er sprake is van uitwisseling tussen de verschillende landgoederen.

- De gevonden kolonies bevonden zich meestal in eikenbomen in lanen. Dit betekent echter niet direct dat watervleermuizen een voorkeur hebben dit type bomen. In de landgoederen staan namelijk grotendeels eiken in lanen. Opmerkelijk is echter dat in de beukenlaan in de AWD en in Oud - Woestduin géén kolonies zijn gevonden.
- Uit de mestanalyse in dit onderzoek blijkt dat watervleermuizen ook veel stilzittende prooien vangen, zoals spinnen, snuitkevers en haantjes. Dit levert een kleine indicatie op dat watervleermuizen niet alleen boven water jagen, zoals in het algemeen wordt aangenomen. Zichtwaarnemingen tijdens harde wind bevestigen dit beeld.

10. Aanbevelingen

10.1 Aanbevelingen voor een volgend onderzoek

In dit onderzoek is op meerdere manieren geprobeerd inzicht te krijgen in de ecologie, het dieet en de verspreiding van watervleermuizen. Voor een eventueel vervolg van dit onderzoek is het aan te raden om een aantal veldexperimenten uit te voeren. Hiermee kan op een 'zwart-wit' manier inzicht gekregen worden in het gedrag van vleermuizen. Daarnaast zijn een aantal aanvullingen en verbeteringen op dit onderzoek mogelijk om nog dieper in te gaan op het gedrag van watervleermuizen. Ook het gebruik van enkele zeer dure materialen geven deze mogelijkheid.

10.1.1 Experimenteel onderzoek

- Het creëren van extreem goede -en slechte voedselsituaties; door het toevoegen of verwijderen van de prooien. De extra prooien kunnen gelokt worden door een UV lamp, of door het kweken en later uitzetten van larven.
- Het veranderen van de variabele omgevingsfactoren; bijvoorbeeld door het afspelen van het geluid van kolkend water of het plaatsen van windmolens en/ of lampen.
- Het veranderen van de constante omgevingsfactoren; door bijvoorbeeld het complexer maken van wateroppervlak (door planken en drijvende eilanden). Ook door het aanbrengen of weghalen van beschuttende elementen, zoals riet, bomen en heuvels, kunnen de constante omgevingsfactoren veranderd worden.
- Het vertonen van silhouetten van predatoren, zodat een geschikte plek verandert in een zeer gevaarlijke plek.

10.1.2 Aanvullingen

- Het onderzoeken van de concurrentie tussen vleermuizen en vogels om koloniebomen. Hierbij kunnen een aantal vragen worden opgelost, zoals 'hoe nijpend is de concurrentie om koloniebomen?, Is er sprake van concurrentie tussen mannetjes en vrouwtjes van dezelfde soort, of tussen twee verschillende vleermuissoorten?'
- Gedurende een gehele nacht kunnen het aantal passerende vleermuizen op een trekroute geteld worden; op die manier kan inzicht gekregen worden in het 'terugvlieggedrag' van de vrouwtjes. Zo kan onderzocht worden hoe laat wanneer de vrouwtjes terugvliegen en of ze dit via dezelfde trekroute.

10.1.3 Verbeteringen

- Het plaatsen van meerdere nachtvliederslampen; hiermee kan een beter beeld worden gekregen van het aandeel vliegende insecten op een punt. Tijdens dit onderzoek bleek dat met behulp van één enkele vanglamp nachtvlinders, kevers, schietmotten, gaasvliegen en muggen gevangen kunnen worden. Hiervoor is echter per lamp een redelijke lange vangstperiode nodig.
- Met behulp van een boot het aantal insecten boven het water onderzoeken; in dit onderzoek zijn de insecten tot maximaal 1 meter 40 diep bemonsterd. Voor een aantal kanalen met steile oevers is deze bemonstering nog steeds vrij vlak langs de kant. Door voor op het bootje een vangnet te plaatsen kunnen boven het water vliegende insecten gevangen worden (Kunz, 1988).

10.1.4 Materialen

- Het gebruiken van een nachtkijker; hiermee is het mogelijk om onderscheid te maken tussen de jachtmethodes van watervleermuizen; trawling of aerial hawking. Met een nachtkijker zullen in het geval van trawling duidelijke kringen op het wateroppervlak zichtbaar zijn.
- Het gebruik van zenders; hiermee kan het gedrag van één of meerdere vleermuizen gevolgd worden. Zo kan worden waargenomen wanneer een vrouwtje terugvliegt om haar jong te zogen. Daarnaast kan misschien het raadsel van de 'vleermuis-dip' halverwege de nacht worden opgelost (met andere woorden; vliegen de vleermuizen terug naar hun kolonie of rusten ze halverwege de nacht op punten in hun foerageergebied?)
- Het doen van DNA onderzoek; aan de hand van haren in de vleermuis mest of aan de hand van bloedmonsters, kan de verwantschap tussen kolonies bepaald worden. Hoeveel verschillende mannen hebben de vrouwtjes van één kolonie bevrucht en is er uitwisseling mogelijk van genetisch materiaal tussen verschillende landgoederen.

10.2. Aanbevelingen voor het beheer

De AWD en de omliggende landgoederen blijken van grote waarde voor watervleermuizen en andere vleermuissoorten. Dit is te merken aan de het hoge aantal gevonden kolonies. Daarbij zijn in 1999 voor het eerst in het terrein van de AWD zelf twee watervleermuis koloniebomen gevonden. Vleermuizen zijn een erg kwetsbare diergroep, de meeste soorten stellen hoge eisen aan hun woon -en overwinteromgeving. Daarbij planten vleermuizen zich erg langzaam voort; slecht één jong per jaar. Daarom zijn om de watervleermuizen en hun soortgenoten te beschermende maatregelen nodig tijdens alle fasen van hun levenscyclus.

10.2.1 Het foerageergebied

Om in hun foerageergebied te komen vliegen watervleermuizen een vaste route, een zogenaamde trekroute. Bij veranderingen van elementen langs deze route, zoals het kappen van een bomenrij, worden de vleermuizen gedwongen om via een andere (vaak langere of gevaarlijkere) route naar hun foerageergebied te vliegen. Het is daarom van groot belang dat deze trekroutes in stand gehouden worden. Tot nu toe zijn de laan ten zuiden van ingang Oase (Leyduin) en de Pannelanderweg de bekende hoofdtrekroutes. Ook het gebied vlak achter deze trekroutes dient beschermd te worden. Zo is het.....veld een belangrijke oversteek voor vleermuizen die via de Leyduinroute naar de Oranjekom vliegen. Het eerste deel van het van Lennep kanaal (in het verlengde van de Pannelanderweg) is belangrijk voor vleermuizen die via deze route hun foerageergebied proberen te bereiken.

De AWD biedt ruime voedselmogelijkheden voor de watervleermuizen. Het verdwijnen of droogleggen van een kanaal levert dan ook qua voedselmogelijkheden nauwelijks problemen op, qua verbindingszone daarentegen juist wel! In het foerageergebied worden namelijk een groot aantal kanalen of geulen gebruikt als verbindingszone, hierlangs vliegen watervleermuizen halverwege de nacht als ze op weg zijn naar een andere plek in het foerageergebied. Het verdwijnen van zo'n verbindingszone kan dus betekenen dat watervleermuizen het achterliggende foerageergebied niet meer kunnen bereiken. Daarom moeten deze verbindingszones en de twee hoofdtrekroutes (inclusief het deel in het verlengde van deze routes) bewaard blijven. Indien drooglegging of verwijdering van een kanaal of geul noodzakelijk is, moet voor een vervangend element gezorgd worden. Een bomenrij is hiervoor het meest geschikt. Om verstoring van watervleermuizen te vermijden kunnen deze maatregelen het beste tussen oktober en april worden uitgevoerd.

10.2.2 De kolonieplaats

In en rondom de AWD zijn een groot aantal koloniebomen gevonden. Uit dit onderzoek blijkt echter dat vooral vrouwtjes de dichtbij gelegen kolonies prefereren. Omdat niet zeker is waar de watervleermuizen die een landgoed bewonen gaan jagen, zijn alle bomen in een landgoed even waardevol. Er moet dan ook zuinig worden omgegaan met de bekende (en onbekende) koloniebomen; dat wil zeggen oude bomen niet kappen maar toppen. Ook het verdwijnen van een niet door vleermuizen bewoonde boom kan een negatief effect hebben op de watervleermuizen. Hierdoor wordt namelijk de concurrentiedruk tussen vogels en vleermuizen groter.

In de meeste landgoederen zijn alle bomen ongeveer even oud, dit zorgt voor een gevaarlijke situatie; op een gegeven moment zijn alle potentiële koloniebomen dood en zijn er nog nauwelijks vervangende bomen. Het op tijd herplanten van eiken en beuken kan dit probleem voorkomen. Esdoorns, naaldbomen, populieren en wilgen blijken nauwelijks geschikt te zijn als kolonieboom.

10.2.3 Bunkers en andere overwinteringsplekken

Goed beheer van bunkers en andere overwinteringsplekken zorgt ervoor dat vleermuizen deze moeilijke periode overleven. Hier zijn rust, constante temperatuur en een hoge vochtigheid belangrijke voorwaarden. Vleermuizen regelen tijdens hun winterslaap min of meer hun lichaamstemperatuur door afwisselend op relatief warme of koude plekken te gaan hangen. Het is dan ook belangrijk dat vleermuizen de mogelijkheid wordt geboden om bunkers met een verschillend klimaat te bezoeken.

Daarnaast hebben vleermuizen tijdens hun winterslaap behoeften om weg te kruipen, het liefst met hun buik tegen een stenen muur. De opgehangen stukken gasbeton en kippengaas voldoen in deze behoeften. Grote rode bouwstenen met meerdere gaten zijn ook geliefd bij vleermuizen. Deze kunnen in een diagonaal opgehangen worden, zodat vleermuizen hun optimale microklimaat kunnen uitzoeken.

11. Dankwoord

Hierbij wil ik iedereen bedanken die mij geholpen heeft tijdens dit onderzoek. Met name de volgende mensen: Jasja Dekker en Gerben Achterkamp voor het helpen bij het vangen van insecten in het water op diepe plekken; de kampdeelnemers van het Pinksterkamp Jasja Dekker, Maja Roodbergen, René Janssen, Gerben Achterkamp, Bart Noort en Floor van der Vliet voor het zoeken naar koloniebomen; Rene Kriek, René Janssen, Gerben Achterkamp, Julia Windt en Hilde Stolk voor het tellen en het zoeken naar koloniebomen; Karel Wiessing voor het misbruiken van zijn computer en voor het bouwen van de parallel opstelling; Leo van Breukelen en de mensen van het PWN voor het leveren van vergunningen; Jasja Dekker en Evert Meelis voor het geven van statistische aanwijzingen; Leo van Breukelen en Jacques van Alphen voor het geven van onderzoekadvies; en de regelwacht, met name Bert, voor hun goede zorgen.

12. Lijsten

12.1 Woordenlijst

Activiteiten patroon in de tijd = Tijdelijk patroon.

Aerial hawking = Jaagmethode waarbij prooien in de vlucht gevangen worden.

Afvoerkanaal = Watertype in een waterwingebied waarmee het gereinigde water het gebied weer uit gaat.

Approachfase = Benaderfase, het geluid dat een vleermuis maakt als hij zijn prooi benadert. Dit is op een batdetektor te horen doordat de pulsen elkaar steeds sneller herhalen.

Aquatische macro-invertebraaten = Wateroppervlaktedieren = Insekten in het water.

Eendekroos = Explosieve ontwikkeling van kroos ten gevolge van eutrofiering.

Eutrofiëring = Het voedselrijker worden van het water door stikstof en fosfor.

Foerageeractiviteit = Jaagactiviteit = Activiteit van één of meer vleermuizen die aan het jagen zijn.

Frequentie Modulatie of FM -signaal = Een door vleermuizen gemaakt signaal dat van frequentie verandert.

Geul = Watertype in een waterwingebied met een reinigende functie.

Infiltratiegeul = Geul.

Jaagstrategie = De strategie die een vleermuis volgt om op een zo efficiënt mogelijke methode zo veel mogelijk voedsel binnen te krijgen.

Jager = Een vleermuis die aan het jagen is.

Kolonieboom = Een boom waarin een groep mannelijke of vrouwelijke vleermuizen de dag doorbrengen. Hun woning is meestal bereikbaar via één of meerdere gaten die toegang bieden aan het inwendige van de boom.

Koppen = Uiteinde van waterwegen.

Kwelplas = Natuurlijke plas ontstaan door kwellend water.

Mestvanger = Oud laken dat wordt opgehangen onder de uitvliegopening van een kolonie om de vleermuismest op te vangen.

Opportunistische jager = Een jager die allerlei prooien kan eten. De op het moment meest algemene prooi wordt het meest gegeten.

Passage = Het langsvliegen van een vleermuis. Dit is op een batdetektor te horen als het aanzwellen en afsterven van het geluid.

Passage activiteit = De activiteit van één of meer vleermuizen die heen en weer vliegen.

Ruimtelijk patroon = Een patroon op dezelfde dag op meerdere punten bekeken.

Searchfase = Zoekfase, het geluid dat een vleermuis maakt als hij op zoek is naar zijn prooi.

Seizoenaal patroon = Tijdelijk patroon.

Selfish groups-theorie = Een theorie die het leven in grote groepen verklaart. Als individu in een grote groep leeft, is de kans dat hijzelf gepakt wordt veel kleiner dan als hij alleen leeft.

Terminalfase = Eindfase, het geluid dat een vleermuis maakt net voordat hij een prooi vangt; ook wel vangstbuzz genoemd.

Toevoersloten = Watertype waarmee het voorgereinigde water het waterwingebied in gaat.

Trawling = Jaagmethode waarbij prooien met de achterpoten van het wateroppervlak geschept worden.

Trekroute = route waarlangs vleermuizen vliegen, vaak goed beschermt tegen wind, om in hun foerageergebied te komen.

Trekker = Een vleermuis die op weg is naar zijn foerageergebied.

Tijdelijk patroon = Een patroon op hetzelfde punt op meerdere dagen bekeken.

Vangst-buzz = De sonar vlak voor het vangen van een prooi; een aantal krachtige geluidspulsen, die afzonderlijk niet meer te horen zijn en samen klinken als een krachtig gezoem.

Vangstplek = Plek van bemonstering; 'diep' en 'ondiep' (insekten in het water) of 'oever' en 'water' (insekten in de lucht)

Vlindernet = Een groot fijnmazig net aan een lange steel, in principe bedoeld om vlinders mee te vangen.

Voorraadkanaal = Watertype in een waterwingebied met een opslagfunctie voor gereinigd water.

Passage-activiteit = De vliegactiviteit van één of meer vleermuizen. Deze activiteit wordt bepaald door de passage-frequentie te tellen; het aantal passages.

12.2 Literatuurlijst

1. D'Assis Fonseca, E. C. M. (1978). *Diptera orthorhaphs brachycera*. Royal entomology society of London.
2. Barendregt, A. (1991). *Zweefvliegtabel*, JBU.
3. Barnes, P. (1994). *The brackish water fauna of north-west Europe*. Cambridge University press.
4. Beck, A. (1995). Faecal analyses of European bat species. *Myotis*, 32-33: 109-119.
5. Beck, A. & Boonman, R. (1991). Zur lautvariabilitat von wasserfledermaus und fransenfledermaus. *Naturschutz landschaftspfl Niedersachs*, 26: 131 -141.
6. Beltman, B. (1983). *Van de wal in de sloot*. Wageningen.
7. Bokx, De, E. M. (1991). *Macrofauna en kuifeenden in de AWD*. Amsterdam: Gemeentewaterleidingen.
8. Bokx, De, E., Marel, Van Der, M. & Rosielle, M. (1996). *Hydrobiologisch onderzoek in de awd*. Amsterdam: Stadsdrukkerij.
9. Bokx, De, E. M. (1997). *Hydrobiologisch onderzoek in de AWD*. Amsterdam: Gemeentewaterleidingen.
10. Boonman, M. (1995). Voedselkeuze grootoorvleermuis. *Zoogdier*, 6(2): 19 - 22.
11. Boonman, A.M., Boonman, M, Bretschneider, F. & Grind, Van der, W. A. (1998). Prey detection in trawling insectivorous bats: duckweed effects hunting behaviour in Daubenton's bat. *Behavioural Ecology and Socio-biology*, 44: 99-107.
12. Borror, D. J. & D. M de Long. (1971). *An introduction to the study of insects in USA*. Holt, Rinehart & winston.
13. Bosmans, R. (1975). *Boom- en bodemwantsentabel*. JBU.
14. Broek, van den, E. (1977). *De luizen van zoogdieren in nederland*, KNNV (nr 121), Utrecht.
15. Bruijn, Z. (1990). Jaaggedrag van de watervleermuis. *Vlen*, 7: 8-9.
16. Brigham, R. M., S.D. Grindal, M.C. Firman & J. L. Morissette (1997). The influence of structural clutter on the activity patterns of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 75: 131-136.
17. Brinkhof, E. & M. Hoyer (1990). *Macrofauna inventarisatie in de AWD*. Amsterdam: Gemeentewaterleidingen.
18. Britton, A.R.C., G. Jones, J.M.V. Rayner, A.M. Boonman & B. Verboom (1997). Flight performance, echolocation and foraging behaviour in pond bats. *Journal of Zoology (London)*, 241: 503-522.
19. Carter, T.C., M. A. Menzel, D. M. Krishon & Laerm, J. (1998). Prey selection by five species of vespertilionid bats on Sapelo Island. *Brimleyana*, 25; 158-170.
20. Charnov, E. L. (1976). Optimal foraging. *Theor. Popul. Biol.*, 9: 129 - 136.
21. Chinery, M. (1986). *Elseviers insektengids voor West-Europa*. Amsterdam/ Brussel: Elsevier.
22. Chinery, M. (1986). *Nieuwe insektengids*. Tirion, Baarn.
23. Coe, R. L., P. Freeman & P. F. Mattinglyce. (1950). *Handbook for the identification of British insects*.
24. Coelen, van der, J., A. Wind, K. Mostert & W. Helmer. (1988). *Vleermuis inventarisatie. Nieuwsbrief vleermuis atlasproject*, 2: 2-15.
25. Colyer, E. N. & C. O. Hammond (1968). *Flies of the British isles*. Frederick Warne and Co, London.
26. Daan, S. (1980). Long term changes in bat populations in the netherlands: a summary. *Lutra*, 22: 95-107.
27. Daemen, B., R. de Wijs, A. Kaper, M. Straver & A. Van Strien. (1998). Resultaten van vleermuistellingen in overwinteringsverblijven in de periode 1986- 1997. *Kwarter milieu (CBS)*, 3; 39-45.
28. Douma, T. (1991). *Vleermuizen in boomkruinen*. Hogeschool Windesheim, Zwolle.

29. Fenton, M.B. (1970). A technique for monitoring bat activity with results obtained from different environments in southern Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 48: 847-851.
30. Fenton, M. B., C. V. Porfors, I.L. Rautenbach & J. M. Waterman. (1998). Compromises: sound frequencies used in echolocation by aerial- feeding bats. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 1174- 1182.
31. Gould, E. (1955). The feeding efficiency of insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, 36 (3): 399-407.
32. Gregor, F. & Bauerova, Z. (1986). The role of diptera in the diet of natterer's bats. *Folia Zoologica*, 36(1): 13- 19.
33. Griffin, D.R., F. A. Webster & Michael, C. R. (1960). The echolocation of flying insects by bats. *Animal behavior*, 8: 141-155.
34. Hammen, van der, H. (1992). De macrofauna van noord-holland. Dienst Ruimte & Groen, Haarlem.
35. Heimans, E., J. P. Thijsse. (1895). In sloot en plas. Versluis, Amsterdam,
36. Helmer, W. (1983). Boombewonende watervleermuizen in het rijk van Nijmegen. *Lutra*, 26:1-11.
37. Helmer, W., H.J.G.A. Limpens & W. Bongers. (1987). Handleiding voor het inventariseren en determineren van Nederlandse vleermuissoorten met behulp van batdetectors. Stichting vleermuis onderzoek.
38. Huitema, H. (1991). Watervleermuizen (*Myotis daubentonii*) in de AWD. Amsterdam: Gemeentewaterleidingen.
39. Hutson, A. M. (1984). Keds, flats- flies and batflies. *Handbook for the identification of British insects*, 10 (7).
40. Hutson, A.M. , D.M. Ackland & L. N Kidd. (1980). *Mycetophilidae, diptera, nematocera*. Royal entomological society of London.
41. Janssen, S. N., P. F. M. Verdonschot & G. H. P. Arts. (1998). Typologie van zoete duinwateren. IBN-raport.
42. Jones, G. & Rayner, J.M.V. (1988). Flight performance, foraging tactics and echolocation in freelifving *Daubenton's* bats. *Journal of Zoology, London*, 215: 113-132.
43. Jones, G. & T. Kokurewicz. (1994). Sex and age variation in echolocation calls and flight morphology of *Daubenton's* bats. *Mammalia*, 58 (1): 41- 50.
44. Jong, de J. (1995). Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta theriologica*, 40 (3): 237 -248.
45. Kabos, W.J. (1975). Nederlandse vliegen, KNNV, nr 110.
46. Kalko, E. K. V. (1995) Insect pursuit, prey capture and echolocation in pipistrelle bats. *Animal Behaviour*, 50: 861-880.
47. Kalko, E.K.V. & Schnitzler, H.-U. (1989). The echolocation and hunting behaviour of *Daubenton's* bat. *Behavioural Ecology and Socio-biology*. 24: 225-238
48. Kalko, E.K.V. & Braun, M. (1991). Foraging areas as an important factor in bat-conservation: estimated capture attempts and success rate of *Myotis daubentini*. *Myotis*, 29: 55-60
49. Kapteyn, K. (1995). Vleermuizen in het landschap. Schuyt & Co, Haarlem.
50. Kapteyn, K. (1996). Simultaantelling Rosse vleermuizen in het telgebied Haarlem-zuid, Zuid-Kennemerland. *Nozos*, 5: 6-9.
51. Kimmins, D. E. (1950). Ephemeroptera. *Handbook for the identification of british insects*, vol 1, part 9. London.
52. Kunz, T.H. (1995). Daily energy budget of free-living bats. *Proceedings of the fifth international bat research conference*.
53. Kunz, T. H. & Whitaker, J. O. (1983) An evaluation of faecal analysis for determining food habits of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 61, 1317- 1338.
54. Kunz, T.H. (1988). Methods of assessing the availability of prey to insectivorous bats. In 'Ecological and behavioural methods for the study of bats': 191-210. Kunz, T.H. (Ed.). Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.

55. Lange, R. & A. van der Winden. (1986). Verslag van onderzoek naar de geschiktheid voor vleermuizen van bunkers in de Amsterdamse waterleidingduinen. Intern verslag. Amsterdam.
56. Lange, R. (1987). Totaal overzicht wintertellingen bunkers AWD. Intern verslag. Amsterdam.
57. Lange, R. (1987). Verslag van een vleermuisinventarisatie in de AWD in september. Intern verslag. Amsterdam.
58. Lange, R. (1989). Verslag van de wintertelling van de bunkers in de AWD op 6-1-89. Intern verslag. Amsterdam.
59. Lange, R. (1991). Telling van overwinterende vleermuizen in bunkers in de AWD op 17-01-91. Intern verslag. Amsterdam.
60. Lange, R. (1992). Verslag vleermuistelling in bunkers in de AWD op 13-01-92. Intern verslag. Amsterdam.
61. Lange, R. (1995). Verslag vleermuistelling in bunkers in de AWD op 20-01-95. Intern verslag. Amsterdam.
62. Lange, R. (1997). Verslag vleermuistelling in bunkers in de AWD op 15-01-97. Intern verslag. Amsterdam.
63. Lange, R. (1998). Verslag vleermuistelling in bunkers in de AWD, 14-01-98. Intern verslag. Amsterdam.
64. Lewis, T. & Taylor, L. R. (1965). Diurnal periodicity of flight by insects. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 116: 393-479.
65. Limpens, H. J. G. A., W. Helmer, A. Van Winden & Mostert, K. (1989). Bats and linear landscape elements. *Lutra*, 32: 1-20.
66. Limpens, H. J. G. A. & Kapteyn, K. (1991) Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis* 29: 39-48.
67. Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers (1997). Atlas van de nederlandse vleermuizen. KNNV, Utrecht.
68. Mackey, R. L. & Barclay, R. M. R. (1988). The influence of physical clutter and noise on the activity of bats over water. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 1167-1170.
69. Malicky, H. (1983). Atlas of European Trichoptera. Junk publishers, London.
70. Marimuthu, G. (1997). Stationary prey insures life and moving prey ensures death during the hunting flight of gleaning bats. *Current Science*, 72: 12: 928-931.
71. McAney, C. M. & Fairley, J.S. (1989). Analysis of the diet of the lesser horseshoe bat in the west of Ireland. *Journal of Zoology, London*, 217; 491- 498.
72. Mertens, F. & F. van der Vliet. (1996). Vleermuisinventarisatie AWD en bepaling veldmuisdichtheid in twee duingraslanden. Intern verslag. Amsterdam
73. Morgan, N. C & A. B. Waddell. (1960). Diurnatural variation in the emergence of some aquatic insects.
74. Morris, P.A. (1993). British mammals-their status, research needs and likely future. *Mammal Review*, 23 (3/4): 167-176.
75. Morris, M. G. (1997). Handbook for the identification of British insects, vol 5, part 17a. London.
76. Mostert, K. (1988). Verslag van een vleermuisinventarisatie in de AWD in juni 1988. Intern verslag. Amsterdam.
77. Mostert, K. (1989). Verslag van een vleermuisinventarisatie in de AWD in juni 1989. Intern verslag. Amsterdam.
78. Muller, von J., Leuthold, E. (1985). Flohe und fliegen van fledermausen aus dem Bezirk Magdeberg ung Nachbargebieten. *Abhandlungen und berichte fur naturkunde und vorgeschichte*, 12(6), 36- 46.
79. Neuweiler, G. (1989). Foraging ecology and audition in echolocatin bats. *Tree*, 4 (6): 160-166.
80. Nyholm, E.S. (1965). Zur okologie von *Myotis Mystacinus* und *Myotis Daubentoni*. *Annales Zoologici Fennici*, 2: 77-123.

81. Oosterbaan, B.W.J. & Baeyens, G.(1998). Fauna in het noordwestelijke deel van de AWD. Amsterdam: Gemeentewaterleidingen.
82. Orians, G. H. & J. F. Wittenberger (1991). Spatial temporal scales in habitat selection. *American Nature*, 137: 29 - 49.
83. Pauw, De, N. & Vannevel, R. (1991). Macro-invertebraten en waterkwaliteit. Antwerpen: Stichting leefmilieu.
84. Plant, C. W. (1997). Key to the adults of British lacewings and their allies. *The journal of the field studies council*, 9: 179- 269.
85. Poulton, E. B. (1929). British insectivorous bats and their prey. *Proceedings Zoological Society London*, 1: 277-303.
86. Rabinowitz, A. R. & Tuttle, M. D. (1982) A test of the validity of two currently used methods of determining bat prey preferences. *Acta Theriologica*, 27: 283-293.
87. Reynolds, J. & N. Aebischer. (1991). Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis. *Mammal review*, 21 (3): 97-122.
88. Reynold, J. O. (1994). Risico analyse van het foerageren boven verontreinigd water.
89. Rieger, I. (1996). How do Daubenton's bats use their day roosts. *Zeitschrift fur saugtierkunde*, 61: 202-214.
90. Rieger, I., H. Alder & D. Walzothony (1992). Wasserfledermause in jagdhabitat. *Mittenteilungen Schaffhausen*, 37: 11 - 31.
91. Ringelberg, J. (1976). Aquatische ecologie (in het bijzonder zoetwater). Utrecht: Bohn, S cheltema & Holkema.
92. Roest, A. C. F (1966). Een poging om vleermuizen te determineren met behulp van mest, IBN, Arhem.
93. Rydell, J., Entwisle, A. & Racey, P.A. (1996). Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, 76: 243-252.
94. Rydell, J. & A. Bushby (1994). Habitat use by bats along rivers in north-east Scotland. *Folia Zoologica*, 43(4): 417-424.
95. Rydell, J. (1993). Variation in foraging activity of an arial insectivorous bats during reproduction. *Journal of mammalogy*, 74(2): 503-509.
96. Shiel, C. B., Mc Aney, C.M. & Fairley, J.S. (1991). Analysis of the diet of Natterer's bat and the common long-eared bat in the West of Ireland. *Journal of Zoology, London*, 223: 299-305.
97. Smith, K. G. V. (1989). An introduction to the immature stages of british flies dipters larvae, with notes on eggs puparia and pupae. *Handbook for the identification of british insects*, vol 10, part 14. London.
98. Speakman, J. R. (1991). The impact of predation by birds on the bat population in the British isles. *Mammal Review*, 21 (3): 123-142.
99. Stroyan, H. L. G. (1984). Aphids-pterocommatinae and aphidi. *Handbook for the identification of british insects*, vol 2, part 6. London.
100. Studier, E. H. & M. O'Farrell. (1995). Physiological ecology of Myotis. *Proceedings of the fifth international bat research conference*
101. Swift, S. M., P. A. Racey & Avery, M. I. (1985). Feeding ecology of pipistrellus pipistrellus during pregnancy and lactation. *Journal of Animal ecology*, 54; 217-225.
102. Swift, S. M. & Racey, P.A. (1983). Resource partitioning in two species of vespertilionid bats occupying the same roost. *Journal of Zoology, London*. 200: 249-259.
103. Swift, S. M. (1997). Roosting and foraging behaviour of Natterer's bats close to the northern border of their distribution. *Journal of Zoology London*, 242: 375-384.
104. Taake, K.-H. (1992). Strategien der ressourcennutzung an waldgewassern gagerender fledermause. *Myotis*, 30: 7-74.
105. Vaughan, N., G. Jones & Harris S. (1996). Effects of sewage effluent on the activity of bats. *Biological Conservation*, 78: 337- 343.
106. Vaughan, N. (1997). The diet of british bats. *Mammal review*, 27: 77-94.
107. Venema, P.(1969). Loopkevertabel, JBU.

108. Verbeek, M. (1997). De ecologische waarde van de awd voor de kuifeend (*Ayyhya fuligula*) in het broedseizoen. Amsterdam: Gemeentewaterleidingen.
109. Verboom, B. (1998). The use of edge habitats by commuting and foraging bats. Theses, University of Wageningen. IBN scientific contributions 10.
110. Vliet, van der, F. (1987). Verslag van een vleermuisinventarisatie in de AWD in het pinksterweekeinde van 1987. Intern verslag. Amsterdam.
111. Vliet, van der, F. (1988). Bunkers in de AWD als verblijfplaats van vleermuizen. Intern verslag. Amsterdam.
112. Vliet, van der, F. & R. Lange.(1991). Verslag van vleermuisinventarisatie in de AWD in september. Intern verslag. Amsterdam.
113. Vliet, van der, F. (1990). Een vleermuistelling in de AWD op 18-08-90. Intern verslag. Amsterdam.
114. Vliet, van der, F. (1991). Overwinterende vleermuizen in de AWD 1989-1991. Intern verslag. Amsterdam.
115. Vliet, van der, F. (1991). Een vleermuistelling in de AWD op 6-09-91. Intern verslag. Amsterdam.
116. Vliet, van der F. (1994). Onderzoek naar overwinterende vleermuizen in twee groepen bunkers in de AWD, in de winter 1993-1994. Intern verslag. Amsterdam.
117. Vliet, van der, F. (1994). Vleermuizentelling AWD, 19-01-94. Intern verslag. Amsterdam.
118. Vliet, van der, F. (1996). Telling van overwinterende vleermuizen in bunkers in de AWD, 15/18-01-96. Intern verslag. Amsterdam.
119. Vliet, van der, F. (1999). Telling overwinterende vleermuizen in de AWD. Intern verslag. Amsterdam.
120. Voute, A., M. (1972). Bijdrage tot de ecologie van de meervleermuis, *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). Thesis, University of Utrecht. Berlicum: Grosfeld-offset.
121. Voute, A.M. (1995). The pond bat, an endangered bat species in north-western Europe. Proceedings of the fifth international bat research conference.
122. Webb, P. I., J.R. Speakman & Racey, P.A. (1993). Defecation, apparent absorption efficiency, and the importance of water obtained in the food for water balance in captive brown long-eared and Daubenton's. *Journal of Zoology, London*, 230: 619- 628.
123. Williams, C. B. (1938). An analysis of four years captures of insects in a light trap. *Trans. R. Ent. Soc. London*, 6: 79-131.
124. Whithaker, J.O.(1988) Food habitat analysis of insectivorous bats. In 'Ecological and behavioural methods for the study of bats': 191-210. Kunz, T. H. (Ed.). Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
125. Wolz, I. (1993). Das beutespectrum der bechsteinfledermaus ermittelt aus kotenanalysen. *Myotis*, 31: 27-68.
126. Woltz, I.(1993). Untersuchungen zur nachweisbarkeit von beutetierfragmenten im kot von *Myotis Bechsteini*. *Myotis*, 31: 5-25.
127. Zahn, von, A. & Maier, S. (1997). Jagdaktivitat von fledermausen an bachen und teichen. *Zeitschrift fur saugtierkunde*, 62: 1-11.

13. Inhoudsopgave (bijlagen)

13.2 MONSTERPUNT TYPOLOGIE	144
13.2.1 <i>Vaste, constante omgevingsfactoren</i>	144
13.2.1.1 Overzicht van de constante omgevingsfactoren per punt	144
13.2.1.2 Overzicht van de vegetatie per punt	144
13.2.1.3 Kaarten van de AWD	146
13.2.1.4 Overzichtstekeningen van de punten	148
13.2.2 <i>Variabele omgevingsfactoren</i>	155
13.2.2.1 Gebruikte variabele omgevingsfactoren	155
13.2.2.2 Waargenomen variabele omgevingsfactoren per dag	155
13.2.3 <i>Corrigeren van omgevingsfactoren</i>	156
13.2.3.1 Robuuste manier	156
13.2.3.2 Milde manier	156
13.3 VERSPREIDING VAN INSEKTEN IN DE LUCHT EN IN HET WATER	158
13.3.1 <i>Verspreiding van insecten algemeen</i>	158
13.3.1.1 Afkortingen van soortnamen	158
13.3.1.2 Samenstelling van gebruikte klusters	158
13.3.2.1 Overzicht van de vangstplekken per watertype	159
13.3.2.2 Soorten	159
13.3.2.3 Familiegroepen	159
13.3.3 <i>Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van insecten in de lucht</i>	159
13.3.3.1 Overzicht van de vangstplekken per watertype	159
13.3.3.3 De verschillende klusters en lengteklassen	161
13.3.3.4 De totaal klasse	161
13.3.3.5 Insectengewicht	163
13.3.3.6 Robuuste correctie van de ruimtelijke en tijdelijke verspreiding	163
13.3.4 <i>Muggen</i>	163
13.3.4.1 Verspreiding muggen algemeen	163
13.3.5.3 Relaties tussen insectensoorten onderling	165
13.3.5.1 Overzicht van de insecten aantallen per variabele omgevingsfactor	167
13.3.5.2 Overzicht van de insecten aantallen per constante omgevingsfactor	167
13.3.5.3 Soorten in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren	168
13.3.5.4 Verschillende klusters in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren	168
13.3.5.5 Lengte klassen in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren	168
13.3.5.6 Totaal klassen in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren	169
13.3.5.7 Gewicht in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren	169
13.3.5.8 Robuuste correctie voor variabele omgevingsfactoren	171
13.3.6 <i>Verschil tussen waterbeestjes en insecten</i>	171
13.3.6.1 Verschil tussen waterbeestjes en insecten algemeen	171
13.3.6.2 Regressie	171
13.4 RUIMTELIJKE EN TIJDELIJKE VERSPREIDING VAN VLEERMUIZEN	172
13.4.1 <i>Verspreiding van vleermuizen algemeen</i>	172
13.4.1.1 De verschillende vleermuisvariabelen	172
13.4.1.2 Overzicht van de ruimtelijke verspreiding	172
13.4.1.3 Overzicht van de tijdelijke verspreiding	172
13.4.1.4 Watertypen en punten/ vangstdata en dagen	174
13.4.1.5 Robuuste manier voor correctie van de verspreiding van vleermuizen	174
13.4.2 <i>Verspreiding van vleermuizen in relatie met omgevingsfactoren</i>	176
13.4.2.1 Overzicht van de vleermuisvariabelen in relatie met omgevingsfactoren	176
13.4.2.2 De invloed van constante/ variabele omgevingsfactoren op de vleermuisvariabelen	176
13.4.2.3 Robuuste manier voor correctie van de relatie	176
13.5 RELATIE TUSSEN VLEERMUIZEN EN INSEKTEN	178
13.5.1 <i>Directe relatie</i>	178
13.5.1.1 Het gebruik van gemiddelde of maxima's	178
13.5.1.2 Het gebruik van oever of water data	178
13.5.1.3 Relatie tussen soorten	178
13.5.1.4 Relatie tussen klusters	179
13.5.1.5 Relatie tussen gewicht per insecten soort	179
13.5.1.6 Relatie tussen klusters insecten gewicht	180
13.5.1.7 Ruimtelijke en tijdelijke overeenkomsten in de relatie	180
13.5.1.8 Robuuste correctie	180
13.5.1.9 Milde correctie	182
13.5.2 <i>Driehoeksrelatie tussen omgeving, vleermuizen en insecten</i>	182
13.5.2.1 Partiele relatie	182
13.5.2.2 Relatie bij de omgevingsfactor beschutting	183
13.5.2.3 Relatie bij de omgevingsfactor temperatuur	184
13.5.2.4 Relatie bij de omgevingsfactor richting	185
13.5.3 <i>Relatie met insecten in het water</i>	185

13.6 FOERAGEER EN PASSAGE ACTIVITEIT VAN VLEERMUIZEN	186
13.6.1 <i>Activiteit algemeen</i>	186
13.6.1.1 Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van activiteit.....	186
13.6.2 <i>Activiteit van vleermuizen</i>	186
13.6.2.1 Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van vleermuizen	186
13.6.2.2 Relatie tussen activiteit en voedsel.....	187
13.6.2.3 Relatie tussen activiteit en omgevingsfactoren	187
13.6.2.4 Activiteiten grafiekjes	188
13.7 PLEKTIJD.....	189
13.7.1 <i>Plektijd algemeen</i>	189
13.7.1.1 Een vergelijking tussen de drie methoden.....	189
13.7.1.2 Plektijd per punt.....	189
13.8 TREKROUTE.....	191
13.8.1 <i>Vleermuizen op trekroutes</i>	191
13.8.1.1 Andere aanwijzingen voor trek	191
13.9 KOLONIEBOMEN	194
13.9.1 <i>Vindplaatsen en kenmerken van koloniebomen</i>	194
13.9.1.1 Kaart met de ligging van de koloniebomen.....	194
Kaart 115: Ligging van de koloniebomen in en rondom de AWD, zie ook de Legenda.	194
13.9.1.2 Verblijfsduur per kolonie	195
13.9.1.3 Aantal uitvliegers per kolonieboom	195
13.9.1.4 Afstand tussen kolonieboom en foerageergebied	195
13.10 MEST-ANALYSE.....	197
13.10.1 <i>Vleermuismest algemeen</i>	197
13.10.1.1 Overzicht van de geanalyseerde samples	197
13.10.1.2 Dieet in relatie mt weersomstandigheden.....	197
13.10.2 <i>Mestanalyse in vergelijking met handvangsten</i>	198
13.10.2.1 Verschil in effectiviteit tussen handvangst en mestanalyse	198

13.2 Monsterpunt typologie

13.2.1 Vaste, constante omgevingsfactoren

13.2.1.1 Overzicht van de constante omgevingsfactoren per punt

Punt	Water type	Breedte	Lengte	Diepte	Stroming	Bodem	Water temp	Zout gehalte	Oever helling	Helling duin	Beschutting	Afstand tot Leyduin	Afstand tot Engelse bos	Langs trekroute	Richting
8	G	300	500	2	geen	zand	18,9	508	geen	geen	open	3100	3300	nee	no-zw
10	G	25	600	2	geen	zand	19,2	490	aflopend	geen	redelijk	3500	3550	nee	no-zw
12	G	25	650	2	geen	zand	18,5	577	geen	geen	redelijk	3200	3150	nee	no-zw
15	G	30	700	2	geen	zand	17,5	646	aflopend	aflopend	redelijk	3550	2500	nee	no-zw
1	A	20	3200	2	weinig	zand	14,5	640	geen	steil	beschut	1600	2800	ja	n-z
2	A	20	600	2	weinig	zand	19,6	530	steil	steil	beschut	950	2000	ja	o-w
5	A	30	300	2	weinig	zand	15,7	652	geen	steil	beschut	3000	3700	ja	n-z
9	A	10	500	2	weinig	kleiig	15,6	678	geen	aflopend	redelijk	3200	3400	nee	no-zw
13	A	10	750	2	weinig	kleiig	17,5	658	geen	steil	beschut	3400	2750	nee	no-zw
7	T	10	500	1,5	stroming	zand	17,4	570	geen	geen	open	2400	1350	ja	nw-zo
11	T	15	800	1,5	stroming	zand	19,4	500	geen	geen	open	3550	3600	nee	nw-zo
16	T	20	850	1,5	stroming	zand	18,9	557	geen	geen	open	3950	3000	nee	nw-zo
3	V	25	600	6	geen	kleiig	18,2	604	aflopend	aflopend	redelijk	2450	3000	nee	n-z
4	V	25	450	6	geen	kleiig	19,8	660	aflopend	steil	redelijk	2700	3300	nee	n-z
6	V	40	450	6	geen	kleiig	18,5	597	aflopend	aflopend	open	2150	1100	nee	no-zw
14	V	20	450	6	geen	kleiig	19	680	steil	aflopend	redelijk	3450	2500	nee	nw-zo

Tabel 1: Tabel met alle constante omgevingsvariabelen per punt (de beschrijving van de variabelen staat in §6.1.1). De punten zijn gegroepeerd per watertype (G= geul, A= afvoerkanaal, T= toevoersloot, V= voorraadkanaal.)

13.2.1.2 Overzicht van de vegetatie per punt

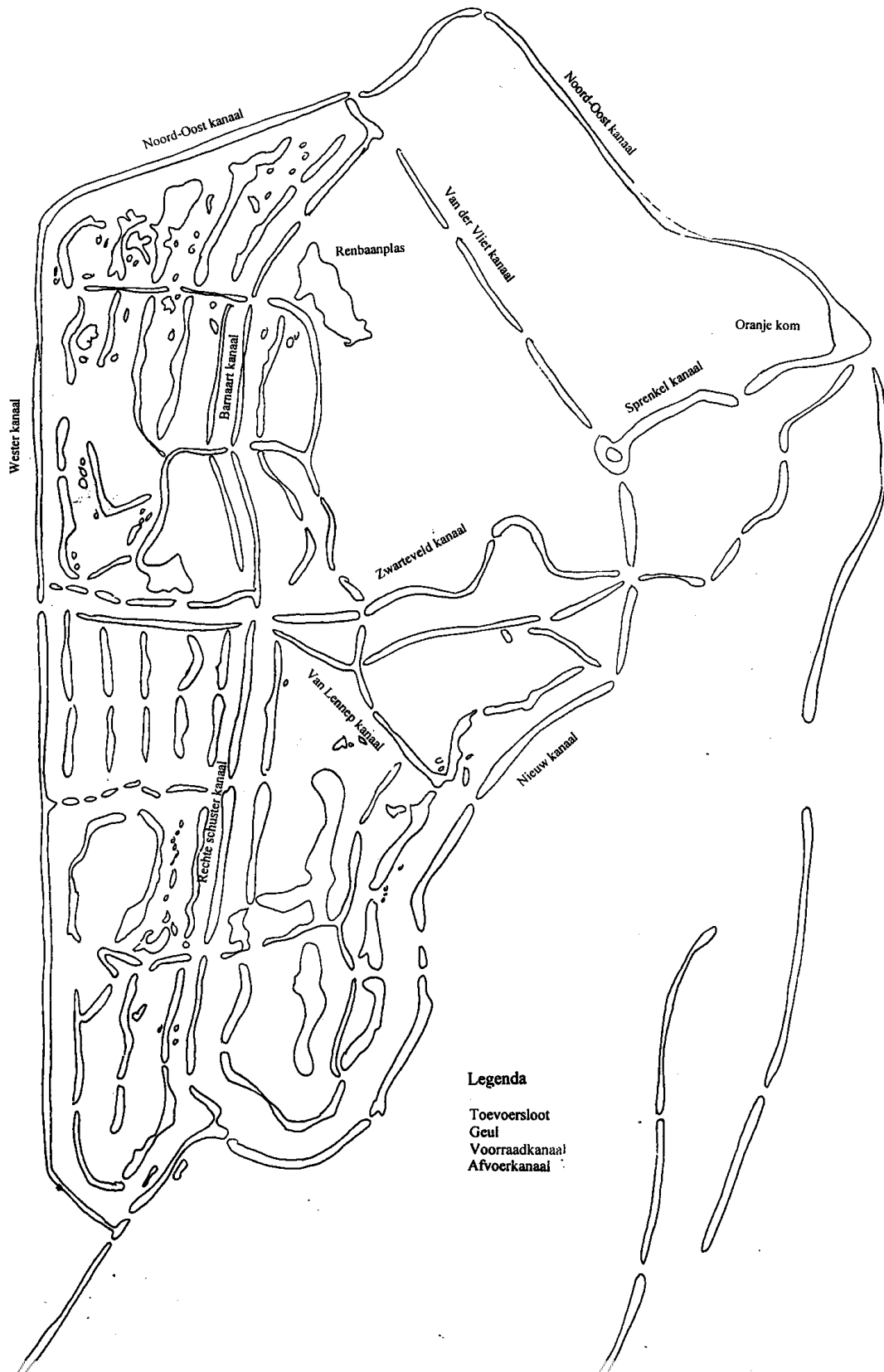
Punt	Planten op de oever	Planten langs de waterkant	Bomen	Code
1	gras boterbloem brandnetel/distel	muur klaver look	gras boterbloem brandnetel/distel	els esdoorn ,
2	riet gras, boterbloem	brandnetel/distel braam	riet gras	duindoorn populier
3	riet gras boterbloem	berenklauw/engelwortel brandnetel/distel hondsdrif	riet gras kandelaar	, , ,
4	riet ,	riet gras	riet gras	brandnetel/distel vlier duindoorn
5	riet gras	boterbloem brandnetel/distel	riet gras	boterbloem brandnetel/distel duindoorn
6	riet	gras	riet	duindoorn wilg
7	gras brandnetel/distel	muur klaver	gras brandnetel/distel	duindoorn populier
8	riet gras brandnetel/distel	hondsdrif braam	riet gras	vlier duindoorn meidoorn
9	riet gras boterbloem	brandnetel/distel smeerwortel zuring	riet gras boterbloem	brandnetel/distel smeerwortel ,
10	riet gras brandnetel/distel	smeerwortel braam hondsdrif	riet gras brandnetel/distel	smeerwortel vlier duindoorn
11	gras, muur	brandnetel/distel	riet, gras	boterbloem ,
12	riet gras	zuring brandnetel/distel	riet gras	vlier duindoorn
13	riet gras brandnetel/distel smeerwortel	hondsdrif boterbloem slangekruid	riet gras smeerwortel	liguster , ,
14	riet gras	braam slangekruid	riet gras	duindoorn ,
15	riet gras boterbloem	brandnetel/distel smeerwortel hondsdrif	riet gras	duindoorn populier
16	gras	brandnetel/distel	gras	brandnetel/distel esdoorn

Tabel 2: Overzicht van de soorten vegetatie per punt. Codes die gebruikt zijn in overzichtstekenigen staan achter het bijbehorende vegetatie-typen.

13.2.1.3 Kaarten van de AWD

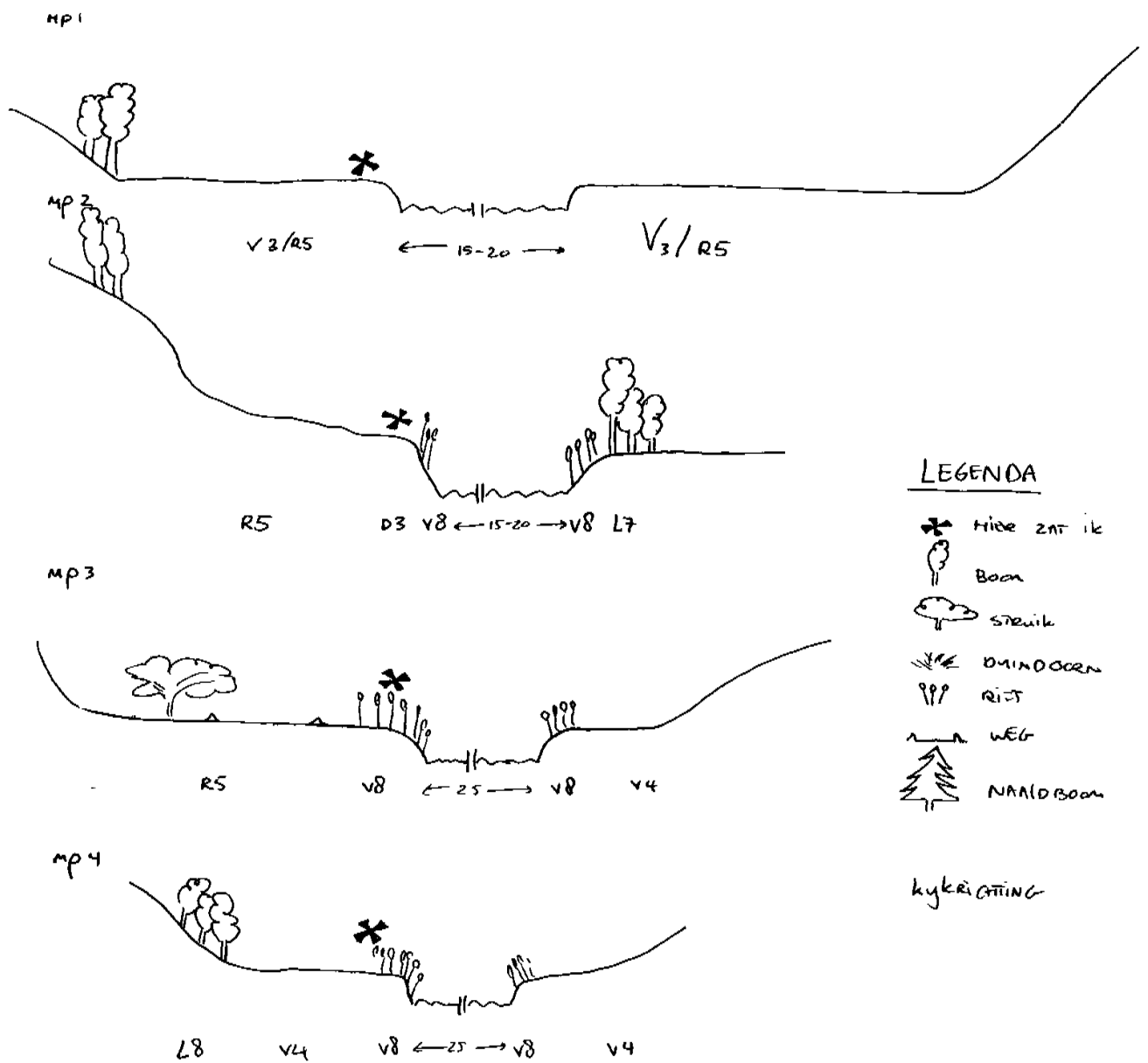


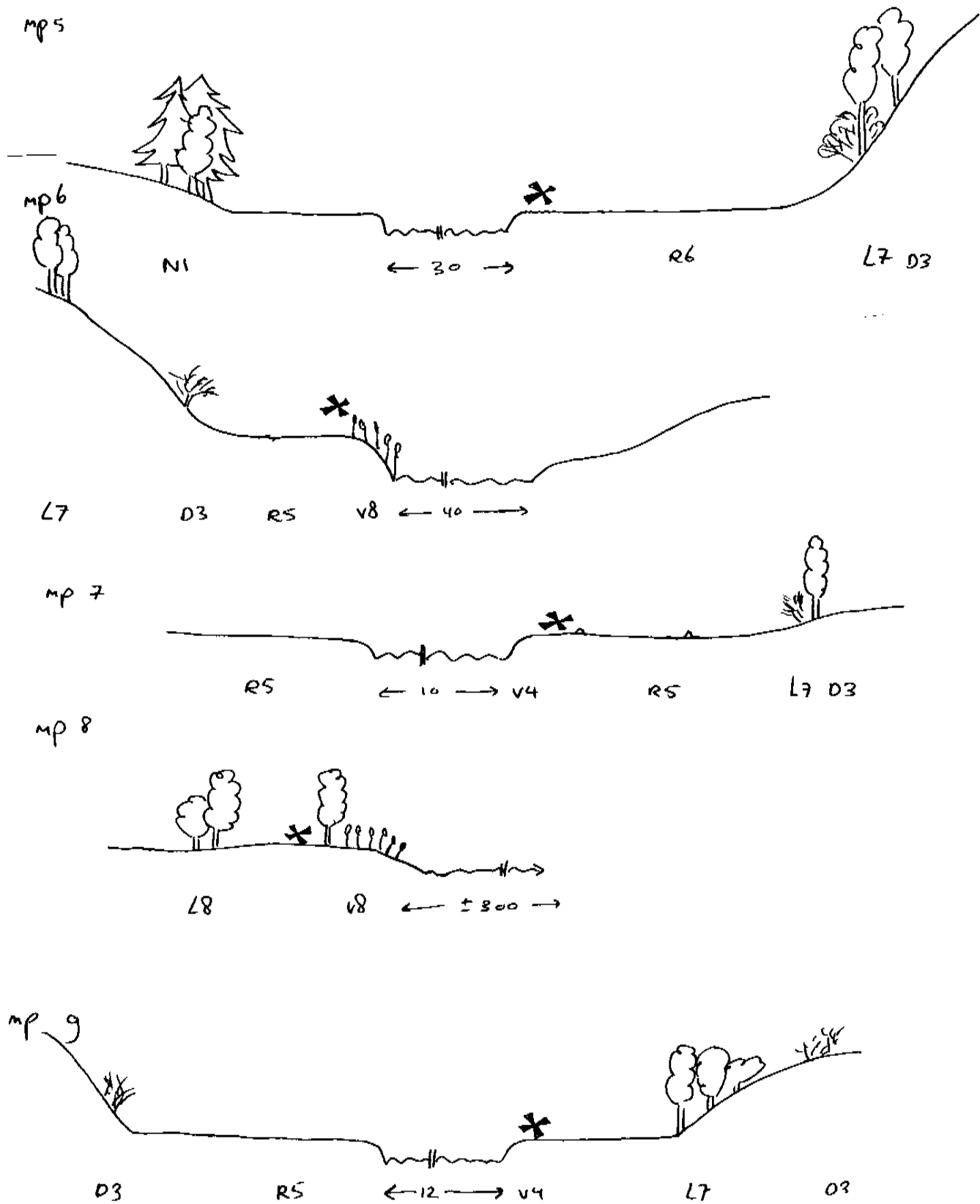
Kaart 3: Overzichtkaart van de punten gebruikt in het watervleermuisonderzoek door Huitema (1991) en Haarsma (1999). Ook zijn de punten waar gekeken is naar de insecten in de lucht gegeven.

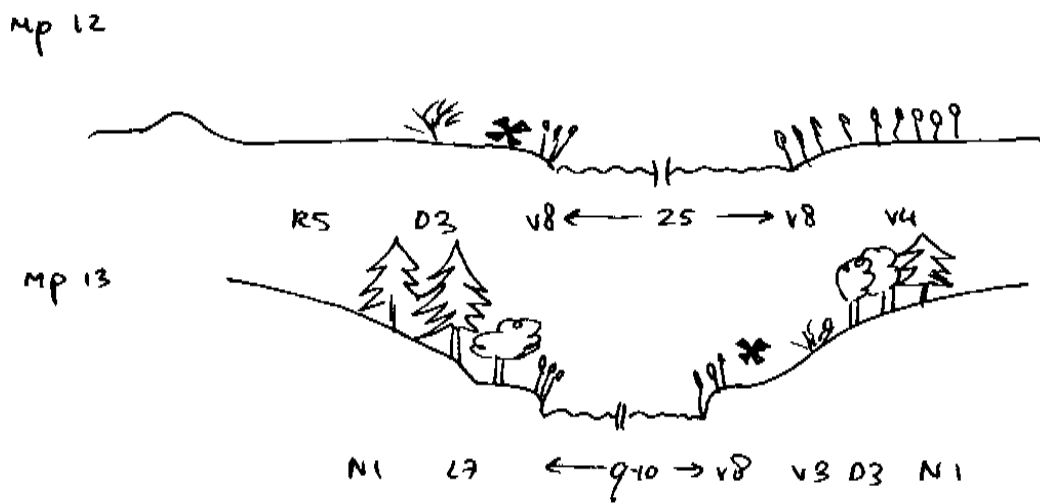
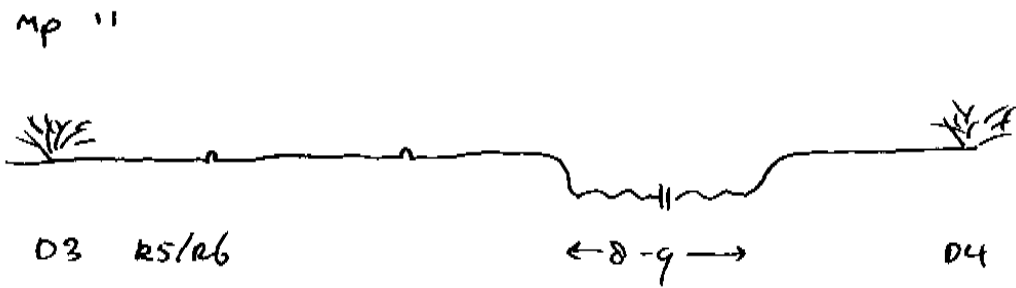
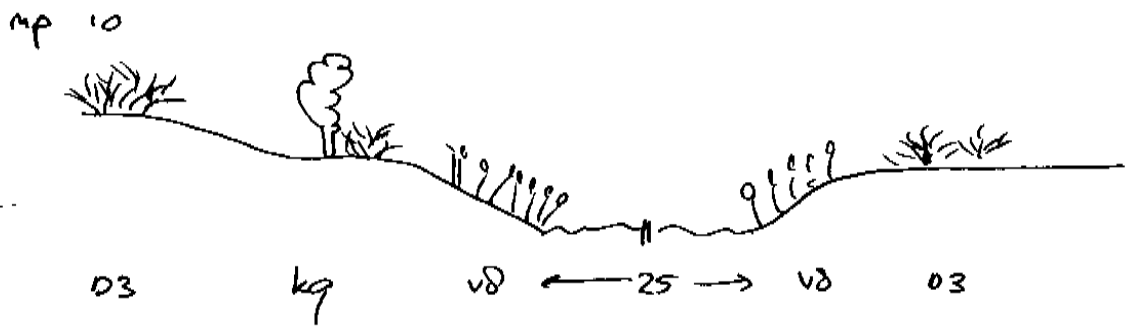


Kaart 4: Overzicht kaart van de verschillende watertypen in de AWD.

13.2.1.4 Overzichtstekeningen van de punten

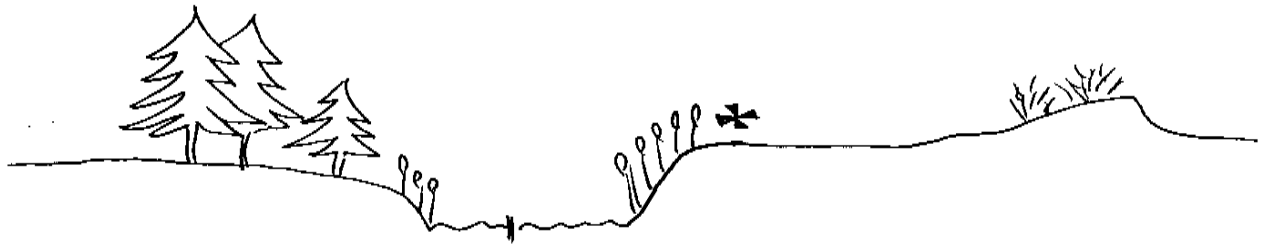






⊛ mp Typologie !!

mp 14



N1

V8

V2/V3

O3

mp 15



L7 N1

O3

RS

V8

← 25-30 → V6

RS

L7

mp 16



k1 kg

← 6-10 →

RS

L7

Kaart 5: Dwarsdoorsnedes van de 16 gebruikte punten. Bij elk punt staan met behulp van codes (tabel 2, bijlage §13.2.1.2) weergegeven welke vegetaties op een punt aanwezig zijn.

13.2.2 Variabele omgevingsfactoren

13.2.2.1 Gebruikte variabele omgevingsfactoren

Code	Maan	Temp C	Watertype	Wind	Richting	Beschutting	Kroos	Bewolking	Mist	Regen	Beheer
1	geen maan	1-4	geul	windstil	geen last	goed	geen kroos	geen bewolking	geen mist	droog	geen beheer
2	weinig maan	4-8	afvoer kanaal	briesje	weinig last	redelijk goed	weinig kroos	wolkjes	mistig	motregen	oever beheer
3	halve maan	8-12	voorraad kanaal	matig	matig last	matig	veel kroos	bewolkt	mist	regen	water beheer
4	driekwart maan	12-16	toevoer sloot	hard	redelijk last	slecht					koppen beheer
5	volle maan	16-20			last						pompen
6		20-24									

Tabel 6: Gebruikte variabele- omgevingsfactoren. Per waarneming zijn steeds deze variabelen bijgehouden. Hoe meer klassen een variablen heeft hoe groter de degrees of freedom bij deze variabelen zullen zijn.

13.2.2.2 Waargenomen variabele omgevingsfactoren per dag

Dag	datum	Maan	Temperatuur	Wind	Kroos	Bewolking	Regen	Mist
1	18-mei-99	weinig maan	15,38	hard	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
2	19-mei-99	halve maan	14,74	windstil	weinig kroos	wolkjes	motregen	geen mist
3	20-mei-99	halve maan	11,26	briesje	weinig kroos	bewolkt	geen regen	mistig
4	25-mei-99	driekwart maan	4,89	windstil	weinig kroos	wolkjes	geen regen	mist
5	26-mei-99	driekwart maan	9,33	windstil	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	mistig
6	27-mei-99	driekwart maan	13,88	briesje	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
7	28-mei-99	volle maan	11,65	briesje	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
8	29-mei-99	volle maan	17,02	windstil	weinig kroos	bewolkt	geen regen	geen mist
9	31-mei-99	volle maan	5,21	windstil	veel kroos	wolkjes	geen regen	mistig
10	01-jun-99	volle maan	14,58	matig	weinig kroos	bewolkt	geen regen	geen mist
11	03-jun-99	driekwart maan	13,80	matig	veel kroos	bewolkt	geen regen	geen mist
12	05-jun-99	driekwart maan	12,40	zeer hard	geen kroos	bewolkt	regen	geen mist
13	08-jun-99	driekwart maan	11,80	zeer hard	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
14	09-jun-99	halve maan	11,54	matig	weinig kroos	wolkjes	motregen	geen mist
15	11-jun-99	halve maan	9,50	briesje	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
16	12-jun-99	halve maan	6,81	briesje	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	mistig
17	13-jun-99	weinig maan	13,21	briesje	weinig kroos	bewolkt	geen regen	mist
18	14-jun-99	weinig maan	6,84	windstil	veel kroos	geen bewolking	geen regen	mistig
19	16-jun-99	geen maan	11,10	windstil	veel kroos	geen bewolking	geen regen	mist
20	17-jun-99	weinig maan	12,82	hard	weinig kroos	bewolkt	geen regen	geen mist
21	18-jun-99	weinig maan	5,24	zeer hard	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
22	20-jun-99	weinig maan	12,51	zeer hard	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
23	21-jun-99	halve maan	11,72	matig	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
24	22-jun-99	halve maan	4,33	windstil	veel kroos	wolkjes	geen regen	mist
25	25-jun-99	driekwart maan	11,78	matig	veel kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
26	26-jun-99	driekwart maan	14,80	briesje	veel kroos	bewolkt	motregen	geen mist
27	27-jun-99	driekwart maan	14,52	hard	weinig kroos	bewolkt	motregen	geen mist
28	29-jun-99	volle maan	16,58	hard	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
29	30-jun-99	volle maan	14,16	briesje	veel kroos	bewolkt	geen regen	geen mist
30	01-jul-99	volle maan	16,43	zeer hard	weinig kroos	bewolkt	geen regen	geen mist
31	04-jul-99	driekwart maan	17,61	windstil	geen kroos	geen bewolking	geen regen	mist
32	06-jun-99	driekwart maan	8,10	windstil	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	mist
33	07-jul-99	halve maan	15,81	matig	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
34	09-jul-99	halve maan	18,01	briesje	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
35	10-jul-99	weinig maan	20,26	matig	veel kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
36	11-jul-99	weinig maan	19,81	matig	geen kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
37	12-jul-99	weinig maan	18,77	briesje	weinig kroos	geen bewolking	geen regen	geen mist
38	13-jul-99	weinig maan	16,65	matig	veel kroos	bewolkt	motregen	geen mist
39	14-jul-99	weinig maan	15,18	matig	veel kroos	wolkjes	geen regen	geen mist
40	15-jul-99	geen maan	8,68	matig	weinig kroos	wolkjes	geen regen	geen mist

Tabel 7: Overzicht van de weersomstandigheden per dag. De dagnummers worden vaak als label gebruikt in de boxplots.

13.2.3 Corrigeren van omgevingsfactoren

13.2.3.1 Robuuste manier

	Maan	Wind	Richting	Beschutting	Kroos	Beheer	Bewolking	Regen	Mist	Temperatuur	Dataset
Temperatuur	0,121	0,003 **	0,000 **	0,006 **	0,960	0,461	0,000 **	0,711	0,000 **	--	100
"	0,524	0,062	0,000 **	0,038 *	0,809	0,364	0,000 **	0,962	0,000 **	--	50
"	0,079	0,122	0,005 **	0,115	0,717	0,186	0,000 **	0,934	0,007 **	--	50
Richting	0,253	0,000 **	--	0,000 **	0,262	0,024 **	0,002 **	0,809	0,000 **	0,000 **	100
"	0,374	0,000 **	--	0,000 **	0,186	0,080	0,003 **	0,869	0,000 **	0,000 **	50
"	0,654	0,000 **	--	0,000 **	0,324	0,201	0,052	0,504	0,000 **	0,012 **	50
Beschutting	0,984	0,000 **	0,000 **	--	0,002 **	0,658	0,028 *	0,115	0,000 **	0,000 **	100
"	0,785	0,000 **	0,000 **	--	0,004 **	0,459	0,004 **	0,376	0,055	0,020 **	50
"	0,978	0,000 **	0,000 **	--	0,349	0,798	0,249	0,231	0,194	0,002 **	50

Tabel 8: Significanties van 10 Factor Anova's voor de invloed van alle variabele omgevingsfactorende op de drie belangrijkste variabelen, temperatuur, richting en beschutting. De resultaten zijn weergegeven voor de gehele en voor tweemaal de halve dataset.

13.2.3.2 Milde manier

Dependent variabel	Fixed factor	R squared	Adjusted R squared
Maan	alle overige	,178	,122
Temperatuur	"	,318	,274
Wind	"	,756	,739
Richting	"	,781	,766
Beschutting	"	,526	,492
Bewolking	"	,339	,289
Mist	"	,309	,256

Tabel 9: De resultaten van een General Factor Model, waarbij steeds de invloed van de dependent variabele op de overige (fixed factors) bekeken is. De factoren beheer, regen en kroos zijn hier niet gebruikt omdat deze te weinig waarnemingen bevatten. Weergegeven zijn de R squared en de adjusted R squared.

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Maan	Temperatuur	20,386	4	5,096	5,548	0,000 **
"	Richting	2,851	4	0,713	1,357	0,249
Wind	Temperatuur	18,403	3	6,134	6,678	0,000 **
"	Richting	166,847	3	55,616	105,917	0,000 **
Beschutting	Temperatuur	4,356	3	1,452	1,581	0,194
"	Richting	29,678	3	9,893	18,840	0,000 **
Bewolking	Temperatuur	21,975	2	10,988	11,961	0,000 **
"	Richting	1,644	2	0,822	1,565	0,211
Mist	Temperatuur	16,808	2	8,404	9,149	0,000 **
"	Richting	0,638	2	0,319	0,608	0,545

Tabel 10: De resultaten van een Multivariate Factorial Model test voor het van het effect tussen variabelen en source. De R-squared tussen temperatuur en alle hier genoemde omgevingsfactoren is 0,307, van richting is dat 0,780.

Fixed factor	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	R squared	adjusted R
Richting	Wind	226,26	4	56,565	125,067	0,000 **	0,629	0,624
	Beschutting	106,82	4	26,704	45,506	0,000 **	0,382	0,373
Beschutting	Wind	146,78	3	48,928	68,026	0,000 **	0,408	0,402
	Richting	301,55	3	100,515	78,757	0,000 **	0,444	0,438
Wind	Richting	496,42	3	165,473	267,796	0,000 **	0,731	0,728
	Beschutting	111,34	3	37,115	65,165	0,000 **	0,398	0,392
Temperatuur	Maan	11,44	5	2,287	1,759	0,121	0,029	0,013
	Bewolking	42,82	5	8,563	15,943	0,000 **	0,213	0,200
	Mist	9,49	5	1,897	6,699	0,000 **	0,102	0,087
Maan	Temperatuur	39,02	4	9,754	8,490	0,000 **	0,103	0,091
	Bewolking	13,87	4	3,469	5,476	0,000 **	0,069	0,056
	Mist	8,35	4	2,088	7,299	0,000 **	0,090	0,078
Mist	Temperatuur	33,47	2	16,733	14,428	0,000 **	0,089	0,082
	Bewolking	8,91	2	4,453	6,894	0,001 **	0,044	0,038
	Maan	12,41	2	6,207	4,834	0,009 **	0,025	0,025

Bewolking	Temperatuur	29,07	2	14,535	12,374	0,000 **	0,077	0,071
	Maan	16,67	2	8,334	6,564	0,002 **	0,042	0,036
	Mist	4,15	2	2,075	6,957	0,001 **	0,045	0,038

Tabel 11: De resultaten van een Multivariate Factorial Model test voor het effect van de verschillende factoren op de dependent variabelen (richting /beschutting /wind en de groep temperatuur/ maan/ mist /bewolking)

13.3 Verspreiding van insecten in de lucht en in het water

13.3.1 Verspreiding van insecten algemeen

13.3.1.1 Afkortingen van soortnamen

Afkorting	Volledige naam	Nederlandse naam	Vindplaats
Alep	Adult-Lepidoptera	Vlinder	Lucht
Arach	Arachnida	Spinnen	Lucht
Arc	Arcari	Teken	Lucht
Bea	Baetidae	Haftenlarven	Water
Bra	Brachycera	Vliegen	Lucht
Cea	Caenidae	Haftenlarven	Water
Cer	Ceratopogonidae	Knutjes	Water
Chi	Chironomidae	Vliegenlarven	Water
Chry	Chrysomelidae	Bladhaantjes	Lucht
Col	Coleoptera	(water)Kevers	Lucht & Water
Cor	Corixidae	Duikerwantsen	Water
Cur	Curculionidae	Snuitkevers	Lucht
Eph	Ephemeroptera	Haften	Lucht
Form	Formicoidae	Mieren	Lucht
Groen	---	Groene Vliegenlarven	Water
Hemi	Hemiptera	Wantsen en cicaden	Lucht
Homo	Homoptera	Luizen	Lucht
Llep	Larf-Lepidoptera	Rupsen	Lucht
Meg	Megaloptera	Slikvliegen	Water
Mpop	---	Muggenpop	Water
Nem	Nematocera	Muggen	Lucht
Neu	Neuroptera	Gaasvliegen	Lucht
Note	Notonectidae	Ruggezwemmer	Water
Orth	Orthoptera	Sprinkhanen	Lucht
Rest	---	Overige groepen	Lucht
Tip	Tiplulidae	Langpootmuggen	Lucht
Tri	Trichoptera	Schietmotten	Lucht & Water
Zyg	Zygotera	Waterjuffers	Lucht & Water

Tabel 12: De gebruikte afkortingen, volledige naam en de nederlandse naam van in de insectendata (in de lucht en in het water)

13.3.1.2 Samenstelling van gebruikte klusters

Vindplaats	Naam van het cluster	Insecten in het cluster
Lucht	Vliegend 1	Brach..... , Nemeroptera
"	Vliegend 2	Luis...?
"	Vliegend 3	Brach....., Nemeroptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Lepidoptera
"	Vliegend 4	Tipul..., Brach, Nem, Tri, Eph
"	Vliegend 5	Tipul, Tri, Eph, Neu
"	Vliegend 6	Tip, Tri, Zyg, Lepidoptera
Lucht	Zittend 1	Luis
"	Zittend 2	Arch, Form, Arc
"	Zittend 3	Lepidoptera (rups), Orth, Rest
"	Zittend 4	Arch, Rest
"	Zittend 5	Arch, Lep (rups), Rest
"	Zittend 6	Lep (rups)
Lucht	Beide 2	Hemi, Col
"	Beide 3	Hemi, Cur, Col
"	Beide 4	Hemi, Chry
"	Beide 5	Chry, Orth
Lucht	Klasse 1	Bra, Nem, Luis
"	Klasse 2	Arch, Hemi, Luis, Form, Arc, Col
"	Klasse 3	Bra, Nem, Tri, Eph, Hemi, Lep (rups en adult), Cur, Col, Orth, Rest
"	Klasse 4	Arch, Tip, Bra, Nem, Tri, Eph, Hemi, Chry, Rest
"	Klasse 5	Arch, Tip, Tri, Eph, Neu, Lep (rups), Chry, Orth, Rest
"	Klasse 6	Tip, Tri, Zyg, Lep (rups en adult)
Water	Waterkevers	Note, Col, Cor
"	Muggen	Mpop, Chi, Cer, Chi, Groen, Nem
"	Eph-tri	Bea, Cea, Tri
"	rest	Meg, Zyg,

Tabel 13: De in de insectendata gebruikte klusters. De klusters zijn gesorteerd per vindstplek (lucht vangst of watervangst).

13.3.2 Ruimterlijke verspreiding van insecten in het water

13.3.2.1 Overzicht van de vangstplekken per watertype

	Geul (n = 7)		Afvoerkanaal (n = 8)		Toevoer sloot (n = 3)		Voorraad kanaal (n = 7)	
	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep	ondiep	diep
Trich	50	8	19	21	27	0	58	5
Meg	1	0	0	0	0	0	2	1
Zyg	1	0	0	1	0	0	11	1
Cor	13	1	1	2	12	0	19	0
Bea	348	72	178	239	54	16	239	89
Cea	65	21	21	138	13	50	210	26
Mpop	1	0	6	4	0	1	2	0
Chi	63	39	135	171	22	21	40	21
Groen	67	42	113	320	23	25	41	5
Cer	24	91	40	99	20	4	28	14
Col	0	1	5	6	0	0	0	0
Note	1	0	0	0	0	0	6	0

Tabel 14: Overzicht van het totaal aantal insecten in het water per watertype verdeelt over twee vangstplekken.

13.3.2.2 Soorten

Gebruikte data	Groep	Tri	Meg	Zyg	Cor	Bea	Cea	Mpop	Chi	Groen	Cer	Col	Note
alles	watertype	,376	,206	,003 *	,315	,178	,484	,704	,353	,218	,881	,071	,202
alles	diep-ondiep	,291	,952	,860	,253	,927	,107	,530	,038	,436	,163	,179	,202
ondiep	watertype	,193	,535	,018 *	,304	,082	,315	,734	,747	,196	,692	,087	,342
diep	watertype	,498	,023 *	,227	,823	,360	,058	,415	,352	,486	,927	,748	--

Tabel 15: Significanties van 3 Kruskal Wallis (voor watertype) en 1 Mann Whitney (voor ondiep-diep) test voor het verschil tussen watertype of vangstplek per insectensoort.

13.3.2.3 Familiegroepen

Gebruikte data	Groep	Muggen	Eph-Tri	Waterkevers	Rest
alles	watertype	,449	,665	,663	,002 *
alles	diep-ondiep	,010 *	,600	,364	,947
Geul	diep-ondiep	,051	,207	,968	,659
Afvoerkanaal	diep-ondiep	,894	,503	,810	,728
Toevoersloot	diep-ondiep	,056	,222	,667	---
Voorraadkanaal	diep-ondiep	,088	,549	,352	,549

Tabel 16: Significanties van 1 Kruskal Wallis (voor watertype) en 5 Mann Whitney (voor ondiep-diep) test voor het verschil tussen watertype of vangstplek familiegroep. Deze test is uitgevoerd voor de gehele dataset en per groep.

13.3.3 Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van insecten in de lucht

13.3.3.1 Overzicht van de vangstplekken per watertype

	Watertyp								Vangstdatum							
	Geul		Afvoer kanaal		Toevoer sloot		Voorraad kanaal		18 mei t/m 31 mei		1 juni t/m 14 juni		15 juni t/m 30 juni		1 juli t/m 15 juli	
	n = 70	n = 97	n = 56	n = 77	n = 69	n = 71	n = 86	n = 74	o	w	o	w	o	w	o	w
Arach	46	61	129	52	48	54	61	100	92	110	44	41	79	65	69	51
Tip	60	198	59	55	16	23	31	143	59	119	68	151	25	122	14	27
Bra	156	76	307	178	154	86	185	135	231	143	182	132	242	120	147	80
Nem	503	776	720	967	392	518	468	876	891	1386	481	719	433	613	278	419
Tri	17	48	13	49	16	35	18	152	34	159	20	66	3	37	7	22
Eph	15	5	4	3	5	13	7	11	13	13	4	4	4	10	10	5
Neu	0	3	4	2	1	0	2	2	2	5	0	1	1	0	4	1
Hemi	69	84	307	75	49	40	71	113	215	132	155	101	117	61	9	18
Luis	27	34	303	71	21	27	44	79	0	0	227	87	111	47	57	77
Zyg	1	1	2	2	0	2	3	2	5	5	1	2	0	0	0	0
rups	3	1	5	18	3	5	5	1	14	6	1	16	1	2	0	1
Lep	25	6	32	12	11	5	16	11	19	7	24	8	20	5	21	14
Chry	3	24	4	3	1	3	0	39	3	52	4	17	0	0	1	0

Cur	4	2	14	1	7	3	9	0	33	5	1	1	0	0	0	0
Col	87	21	100	48	38	14	31	31	75	53	62	23	102	28	17	10
Orth	6	1	30	5	5	4	11	2	21	6	20	3	9	2	2	1
Form	12	7	8	9	12	17	5	2	11	12	9	8	14	9	3	6
Arc	3	2	17	9	2	3	3	5	12	5	5	11	7	2	1	1
Rest	9	4	18	21	2	3	9	9	9	21	13	7	8	3	8	6

Tabel 17: Overzicht van het totaal aantal insecten gevangen per vangstplek ; oever (o) en water (w), gerangschikt per watertype. Tussen haakjes staat het aantal waarnemingen waarop het totaal is gebaseerd.

13.3.3.2 Soorten

	Arach	Tipuli	Brach	Nem	Trich	Eph	Hemi	Luis	Zyg	Rups	Lepi	Chry	Cur	Col	Orth	Form	Arc
M-W	43315	39841	34163	35748	36576	44118	43525	44548	44850	44833	39062	41219	43793	39334	42534	44135	44554
Z	-0,88	-2,93	-5,22	-4,37	-5,24	-0,94	-0,77	-0,28	-0,28	-0,23	-4,34	-4,17	-2,04	-3,41	-2,69	-0,84	-0,53
Sig.	0,38	0,00 **	0,00 **	0,00 **	0,00 **	0,35	0,44	0,78	0,78	0,82	0,00 **	0,00 **	0,04 *	0,00 **	0,01 **	0,40	0,60

Tabel 18: Resultaten van een Mann-Witney test voor de verschillende insecten soorten om het verschil tussen vangstplek (oever of water) te bekijken. Weergegeven zijn de Mann Whitney waarde, de Z-waarde en Significantie. De insecten Neu en de Rest-groep zijn weegelaten wegens een te klein aantal waarnemingen.

Gebruikte data	Groep	Arch	Tip	Bra	Nem	Tri	Hemi	Luis	Llep	Alep	Chry	Cur	Col	Orth
alle	datum (4x)	,000**	,000**	,001**	,000**	,000**	,000**	,000**	,001**	,889	,000**	,000**	,000**	,003**
alle	watertyp	,089	,000**	,020**	,373	,000**	,224	,014**	,246	,530	,002**	,676	,605	,590
alle	punt	,006**	,000**	,016**	,537	,000**	,001**	,055	,090	,001**	,606	,044*	,045*	
18 mei - 31 mei	watertyp	,916	,004**	,959	,299	,004**	,112	--	,673	,859	,001**	,347	,730	,702
1 juni - 14 juni	"	,883	,007**	,012**	,302	,133	,332	,067	,021**	,009**	,398	,056	,048*	,344
15 juni - 30 juni	"	,187	,095	,005**	,232	,073	,744	,336	,242	,767	--	--	,112	,830
1 juli - 15 juli	"	,134	,030*	,543	,089	,022**	,712	,032*	,408	,676	,408	--	,409	,535
Geul	datum	,024**	,989	,066	,000**	,011**	,001**	,006**	,314	,232	,013**	,192	,011**	,259
Afvoerkanaal	"	,199	,000**	,177	,000**	,007**	,000**	,000**	,044*	,404	,187	,000**	,051	,238
Toevoersloot	"	,136	,236	,002**	,001**	,016**	,006**	,065	,010**	,162	,498	,001**	,067	,034*
Voorraadkanaal	"	,049*	,000**	,237	,000**	,000**	,005**	,000**	,071	,572	,000**	,084	,068	,378
Geul	punt (8,10,12,15)	,280	,000**	,919	,864	,544	,014**	,704	,332	,036*	,068	,219	,089	,113
Afvoerkanaal	punt (1,2,5,9)	,014**	,029*	,007**	,812	,657	,009**	,078	,009**	,251	,445	,356	,019**	,030*
Toevoersloot	punt (7, 11, 16)	,427	,838	,344	,460	,678	,354	,240	,048*	,247	,592	,781	,213	,195
Voorraadkanaal	punt (3,4,6,14)	,047*	,035*	,227	,105	,031*	,138	,579	,560	,237	,086	,532	,869	,371

Tabel 19: Significanties van meerder Kruskal Wallis-toetsen. Weergegeven is het verschil binnen een insectensoort (m.u.v Eph, Neu, Zyg, Arc, Formic, Rest vanwege een tekort aan waarnemingen) tussen de groepen (datum, watertyp en punt). De verschillen zijn bekeken voor de gehele dataset en per watertype / vangdatum.

13.3.3.3 De verschillende klusters en lengteklassen

Gebruikte data	Groep	Vliegend	Zittend	Combi	Klasse
Totaal	dag	0,030 *	0,207	0,000 *	0,001 **
Waarde 1	"	0,000 **	0,000 **	---	0,000 **
Waarde 2	"	0,545	0,008 **	0,000 *	0,000 **
Waarde 3	"	0,000 **	0,163	0,000 *	0,000 **
Waarde 4	"	0,017 **	0,000 **	0,095	0,000 **
Waarde 5	"	0,004 **	0,355	0,000 *	0,000 **
Waarde 6	"	0,000 **	0,002 **	---	0,000 **
Totaal	punt	0,041 *	0,007 **	0,000 **	0,000 **
Waarde 1	"	0,799	0,161		0,228
Waarde 2	"	0,048 *	0,287	0,303	0,253
Waarde 3	"	0,106	0,000 **	0,002 **	0,036 *
Waarde 4	"	0,000 **	0,056	0,009 **	0,000 **
Waarde 5	"	0,000 **	0,011 **	0,060	0,001 **
Waarde 6	"	,259	,653		,386

Tabel 20: De significanties van een Chi-kwadraat van de het verschil tussen dagen (df = 39) en punten (df = 15) bij de vier klusters vliegend, zittend, combi en klasse. De verschillen zijn bekeken voor de gehele dataset en per lengteklassen.

13.3.3.4 De totaal klasse

Gebruikte data	Groep	Aantal insecten	Aantal soorten
alles	oever-water	,794	,909
alles	punt	,000 **	,000 **
alles	watertyp	,048 *	,000 **
water	punt	,007 **	,004 **
oever	punt	,015 **	,002 **
geul	oever-water	,847	,945
afvoerkanaal	"	,219	,566
toevoersloot	"	,652	,845
voorraadkanaal	"	,692	,771
geul	punt	,000 **	,043 *
afvoerkanaal	"	,000 **	,002 **
toevoersloot	"	,027 *	,001 **
voorraadkanaal	"	,627	,376
18 mei t/m 31 mei	punt	,008 **	,001 **
1 juni t/m 14 juni	"	,006 **	,000 **
15 juni t/m 30 juni	"	,003 **	,000 **
1 juli t/m 15 juli	"	,003 **	,000 **
18 mei t/m 31 mei	oever-water	,577	,725
1 juni t/m 14 juni	"	,808	,990
15 juni t/m 30 juni	"	,730	,847
1 juli t/m 15 juli	"	,611	,662

Tabel 21: Significanties van een aantal Kruskal-Wallis-toetsen van het verschil tussen vangstplek (oever/water), punt en watertype. Deze verschillen zijn bekeken voor de gehele dataset en per groep.

13.3.3.5 Insektengewicht

Gebruikte data	Groep	Gklasse 1	Gklasse 2	Gklasse 3	Gklasse 4	Gklasse 5	Gklasse 6
alles	watertyp	0,077	0,788	0,823	0,099	0,043 *	0,389
alles	datum (4 groepen)	0,000 **	0,000 **	0,009 **	0,000 **	0,007 **	0,002 **
alles	punt	0,089	0,173	0,033 *	0,001 **	0,003 **	0,336
18 mei t/m 31 mei	watertyp	0,852	0,959	0,573	0,083	0,545	0,784
1 juni t/m 14 juni	"	0,005 **	0,193	0,035 *	0,522	0,395	0,904
15 juni t/m 30 juni	"	0,316	0,170	0,986	0,898	0,318	0,081
1 juli t/m 15 juli	"	0,006 **	0,440	0,960	0,289	0,526	0,565
Geul	punt (8,10,12,15)	0,717	0,005 **	0,599	0,013 **	0,260	0,134
Afvoerkanaal	punt (1,2,5,9)	0,140	0,860	0,001 **	0,309	0,000 **	0,587
Toevoersloot	punt (7,11,6)	0,548	0,779	0,710	0,049 *	0,675	0,291
Voorraadkanaal	punt (3,4,6,14)	0,083	0,127	0,664	0,031 *	0,354	0,405
Geul	dag (18-31 mei)	0,000 **	0,000 **	0,240	0,013 **	0,190	0,043 *
Afvoerkanaal	dag (1-14 juni)	0,000 **	0,000 **	0,198	0,036 *	0,077	0,092
Toevoersloot	dag (15-30 juni)	0,000 **	0,012 **	0,020 **	0,090	0,762	0,536
Voorraadkanaal	dag (1-15 juli)	0,000 **	0,001 **	0,394	0,000 **	0,489	0,424

Tabel 22: Significanties van een aantal Kruskal- Wallis-toesten voor het verschil binnen de gewichten van 6 lengteklassen per vangstplek (oever/water), punt en watertype.

13.3.3.6 Robuuste correctie van de ruimtelijke en tijdelijke verspreiding

	Arach	Tip	Bra	Nem	Tri	Eph	Neu	Hemi	Luis	Zyg	Rups	Lep	Chry	Cur	Col	Orth	Form	Arc	Rest	Data
Chi-Square	6,51	22,55	9,84	3,12	29,61	8,65	2,24	4,38	10,66	1,34	4,15	2,21	14,54	1,53	1,85	1,92	10,33	3,96	5,58	100
Asymp. Sig.	0,09	0,00**	0,02**	0,37	0,00**	0,03*	0,52	0,22	0,01**	0,72	0,25	0,53	0,00**	0,68	0,60	0,59	0,02**	0,27	0,13	
Chi-Square	1,78	8,88	16,68	3,91	12,94	5,51	1,61	1,45	7,06	3,81	5,00	1,72	7,64	1,60	1,10	1,63	9,18	2,51	3,49	50
Asymp. Sig.	0,62	0,03*	0,00**	0,27	0,00**	0,14	0,66	0,69	0,07	0,28	0,17	0,63	0,05**	0,66	0,78	0,65	0,03*	0,47	0,32	
Chi-Square	4,80	21,53	10,39	5,74	12,27	2,91	2,00	1,02	14,02	1,37	1,42	4,91	20,58	2,61	2,35	0,61	3,80	4,48	6,92	50
Asymp. Sig.	0,19	0,00**	0,02**	0,13	0,01**	0,40	0,57	0,80	0,00**	0,71	0,70	0,18	0,00*8	0,46	0,50	0,89	0,28	0,21	0,07	

Tabel 23: Kruskal -Wallis voor het ruimtelijke verschil tussen de insecten soorten, voor de variabele watertyp (df = 3). Weergegeven zijn de significanties van drie verschillende datasets (100 procent en 50 procent)

	Arach	Tip	Bra	Nem	Tri	Eph	Neu	Hemmi	Luis	Zyg	Rups	Lep	Chry	Cur	Col	Orth	Form	Arc	Rest	Data
Chi-Square	22,57	35,04	16,70	89,68	45,00	7,20	7,39	59,87	57,11	26,46	16,01	0,63	43,89	37,12	17,75	13,99	11,77	16,08	8,34	100
Asymp. Sig.	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,07	0,06	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,89	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,01**	0,00**	0,04*	
Chi-Square	22,42	10,27	10,91	45,92	20,95	6,28	2,82	39,53	29,99	9,01	14,06	2,42	32,26	18,16	19,65	24,21	4,93	11,50	2,46	50
Asymp. Sig.	0,00**	0,02**	0,01**	0,00**	0,00**	0,10	0,42	0,00**	0,00**	0,03*	0,00**	0,49	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,18	0,01**	0,48	
Chi-Square	9,31	10,51	7,66	41,92	18,78	4,88	4,09	24,12	30,34	6,88	7,92	0,83	11,80	20,35	8,09	10,27	18,38	9,26	2,69	50
Asymp. Sig.	0,03*	0,01**	0,05*	0,00**	0,00**	0,18	0,25	0,00**	0,00**	0,08	0,05*	0,84	0,01**	0,00**	0,04*	0,02**	0,00**	0,03*	0,44	

Tabel 24: Kruskal -Wallis voor het tijdelijke verschil tussen de insecten soorten, voor de variabele vangstdatum (df = 3)
Weergegeven zijn de significanties van drie verschillende datasets (100 procent en 50 procent)




13.3.4 Muggen

13.3.4.1 Verspreiding muggen algemeen

Vangstdatum	Watertype	n	Totaal aantal muggen	S.D	Max	Min
18 mei t/m 31 mei	geul	18	676	16,82	65	18
	afvoerkanaal	21	704	17,73	74	7
	toevoersloot	12	354	26,21	100	8
	voorraadkanaal	18	543	17,67	63	6
1 juni t/m 14 juni	geul	15	224	22,75	93	0
	afvoerkanaal	24	347	9,17	37	0
	toevoersloot	14	128	9,18	31	0
	voorraadkanaal	18	261	12,77	39	0
15 juni t/m 30 juni	geul	18	158	7,03	24	0
	afvoerkanaal	28	326	7,22	27	0
	toevoersloot	16	241	12,79	52	2

	voorraadkanaal	24	321	13,94	51	1
1 juli t/m 15 juli	geul	19	184	5,39	19	1
	afvoerkanaal	24	229	5,12	24	3
	toevoersloot	14	86	4,31	16	1
	voorraadkanaal	17	198	7,80	32	0

Tabel 25: Overzicht van het totaal aantal muggen (oever + water) per vangstdatum en watertype, met de bijbehorende standaard deviatie (S.D) en het maximum/minimum aantal muggen n = Aantal waarnemingen

nadruk op nem (muggen). In de tabel zijn een aantal correlaties gemarkeert:  = C.C >0,300,
 = * = s<0.05,  = ** = s<0.025

13.3.5 Verspreiding van insecten in de lucht in relatie met omgevingsfactoren

13.3.5.1 Overzicht van de insecten aantallen per variabele omgevingsfactor

	Temperatuur °C						Beschutting			
	0-4 n = 11	4-8 n = 41	8-12 n = 71	12-16 n = 107	16-20 n = 65	20-24 n = 5	glad n = 190	red. glad n = 57	rimpelig n = 27	golven n = 26
Arach	23	58	136	181	128	5	414	73	26	18
Tip	18	106	89	288	52	6	341	153	25	40
Bra	47	102	263	522	233	19	803	227	87	69
Nem	317	598	1514	1797	676	78	3714	741	289	236
Tri	62	50	69	101	44	4	244	62	13	11
Eph	9	6	7	29	12	0	46	7	6	4
Neu	2	0	1	4	3	4	6	6	2	0
Hemi	31	100	210	302	116	2	518	158	25	60
Luis	7	130	149	200	89	13	419	122	21	26
Zyg	1	2	2	4	2	0	8	2	1	0
Rups	0	6	2	28	2	1	27	10	0	2
Lep	1	13	18	46	34	2	71	25	8	10
Chry	1	8	13	34	13	0	49	13	3	4
Cur	1	4	8	14	13	0	35	1	1	3
Col	7	52	57	196	33	2	205	69	7	66
Orth	1	11	10	28	11	0	52	8	1	0
Form	6	3	15	33	4	0	35	20	3	3
Arc	3	4	4	28	2	1	31	5	3	3
Rest	0	5	21	37	12	0	65	8	0	2

Tabel 28: Overzicht van het totaal aantal insecten per soort voor de twee belangrijke variabele omgevingsfactoren (temperatuur en beschutting). Onder elke klasse staat het bijbehorende aantal waarnemingen (n). (NB: het gaat hier dus niet om gemiddelden!)

13.3.5.2 Overzicht van de insecten aantallen per constante omgevingsfactor

	Mogelijkheid tot beschutting			Oeverhelling		
	Open n = 92	Redelijk n = 130	Beschut n = 78	Geen n = 168	Aflopend n = 93	Steil n = 39
Arach	150	233	148	266	159	106
Tip	284	180	95	336	129	94
Bra	346	461	379	651	382	153
Nem	1515	2242	1223	2797	1482	701
Tri	137	138	55	133	168	29
Eph	31	25	7	32	27	4
Neu	4	5	5	9	4	1
Hemi	155	260	346	382	227	152
Luis	77	150	361	382	126	80
Zyg	3	7	1	5	4	2
Rups	10	8	21	26	5	8
Lep	30	52	32	67	33	14
Chry	14	52	3	28	31	10
Cur	15	10	15	28	9	3
Col	108	125	114	216	90	41
Orth	9	19	33	36	10	15
Form	32	22	7	53	5	3
Arc	9	18	15	24	8	10
Rest	8	28	39	33	28	14

Tabel 29: Overzicht van het totaal aantal insecten per soort voor de twee belangrijke constante omgevingsvariabelen (mogelijkheid tot beschutting en oeverhelling). Onder elke klasse staat het bijbehorende aantal waarnemingen (n).

13.3.5.3 Soorten in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren

	Wind	Temp	Mist
Arach	0,003 **	0,628	0,014 **
Tip	0,016 **	0,074	0,079
Bra	0,283	0,013 **	0,001 **
Nem	0,000 **	0,004 **	0,319
Tri	0,008 **	0,077	0,553
Eph	0,340	0,011 **	0,532
Neu	0,726	0,000 **	0,545
Hemi	0,862	0,000 **	0,006 **
Luis	0,539	0,190	0,661
Zyg	0,466	0,923	0,660
Rups	0,194	0,049	0,200
Lep	0,607	0,151	0,024 **
Chry	0,313	0,704	0,391
Cur	0,232	0,990	0,344
Col	0,464	0,031 *	0,402
Orth	0,168	0,810	0,184
Form	0,247	0,010 **	0,560
Arc	0,193	0,027 *	0,785
Rest	0,096	0,395	0,439

Tabel 30: Significanties van drie Factor Anova's voor de invloed van drie variabele omgevings-factoren (wind, temp en mist) op de insecten soorten.

	Beschutting	Stroming	Breedte
Arach	0,678	0,302	0,157
Tip	0,316	0,000 **	0,000 **
Bra	0,021 **	0,012 **	0,020 **
Nem	0,654	0,176	0,278
Tri	0,005 **	0,000 **	0,000 **
Eph	0,009 **	0,021 **	0,075
Neu	0,637	0,487	0,950
Hemi	0,062	0,090	0,046 *
Luis	0,000 **	0,002 **	0,057
Zyg	0,388	0,651	0,298
Rups	0,027 *	0,144	0,064
Lep	0,558	0,326	0,155
Chry	0,011 **	0,000 **	0,010 **
Cur	0,277	0,648	0,830
Col	0,526	0,360	0,034 *
Orth	0,042 *	0,201	0,011 **
Form	0,006 **	0,006 **	0,168
Arc	0,367	0,070	0,154
Rest	0,001 **	0,042 *	0,014 **

Tabel 31: Significanties van drie Factor Anova's voor de invloed van drie constante omgevings-factoren (mogelijkheid tot beschutting, storming en breedte) op de insecten soorten.

13.3.5.4 Verschillende klusters in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren

	Temperatuur	Wind	Beschutting	Mist
Vliegend 1	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,219
Vliegend 2	0,330	0,061	0,591	0,394
Vliegend 3	0,124	0,001 **	0,117	0,157
Vliegend 4	0,085	0,054	0,669	0,133
Vliegend 5	0,166	0,297	0,265	0,942
Vliegend 6	0,378	0,272	0,479	0,157
Zittende 1	0,166	0,570	0,602	0,660
Zittende 2	0,064	0,035 *	0,062	0,518
Zittende 3	0,593	0,727	0,367	0,776
Zittende 4	0,563	0,001 **	0,000 **	0,029 *
Zittende 5	0,521	0,738	0,293	0,099
Zittende 6	0,670	0,815	0,833	0,388
Combi 2	0,002 **	0,051	0,689	0,054
Combi 3	0,021 **	0,005 **	0,005 **	0,031 *
Combi 4	0,390	0,478	0,999	0,249
Combi 5	0,200	0,228	0,310	0,375

Tabel 32: Significanties van 4 Factor Anova's voor de invloed van de variabele omgevingsfactoren (temperatuur, wind, beschutting en mist) op de klusters.

	Breedte	Stroming	Overhelling	Beschutting
Vliegend 1	0,347	0,375	0,513	0,742
Vliegend 2	0,980	0,599	0,427	0,450
Vliegend 3	0,079	0,420	0,493	0,852
Vliegend 4	0,000 **	0,005 **	0,456	0,012 **
Vliegend 5	0,000 **	0,008 **	0,785	0,138
Vliegend 6	0,784	0,781	0,214	0,098
Zittende 1	0,611	0,008 **	0,544	0,001 **
Zittende 2	0,067	0,655	0,014 **	0,487
Zittende 3	0,100	0,006 **	0,083	0,003 **
Zittende 4	0,011 **	0,626	0,451	0,657
Zittende 5	0,526	0,194	0,006 **	0,358
Zittende 6	0,702	0,683	0,669	0,792
Combi 2	0,112	0,356	0,802	0,191
Combi 3	0,546	0,315	0,173	0,480
Combi 4	0,336	0,035 *	0,544	0,418
Combi 5	0,127	0,368	0,246	0,104

Tabel 33: Significanties van 4 Factor Anova's voor de invloed van de constante omgevingsfactoren (breedte, stroming, oeverhelling, beschutting) op de klusters.

13.3.5.5 Lengte klassen in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren

	Variabele omgevingsfactoren								Constante omgevingsfactoren			
	Temperatuur	Wind	Beschutting	Mist	Maan	Richting	Bewolking	Regen	Breedte	Stroming	Oeverhelling	Beschutting
Klasse 1	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,211	0,057	0,003 **	0,514	0,515	0,382	0,073	0,472	0,223
Klasse 2	0,000 **	0,004 **	0,406	0,139	0,000 **	0,035 *	0,233	0,474	0,056	0,419	0,390	0,304
Klasse 3	0,198	0,006 **	0,414	0,020 **	0,054	0,182	0,588	0,636	0,153	0,218	0,759	0,875
Klasse 4	0,149	0,008 **	0,140	0,068	0,378	0,130	0,412	0,179	0,000 **	0,013 **	0,413	0,083
Klasse 5	0,687	0,775	0,225	0,601	0,178	0,027 *	0,299	0,506	0,813	0,031 *	0,252	0,011 **
Klasse 6	0,273	0,325	0,467	0,131	0,216	0,727	0,213	0,157	0,854	0,782	0,246	0,144

Tabel 34: Significanties van 12 Factor Anova's voor de invloed van de variabele omgevingsfactoren (temperatuur, wind, beschutting, mist, maan, richting, bewolking en regen) en de constante omgevingsfactoren (breedte, stroming, oeverhelling en (mogelijkheid tot) beschutting) op de lengteklassen.

13.3.5.6 Totaal klassen in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren

	Variabele omgevingsfactor								Constante omgevingsfactor			
	Temp.	Wind	Beschutting	Mist	Maan	Richting	Bewolking	Regen	Breedte	Stroming	Oeverhelling	Beschutting
Totaal gewicht	0,186	0,433	0,010 **	0,002 **	0,398	0,093	0,803	0,231	0,046 *	0,004 **	0,073	0,801
O Kwantiteit	0,001 **	0,015 **	0,004 **	0,002 **	0,242	0,563	0,718	0,802	0,194	0,000 **	0,211	0,001 **
O kwaliteit	0,004 **	0,025 **	0,051	0,000 **	0,010 **	0,102	0,093	0,695	0,011 **	0,002 **	0,164	0,006 **
W kwantiteit	0,002 **	0,000 **	0,006 **	0,036 *	0,414	0,005 **	0,648	0,288	0,001 **	0,168	0,731	0,431
W kwaliteit	0,057	0,023 **	0,293	0,004 **	0,636	0,468	0,658	0,602	0,007 **	0,097	0,241	0,492
O + W Kwantiteit	0,000 **	0,000 **	0,001 **	0,012 **	0,183	0,091	0,748	0,428	0,010 **	0,030 *	0,540	0,273
O + W Kwaliteit	0,004 **	0,048 *	0,149	0,000 **	0,126	0,530	0,620	0,203	0,010 **	0,087	0,112	0,488

Tabel 35: Significanties van 12 Factor Anova's voor de invloed van de variabele omgevingsfactoren (temperatuur, wind, beschutting, mist, maan, richting, bewolking en regen) en constante omgevingsfactoren (breedte, stroming, oeverhelling en (mogelijkheid tot) beschutting) op de totaal klassen.

13.3.5.7 Gewicht in relatie met constante en variabele omgevingsfactoren

	Temperatuur	Beschutting	Mist
Garch	0,543	0,001 **	0,001 **
Gtip	0,006 **	0,901	0,615
Gbra	0,000 **	0,213	0,000 **
Gnem	0,096	0,001 **	0,472
Gtri	0,239	0,216	0,258
Geph	0,005 **	0,706	0,380
Gneu	0,000 **	0,125	0,545
Ghemi	0,000 **	0,200	0,002 **
Gluis	0,630	0,736	0,547
Gzyg	0,905	0,527	0,555
Grups	0,138	0,482	0,155
Glep	0,095	0,799	0,015 **
Gchry	0,529	0,985	0,275
Gcur	0,980	0,470	0,313
Gcol	0,033 *	0,120	0,206
Gorth	0,671	0,133	0,143
Gform	0,007 **	0,694	0,826
Grest	0,546	0,016 **	0,208

Tabel 36

	Temperatuur	Beschutting	Mist
Gklasse 1	0,000 **	0,002 **	0,263
Gklasse 2	0,001 **	0,599	0,362
Gklasse 3	0,384	0,019 **	0,000 **
Gklasse 4	0,115	0,057	0,029 *
Gklasse 5	0,473	0,051	0,337
Gklasse 6	0,211	0,312	0,109

Tabel 37

	Temperatuur	Beschutting	Mist
Totaal gewicht	0,186	0,010 **	0,002 **
Totaal aantal insecten	0,000 **	0,001 **	0,012 **
Totaal aantal soorten	0,004 **	0,149	0,000 **

Tabel 38

Tabel 36 t/m 38: Significanties van 3 Factor Anova's voor de invloed van drie variabele omgevings-factoren; (temperatuur, beschutting en mist) op het gewicht van insecten soorten (tabel...), op de verschillende lengteklassen (tabel...) en op de totaal klassen (tabel...).

	Stroming	Beschutting	Breedte
Garch	0,713	0,947	0,075
Gtip	0,001 **	0,507	0,000 **
Gbra	0,092	0,062	0,075
Gnem	0,253	0,798	0,064
Gtri	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Geph	0,037 *	0,009 **	0,101
Gneu	0,507	0,670	0,940
Ghemi	0,136	0,120	0,039 *
Gluis	0,002 **	0,000 **	0,004 **
Gzyg	0,977	0,730	0,206
Grups	0,349	0,089	0,116
Glep	0,443	0,585	0,295
Gchry	0,002 **	0,054	0,007 **
Gcur	0,636	0,204	0,814
Gcol	0,755	0,715	0,173
Gorth	0,372	0,166	0,024 **
Gform	0,004 **	0,009 **	0,339
Grest	0,097	0,010 **	0,029 *

Tabel 39

	Stroming	Beschutting	Breedte
Gklasse 1	0,049 *	0,122	0,109
Gklasse 2	0,410	0,250	0,059
Gklasse 3	0,597	0,566	0,016 **
Gklasse 4	0,077	0,251	0,000 **
Gklasse 5	0,031 *	0,718	0,025 **
Gklasse 6	0,617	0,212	0,187

Tabel 40

	Stroming	Beschutting	Breedte
Totaal gewicht	0,801	0,801	0,000 **
Totaal aantal insecten	0,273	0,273	0,003 **
Totaal aantal soorten	0,488	0,488	0,000 **

Tabel 41

Tabel 39 t/m 41: Significanties van 3 Factor Anova's voor de invloed van drie constante omgevings-factoren (mogelijkheid tot beschutting, storming en breedte) op het gewicht van insecten soorten (tabel...),

op de verschillende lengteklassen (tabel...) en op de totaal klassen (tabel...).

13.3.5.8 Robuuste correctie voor variabele omgevingsfactoren

	Arach	Tip	Bra	Nem	Tri	Eph	Neu	Hemni	Luis	Zyg	Rups	Lep	Chry	Cur	Col	Orth	Form	Arc	Rest	Data
Chi-Square	20,65	1,63	3,06	26,11	5,41	2,71	6,17	8,04	2,33	1,75	2,36	1,13	0,14	2,17	9,20	7,02	1,43	0,49	10,95	100
Asymp. Sig.	0,00 **	0,65	0,38	0,00 **	0,14	0,44	0,10	0,05 *	0,51	0,63	0,50	0,77	0,99	0,54	0,03 **	0,07	0,70	0,92	0,01 **	
Chi-Square	10,43	1,19	2,65	13,70	3,43	6,18	6,60	2,83	0,65	1,19	3,42	3,21	2,19	2,71	7,17	3,58	1,30	2,56	2,85	50
Asymp. Sig.	0,02 **	0,76	0,45	0,00 **	0,33	0,10	0,09	0,42	0,89	0,76	0,33	0,36	0,53	0,44	0,07	0,31	0,73	0,46	0,42	
Chi-Square	7,61	2,00	6,01	7,05	9,63	0,78	5,26	6,36	1,38	1,40	3,15	0,91	2,84	0,12	10,10	5,27	6,51	1,83	7,48	50
Asymp. Sig.	0,05 *	0,57	0,11	0,07	0,02 **	0,85	0,15	0,10	0,71	0,70	0,37	0,82	0,42	0,99	0,02 **	0,15	0,09	0,61	0,06	

Tabel 42: Robuuste manier van autocorrelaties oplossen in de insekten data. Weergegeven zijn de significanties van 3 Kruskal- Wallis testen met als groeping variabele beschutting (df = 3). Deze test is zowel bij de totale dataset (100%) als bij de tweemaal een random de helft van de dataset (50 %) uitgevoerd

	Arach	Tip	Bra	Nem	Tri	Eph	Neu	Hemni	Luis	Zyg	Rups	Lep	Chry	Cur	Col	Orth	Form	Arc	Rest	Data
Chi-Square	5,03	10,92	14,41	21,90	6,13	15,09	50,31	29,68	10,79	1,74	11,62	8,50	4,44	1,53	9,31	3,63	16,20	11,41	5,62	100
Asymp. Sig.	0,41	0,05 *	0,01 **	0,00 *8	0,29	0,01 **	0,00 **	0,00 **	0,06	0,88	0,04 *	0,13	0,49	0,91	0,10	0,60	0,01 *8	0,04 *	0,35	
Chi-Square	5,28	4,20	11,96	15,06	3,70	5,94	30,98	21,54	3,65	1,17	8,72	11,01	2,00	1,51	2,99	3,93	13,38	13,18	2,94	50
Asymp. Sig.	0,38	0,52	0,04 *	0,01 **	0,59	0,31	0,00 *8	0,00 *8	0,60	0,95	0,12	0,05 *	0,85	0,91	0,70	0,56	0,02 **	0,02 *8	0,71	
Chi-Square	0,81	9,23	9,48	12,25	3,21	1,48	37,30	18,01	7,01	0,46	6,53	7,06	5,49	3,36	6,11	2,56	17,44	5,92	1,48	50
Asymp. Sig.	0,98	0,10	0,09	0,03 **	0,67	0,92	0,00 *8	0,00 *8	0,22	0,99	0,26	0,22	0,36	0,64	0,30	0,77	0,00 **	0,31	0,91	

Tabel 43: Robuuste manier van autocorrelaties oplossen in de insekten data. Weergegeven zijn de significanties van 3 Kruskal- Wallis testen met als groeping variabele temperatuur (df = 5). Deze test is zowel bij de totale dataset (100%) als bij de tweemaal een random de helft van de dataset (50 %) uitgevoerd.

13.3.6 Verschil tussen waterbeestjes en insekten

13.3.6.1 Verschil tussen

waterbeestjes en insekten algemeen

Kluster		Mean Square	F	Sig.
Lengte klasse	Klasse 1	0,010	0,185	0,671
	Klasse 2	5,290	169,779	0,000 **
	Klasse 3	1,688	70,709	0,000 **
	Klasse 4	3,818	192,571	0,000 **
Soort	Tri	0,311	4,542	0,043 *
	Zyg	0,020	2,406	0,133
	Eph	12,580	309,779	0,000 **
Familie	Muggen	0,100	1,902	0,180
	Eph-tri	8,741	141,106	0,000 **

Tabel 44: Factor Anova voor het verschil tussen oever en water vangst bekijkt (df = 1). Weergegeven zijn de between group varianties, F waarden en de significanties..

13.3.6.2 Regressie

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error
wbklasse 1-iklasse1	0,275	0,076	-0,002	0,305
wbklasse 2 - iklasse 2	0,203	0,041	-0,039	0,213
wbklasse 3- iklasse 3	0,273	0,075	-0,002	0,199
wbklasse 4-iklasse 4	0,250	0,063	-0,015	0,067
muggen (larf) - nem (adult)	0,116	0,014	-0,069	0,313
tri (larf) - tri (adult)	0,199	0,040	-0,040	0,298
ephtri (larf)- eph & tri (adult)	0,264	0,069	-0,100	0,277
bea&cea (larf) - eph (adult)	0,418	0,175	0,025	0,062
zyg (larf) - zyg (adult)	0,111	0,012	-0,070	0,132

Tabel 45: Regressie tussen waterbeestjes (wb) en insekten(i). De eerste vier regressies zijn tussen grootte klassen(tabel 6 en 7). De tweede vier regressies zijn voor de groepen die zowel in water (larf) als in de lucht (adult) voorkomen.

13.4 Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van vleermuizen

13.4.1 Verspreiding van vleermuizen algemeen

13.4.1.1 De verschillende vleermuisvariabelen

PassLR	C.C									
	Sig.									
PassRL	C.C	0,779								
	Sig.	0,000 **								
PassTot	C.C	0,933	0,935							
	Sig.	0,000 **	0,000 **							
Buzz	C.C	0,884	0,883	0,948						
	Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **						
Aantal	C.C	0,781	0,786	0,879	0,825					
	Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **					
Jagers	C.C	0,788	0,803	0,836	0,818	0,771				
	Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **				
Trekkers	C.C	0,212	0,205	0,278	0,222	0,527	-0,064			
	Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,117			
		PassLR	PassRL	PassTot	Buzz	Aantal	Jagers			

Tabel 46: Pearson correlaties met getranformeerde data, tussen de verschillende vleermuisvariabelen. Weergegeven zijn de Correlatie coëfient en de significanties (NB; C.C > 0,800 zijn grijs gekleurd).

13.4.1.2 Overzicht van de ruimtelijke verspreiding

Punt	Watertype	n	Z.O	Aantal vv		Passages		Buzzen	
				Max	Totaal	Max	Totaal	Max	Totaal
1	afvoerkanaal	38	2,56	21	213	162	827	135	1038
2	afvoerkanaal	38	2,51	42	241	74	792	70	901
5	afvoerkanaal	40	3,18	8	137	44	488	88	673
9	afvoerkanaal	38	3,32	10	83	18	218	29	367
13	afvoerkanaal	40	3,24	19	157	39	596	57	933
8	geul	34	3,07	6	98	29	248	30	278
10	geul	34	3,13	2	11	3	17	3	14
12	geul	34	3,18	6	49	14	115	24	164
15	geul	38	2,56	3	53	9	95	16	127
7	toevoersloot	38	2,57	9	113	23	252	35	301
11	toevoersloot	36	3,3	6	53	36	163	43	228
16	toevoersloot	38	2,59	11	103	65	417	75	566
3	voorraadkanaal	40	3,16	8	82	31	206	41	267
4	voorraadkanaal	36	3,22	4	76	23	188	18	162
6	voorraadkanaal	38	2,38	11	90	21	208	27	239
14	voorraadkanaal	40	3,07	9	139	32	345	55	497

Tabel 47: Overzicht van de maxima en totalen van de drie vleermuisvariabelen aantal, passages en buzzen per punt, gesorteerd per watertype.(n = het aantal waarnemingen, Z.O = de gemiddelde tijd na zonsondergang)

13.4.1.3 Overzicht van de tijdelijke verspreiding

Punt	Watertype	n	18 mei t/m 31 mei			1 juni t/m 14 juni			15 juni t/m 30 juni			1 juli t/m 15 juli		
			Aantal n = 138	Pass n = 138	Buzzen n = 138	Aantal n = 142	Pass n = 142	Buzzen n = 142	Aantal n=172	Pass n=172	Buzzen n=172	Aantal n = 148	Pass n = 148	Buzzen n = 148
1	afvoerkanaal	38	29	72	92	98	426	510	58	253	310	28	76	126
2	afvoerkanaal	38	114	353	304	37	77	140	34	59	87	56	303	370
5	afvoerkanaal	40	14	25	29	42	158	263	43	161	176	38	144	205
9	afvoerkanaal	38	23	79	121	19	44	75	15	56	93	26	39	78
13	afvoerkanaal	40	32	53	59	37	130	200	65	286	434	23	127	240
8	geul	34	29	94	103	20	51	79	16	55	42	33	48	54
10	geul	34	3	4	6	1	1	0	4	8	5	3	4	3
12	geul	34	21	38	50	10	23	39	7	13	14	11	41	61
15	geul	38	18	26	30	6	11	28	15	28	35	14	30	34
7	toevoersloot	38	19	30	35	42	82	85	24	74	76	28	66	105
11	toevoersloot	36	17	59	88	10	16	16	6	7	11	20	81	113
16	toevoersloot	38	26	95	78	14	53	88	19	82	122	44	187	278
3	voorraadkanaal	40	27	72	93	6	17	20	30	85	117	19	32	37

4	voorraadkanaal	36	23	92	62	15	23	22	26	53	58	12	20	20
6	voorraadkanaal	38	49	123	122	15	49	81	17	27	30	9	9	6
14	voorraadkanaal	40	30	64	91	43	120	194	36	76	87	30	85	125

Tabel 48: Overzicht van de totalen van de drie vleermuisvariabelen aantal, passages en buzzen per punt, gesorteerd per vangstdatum (n = het aantal waarnemingen per punt).

13.4.1.4 Watertypen en punten/ vangstdata en dagen

Gebruikte data	Groep	Passages	Buzzen	Aantal	Jagers	Trekkers
alles	dag	0,021 **	0,029 *	0,001 **	0,001 **	0,000 **
alles	datum (4 groepen)	0,271	0,092	0,188	0,006 **	0,001 **
alles	watertype	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,001 **
alles	punt	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
alles	tijdna (9 groepen)	0,009 **	0,014 **	0,000 **	0,002 **	0,003 **
18 mei t/m 31 mei	watertyp	0,000 **	0,001 **	0,004 **	0,003 **	0,811
1 juni t/m 14 juni	"	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,008 **
15 juni t/m 30 juni	"	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,029 *
1 juli t/m 15 juli	"	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,074
18 mei t/m 31 mei	dag (1 t/m 9)	0,040 *	0,400	0,075	0,047 *	0,111
1 juni t/m 14 juni	dag (10 t/m 18)	0,077	0,078	0,036 **	0,112	0,486
15 juni t/m 30 juni	dag (19 t/m 29)	0,307	0,283	0,036 **	0,032 *	0,008 **
1 juli t/m 15 juli	dag (30 t/m 40)	0,083	0,054	0,039 **	0,152	0,001 **
Geul	punt (8,10,12,15)	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,001**
Afvoerkanaal	punt (1,2,5,9)	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,473
Toevoersloot	punt (7,11,16)	0,002 **	0,005 **	0,001 **	0,036 *	0,057
Voorraadkanaal	punt (3,4,6,14)	0,006 **	0,010 **	0,001 **	0,121	0,076
Geul	datum (4 groepen)	0,190	0,284	0,035 *	0,612	0,077
Afvoerkanaal	"	0,530	0,043 *	0,225	0,097	0,047 *
Toevoersloot	"	0,004 **	0,001 **	0,006 **	0,025 **	0,287
Voorraadkanaal	"	0,000 **	0,000 **	0,001 **	0,000 **	0,021 **

Tabel 49: Overzicht van meerdere Kruskal Wallis toetsen voor vijf vleermuis variabelen. Deze tabel geeft zowel ruimtelijke als tijdelijke variatie in verspreiding van vleermuizen weer. Gebruikt zijn de totale dataset en verschillende watertypen en vangstdata.

Groep	Code	Passages	Buzzen	Aantal	Jagers	Trekkers
Datum	1 & 2	0,417	0,605	0,241	0,436	0,991
	1 & 3	0,050 *	0,060	0,033 *	0,001 **	0,025 **
	1 & 4	0,593	0,708	0,510	0,020 **	0,001 **
	3 & 4	0,175	0,032 *	0,139	0,282	0,259
	2 & 4	0,843	0,979	0,652	0,153	0,000 **
	2 & 3	0,334	0,050 *	0,423	0,019 **	0,021 **
Watertyp	1 & 2	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
	1 & 3	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,004 **	0,155
	1 & 4	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,004 **
	3 & 4	0,565	0,398	0,472	0,696	0,204
	2 & 4	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,334
	2 & 3	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,038 *

Tabel 50: Mann-Whitney toets voor het verschil tussen twee groepen. Weergegeven zijn de significanties. De groepen hebben de volgende code

Datum:

- 1- 18 mei t/m 31 mei
- 2- 1 juni t/m 14 juni
- 3- 15 juni t/m 30 juni
- 4- 1 juli t/m 15 juli

Watertype

- 1- geul
- 2- afvoerkanaal
- 3- toevoersloot
- 4- voorraadkanaal

13.4.1.5 Robuuste manier voor correctie van de verspreiding van vleermuizen

	Passt	Buzz	Aantal	Dataset
Chi-Square	127,109	142,282	120,408	100
Asymp. Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	
Chi-Square	80,424	85,128	78,012	50
Asymp. Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	
Chi-Square	63,896	68,030	60,538	50
Asymp. Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	

Tabel 51: Robuuste manier van autocorrelaties oplossen in de insekten data. Weergegeven zijn 3 Kruskal- Wallis testen met als groeping variabele watertype (df = 3). Deze test is zowel bij de totale dataset (100%) als bij de tweemaal een random de

helft van de dataset (50 %) uitgevoerd.

	Passt	Buzz	Aantal	Dataset
Chi-Square	4,220	6,335	6,494	100
Asymp. Sig.	0,239	0,096	0,090	
Chi-Square	4,086	5,773	4,991	50
Asymp. Sig.	0,252	0,123	0,172	
Chi-Square	0,111	2,120	1,487	50
Asymp. Sig.	0,990	0,548	0,685	

Tabel 52: Robuuste manier van autocorrelaties oplossen in de insekten data. Weergegeven zijn 3 Kruskal- Wallis testen met als groeping variabele vangstdatum (df

= 3). Deze test is zowel bij de totale dataset (100%) als bij de tweemaal een random de

helft van de dataset (50 %) uitgevoerd.

13.4.2 Verspreiding van vleermuizen in relatie met omgevingsfactoren

13.4.2.1 Overzicht van de vleermuisvariabelen in relatie met omgevingsfactoren

	Waarde	n	Aantal	Passages	Buzzen
Temp.	1-4	22	58	165	223
"	4-8	82	198	559	811
"	8-12	142	348	854	1092
"	12-16	214	651	2163	2766
"	16-20	130	422 *	1400 *	1809 *
"	20-24	10	21	34	54
Beschutting	golven	53	105	114	63
"	rimpelig	54	266	373	106
"	red.glad	112	1420 *	1866 *	388 *
"	glad	381	3384	4402	1141
Richting	veel last	92	445	613	157
"	red.last	86	880	1173	227
"	gem. last	126	1263 *	1804	422
"	weinig last	70	856	1037 *	218 *
"	geen last	226	1731	2128	674
Mist	geen mist	484	4475 *	5816 *	1428 *
"	mistig	80	417	584	174
"	mist	36	283	355	96

Tabel 53: Overzicht van de drie vleermuisvariabelen passage, buzzen en aantal in relatie met variabele omgevingsfactoren. (NB: getallen met een * staat voor hoogste gemiddelde)

	n	Passages	Buzzen	Aantal
--	---	----------	--------	--------

Beschutting	open	184	1288	1612	457
"	redelijk	260	1184	1598	493
"	beschut	156	2703 *	3545 *	748 *
Breedte	0-20	306	3610 *	4831 *	1102 *
"	20-40	222	1109	1407	408
"	40-300	72	456	517	188
Helling	geen	214	1212	1551	427
"	aflopend	194	1072	1497	447
"	steil	192	2891 *	3707 *	824 *
Stroming	geen	294	1422	1748	598
"	weinig	194	2921 *	3912 *	831 *
"	stroming	112	832	1095	269

Tabel 54: Overzicht van de drie vleermuisvariabelen passage, buzzen en aantal in relatie met constante omgevingsfactoren. (NB: getallen met een * staat voor hoogste gemiddelde)

13.4.2.2 De invloed van constante/ variabele omgevingsfactoren op de vleermuisvariabelen

	Maan	Temp	Richting	Wind	Beschutting	Kroos	Beheer	Bewolking	Regen	Mist
Gem pass	0,777	0,279	0,000 **	0,376	0,000 **	0,041 *	0,447	0,886	0,072	0,399
Gem pass trek	0,574	0,606	0,057	0,606	0,008 **	0,692	0,161	0,913	0,239	0,334
Gem pass jager	0,921	0,190	0,001 **	0,519	0,000 **	0,027 *	0,403	0,897	0,209	0,358
Gem buzz	0,761	0,540	0,001 **	0,223	0,000 **	0,079	0,197	0,939	0,180	0,565
Gem aantal	0,271	0,614	0,000 **	0,173	0,000 **	0,139	0,257	0,602	0,097	0,569
Gem jagers	0,315	0,430	0,005 **	0,598	0,000 **	0,150	0,363	0,904	0,404	0,825
Gem trekkers	0,445	0,662	0,011 **	0,149	0,109	0,692	0,189	0,187	0,345	0,209

Tabel 55: Significanties van 10 Factor Anova's voor de invloed van de constante omgevingsfactoren op de gemiddelden van de verschillende vleermuisvariabelen. De invloed van de omgevingsfactoren is per watertypen even groot, maar wordt vanwege de grootte vergelijkbaarheid met deze tabel niet weergegeven.

	Breedte	Lengte	Diepte	Stroming	Bodem	W.temp	Zout	Oeverhelling	Helling	Beschutting
Gem pass	0,000 **	0,042 *	0,384	0,000 **	0,487	0,000 **	0,009 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Gem pass trek	0,000 **	0,056	0,458	0,000 **	0,800	0,029 *	0,237	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Gem pass jager	0,000 **	0,091	0,300	0,000 **	0,500	0,004 **	0,011 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Gem buzz	0,000 **	0,037 *	0,183	0,000 **	0,505	0,000 **	0,007 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Gem aantal	0,000 **	0,020 **	0,478	0,000 **	0,484	0,000 **	0,018 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Gem jagers	0,000 **	0,069	0,208	0,000 **	0,993	0,004 **	0,130	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Gem trekkers	0,003 **	0,211	0,727	0,008 **	0,279	0,016 **	0,048 *	0,000 **	0,004 **	0,001 **

Tabel 56: Significanties van 10 Factor Anova's voor de invloed van de constante omgevingsfactoren op de gemiddelden van de verschillende vleermuisvariabelen. De invloed van de omgevingsfactoren is per watertypen even groot, maar wordt vanwege de grootte vergelijkbaarheid met deze tabel niet weergegeven.

13.4.2.3 Robuuste manier voor correctie van de relatie

	Passages	Buzz	Aantal	Dataset
Chi-Square	10,737	7,709	5,660	100
Asymp. Sig.	0,057	0,173	0,341	
Chi-Square	10,251	9,308	7,601	50

Asymp. Sig.	0,068	0,097	0,180	
Chi-Square	4,587	4,327	3,293	50
Asymp. Sig.	0,468	0,503	0,655	

Tabel 57: Robuuste manier van

autocorrelaties oplossen in de insekten data.
 Kruskal- Wallis voor de invloed van
 temperatuur (df = 5) op de drie
 vleermuisvariabelen passages, buzzen en
 aantal

	Passages	Buzz	Aantal	Dataset
Chi-Square	78,132	80,773	61,658	100
Asymp. Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	
Chi-Square	34,801	36,456	26,222	50
Asymp. Sig.	0,000 **	0,000 **	0,000 **	

Chi-Square	45,355	44,344	34,286	50
Chi-Square	0,000 **	0,000 **	0,000 **	

Tabel 58: Robuuste manier van
 autocorrelaties oplossen in de insekten data.
 Kruskal- Wallis test voor de invloed van de
 beschutting (df = 3) op de
 vleermuisvariabelen passages, buzz en
 aantal

13.5 Relatie tussen vleermuizen en insecten

13.5.1 Directe relatie

13.5.1.1 Het gebruik van gemiddelde of maxima's

	Passages		Buzzen	
	Gem-Origineel	Max-Origineel	Gem-Origineel	Max-Origineel
alle punten	0,030 *	0,000 **	0,023 **	0,000 **
punt 1	0,556	0,012 **	0,368	0,012 **
punt 2	0,171	0,003 **	0,191	0,003 **
punt 3	0,106	0,043 *	0,055	0,042 *
punt 4	0,160	0,041 *	0,026 *	0,180
punt 5	0,631	0,012 **	0,827	0,012 **
punt 6	0,114	0,039 *	0,451	0,018 **
punt 7	0,147	0,026 *	0,265	0,027 *
punt 8	0,342	0,005 **	0,614	0,012 **
punt 9	0,188	0,017 **	0,284	0,018 **
punt 10	0,276	0,317	0,131	0,317
punt 11	0,069	0,059	0,059	0,180
punt 12	0,051	0,180	0,065	0,317
punt 13	0,454	0,018 **	0,506	0,018 **
punt 14	0,333	0,011 **	0,226	0,027 *
punt 15	0,415	0,016 **	0,756	0,011 **
punt 16	0,775	0,011 **	0,868	0,018 **

Tabel 59: Significanties van meerdere Wilcoxon Signed rank testen voor het verschil tussen twee groepen; de totale vleermuisdata en de maximale/gemiddelde dataset. Dit is gedaan voor de gehele dataset en per punt.

13.5.1.2 Het gebruik van oever of water data

Predictor	Gebruikte data	R	R square	Adjusted R
totaal aantal insecten	oever	0,177	0,031	0,028
	water	0,099	0,010	0,007
	oever,water	0,177	0,031	0,025
totaal aantal soorten	oever	0,184	0,034	0,031
	water	0,119	0,014	0,011
	oever,water	0,191	0,036	0,030
Totaal gewicht	oever	0,081	0,007	0,003
	water	0,094	0,009	0,005
	oever,water	0,103	0,011	0,007

Tabel 60: Lineaire regressie tussen gemiddeld aantal buzzen en de verschillende predictors. Van elke predictor zijn drie groepen data gebruikt; oever en water apart en tesamen

13.5.1.3 Relatie tussen soorten

		Buzz Oever	Jager	Buzz Water	Jager	Buzz Oever + water	Jager
Arach	C.C	0,165	0,132	-0,023	0,012	0,109	0,136
	Sign.	0,004 **	0,022 **	0,688	0,831	0,059	0,019 **
Tip	C.C	0,027	0,122	0,070	0,117	0,059	0,142
	Sign.	0,639	0,034 *	0,225	0,042 *	0,310	0,014 **
Bra	C.C	0,116	0,124	0,113	0,108	0,121	0,168
	Sign.	0,044 *	0,032 *	0,051	0,063	0,037 *	0,003 **
Nem	C.C	0,108	0,106	0,105	0,149	0,121	0,193
	Sign.	0,062	0,068	0,071	0,010 **	0,037 *	0,001 **
Tri	C.C	-0,092	-0,048	0,010	0,039	-0,027	0,036
	Sign.	0,113	0,403	0,863	0,498	0,644	0,536
Eph	C.C	0,040	0,046	0,017	0,054	0,025	0,066
	Sign.	0,491	0,430	0,765	0,352	0,670	0,253
Neu	C.C	0,056	0,065	0,032	0,061	0,063	0,090
	Sign.	0,330	0,261	0,580	0,289	0,275	0,118
Hemi	C.C	0,061	0,132	-0,116	-0,056	-0,010	0,101
	Sign.	0,295	0,022 **	0,045 *	0,333	0,864	0,080
Luis	C.C	0,155	0,155	0,013	-0,050	0,112	0,092

		Buzz Oever	Jager	Buzz Water	Jager	Buzz Oever + water	Jager
Zyg	Sign.	0,007 **	0,007 **	0,816	0,391	0,053	0,113
	C.C	0,062	0,064	0,003	0,031	0,071	0,107
Rups	Sign.	0,284	0,268	0,953	0,594	0,221	0,065
	C.C	0,095	0,162	0,136	0,145	0,164	0,208
	Sign.	0,101	0,005 **	0,019 **	0,012 **	0,004 **	0,000 **
Lep	Buzz Oever						
	C.C	0,126	0,168	0,077	0,061	0,110	0,142
Chry	Sign.	0,030 *	0,004 **	0,186	0,291	0,057	0,014 **
	C.C	0,138	0,093	0,003	0,058	0,024	0,099
Cur	Sign.	0,017 **	0,107	0,958	0,317	0,685	0,088
	C.C	0,055	0,127	-0,073	-0,104	0,025	0,085
Col	Sign.	0,343	0,028 *	0,205	0,071	0,671	0,141
	C.C	0,001	0,063	0,087	0,115	0,049	0,131
Orth	Sign.	0,985	0,278	0,135	0,047	0,398	0,023 **
	C.C	0,143	0,144	0,116	0,072	0,175	0,182
Form	Sign.	0,013 **	0,013 **	0,045	0,217	0,002 **	0,002 **
	C.C	0,002	-0,025	-0,022	-0,057	-0,033	-0,056
Arc	Sign.	0,971	0,662	0,702	0,322	0,575	0,336
	C.C	0,103	0,157	0,027	0,098	0,096	0,190

	Sign.	0,076	0,006 **	0,637	0,090	0,097	0,001 **
Rest	C.C	0,062	0,122	0,141	0,174	0,130	0,190
	Sign.	0,285	0,035 **	0,015	0,002 **	0,024 **	0,001 **

soorten insectendata gekeken; oever en waterdata apart, oever en water data tesamen.

Tabel 61: Significanties van meerdere Pearson correlaties voor de relatie tussen insecten (per soort) en vleermuizen. Hierbij is naar drie

13.5.1.4 Relatie tussen clusters

		Buzz Oever	Jager	Buzz Water	Jager	Buzz Oever + Water	Jager
Vliegend 1	C.C	0,123	0,148	0,078	0,151	0,116	0,174
	Sign.	0,034 *	0,010 **	0,176	0,009 **	0,044 *	0,003 **
Vliegend 2	C.C	0,142	0,126	-0,063	-0,095	0,073	0,040
	Sign.	0,014 **	0,029 *	0,277	0,099	0,207	0,490
Vliegend 3	C.C	0,061	0,032	0,149	0,125	0,112	0,082
	Sign.	0,294	0,583	0,010	0,031 *	0,052	0,157
Vliegend 4	C.C	0,080	0,088	0,054	0,079	0,092	0,105
	Sign.	0,165	0,129	0,353	0,171	0,113	0,069
Vliegend 5	C.C	0,013	0,063	0,010	0,001	0,029	0,056
	Sign.	0,819	0,278	0,869	0,980	0,615	0,338
Vliegend 6	C.C	-0,011	0,059	-0,035	-0,034	-0,039	0,007
	Sign.	0,851	0,310	0,545	0,556	0,502	0,906
Zittend 1	C.C	0,141	0,143	0,029	-0,036	0,110	0,068
	Sign.	0,014 **	0,013 **	0,618	0,530	0,056	0,237
Zittend 2	C.C	0,153	0,123	-0,063	-0,019	0,074	0,083
	Sign.	0,008 **	0,034 *	0,278	0,745	0,200	0,154
Zittend 3	C.C	0,164	0,159	0,164	0,159	0,163	0,157
	Sign.	0,004 **	0,006 **	0,004 **	0,006 **	0,005 **	0,006 **
Zittend 4	C.C	0,124	0,146	0,023	0,059	0,095	0,130
	Sign.	0,031 *	0,011 **	0,687	0,312	0,100	0,024 **
Zittend 5	C.C	0,061	0,047	0,004	-0,048	0,049	0,002
	Sign.	0,292	0,420	0,939	0,411	0,402	0,975
Zittend 6	C.C	0,014	0,050	0,019	0,074	0,026	0,088
	Sign.	0,805	0,389	0,742	0,203	0,657	0,130

		Buzz Oever	Jager	Buzz Water	Jager	Buzz Oever + Water	Jager
Beide 2	C.C	0,066	0,157	0,044	0,084	0,058	0,135
	C.C	0,255	0,006 **	0,453	0,147	0,319	0,019 **
Beide 3	Sign.	0,030	0,073	-0,154	-0,103	-0,057	0,005
	C.C	0,599	0,208	0,008 **	0,075	0,324	0,934
Beide 4	Sign.	0,042	-0,009	-0,018	0,032	0,016	0,026
	C.C	0,467	0,875	0,753	0,575	0,788	0,658
Beide 6	Sign.	0,175	0,201	0,072	0,062	0,179	0,193
	C.C	0,002 **	0,000 **	0,214	0,286	0,002 **	0,001 **
Klasse 1	Sign.	0,149	0,188	0,082	0,138	0,139	0,196
	C.C	0,010 **	0,001 **	0,158	0,017 **	0,016 **	0,001 **
Klasse 2	Sign.	0,136	0,187	-0,030	0,031	0,066	0,134
	C.C	0,018 **	0,001 **	0,600	0,593	0,251	0,021 **
Klasse 3	Sign.	0,079	0,073	0,106	0,098	0,081	0,078
	C.C	0,172	0,205	0,067	0,092	0,161	0,180
Klasse 4	Sign.	0,116	0,126	0,063	0,104	0,116	0,147
	C.C	0,046 *	0,029 *	0,279	0,071	0,045 *	0,011 **
Klasse 5	Sign.	0,163	0,180	0,049	-0,005	0,158	0,134
	C.C	0,005 **	0,002 **	0,397	0,927	0,006 **	0,020 **
Klasse 6	Sign.	-0,011	0,065	-0,025	-0,007	-0,034	0,028
	C.C	0,843	0,258	0,662	0,901	0,553	0,634

Tabel 62: Significanties voor meerder Pearson correlaties voor de relatie tussen vleermuizen en de insectencluster vliegend, zittend, beide en lengteklasse. NB: de insectendata is apart voor oever, water en de totaal groep gegeven.

13.5.1.5 Relatie tussen gewicht per insecten soort

		Buzz Oever	Jager	Buzz Water	Jager	Buzz Oever + Water	Jager
Garch	C.C	0,114	0,070	0,017	0,034	0,093	0,064
	Sign.	0,048 *	0,224	0,774	0,556	0,106	0,273
Gtip	C.C	0,023	0,129	0,068	0,117	0,079	0,151
	Sign.	0,689	0,025 **	0,243	0,043 *	0,170	0,009 **
Gbra	C.C	0,072	0,021	0,080	0,028	0,087	0,030
	Sign.	0,213	0,716	0,168	0,623	0,135	0,599
Gnem	C.C	-0,004	0,010	0,084	0,095	0,059	0,072
	Sign.	0,942	0,866	0,146	0,100	0,306	0,215
Gtri	C.C	-0,120	-0,076	-0,004	0,015	-0,059	-0,028
	Sign.	0,037	0,192	0,950	0,800	0,305	0,627
Geph	C.C	0,044	0,044	0,022	0,045	0,027	0,057
	Sign.	0,452	0,447	0,701	0,437	0,646	0,327
Gneu	C.C	0,055	0,065	0,033	0,063	0,063	0,091
	Sign.	0,340	0,265	0,565	0,280	0,274	0,117
Ghemi	C.C	0,049	0,096	-0,147	-0,096	-0,041	0,017
	Sign.	0,396	0,095	0,011 **	0,096	0,482	0,766
Gluis	C.C	0,216	0,220	-0,017	-0,075	0,165	0,138
	Sign.	0,000 **	0,000 **	0,771	0,193	0,004 **	0,017 **
Gzyg	C.C	0,062	0,064	0,003	0,031	0,028	0,052
	Sign.	0,284	0,268	0,953	0,594	0,625	0,368

		Buzz Oever	Jager	Buzz Water	Jager	Buzz Oever + Water	Jager
Grups	C.C	0,063	0,135	0,097	0,124	0,133	0,203
	Sign.	0,277	0,019 **	0,093	0,032 *	0,021 **	0,000 **
Glep	C.C	0,093	0,146	0,047	0,013	0,081	0,097
	Sign.	0,110	0,012 **	0,413	0,825	0,161	0,094
Gchry	C.C	0,128	0,077	-0,015	0,025	0,037	0,080
	Sign.	0,027	0,183	0,790	0,671	0,518	0,169
Gcur	C.C	0,055	0,120	-0,081	-0,104	0,017	0,076
	Sign.	0,342	0,038 *	0,163	0,072	0,765	0,190
Gcol	C.C	0,028	0,099	0,085	0,118	0,057	0,121
	Sign.	0,635	0,088	0,142	0,042 **	0,328	0,037 *
Gorth	C.C	0,123	0,130	0,117	0,079	0,156	0,142
	Sign.	0,033 *	0,024 **	0,042 *	0,174	0,007 **	0,014 **
Gform	C.C	0,001	-0,027	-0,021	-0,057	-0,027	-0,059
	Sign.	0,988	0,637	0,713	0,327	0,641	0,305
Grest	C.C	0,044	0,111	0,123	0,142	0,106	0,165
	Sign.	0,447	0,055	0,033 *	0,014 **	0,067	0,004 **

Tabel 63: Significanties voor meerder Pearson correlaties voor de relatie tussen vleermuizen en de gewichten van elke insectensoort. NB: de insectendata is apart voor oever, water en de totaal groep gegeven.

13.5.1.6 Relatie tussen clusters insecten gewicht

		Buzz	Jager	Buzz	Jager	Buzz	Jager
		Oever		Water		Oever + Water	
Gklasse 1	C.C	0,156	0,213	0,076	0,130	0,141	0,202
	Sign.	0,007 **	0,000 **	0,191	0,024 **	0,015 **	0,000 **
Gklasse 2	C.C	0,097	0,132	0,010	0,045	0,060	0,099
	Sign.	0,094	0,022 **	0,863	0,438	0,303	0,088
Gklasse 3	C.C	0,096	0,132	0,116	0,134	0,088	0,135
	Sign.	0,096	0,023 **	0,044 *	0,020 **	0,126	0,019 **
Gklasse 4	C.C	0,154	0,140	0,049	0,095	0,138	0,160
	Sign.	0,008 **	0,015 **	0,393	0,102	0,017 **	0,005 **
Gklasse 5	C.C	0,092	0,108	0,052	0,011	0,112	0,097
	Sign.	0,112	0,061	0,366	0,849	0,052	0,092
Gklasse 6	C.C	-0,010	0,073	-0,028	-0,008	-0,044	0,021
	Sign.	0,861	0,205	0,625	0,890	0,446	0,719
Tgewicht	C.C	0,081	0,126	0,094	0,130	0,103	0,161
	Sign.	0,160	0,029 *	0,105	0,025 **	0,075	0,005 **
Kwantiteit	C.C	0,177	0,230	0,099	0,158	0,177	0,230
	Sign.	0,002 **	0,000 **	0,086	0,006 **	0,002 **	0,000 **
Kwaliteit	C.C	0,184	0,210	0,119	0,136	0,184	0,210
	Sign.	0,001 **	0,000 **	0,040 *	0,019 **	0,001 **	0,000 **

Tabel 64: Significanties voor meerdere Pearson correlaties voor de relatie tussen vleermuizen en de gewichten van de lengteklasse en drie totaal klassen totaal gewicht (Tgewicht) en totaal aantal insecten (kwantiteit) en totaal aantal soorten (kwaliteit). NB: de insectendata is apart voor oever, water en de totaal groep gegeven.

13.5.1.7 Ruimtelijke en tijdelijke overeenkomsten in de relatie

Gebruikte data	Groep	Watervleermuizen			Insekten		
		Passage jagers	Gem bussen	Gem jagers	Totaal gewicht	Kwantiteit	Kwaliteit
alles	punt	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,004 **	0,016 **	0,000 **
alles	watertyp	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,012 **	0,146	0,019 **
alles	kwartiel	0,548	0,367	0,050 *	0,000 **	0,000 **	0,000 **
alles	dag	0,794	0,845	0,270	0,000 **	0,000 **	0,000 **
geul	punt	0,012 **	0,000 **	0,001 **	0,119	0,065	0,006 **
afvoerkanaal	punt	0,021 **	0,034 *	0,001 **	0,007 **	0,097	0,010 **
toevoersloot	punt	0,064	0,027 *	0,127	0,299	0,368	0,488
voorraadkanaal	punt	0,067	0,077	0,305	0,766	0,093	0,255
18 t/m 31 mei	dag	0,261	0,629	0,282	0,006 **	0,384	0,024 **
1 t/m 14 juni	dag	0,512	0,561	0,520	0,363	0,221	0,198
14 t/m 30 juni	dag	0,747	0,859	0,228	0,403	0,013 **	0,019 **
1 t/m 15 juli	dag	0,757	0,452	0,564	0,014 **	0,000 **	0,006 **

Tabel 65: Significanties van meerdere Kruskal wallis testen voor het verschil tussen de ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van vleermuizen en insecten. Weergegeven is het verschil voor de gehele datasete en per groep.

13.5.1.8 Robuuste correctie

		Totaal gewicht	Oever kwantiteit	Oever kwaliteit	Water kwantiteit	Water Kwaliteit	Kwantiteit oever + water	Kwaliteit oever + water	Data set
Gem Buzz	C.C	0,103	0,177	0,184	0,099	0,119	0,149	0,149	100
	Sign.	0,075	0,002 **	0,001 **	0,086	0,040 *	0,010 **	0,010 **	
Gem Jager	C.C	0,161	0,230	0,210	0,158	0,136	0,218	0,180	
	Sign.	0,005 **	0,000 **	0,000 **	0,006 **	0,019 **	0,000 **	0,002 **	
Gem Buzz	C.C	0,094	0,160	0,202	0,119	0,212	0,141	0,243	50
	Sign.	0,243	0,046 *	0,011 **	0,139	0,008 **	0,077	0,002 **	
Gem Jager	C.C	0,206	0,263	0,296	0,187	0,240	0,245	0,327	
	Sign.	0,010 **	0,001 **	0,000 **	0,019 **	0,003 **	0,002 **	0,000 **	
Gem Buzz	C.C	0,170	0,229	0,171	0,085	0,124	0,179	0,205	50
	Sign.	0,049	0,008 **	0,048 *	0,329	0,154	0,038 *	0,018 **	
Gem Jager	C.C	0,251	0,337	0,258	0,225	0,210	0,324	0,290	
	Sign.	0,003 **	0,000 **	0,003 **	0,009 **	0,015 **	0,000 **	0,001 **	

Tabel 66: Robuuste manier voor het oplossen van autocorrelaties in de vleermuisdata. Weergegeven zijn de significanties van meerdere Pearson correlaties tussen vleermuizen en insecten. Hierbij worden zowel voor de gehele datasete als tweemaal voor de gehalveerde dataset de correlaties weergegeven.

13.5.1.9 Milde correctie

		Aantal n			Aantal n			Aantal n			Aantal n
Arach	C.C	0,200	Vliegend 1	C.C	0,258	Garch	C.C	0,197	Tgewicht	C.C	-0,080
	Sign	0,001 **		Sign	0,000 **		Sign	0,001 **		Sign	0,168
Tip	C.C	-0,108	Vliegend 2	C.C	0,042	Gtip	C.C	-0,151	Okwantiteit	C.C	-0,011
	Sign	0,061		Sign	0,465		Sign	0,009 **		Sign	0,856
Bra	C.C	-0,065	Vliegend 3	C.C	0,276	Gbra	C.C	0,031	Okwaliteit	C.C	0,120
	Sign	0,265		Sign	0,000 **		Sign	0,597		Sign	0,037 *
Nem	C.C	-0,113	Vliegend 4	C.C	0,185	Gnem	C.C	-0,072	Wkwantiteit	C.C	-0,226
	Sign	0,051		Sign	0,001 **		Sign	0,215		Sign	0,000 **
Tri	C.C	0,034	Vliegend 5	C.C	0,102	Gtri	C.C	0,032	Wkwaliteit	C.C	-0,045
	Sign	0,562		Sign	0,077		Sign	0,576		Sign	0,432
Eph	C.C	-0,034	Vliegend 6	C.C	0,060	Geph	C.C	-0,029	O+W kwantiteit	C.C	-0,124
	Sign	0,555		Sign	0,301		Sign	0,622		Sign	0,032 *
Neu	C.C	-0,036	Zittend 1	C.C	0,207	Gneu	C.C	-0,036	O + W Kwaliteit	C.C	-0,076
	Sign	0,532		Sign	0,000 **		Sign	0,533		Sign	0,192
Hemi	C.C	-0,012	Zittend 2	C.C	0,154	Ghemi	C.C	0,005	Gklasse 1	C.C	0,001
	Sign	0,836		Sign	0,008 **		Sign	0,930		Sign	0,986
Luis	C.C	0,125	Zittend 3	C.C	0,046	Gluis	C.C	0,132	Gklasse 2	C.C	-0,089
	Sign	0,031 *		Sign	0,424		Sign	0,022 **		Sign	0,125
Zyg	C.C	-0,230	Zittend 4	C.C	0,150	Gzyg	C.C	-0,204	Gklasse 3	C.C	-0,058
	Sign	0,000 **		Sign	0,009 **		Sign	0,000 **		Sign	0,317
Rups	C.C	-0,026	Zittend 5	C.C	0,152	Grups	C.C	-0,062	Gklasse 4	C.C	-0,070
	Sign	0,656		Sign	0,008 **		Sign	0,288		Sign	0,226
Lep	C.C	-0,147	Zittend 6	C.C	-0,035	Glep	C.C	-0,181	Gklasse 5	C.C	0,064
	Sign	0,011 **		Sign	0,551		Sign	0,002 **		Sign	0,272
Chry	C.C	-0,053	Beide 2	C.C	0,120	Gchry	C.C	-0,074	Gklasse 6	C.C	-0,068
	Sign	0,358		Sign	0,037 *		Sign	0,201		Sign	0,243
Cur	C.C	0,009	Beide 3	C.C	0,187	Gcur	C.C	0,010			
	Sign	0,881		Sign	0,001 **		Sign	0,862			
Col	C.C	-0,073	Beide 4	C.C	0,021	Gcol	C.C	-0,011			
	Sign	0,206		Sign	0,718		Sign	0,847			
Orth	C.C	0,071	Beide 6	C.C	0,127	Gorth	C.C	0,087			
	Sign	0,220		Sign	0,028 *		Sign	0,132			
Form	C.C	0,003	Klasse 1	C.C	0,315	Gform	C.C	0,003			
	Sign	0,955		Sign	0,000 **		Sign	0,959			
Arc	C.C	-0,059	Klasse 2	C.C	0,169	Grest	C.C	-0,005			
	Sign	0,311		Sign	0,003 **		Sign	0,935			
Rest	C.C	0,032	Klasse 3	C.C	0,313						
	Sign	0,586		Sign	0,000 **						
			Klasse 4	C.C	0,222						
			Sign	0,000 **							
			Klasse 5	C.C	0,265						
			Sign	0,000 **							
			Klasse 6	C.C	0,043						
				0,458							

Tabel 67: Milde manier om autocorrelaties op te lossen. Weergegeven zijn meerder Pearson correlaties tussen zowel gecorrigeerde vlerdata als insectendata (per soort, cluster, lengteklasse, gewicht per soort en totaal klasse).

13.5.2 Driehoeksrelatie tussen omgeving, vlermuizen en insecten

13.5.2.1 Partiele relatie

		Passage jagers	Gem buzz	Gem jager
Arach	C.C	-,418	-,0196	,0713
	Sign.	,472	,736	,220
Tip	C.C	,0081	,0078	,0964
	Sign.	,890	,894	,097
Bra	C.C	,1439	,1211	,01575
	Sign.	,013 **	,037 *	,006 **
Nem	C.C	-,0637	-,0659	,0994
	Sign.	,273	,257	,087
Trich	C.C	-,0106	-,0282	,0459
	Sign.	,855	,627	,429
Eph	C.C	,0489	,0045	,0374
	Sign.	,400	,938	,520
Neu	C.C	,0113	,0376	,0661
	Sign.	,845	,518	,256
Hemi	C.C	,1011	,1109	,3793
	Sign.	,082	,056	,000 **

Zyg	C.C	,313	,0389	,076
	Sign.	,590	,503	,182

		Passage jagers	Gem buzz	Gem jager
Rups	C.C	,1090	,2024	,2383
	Sign.	,060	,000 **	,000 **
Lep	C.C	,1263	,1292	,1702
	Sign.	,029 *	,026 *	,003 **
Chry	C.C	,0958	,0192	,0919
	Sign.	,099	,742	,113
Cur	C.C	,0205	-,0183	,1018
	Sign.	,725	,753	,079
Orth	C.C	,0740	,2010	,2453
	Sign.	,203	,000 **	,000 **
Form	C.C	-,0230	-,0414	-,0334
	Sign.	,693	,476	,556

Arc	C.C	,0922	,1069	,1740
	Sign.	,112	,065	,003 **
Rest	C.C	,0794	,1520	,2358
	Sign.	,172	,009 **	,000 **

Tabel 68: Partial correlatie tussen vleermuizen en insekten (df = 296) per soort. Voor temperatuur en beschutting.

13.5.2.2 Relatie bij de omgevingsfactor beschutting

		glad		red. glad		rimpelig		Golven	
		Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager
		190,000	190,000	57,000	57,000	27,000	27,000	26,000	26,000
Arach	C.C	0,050 *	0,093	0,057	0,053	-0,149	-0,027	0,215	0,330
	Sign.	0,490	0,202	0,673	0,694	0,458	0,892	0,292	0,100
Tip	C.C	0,007 **	0,125	0,153	0,192	0,173	0,118	0,076	0,201
	Sign.	0,924	0,086	0,256	0,152	0,388	0,557	0,713	0,326
Bra	C.C	0,091	0,151	0,171	0,160	-0,240	-0,134	0,288	0,383
	Sign.	0,211	0,038 *	0,205	0,233	0,227	0,504	0,154	0,054
Nem	C.C	0,001	0,131	0,121	0,100	-0,068	0,033	0,445	0,552
	Sign.	0,984	0,071	0,371	0,458	0,736	0,870	0,023 **	0,003 **
Tri	C.C	-0,121	-0,019	0,009	0,020	-0,138	-0,161	0,186	0,289
	Sign.	0,096	0,800	0,946	0,884	0,491	0,424	0,363	0,153
Eph	C.C	0,054	0,107	-0,053	-0,098	-0,088	-0,073	0,288	0,435
	Sign.	0,460	0,142	0,694	0,470	0,661	0,717	0,153	0,026 *
Neu	C.C	-0,034	0,041	0,193	0,196	0,013	-0,029	--	--
	Sign.	0,644	0,578	0,151	0,145	0,948	0,884	--	--
Hemi	C.C	0,018	0,147	-0,003	0,103	-0,368	-0,360	-0,014	0,001
	Sign.	0,805	0,043 *	0,983	0,444	0,059	0,065	0,944	0,996
Luis	C.C	0,147	0,097	0,049	0,069	-0,266	-0,310	0,057	0,161
	Sign.	0,044 *	0,183	0,719	0,612	0,179	0,116	0,784	0,431
Zyg	C.C	0,046	0,089	0,144	0,133	-0,043	0,142	--	--
	Sign.	0,531	0,220	0,284	0,325	0,833	0,479	--	--
Rups	C.C	0,144	0,185	0,178	0,203	--	--	0,338	0,509
	Sign.	0,048 *	0,010 **	0,185	0,130	--	--	0,091	0,008
Lep	C.C	0,084	0,106	0,315	0,370	-0,340	-0,249	0,221	0,178
	Sign.	0,248	0,145	0,017 **	0,005 **	0,083	0,211	0,279	0,386
Chry	C.C	-0,022	0,070	0,022	0,063	-0,089	-0,034	0,593	0,660
	Sign.	0,761	0,339	0,868	0,642	0,659	0,865	0,001 **	0,000 **
Cur	C.C	0,034	0,104	-0,126	-0,130	0,006	0,063	0,139	0,236
	Sign.	0,644	0,152	0,349	0,334	0,974	0,755	0,498	0,245
Col	C.C	0,160	0,225	-0,005	0,099	-0,263	-0,208	-0,111	-0,060
	Sign.	0,027 *	0,002 **	0,973	0,465	0,186	0,299	0,588	0,772
Orth	C.C	0,218	0,232	-0,014	-0,053	-0,230	-0,183	--	--
	Sign.	0,002 **	0,001 **	0,915	0,697	0,248	0,361	--	--
Form	C.C	0,007	-0,004	-0,152	-0,233	-0,147	-0,123	-0,269	-0,227
	Sign.	0,921	0,962	0,257	0,081	0,463	0,540	0,183	0,265
Arc	C.C	0,080	0,175	0,290	0,397	-0,162	-0,080	0,203	0,335
	Sign.	0,273	0,016 **	0,028 *	0,002 **	0,420	0,691	0,320	0,094
Rest	C.C	0,110	0,191	0,131	0,190	--	--	-0,033	-0,066
	Sign.	0,130	0,008 **	0,330	0,158	--	--	0,874	0,750

Tabel 69.: Significanties van meerder Pearson correlatie voor de relatie tussen insecten (per soort) en vleermuisvariabelen (buzz en jager). Deze relatie is voor de verschillende waarden van de omgevingsfactor beschutting apart bekeken.

13.5.2.3 Relatie bij de omgevingsfactor temperatuur

		1-4		4-8		8-12		12-16		16-20		20-24	
		Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager
		11	11	41	41	71	71	107	107	65	65	5	5
Arach	C.C	0,544	0,605	0,288	0,297	0,038	-0,056	0,121	0,167	0,058	0,211	-0,839	-0,750
	Sign	0,084	0,048 *	0,068	0,059	0,755	0,644	0,216	0,085	0,647	0,091	0,075	0,144
Tip	C.C	0,186	0,233	0,032	0,139	0,037	-0,007	0,115	0,232	-0,048	0,098	0,427	-0,127
	Sign	0,585	0,491	0,843	0,387	0,757	0,957	0,237	0,016 **	0,703	0,438	0,473	0,839
Bra	C.C	0,051	-0,097	0,110	0,170	0,115	0,060	0,182	0,231	0,018	0,162	-0,012	-0,240
	Sign	0,882	0,776	0,492	0,287	0,340	0,619	0,060	0,017 **	0,886	0,196	0,984	0,697
Nem	C.C	-0,036	0,043	0,043	0,057	0,160	0,159	0,192	0,242	0,147	0,372	-0,117	0,015
	Sign	0,917	0,900	0,787	0,724	0,184	0,186	0,047 *	0,012 **	0,241	0,002 **	0,852	0,981
Tri	C.C	0,094	0,199	-0,176	-0,145	0,003	-0,022	-0,017	0,097	0,034	0,085	0,472	0,404
	Sign	0,783	0,558	0,271	0,365	0,983	0,856	0,863	0,322	0,790	0,500	0,422	0,500
Eph	C.C	0,361	0,506	0,036	0,114	0,194	0,239	-0,068	-0,053	-0,020	0,008	--	--
	Sign	0,275	0,112	0,823	0,478	0,105	0,045 *	0,483	0,590	0,871	0,950	--	--
Neu	C.C	0,018	0,116	--	--	-0,213	-0,152	0,092	0,166	0,160	0,147	0,845	0,702
	Sign	0,959	0,733	--	--	0,074	0,207	0,346	0,087	0,203	0,243	0,071	0,186
Hemi	C.C	-0,551	-0,336	0,018	0,148	-0,069	-0,094	0,128	0,232	-0,089	0,147	-0,472	-0,404
	Sign	0,079	0,313	0,909	0,357	0,570	0,437	0,189	0,016 **	0,480	0,242	0,422	0,500
Luis	C.C	-0,366	-0,267	0,182	0,278	0,204	0,126	0,137	0,139	0,046	-0,082	-0,133	0,244
	Sign	0,269	0,427	0,256	0,078	0,087	0,294	0,159	0,153	0,713	0,517	0,831	0,693
Zyg	C.C	0,349	0,407	0,067	0,167	-0,055	-0,032	0,137	0,113	-0,006	0,126	--	--
	Sign	0,292	0,214	0,678	0,298	0,649	0,794	0,158	0,246	0,961	0,318	--	--
Rups	C.C	--	--	0,342	0,433	0,074	-0,068	0,205	0,240	0,056	0,304	-0,472	-0,404
	Sign	--	--	0,028 **	0,005 **	0,541	0,574	0,034 *	0,013 **	0,660	0,014	0,422	0,500
Lep	C.C	0,341	0,257	-0,220	-0,079	0,040	-0,044	0,185	0,251	0,202	0,219	-0,667	-0,404
	Sign	0,304	0,446	0,167	0,625	0,743	0,716	0,056	0,009 **	0,107	0,080	0,218	0,500
Chry	C.C	-0,051	0,055	-0,148	-0,161	0,009	0,057	0,068	0,135	0,033	0,182	--	--
	Sign	0,882	0,872	0,357	0,316	0,943	0,635	0,485	0,164	0,793	0,147	--	--
Cur	C.C	-0,051	0,055	0,221	0,244	-0,030	-0,101	-0,060	0,002	0,091	0,298	--	--
	Sign	0,882	0,872	0,165	0,124	0,804	0,403	0,537	0,984	0,469	0,016 **	--	--
Col	C.C	-0,369	-0,032	-0,125	-0,025	0,094	0,037	0,056	0,131	0,233	0,397	-0,297	0,069
	Sign	0,264	0,925	0,434	0,8778	0,437	0,758	0,566	0,178	0,062	0,001 **	0,627	0,912
Orth	C.C	0,341	0,257	0,306	0,366	0,053	-0,056	0,252	0,225	-0,006	0,178	--	--
	Sign	0,304	0,446	0,052	0,019 **	0,659	0,642	0,009 **	0,020 **	0,965	0,157	--	--
Form	C.C	-0,555	-0,551	-0,076	-0,045	0,122	0,111	-0,048	-0,117	-0,033	-0,076	--	--
	Sign	0,077	0,079	0,638	0,781	0,310	0,356	0,622	0,232	0,792	0,546	--	--
Arc	C.C	-0,120	-0,049	0,221	0,339	0,055	0,192	0,125	0,194	-0,013	0,092	0,303	0,489
	Sign	0,725	0,887	0,165	0,030	0,648	0,110	0,198	0,045	0,921	0,467	0,620	0,403
Rest	C.C	--	--	0,258	0,167	0,145	0,189	0,159	0,237	-0,008	0,089	--	--
	Sign	--	--	0,104	0,297	0,226	0,115	0,103	0,014	0,949	0,480	--	--

Tabel 70: Significanties van meerdere Pearson correlaties voor de relatie tussen insecten (per soort) en vleermuisvariabelen (buzz en jager). Deze relatie is voor de verschillende waarden van de omgevingsfactor temperatuur apart bekeken.

13.5.2.4 Relatie bij de omgevingsfactor richting

		geen last		weinig last		matig last		red.last		last	
		Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager	Gem buzz	Gem jager
		113	113	23	23	63	63	55	55	46	46
Arach	C.C	0,082	0,170	0,015	-0,009	0,170	0,184	0,023	0,052	0,025	0,019
	Sign	0,386	0,072	0,948	0,966	0,182	0,148	0,869	0,704	0,870	0,899
Tip	C.C	0,101	0,199	-0,159	-0,215	0,029	0,021	-0,163	0,022	0,338	0,365
	Sign	0,288	0,035 *	0,468	0,326	0,819	0,872	0,233	0,871	0,021 **	0,013 **
Bra	C.C	-0,028	0,074	0,376	0,220	0,149	0,116	0,143	0,278	0,218	0,304
	Sign	0,766	0,435	0,077	0,313	0,245	0,367	0,298	0,040 *	0,145	0,040 *
Nem	C.C	0,019	0,096	0,331	0,154	0,204	0,243	0,089	0,289	0,134	0,222
	Sign	0,839	0,312	0,123	0,484	0,109	0,055	0,517	0,032 *	0,376	0,139
Tri	C.C	-0,068	0,008	-0,070	-0,165	-0,154	-0,078	0,090	0,194	0,074	0,118
	Sign	0,474	0,934	0,752	0,452	0,229	0,541	0,513	0,155	0,625	0,435
Eph	C.C	0,070	0,153	0,001	-0,126	0,084	0,155	0,071	0,207	-0,219	-0,216
	Sign	0,462	0,106	0,995	0,568	0,512	0,224	0,607	0,129	0,144	0,149
Neu	C.C	-0,025	0,063	0,179	0,295	0,074	-0,126	0,156	0,204	-0,022	0,085
	Sign	0,791	0,506	0,414	0,171	0,566	0,324	0,254	0,136	0,886	0,575
Hemi	C.C	0,055	0,213	-0,149	-0,338	0,025	0,128	-0,220	-0,022	0,122	0,085
	Sign	0,560	0,024 **	0,497	0,114	0,847	0,316	0,107	0,874	0,420	0,573
Luis	C.C	0,015	0,023	0,103	-0,048	0,099	0,040	0,176	0,218	0,061	0,046
	Sign	0,878	0,810	0,641	0,828	0,439	0,757	0,198	0,110	0,688	0,761
Zyg	C.C	-0,003	0,022	0,189	0,243	0,161	0,207	--	--	0,126	0,235
	Sign	0,977	0,817	0,388	0,264	0,207	0,104	--	--	0,404	0,116
Rups	C.C	0,124	0,173	--	--	0,283	0,317	0,011	0,146	0,053	0,034
	Sign	0,192	0,067	--	--	0,025 **	0,011 **	0,934	0,286	0,729	0,824
Lep	C.C	0,062	0,086	0,030	0,032	0,198	0,213	0,246	0,318	0,048	0,115
	Sign	0,513	0,363	0,893	0,885	0,120	0,094	0,070	0,018 **	0,751	0,447
Chry	C.C	-0,080	0,014	--	--	0,076	0,151	0,011	0,177	0,166	0,144
	Sign	0,398	0,887	--	--	0,555	0,237	0,939	0,197	0,270	0,341
Cur	C.C	0,062	0,124	--	--	-0,082	-0,056	-0,092	-0,016	0,183	0,224
	Sign	0,515	0,191	--	--	0,523	0,661	0,503	0,906	0,222	0,134
Col	C.C	0,171	0,230	-0,207	-0,253	0,283	0,333	-0,233	-0,124	-0,077	0,019
	Sign	0,071	0,014 **	0,344	0,244	0,025 **	0,008 **	0,087	0,365	0,613	0,901
Orth	C.C	0,254	0,245	-0,113	0,022	0,179	0,191	0,096	0,116	0,082	-0,032
	Sign	0,007 **	0,009 **	0,606	0,921	0,161	0,134	0,486	0,397	0,587	0,832
Form	C.C	-0,048	-0,064	--	--	-0,170	-0,189	0,060	-0,004	0,089	0,043
	Sign	0,615	0,502	--	--	0,183	0,138	0,665	0,979	0,557	0,779
Arc	C.C	0,043	0,144	0,255	0,243	0,240	0,334	-0,015	0,214	-0,103	-0,061
	Sign	0,648	0,129	0,241	0,264	0,058	0,007 **	0,912	0,117	0,496	0,686
Rest	C.C	0,121	0,285	-0,371	-0,436	0,370	0,389	0,126	0,120	0,155	0,185
	Sign	0,201	0,002 **	0,082	0,038 *	0,003 **	0,002 **	0,359	0,383	0,305	0,219

Tabel 71: Significanties van meerdere Pearson correlaties voor de relatie tussen insecten (per soort) en vleermuisvariabelen (buzz en jager). Deze relatie is voor de verschillende waarden van de omgevingsfactor richting apart bekeken.

13.5.3 Relatie met insecten in het water

13.5.3.1 Relatie tussen insecten in het water en vleermuizen

		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Tri	Zyg	Eph	Nem	Muggen	Eph-Tri
Passages	C.C	0,034	-0,096	-0,495	-0,241	-0,108	-0,085	-0,269	0,102	0,107	-0,277
	Sign	0,909	0,745	0,072	0,406	0,713	0,774	0,352	0,728	0,715	0,338
Buzz	C.C	0,092	-0,052	-0,446	-0,176	-0,061	-0,089	-0,293	0,192	0,191	-0,279
	Sign	0,754	0,861	0,110	0,547	0,835	0,763	0,310	0,511	0,514	0,334
Aantal	C.C	-0,091	-0,242	-0,448	-0,144	0,054	-0,102	-0,401	-0,016	-0,010	-0,353
	Sign	0,757	0,405	0,108	0,624	0,855	0,729	0,155	0,958	0,974	0,216
Jager	C.C	0,022	-0,063	-0,459	-0,342	-0,068	-0,098	-0,184	0,066	0,072	-0,197
	Sign	0,939	0,830	0,099	0,231	0,818	0,738	0,529	0,824	0,807	0,500
Trekkers	C.C	0,172	-0,030	-0,411	-0,127	-0,012	0,047	-0,166	0,099	0,104	-0,161
	Sign	0,556	0,918	0,144	0,665	0,968	0,872	0,570	0,736	0,724	0,584

Tabel 72: Resultaten van meerder Pearson correlatie tussen de insectendata in het water en de vleermuisdata per punt. Weergegeven zijn 4 lengteklassen, 4 waterbeestjes soorten en 2 clusters.

13.6 Foerageer en passage activiteit van vleermuizen

13.6.1 Activiteit algemeen

13.6.1.1 Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van activiteit

Dependent variabel	Predictor	R	R Square	Adjusted R Square
Totaal aantal passages	jager	0,836	0,700	0,699
Totaal aantal passages	trekker	0,278	0,077	0,076
Totaal aantal passages	buzz	0,948	0,898	0,898
Pasages door trekkers	trekkers	0,618	0,382	0,381
Passages door jagers	jagers	0,858	0,737	0,737
Passages door jagers	buzz	0,899	0,808	0,807

Tabel 73: Resultaten van een aantal Lineaire regressie tusen de verschillende vleermuisvariabelen (dependent variabele en predictor). Weergegeven zijn de R, R squared en de adjusted R squared.

13.6.2 Activiteit van vleermuizen

13.6.2.1 Ruimtelijke en tijdelijke verspreiding van vleermuizen

Gebruikte data	Groep	Passages gemaakt door trekkers	Passages gemaakt door jagers	Fourageer activiteit	Passage activiteit van trekkers	Passage activiteit van jagers
Alles	Dag	0,041 *	0,042 *	0,002 **	0,000 **	0,006 **
"	Datum (4 groepen)	0,154	0,705	0,000 **	0,000 **	0,001 **
"	Watertyp	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
"	Punt	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,001 **	0,001 **
"	Tijdna (9 groepen)	0,000 **	0,093	0,334	0,272	0,075
18 mei t/m 31 mei	Watertyp	0,049 *	0,000 **	0,674	0,015 **	0,148
1 juni t/m 14 juni	"	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,034 *	0,027 *
15 juni t/m 30 juni	"	0,000 **	0,000 **	0,019 **	0,003 **	0,106
1 juli t/m 15 juli	"	0,006 **	0,000 **	0,001 **	0,182	0,040 *
18 mei t/m 31 mei	Dag (1 t/m 9)	0,630	0,029 *	0,460	0,091	0,334
1 juni t/m 14 juni	Dag (10 t/m 18)	0,071	0,159	0,106	0,581	0,106
15 juni t/m 30 juni	Dag (19 t/m 29)	0,167	0,206	0,862	0,126	0,300
1 juli t/m 15 juli	Dag (30 t/m 40)	0,074	0,213	0,057	0,016 **	0,067
Geul	Punt (8,10,12,15)	0,000 **	0,001 **	0,002 **	0,760	0,023 **
Afvoerkanaal	Punt (1,2,5,9)	0,000 **	0,000 **	0,034 *	0,075	0,160
Toevoersloot	Punt (7,11,16)	0,009 **	0,027 *	0,833	0,846	0,981
Voorraadkanaal	Punt (3,4,6,14)	0,160	0,019 **	0,028 *	0,687	0,435
Geul	Datum (4 groepen)	0,095	0,846	0,577	0,771	0,332
Afvoerkanaal	"	0,144	0,618	0,000 **	0,042 *	0,024
Toevoersloot	"	0,125	0,004 **	0,004 **	0,418	0,017 **
Voorraadkanaal	"	0,017 **	0,003 **	0,777	0,002 **	0,916

Tabel 74: Significanties van meerdere Kruskal-Wallis toetsen voor het verschil tussen watertype/ vangstdata van de drie activiteits maten en de variabelen waar ze vanaf stammen. Weergegeven zijn de resultaten van de gehele dataset en per groep.

13.6.2.2 Relatie tussen activiteit en voedsel

	F	Pj		F	Pj		F	Pj			
Vliegend 1	C.C	-0,140	-0,188	Arach	C.C	-0,040	-0,063	Tgewicht	C.C	-0,091	-0,113
	Sign	0,036 *	0,005 **		Sign	0,548	0,349		Sign	0,173	0,090
Vliegend 2	C.C	0,075	0,065	Tip	C.C	-0,105	-0,125	Okwantiteit	C.C	-0,041	-0,044
	Sign	0,260	0,330		Sign	0,116	0,062		Sign	0,538	0,511
Vliegend 3	C.C	0,072	0,013	Bra	C.C	0,004	0,062	Okwaliteit	C.C	-0,007	-0,006
	Sign	0,281	0,848		Sign	0,955	0,351		Sign	0,919	0,932
Vliegend 4	C.C	-0,031	-0,014	Nem	C.C	-0,092	-0,141	Wkwantiteit	C.C	-0,136	-0,199
	Sign	0,645	0,831		Sign	0,167	0,035 *		Sign	0,041 **	0,003 **
Vliegend 5	C.C	-0,079	-0,116	Tri	C.C	-0,165	-0,144	Wkwaliteit	C.C	-0,057	-0,098
	Sign	0,235	0,082		Sign	0,013 **	0,030 *		Sign	0,393	0,145
Vliegend 6	C.C	-0,056	-0,009	Eph	C.C	-0,041	0,033	Tkwantiteit	C.C	-0,108	-0,134
	Sign	0,406	0,894		Sign	0,543	0,624		Sign	0,107	0,045 *
Zittend 1	C.C	0,086	0,100	Neu	C.C	-0,052	-0,059	TKwaliteit	C.C	-0,038	-0,077
	Sign	0,200	0,133		Sign	0,434	0,376		Sign	0,571	0,249
Zittend 2	C.C	-0,042	-0,062	Hemi	C.C	-0,117	-0,053	Gklasse 1	C.C	-0,113	-0,139
	Sign	0,528	0,356		Sign	0,080	0,433		Sign	0,090	0,038 *
Zittend 3	C.C	0,108	0,081	Luis	C.C	0,100	0,112	Gklasse 2	C.C	-0,053	-0,088
	Sign	0,107	0,225		Sign	0,135	0,094		Sign	0,430	0,187
Zittend 4	C.C	-0,082	-0,130	Zyg	C.C	-0,030	0,007	Gklasse 3	C.C	-0,011	-0,020
	Sign	0,221	0,051		Sign	0,651	0,917		Sign	0,869	0,761
Zittend 5	C.C	0,020	-0,034	Rups	C.C	0,002	-0,038	Gklasse 4	C.C	-0,056	-0,050
	Sign	0,766	0,616		Sign	0,982	0,567		Sign	0,402	0,457
Zittend 6	C.C	-0,123	-0,136	Lep	C.C	0,071	0,016	Gklasse 5	C.C	0,003	-0,064
	Sign	0,066	0,041 *		Sign	0,290	0,806		Sign	0,968	0,342
Beide 2	C.C	-0,116	-0,141	Chry	C.C	-0,126	-0,046	Gklasse 6	C.C	-0,099	-0,051
	Sign	0,082	0,035 *		Sign	0,059	0,490		Sign	0,139	0,449
Beide 3	C.C	-0,071	-0,023	Cur	C.C	-0,123	-0,083				
	Sign	0,288	0,729		Sign	0,066	0,213				
Beide 4	C.C	-0,014	0,079	Col	C.C	-0,059	-0,065				
	Sign	0,834	0,237		Sign	0,377	0,329				
Beide 6	C.C	0,032	0,019	Orth	C.C	0,092	0,013				
	Sign	0,637	0,776		Sign	0,170	0,841				
Klasse 1	C.C	-0,132	-0,176	Form	C.C	-0,001	-0,004				
	Sign	0,049 *	0,008 **		Sign	0,990	0,956				
Klasse 2	C.C	-0,106	-0,123	Arc	C.C	-0,104	-0,068				
	Sign	0,111	0,066		Sign	0,120	0,313				
Klasse 3	C.C	0,040	0,008	Rest	C.C	-0,003	0,006				
	Sign	0,549	0,900		Sign	0,969	0,931				
Klasse 4	C.C	-0,063	-0,035								
	Sign	0,350	0,602								
Klasse 5	C.C	0,043	0,022								
	Sign	0,517	0,740								
Klasse 6	C.C	-0,094	-0,046								
	Sign	0,160	0,493								

Tabel 75: Resultaten van meerder Pearson correlaties tussen foerageeractiviteit /passage activiteit jagers en de verschillende insektenclusters. De volledige lijst met namen die bij deze afkortingen horen staat in tabel....

15.6.2.3 Relatie tussen activiteit en omgevingsfactoren

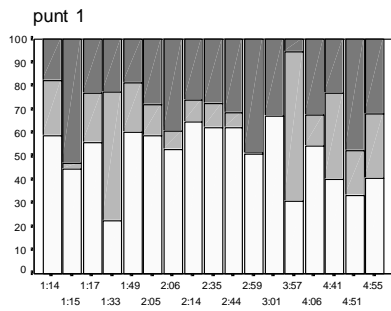
	Maan	Temp	Richting	Wind	Beschutting	Kroos	Beheer	Bewolking	Regen	Mist
F	0,081	0,030	0,221	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,002 **	0,522	0,252	0,260
Pt	0,035 **	0,026 **	0,155	0,056	0,056	0,764	0,085	0,279	0,126	0,076
Pj	0,585	0,116	0,275	0,000 **	0,000 **	0,000 **	0,010 **	0,426	0,207	0,211

Tabel 76: Significanties van 10 Factor Anova's voor de invloed van variabele omgevingsfactoren op de drie activiteitsmaten; foerageeractiviteit (F), passages activiteit trekkers (Pt) en passage activiteit van jagers (Pj).

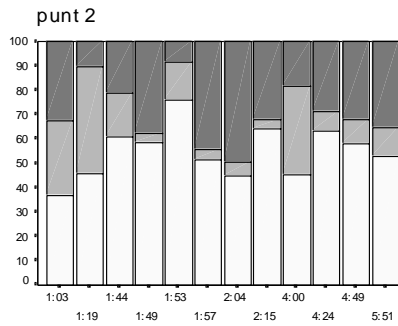
	Breedte	Lengte	Diepte	Stroming	Bodem	W.temp	Zout	Oeverhelling	Helling	Beschutting
F	0,000 **	0,195	0,059	0,000 **	0,134	0,000 **	0,021 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Pt	0,007 **	0,017 **	0,329	0,000 **	0,593	0,000 **	0,001 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Pj	0,000 **	0,207	0,220	0,000 **	0,179	0,002 **	0,039	0,000 **	0,000 **	0,000 **

Tabel 77: Significanties van 10 Factor Anova's voor de invloed van constante omgevingsfactoren op de drie activiteitsmaten; foerageeractiviteit (F), passages activiteit trekkers (Pt) en passage activiteit van jagers (Pj).

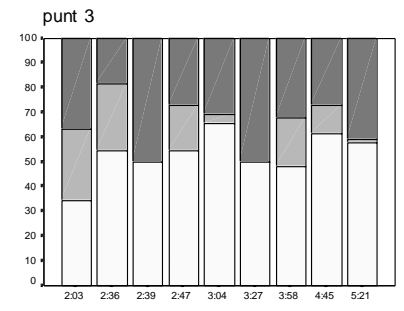
13.6.2.4 Activiteiten grafiekjes



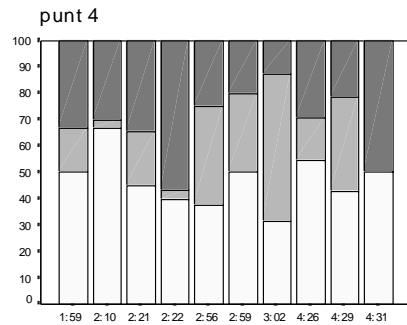
Tijd na zonsondergang



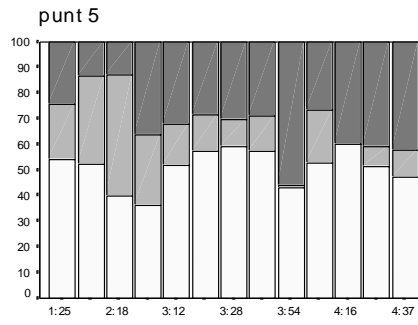
Tijd na zonsondergang



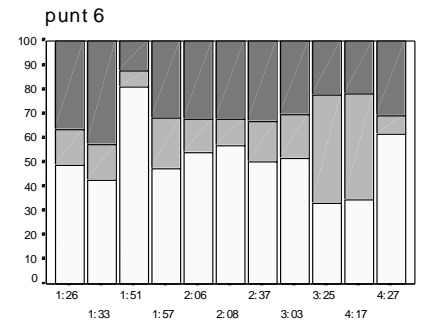
Tijd na zonsondergang



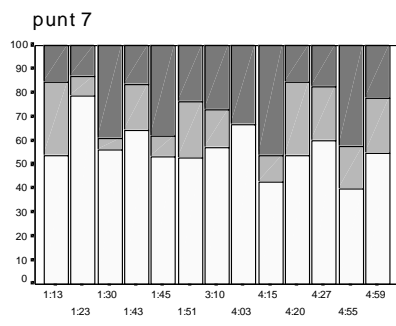
Tijd na zonsondergang



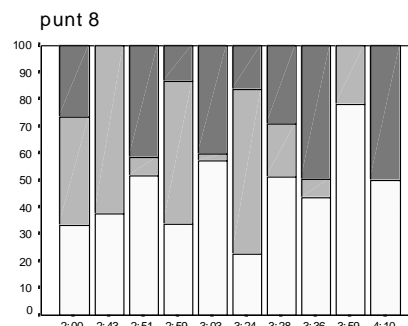
Tijd na zonsondergang



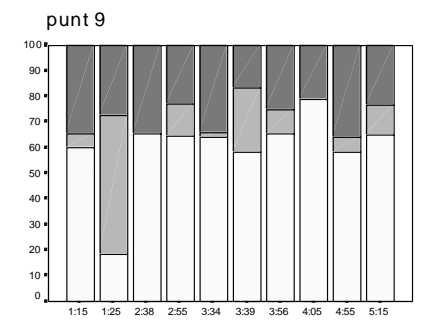
Tijd na zonsondergang



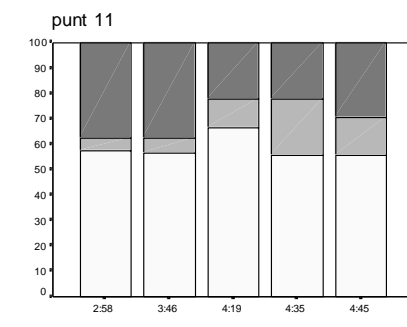
Tijd na zonsondergang



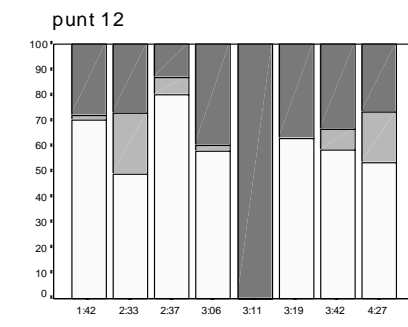
Tijd na zonsondergang



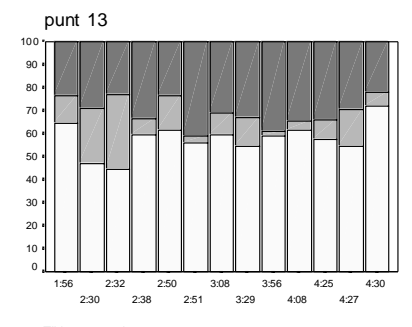
Tijd na zonsondergang



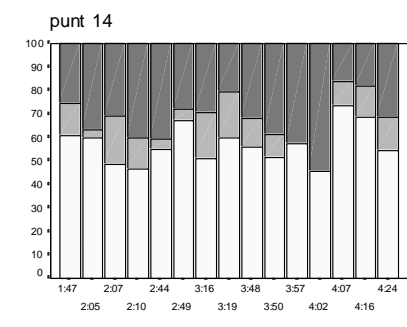
Tijd na zonsondergang



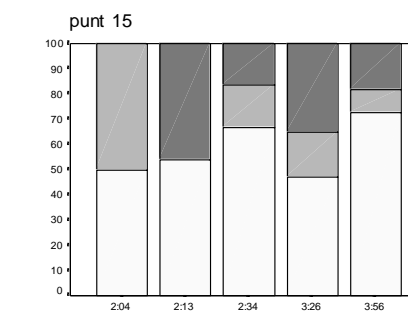
Tijd na zonsondergang



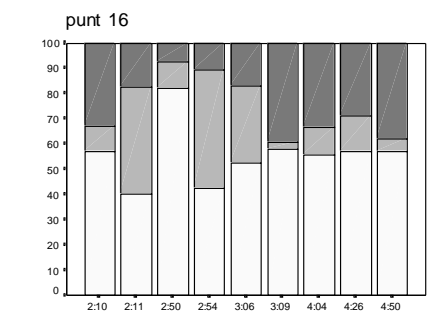
Tijd na zonsondergang



Tijd na zonsondergang



Tijd na zonsondergang



Tijd na zonsondergang

Grafieken 78 t/m 92: Activiteitsgrafieken van de totale data. 🦋=Passage activiteit van jagers, 🦏=Passage activiteit van trekkers, 🦉=Foerageer activiteit.

13.7 Plektijd

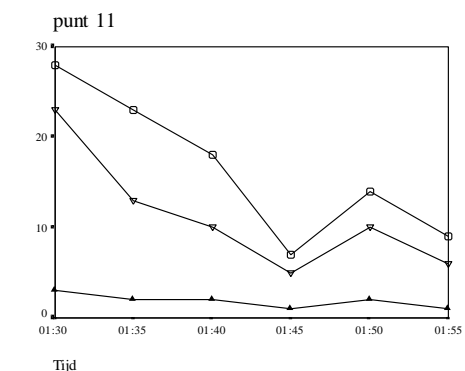
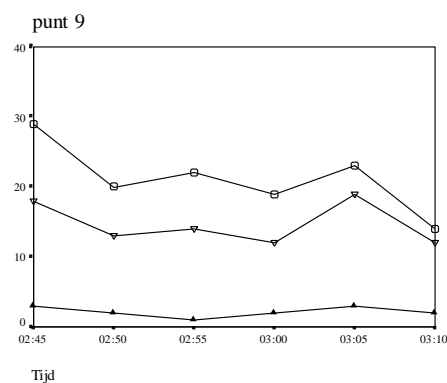
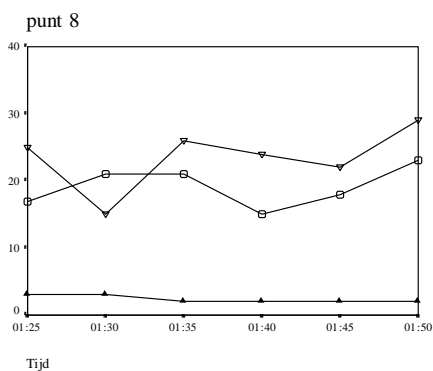
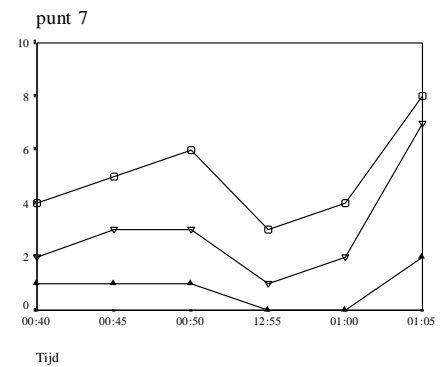
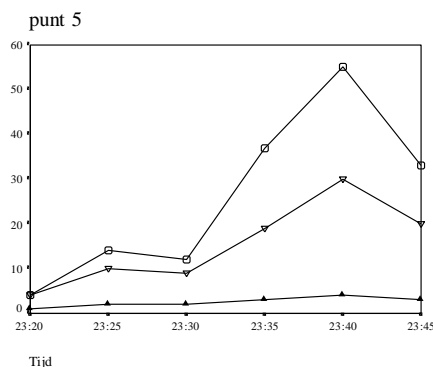
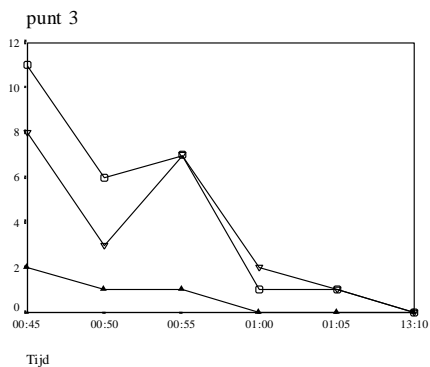
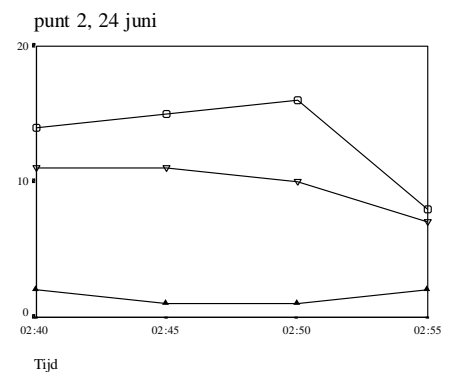
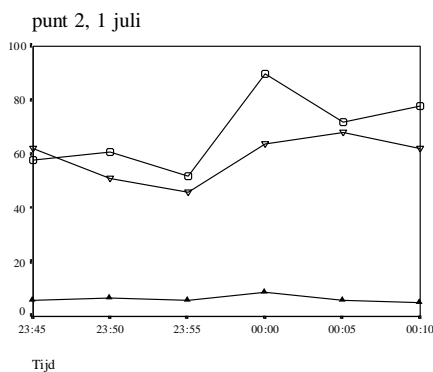
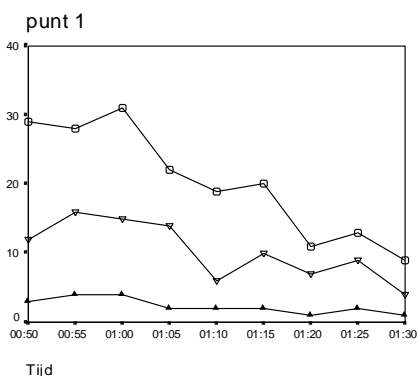
13.7.1 Plektijd algemeen

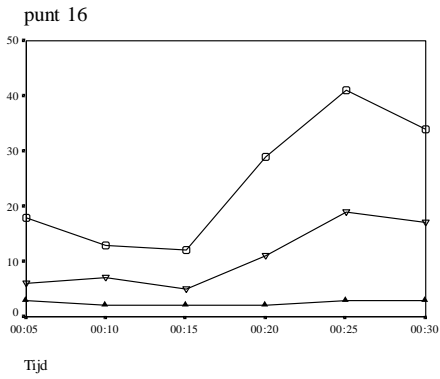
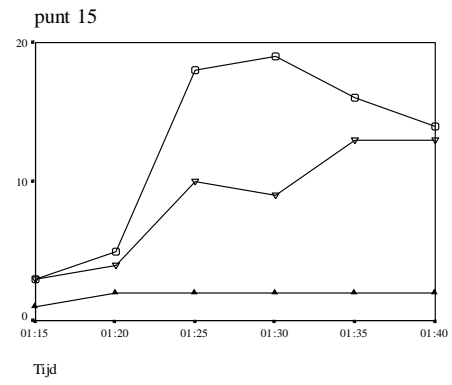
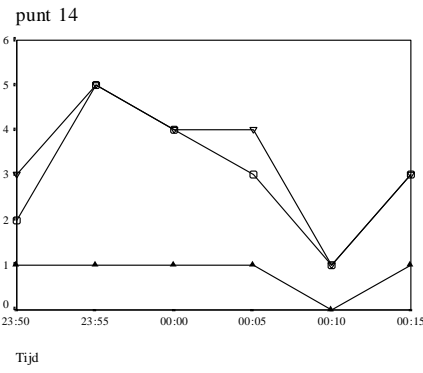
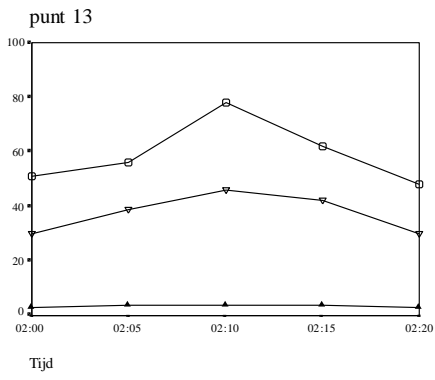
13.7.1.1 Een vergelijking tussen de drie methoden

		PIP - P1A	P2P - P2A	P3P - P3A	P5P - P5A	P8P - P8A	P9P - P9A	P11P - P11A	P13P - P13A	P14P - P14A	P15P - P15A	P16P - P16AA
alle	Z	-0,945	-0,945	-0,720	-1,572	-3,050	-2,320	-2,582	-3,125	-3,726	-3,524	-1,446
	Sig.	0,345	0,345	0,471	0,116	0,002 **	0,020 **	0,010 **	0,002 **	0,000 **	0,000 **	0,148
passt	Z	-1,183	-0,663	-0,314	-1,461	-2,201	-2,375	-1,572	-2,023	-2,201	-2,207	-0,674
	Sig.	0,237	0,508	0,753	0,144	0,028 *	0,018 *8	0,116	0,043 *	0,028 *	0,027 *	0,500
buzz	Z	-0,533	-0,357	-0,631	-0,730	-1,572	-1,153	-1,572	-2,023	-2,201	-2,201	-1,572
	Sig.	0,594	0,721	0,528	0,465	0,116	0,249	0,116	0,043 *	0,028 *	0,028 *	0,116
aantal	Z	-0,513	-0,632	-0,216	-0,577	-1,802	-0,530	-1,761	-0,677	-2,207	-1,841	0,000
	Sig.	0,608	0,528	0,829	0,564	0,072	0,596	0,078	0,498	0,027 *	0,066	1,000

Tabel 93: De resultaten van meerder Wilcoxon signed ranks testen voor een vergelijking tussen de plektijd data en de totale data. Deze test is uitgevoerd voor de totale data en per vleermuis variabelen.

13.7.1.2 Plektijd per punt



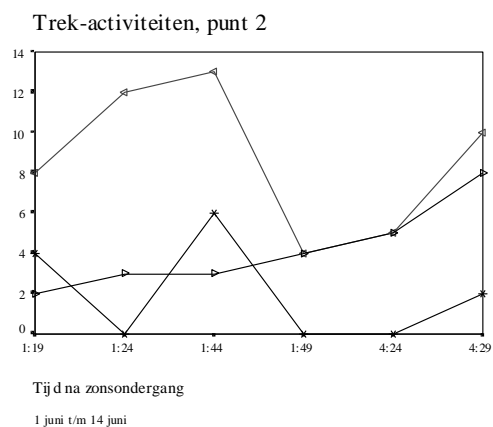
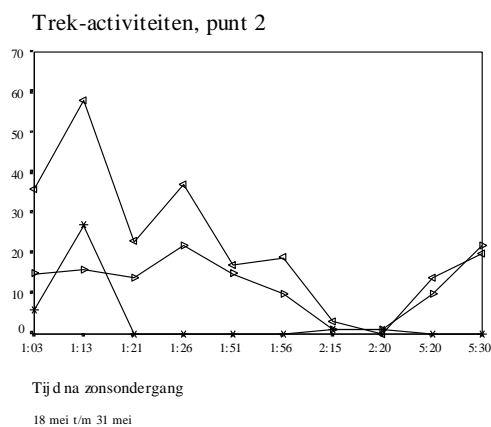
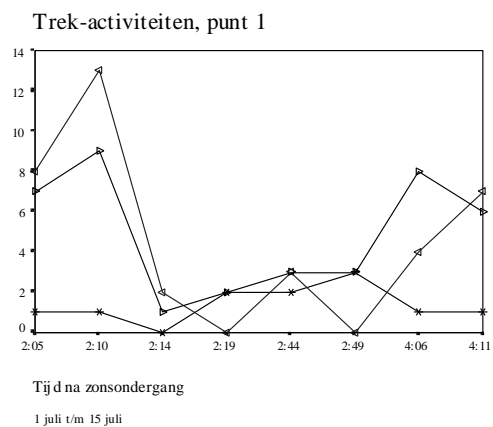
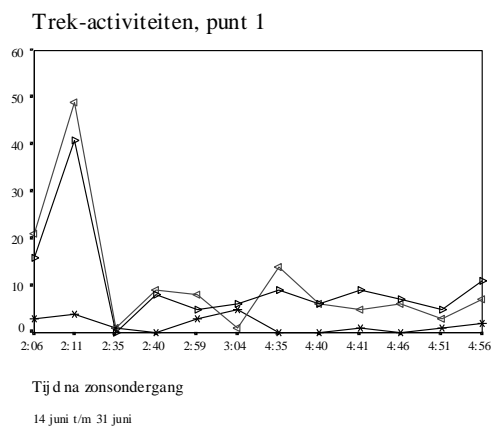
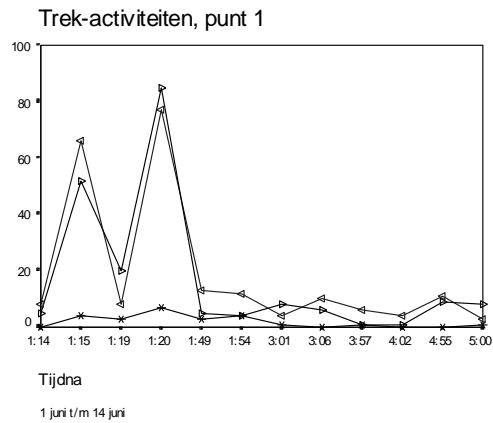
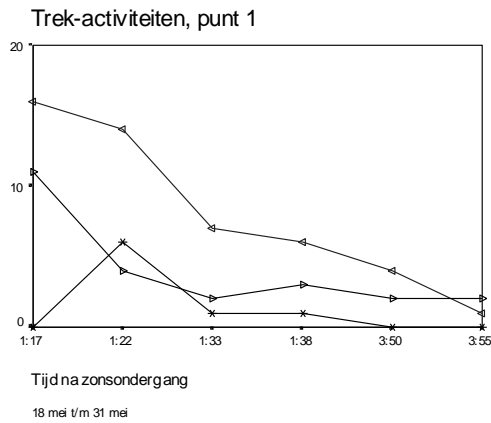


Grafieken 94 t/m 102: Plektijd grafieken van de punten 1 t/m 16. Hierbij zijn de vleermuisvariabelen \hat{p} = aantal passages, \hat{b} = aantal bzzen en \hat{x} = aantal jagers weergegeven.

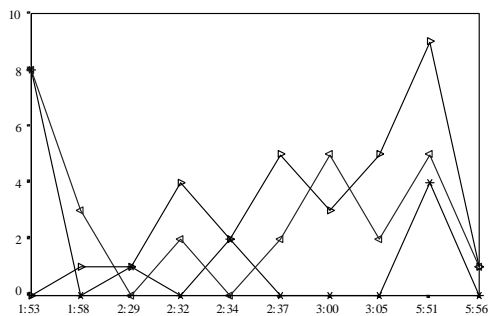
13.8 Trekroute

13.8.1 Vleermuizen op trekroutes

13.8.1.1 Andere aanwijzingen voor trek



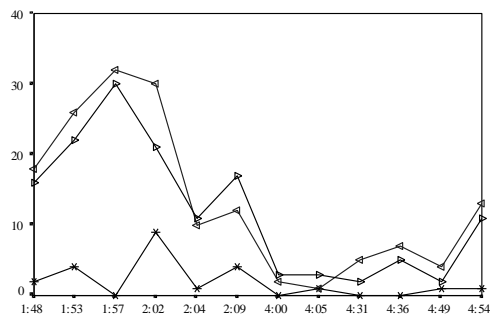
Trek-activiteiten, punt 2



Tijd na zonsondergang

14 juni t/m 31 juni

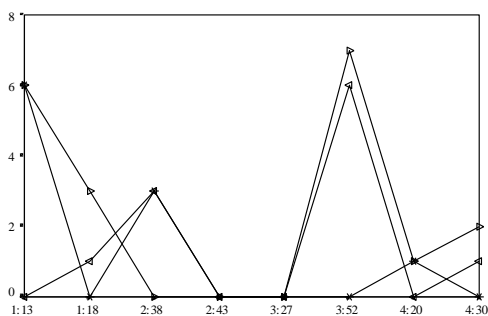
Trek-activiteiten, punt 2



Tijd na zonsondergang

1 juli t/m 15 juli

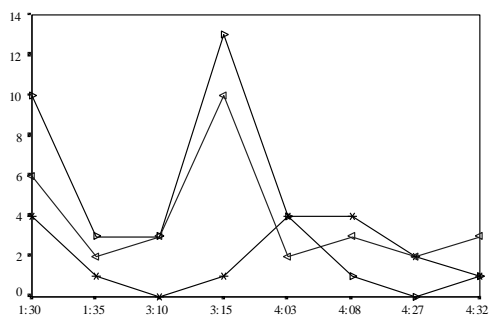
Trek-activiteiten, punt 7



Tijd na zonsondergang

18 mei t/m 31 mei

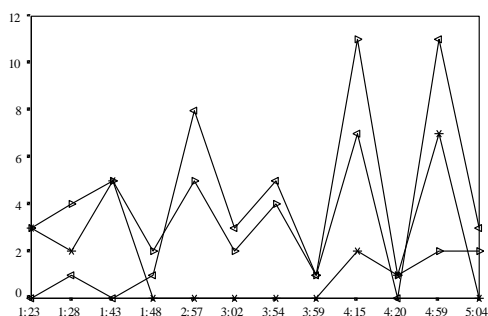
Trek-activiteiten, punt 7



Tijd na zonsondergang

1 juli t/m 15 juli

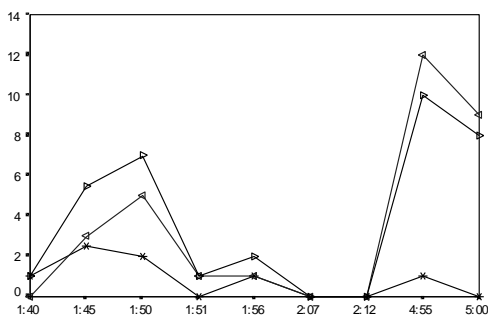
Trek-activiteiten, punt 7



Tijd na zonsondergang

1 juni t/m 14 juni

Trek-activiteiten, punt 7



Tijd na zonsondergang

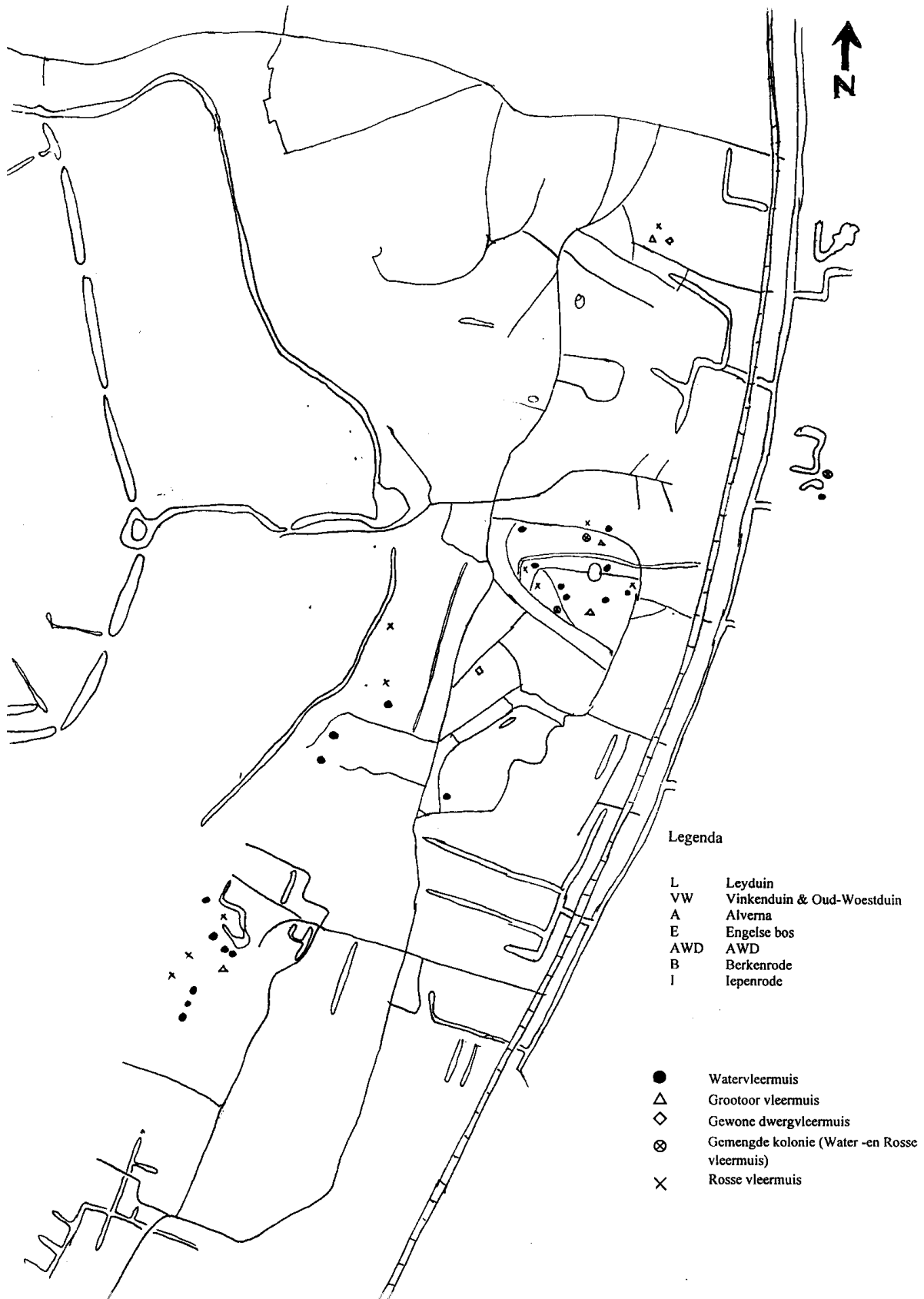
14 juni t/m 30 juni

Grafiek 103 t/m 114: Trekactiviteit gebaseerd op de totale data van de punten 1, 2, en 7. De vier vangstdata zijn steeds apart weergegeven. De gebruikte vlermuis variabelen zijn; * = aantal trekkers, $\overset{\circ}{\leftarrow}$ = passages van links naar rechts, $\overset{\circ}{\rightarrow}$ = passages van rechts naar links. (NB: De koloniebomen vanaf punt 1, 2, 7 gezien liggen respectievelijk rechts, rechts en links)

13.9 Koloniebomen

13.9.1 Vindplaatsen en kenmerken van koloniebomen

13.9.1.1 Kaart met de ligging van de koloniebomen



Kaart 115: Ligging van de koloniebomen in en rondom de AWD, zie ook de Legenda.

13.9.1.2 Verblijfsduur per kolonie

Boomnr	Vind datum	Verhuis datum	Wrsl verhuist naar	Herkolonisatie	Verhuisdatum	Wrsl verhuist naar
Le 0	31 mei	11 juni		11 juni (R)	19 juni	Le2
Le1	22 mei	31 mei				
Le2	22 mei (K)	9 juni	Le5	19 juni (R)	29 juni	Le8
Le3	11 juni	15 juni		20 juni (G)	29 juni	Le8 (R)
Le4	11 juni (M)	14 juni	Le6	21 juni (M)	24 juni	
Le5	12 juni (K)	2 juli	Le10			
Le6	11 juni (M)	15 juni	Le6	19 juni (M)	--	
Le7	15 juni (M)	21 juni	Le6			
Le 8	29 juni (R)	2 juli	Le13			
Le10	2 juli (K)	--				
Le12	13 juli	--				
Le13	2 juli (R)	--				
Le 14	13 juli	--				

Tabel 116: Totaal beeld van het waarschijnlijke verloop van kolonies in Leyduin, met vinddatum en verhuisdatum (dag dat kolonie niet meer gevonden is). Per kolonies is weergegeven; R = rosse vleermuis, G = gemengd, K = kraamkolonie, M = mannenkolonie, de overige zijn allen watervleermuizen.

13.9.1.3 Aantal uitvliegers per kolonieboom

	Awd		Engelse bos			Iepenrode		Leyduin								Oud Woestduin	
	1	3	5	6	8	1	2	1	2	3	4	5	6	8	10	1	
21 mei																	0 w
23 mei								8 w	34 w								0 w
10 juni																	
11 juni														12 w			
12 juni														32 w			
14 juni											0 w		54 w				
17 juni	23 w																
19 juni														12 w			
23 juni		32 w															
24 juni											0 w		27 w	12 w			
25 juni								18 w	17r+3w								
26 juni		37 w															
27 juni										26w+7r							
30 juni																5 r	
1 juli																26 r	
5 juli																	62 w
8 juli			33 w	4w+3r													
9 juli					31 r												
10 juli																	81 w
13 juli																	27 r

Tabel 117: Overzicht van de tellingen van het aantal uitvliegers per kolonieboom per dag. (w =watervleermuis r= rosse vleermuis). NB:de kolonieboomen zijn weergegeven als met een boomnummer per bos.

13.9.1.4 Afstand tussen kolonieboom en foerageergebied

Punt	Afstand Leyduin tot punt (m)	Afstan Engelsebos tot punt (m)	Totaal aantal vleermuizen op een punt
1	1600	2800	213
2	950	2000	241
3	2450	3000	82
4	2700	3300	76
5	3000	3700	137
6	2150	1100	90
7	2400	1350	113
8	3100	3300	98
9	3200	3400	83
10	3500	3550	11
11	3550	3600	53
12	3200	3150	49
13	3400	2750	157
14	3450	2500	139

15	3550	2500	53
16	3950	3000	103

Tabel 118: Overzicht van de afstanden van de twee koloniebossen tot de punten. Daarnaast is ook het totaal aantal vleermuizen per punt weergegeven.

13.10 Mest-Analyse

13.10.1 Vleermuis mest algemeen

13.10.1.1 Overzicht van de geanalyseerde samples

sample nummer	totaal gewicht (mg)	aantal	gewicht 1 keutel (mg)	datum	tijd	boomnr	soort mest
1	70,4	10	7,04	24 mei -99	overdag	le1	overdag
2	19,3	10	1,93	24-mei -99	overdag	le2	overdag
3	87,4	10	8,74	12-jun-99	22,30 - 5,30	le5	hele nacht poep
4	64,1	10	6,41	12-jun-99	22,30-5,30	le4	hele nacht poep
6	75	10	7,5	13-jun-99	22,30-5,30	le5	hele nacht poep
7	75,2	10	7,52	13-jun-99	22,30 - 5,30	le4	hele nacht poep
9	48,7	6	8,12	14-jun-99	22,30- 5,30	le6	hele nacht poep
10	91,7	10	9,17	14-jun-99	22,30-22,45	le5	uitvliegpoep
11	58,1	10	5,81	14-jun-99	22,45- 5,30	le5	nacht en invlieg
13	96	10	9,6	15-jun-99	22,30 - 2	le5	uitvlieg en nacht
14	64	10	6,4	16-jun-99	2 - 5,30	le5	nacht en invlieg
17	79	10	7,9	16-jun-99	22,30 - 5,30	le5	hele nacht poep
21	96,1	10	9,61	17-jun-99	22,30-4,30	le5	uitvlieg en nacht
23	94,9	10	9,49	19-jun-99	22,30-22,45	le5	uitvliegpoep
24	70,7	10	7,07	19-jun-99	22,45-3,30	le5	nacht en invlieg
25	36,7	6	6,12	19-jun-99	22,30 - 3,30	le6	uitvlieg en nacht
27	90,4	10	9,04	20-jun-99	22,30-3,30	le5	uitvlieg en nacht
30	15,2	2	7,6	21-jun-99	22,30-5,30	le4	hele nacht poep
31	80,4	10	8,04	21-jun-99	22,30 - 5,30	le5	hele nacht poep
33	88,7	10	8,87	22-jun-99	22,30-3,30	le5	uitvlieg en nacht
35	113,4	10	11,34	24-jun-99	22,30 - 5,30	le5	hele nacht poep
37	91,3	10	9,13	25-jun-99	22,30 - 23,30	le5	uitvliegpoep
38	58	10	5,8	25-jun-99	23,,30 - 6,00	le5	nacht en invlieg
40	105,3	10	10,53	26-jun-99	22,30 - 4,30	le5	hele nacht poep
45	93,9	10	9,39	27-jun-99	22,30-23,30	le5	uitvlieg en nacht
48	64,3	10	6,43	27-jun-99	23,30-4,00	le5	nacht en invlieg
50	38,2	10	3,82	28-jun-99	22,00- 3,30	le5	uitvlieg en nacht
54	95,6	10	9,56	29-jun-99	22,30-23,15	le5	uitvliegpoep
59	61,4	10	6,14	30-jun-99	22,20-23,25	le5	uitvliegpoep
60	53,3	10	5,33	30-jun-99	23,25-6,00	le5	nacht en invlieg
64	78,3	10	7,83	1-jul-99	22,20-23,15	le5	uitvliegpoep
65	79,7	10	7,97	1-jul-99	23,25-6,00	le5	nacht en invlieg
69	56,3	8	7,04	4-jul-99	22,15-23,15	le5	uitvliegpoep
70	83,6	5	16,72	4-jul-99	23,15-1,00	le5	nacht en invlieg
72	74,7	10	7,47	6-jul-99	22,15-23,30	le5	uitvliegpoep
73	27,1	6	4,52	6-jul-99	23,30-3,00	le5	nachtpoep
77	72,6	10	7,26	7-jul-99	22,15-3,00	le5	uitvlieg en nacht
80	94,2	10	9,42	8-jul-99	22,15-6	le5	hele nacht poep
88	26,1	9	2,9	11-jul-99	22,15-3,00	le10	uitvlieg en nacht
91	17,1	8	2,14	13-jul-99	22,15- 5,30	le10	hele nacht poep
94	5,9	3	1,97	14-jul-99	22,15- 5,30	,	hele nacht poep

Tabel 119:Overzicht van de uiteindelijk geselecteerde keutels. Weergegeven is het sample nummer, het gewicht van het totale sample, het aantal keutels in een sample (aantal), het gewicht van één keutel, de verzameldatum en evt de verzamel tijd, het boomnummer waaronder het sample verzameld is en de 'soort mest'.

13.10.1.2 Dieet in relatie mt weersomstandigheden

	Temperatuur	Mist	Wind
Arach	0,021 *	0,010 **	0,153
Tip	0,000 **	0,000 **	0,002 **
Bra	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Nem	0,000 **	0,000 **	0,000 **
Tri	0,010 **	0,331	0,124
Eph	0,001 **	0,001 **	0,105
Neu	0,716	0,788	0,322
Hemi	0,000 **	0,058	0,082
Lep	0,070	0,000 **	0,001 **
Col	0,386	0,511	0,081
Cur	0,334	0,540	0,729
Chry	0,132	0,000 **	0,003 **

Tabel 120: Significanties van meerdere Factor Anova's voor de invloed van de drie omgevingsfactoren temperatuur, mist en wind op het aantal individuen van elke proesoort

13.10.2 Mestanalyse in vergelijking met handvangsten

13.10.2.1 Verschil in effectiviteit tussen handvangst en mestanalyse

Hand	Mest												
	Arach	Tip	Bra	Nem	Tri	Eph	Neu	Hemi	Lep	Col	Cur	Chry	
Arach	C.C	-0,120	-0,235	-0,252	-0,131	0,404	-0,141	-0,158	-0,257	-0,391	-0,280	-0,180	-0,056
	Sign.	0,604	0,305	0,271	0,570	0,070	0,543	0,495	0,261	0,080	0,219	0,435	0,811
Tip	C.C	0,445	0,367	0,395	0,605	0,296	0,255	0,124	-0,489	0,302	0,008	-0,108	0,735
	Sign.	0,043 *	0,102	0,076	0,004 **	0,193	0,264	0,593	0,025 **	0,184	0,971	0,642	0,000 **
Bra	C.C	-0,175	-0,344	-0,031	0,048	0,134	0,034	-0,461	-0,180	-0,419	-0,223	-0,118	0,006
	Sign.	0,448	0,126	0,894	0,836	0,563	0,885	0,036 *	0,434	0,059	0,332	0,611	0,980
Nem	C.C	0,113	0,326	0,349	0,192	0,263	0,015	-0,202	-0,315	-0,101	-0,212	-0,185	0,102
	Sign.	0,627	0,149	0,121	0,404	0,250	0,949	0,380	0,164	0,662	0,357	0,423	0,658
Tri	C.C	-0,081	0,371	0,216	0,268	-0,085	0,027	-0,289	-0,292	-0,142	-0,292	0,001	0,444
	Sign.	0,726	0,098	0,346	0,240	0,713	0,908	0,204	0,199	0,538	0,199	0,997	0,044 *
Eph	C.C	0,118	-0,144	0,164	-0,029	0,206	-0,126	0,138	0,114	-0,126	-0,315	0,060	0,180
	Sign.	0,611	0,534	0,476	0,902	0,369	0,585	0,551	0,621	0,586	0,164	0,796	0,435
Neu	C.C	-0,454	-0,116	0,162	-0,257	-0,259	-0,058	-0,329	0,134	-0,554	-0,136	0,037	-0,028
	Sign.	0,039 *	0,616	0,484	0,260	0,257	0,803	0,146	0,562	0,009 **	0,555	0,872	0,904
Hemi	C.C	0,350	0,276	0,272	0,482	0,091	0,440	-0,166	-0,284	0,124	0,146	-0,450	0,307
	Sign.	0,120	0,225	0,234	0,027 *	0,695	0,046 *	0,471	0,212	0,592	0,529	0,041 *	0,176
Lep	C.C	0,076	-0,221	-0,260	0,050	0,272	-0,325	-0,017	0,007	0,137	-0,143	-0,008	0,157
	Sign.	0,745	0,336	0,255	0,829	0,234	0,150	0,940	0,977	0,553	0,535	0,972	0,498
Col	C.C	0,316	0,199	0,260	0,377	0,194	0,506	-0,175	-0,263	0,272	0,525	-0,157	-0,063
	Sign.	0,163	0,388	0,254	0,092	0,399	0,019 **	0,449	0,250	0,232	0,014 **	0,497	0,786
Cur	C.C	-0,025	-0,056	0,361	0,296	0,472	0,347	-0,285	-0,111	0,184	0,042	0,163	0,054
	Sign.	0,915	0,811	0,108	0,192	0,031 *	0,123	0,210	0,633	0,424	0,855	0,479	0,815
Chry	C.C	0,376	0,433	0,397	0,566	-0,042	0,003	0,047	-0,297	0,374	-0,259	-0,199	0,815
	Sign.	0,093	0,050 *	0,075	0,007 **	0,855	0,990	0,840	0,192	0,095	0,257	0,386	0,000 **

Tabel 121: De resultaten van een Pearson correlatie tussen handvangst (van boven naar beneden) en mestanalyse (van links naar rechts) per insectensoort.