

Ecologie van het zeepaardje
Hippocampus reidi (Sygnathidae)
op het koraalrif van Bonaire (N.A.)

Habitatgebruik, reproductie en
interspecifieke interacties

Birgit Dauwe

Groningen, juli 1993

Begeleiding:
Dr.J.Videler

VOORWOORD

Dit doctoraalonderwerp werd uitgevoerd in samenwerking met de vakgroep Mariene Biologie (Rijksuniversiteit Groningen) onder begeleiding van Dr.J.Videler en Fundashon MARCULTURA (Bonaire, Ned.Antillen) onder leiding van R.Hensen.

Dit onderzoek geeft een onderdeel van een veld-studie over de ecologie van het zeepaardje *Hippocampus reidi* op het koraalrif van Bonaire. Naast het voorliggende werk over habitatgebruik, reproductie en interspecifieke interacties van *H.reidi* werd tegelijkertijd ook onderzoek aan het voortplantingsgedrag van deze soort uitgevoerd (Nijhoff, nog niet gepubl.).

DANKWOORD

Graag wil ik Dr.J.J. Videler danken voor de begeleiding van dit project. Mijn dank gaat ook naar Drs.R.Hensen die het onderzoek op Bonaire mogelijk heeft gemaakt en naar Dr.A.Vincent voor de ondersteuning bij het opstarten van het veldwerk. Verder wil ik Luty de Palm danken voor het tonen van zeepaardjes en voor de mooie onderwaterfoto's. Mijn dank gaat ook uit naar Chibo en Ranfel van MARCULTURA die de kooi gebouwd hebben en ook de zeepaardjes in de aquaria verzorgd. Ook wil ik Eric Newton danken voor het ter beschikking stellen van zijn "huis-bibliotheek". Mascha danki aan de mensen van garage ALERCO voor het lenen van een auto. Margriet Nijhoff wil ik graag voor de goede samenwerking tijdens dit project danken. Henrich en Gerard bedankt voor de kritiek op het verslag. Verder wil ik CEDE Antillas, Groninger Studentenfonds en Bureau Buitenland danken voor de financiële ondersteuning van dit doctoraalonderzoek.

INHOUD

I. INLEIDING	4
Vraagstellingen	6
II. MATERIAAL EN METHODEN	7
1. Plaats	7
2.1. Zoeken naar zeepaardjes	8
2.2. Zeepaardjes getoond door divemasters	8
3. Vindplaatsen van zeepaardjes	9
4. Veldwaarnemingen	12
5. Habitat	13
5.1. Rifkartering	13
5.1.1. Home range	14
5.1.2. Substraatbedekking	14
5.1.3. Substraatkeuze	14
6. Reproductie	15
6.1. Cyclus	15
6.2. Geboorte	15
6.3. Paring	15
7. Juvenielen vangkooi	16
8. Identifikatie van de individuen	18
III. RESULTATEN	19
1. Habitatgebruik	19
1.1. Home range	19
1.2. Substraatbedekking	21
1.3. Substraatkeuze	26
1.4. Diepte en lengte van de individuen	29

2.	Reproductie	31
2.1.	Cyclus	31
2.2.	Geboorte	33
2.3.	Paring	35
2.4.	Aantal en lengte van de juvenielen	36
2.5.	Gedrag van de juvenielen na de geboorte	37
3.	Interactie tussen <i>H.reidi</i> en andere rifbewoners	38
3.1.	Predatoren	38
3.2.	Herbivore vissen	38
3.3.	Fourageer gedrag	39
IV.	CONCLUSIES EN DISCUSSIE	40
1.	Habitatgebruik	40
1.1.	Home range	40
1.2.	Substraatbedekking	41
1.3.	Substraatkeuze	42
1.4.	Diepte	43
2.	Reproductie	44
2.1.	Cyclus	44
2.2.	Paring	45
2.3.	Geboorte	46
2.4.	Juvenielen	47
3.	Interspecifieke interacties	49
3.1.	Predatoren	49
3.2.	Herbivore vissen	50
4.	Methoden	51
V.	SAMENVATTING	52
VI.	LITERATUUR	53
VII.	BIJLAGE	57

I. INLEIDING

Zeepaardjes behoren samen met de zeenaalden tot de familie van de Synathidae (Herald, 1959). De Sygnathidae zijn een van de meest voorkomende vis families in zeegrasvelden (Pollard & den Hartog, 1984) en leven daar verscholen tussen de bladeren. Het zwemvermogen van zeepaardjes is zeer slecht (Breder & Edgerton, 1942). Adulte zeepaardjes verplaatsen zich maar over geringe afstanden en zijn sterk afhankelijk van geschikte substraten in hun omgeving die als houvast gebruikt kunnen worden (Peters, 1951). Opvallend bij deze groep der beenvissen (Teleostei) is hun sterk van andere vissen afwijkende lichaamsbouw. Morfologische aanpassingen aan de bijna sessiele levenswijze van zeepaardjes zijn hun gereduceerde vinnen en de grijpstaart waarmee de dieren zich aan een substraat vasthouden. Verder hebben zeepaardjes een groot vermogen om zich aan verschillende milieus aan te passen door hun lichaamskleur te veranderen en epidermale uitgroeisels te vormen (Vari, 1948). De excellente camouflage van deze dieren wordt verder verhoogd doordat ze zich de meeste tijd nagenoeg bewegingloos houden. Alleen tijdens perioden van sociale interacties met hun voortplantingspartner vertonen zeepaardjes opvallende displays en verplaatsen zich veel (Nijhoff, nog niet gepubl.).

Er is nog maar zeer weinig onderzoek gedaan naar zeepaardjes en het merendeel van de studies werd in aquaria uitgevoerd. Met name de bijzondere voortplantingsbiologie van de zeepaardjes werd op deze manier onderzocht (Weber, 1924; Fiedler, 1954, 1970; Vincent, 1990). Bij zeepaardjes neemt het mannetje de broedzorg over (Blumer, 1982). De mannetjes bezitten een grote abdominale broedbuidel waarin het vrouwtje haar eieren afzet (Potts & Wootton, 1984). De bevruchting vindt bij de eioverdracht plaats, en de ontwikkeling van de eieren tot juvenielen verloopt onder gecontroleerde fysiologische omstandigheden in de buidel (Linton & Soloff, 1964). Wanneer de juvenielen geboren worden zijn ze geheel zelfstandig en in staat te zwemmen en voedsel op te nemen. In aquaria werd geobserveerd dat juveniele zeepaardjes na de geboorte eerst naar de wateroppervlakte zwemmen, waarschijnlijk om hun zwemblaas met lucht te vullen (Jacobs, 1938). Of dit gedrag ook in de natuur wordt vertoond is niet bekend. Afhankelijk van de soort varieert het aantal jongen per cyclus tussen 50-1500; hun lengte kan tot 1.2 cm bedragen (Vincent, 1990). De voortplantingscyclus duurt tien dagen tot zes weken. Het is niet bekend of de jongen na de geboorte pelagisch of demersaal leven.

Zeepaardjes komen voor in de ondiepe kustwateren tussen de breedtegraden 45°N en 45°Z. Tijdens een veldstudie van Strawn (1958) naar de zeegrasbewonende soort *Hippocampus zosterae* werden zeer stabiele, grote populaties in de zeegrasvelden van de Florida Keys gevonden. Het zeegras biedt een ideaal substraat voor de zeepaardjes om zich aan vast te houden en maakt door de dichte begroeiing een goede camouflage mogelijk (Middleton et.al., 1984). Bovendien is het een zeer voedselrijk habitat voor planktivore vissen zoals Sygnathidae (Burchmore et.al., 1984) en komen er vrij weinig piscivore predatoren voor (Pollard & den Hartog, 1984).

Vincent (1990) vond bij een pilot-studie naar de zeegrasbewoner *Hippocampus whitei* in Australië dat deze soort monogame paren vormt, die hun paarband dagelijks via korte begroetingen bevestigen. De dieren zitten in groepen van vijftientig individuen bij elkaar, waarbij zij individuele home ranges aanhouden die grotendeels overlappen.

Ook op koraalriffen worden zeepaardjes aangetroffen (Humann, 1989; pers.obs.). Het koraalrif verschilt als habitat van het zeegrasveld door de hoge driedimensionale diversiteit en de grote verscheidenheid aan beschikbare microhabitats (Luckhurst & Luckhurst, 1978). Dit habitat biedt veel schuilmogelijkheden en substraten die door zeepaardjes als houvast gebruikt kunnen worden. Op het koraalrif, met zijn grote dichtheid en diversiteit aan vissen (Longhurst & Pauly, 1987; Goldman & Talbot, 1976), vinden veelvuldige interspecifieke interacties plaats (Montgomery, 1990; Sale, 1978). Bovendien is hier het aantal potentiële predatoren voor adulte vissen en voor de planktonische juvenielen zeer hoog (Hobson & Chess, 1978). Aan deze omstandigheden moet een soort goed aangepast zijn om zich te kunnen handhaven.

Hippocampus reidi is een koraalrif bewonende soort, die tussen Bermuda en Panama voorkomt (Ginsburg, 1937). *H.reidi* is een van de grootste soorten en de individuen kunnen een lengte van 17.5 cm bereiken (Vari, 1948). Over de ecologie van deze soort is nog niets bekend. Het is ook niet duidelijk of *H.reidi* incidenteel op het rif voorkomt of dat deze soort bij uitstek door zijn biologie aan de bijzondere ecologische omstandigheden is aangepast.

In de VRAAGSTELLINGEN van dit onderzoek zal de nadruk liggen op mogelijke adaptaties van *H.reidi* aan de bijzondere ecologische omstandigheden op het koraalrif.

A. Gebruik van het koraalrif als habitat

1. Hoe groot zijn de home ranges van *H.reidi* en hoe is de substraatbedekking in deze gebieden ?
2. Welke substraten worden door *H.reidi* als houvast gebruikt ?
3. Op welke dieptes wordt *H.reidi* op het koraalrif aangetroffen ?

B. Reproductie

1. Hoe lang is de reproductiecyclus van *H.reidi*, hoe groot is het aantal juvenielen per cyclus, en wat is hun lichaamslengte ?
2. Op welke tijd van de dag worden de juvenielen geboren ?
3. Wat is het gedrag van de juvenielen na hun geboorte ?

C. Interspecifieke interacties van *H.reidi* met andere rifbewoners

1. Welke rifbewonende vissen zijn betrokken bij interacties met *H.reidi* ?
2. Door welke factoren worden deze interspecifieke interacties gekenmerkt ?

II. MATERIAAL EN METHODEN

1. Plaats

Het onderzoek werd uitgevoerd op het koraalrif van Bonaire (Ned. Antillen). Bonaire (12°N, 69°W) is een oceanisch eiland met een omtrek van 104 km, gelegen voor de noord-kust van Venezuela (fig.1.). De fysische condities zijn zeer stabiel en het gebied wordt maar zeer zelden door tropische stormen getroffen. Het klimaat is semi-aride, met een jaarlijkse regenval van slechts 520 mm (van Duyl, 1985). De watertemperatuur varieert tussen 26°C in februari en 28°C in september. Het zeewater is extreem helder en zeer arm aan nutriënten en plankton.

Bonaire wordt omgeven door een zoomrif met een 30-100 meter breed, zwak zee-wards hellend, platform. Op 10-12 meter diepte ligt een vrij scherpe knik in de helling ("drop off") die rijk met koraal begroeid is. Het rif wordt opgebouwd door ± 55 soorten hermatypische koralen, met als hoofdvertegenwoordiger de steenkoraal *Montastrea annularis* (Skleractinia). Verder is de familie van de Gorgoniaceae (zachte koralen) rond Bonaire zeer sterk vertegenwoordigd (UNEP/IUCN, 1988). Door de altijd aanwezige, krachtige oostenwind is de westkant van Bonaire en Klein Bonaire beschut, en daardoor geschikt voor SCUBA.

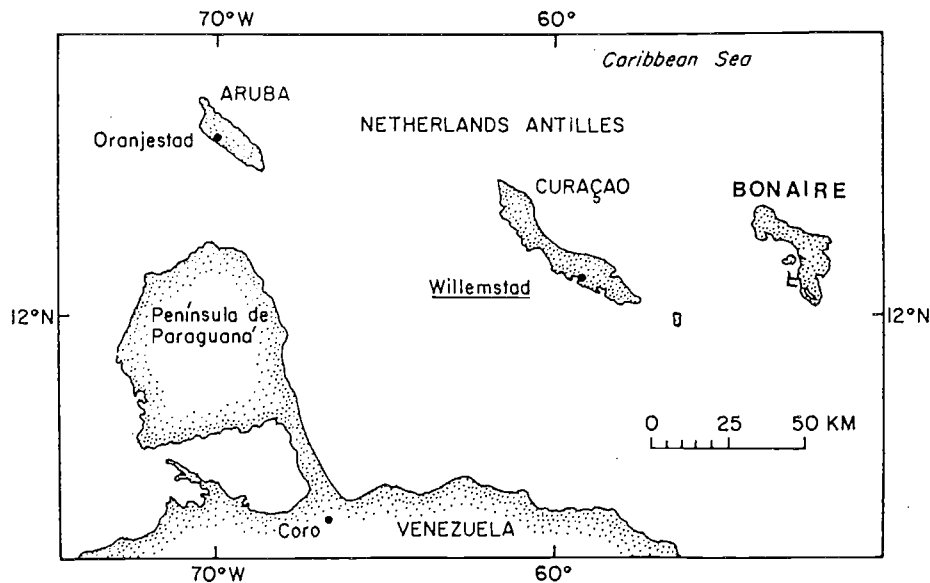


Fig.1. Geografische ligging van Bonaire op 12°N, 69°W voor de noord-kust van Venezuela.

2.1. Zoeken naar zeepaardjes

De goede camouflage van zeepaardjes maakt het moeilijk om de dieren in hun leefmilieu op te sporen. Om een zoekbeeld voor zeepaardjes te krijgen werden exemplaren in aquaria geobserveerd.

Bijlage.1. geeft een overzicht van alle plaatsen waar gezocht werd naar zeepaardjes op het koraalrif aan de westkust, en incidenteel ook aan de oostkust, van Bonaire. In totaal werd op het rif op 13 plaatsen ca. 25 uur intensief met gebruik van SCUBA apparatuur naar zeepaardjes gezocht. Op sommige plaatsen werd meerdere keren gezocht. Onderwater werden transecten langs de drop off op verschillende dieptes gezwommen. Hierbij werd, zeer langzaam, op ca. 1 meter boven de bodem langs een denkbeeldige lijn gezocht. Er werd gezocht op een diepte tussen 10 en 15 meter omdat de meeste zeepaardjes die bekend waren bij divemasters ook op een dergelijke diepte voorkwamen. Beginnende op de grootste diepte werd ca.50-100 meter langs de drop off gezocht. Sommige kleine gebieden werden ook in het geheel afgezocht. Deze techniek werd hoofdzakelijk op plaatsen toegepast waar de potentiële substraten voor zeepaardjes nogal patchy verspreid waren (b.v. groepen van sponzen en gorgonen). Vaak werd op aanwijzing van R.Hensen, die zelf zeepaardjes heeft gezien, of divemasters op bepaalde plaatsen gezocht. Deze werkwijze bleef zonder succes.

2.2. Zeepaardjes getoond door divemasters

Aan de westkant van het eiland en bij Klein Bonaire waren zeepaardjes bekend bij dive-masters, die deze dieren regelmatig aan toeristen toonden. Een aantal van deze dieren werd voor het onderzoek gebruikt. De aangewezen dieren konden zelfstandig teruggevonden worden door b.v. markante koraalkolonies of de relatie van de vindplaats tot een ankerboei schetsmatig in kaart te brengen. Er werden geen boeitjes of andere plaatsmarkeringen gebruikt, zodat vermeden kon worden dat nog meer duikers de zeepaardjes konden vinden.

3. Vindplaatsen van zeepaardjes

In fig.2. zijn alle duikplaatsen langs de westkust van Bonaire en Klein Bonaire aangegeven waar zeepaardjes gezien werden. De afstand tussen de onderzoeksplaatsen langs de westkust van Bonaire was minimaal 500 meter tot maximaal meerdere kilometers. Op Klein Bonaire werd maar op één plaats zeepaardjes gezien (South Bay). Omdat hier drie groepjes met een onderlinge afstand van ca. 10-15 meter gevonden werden, is deze vindplaats onderverdeeld in de drie plaatsen South Bay I-III.

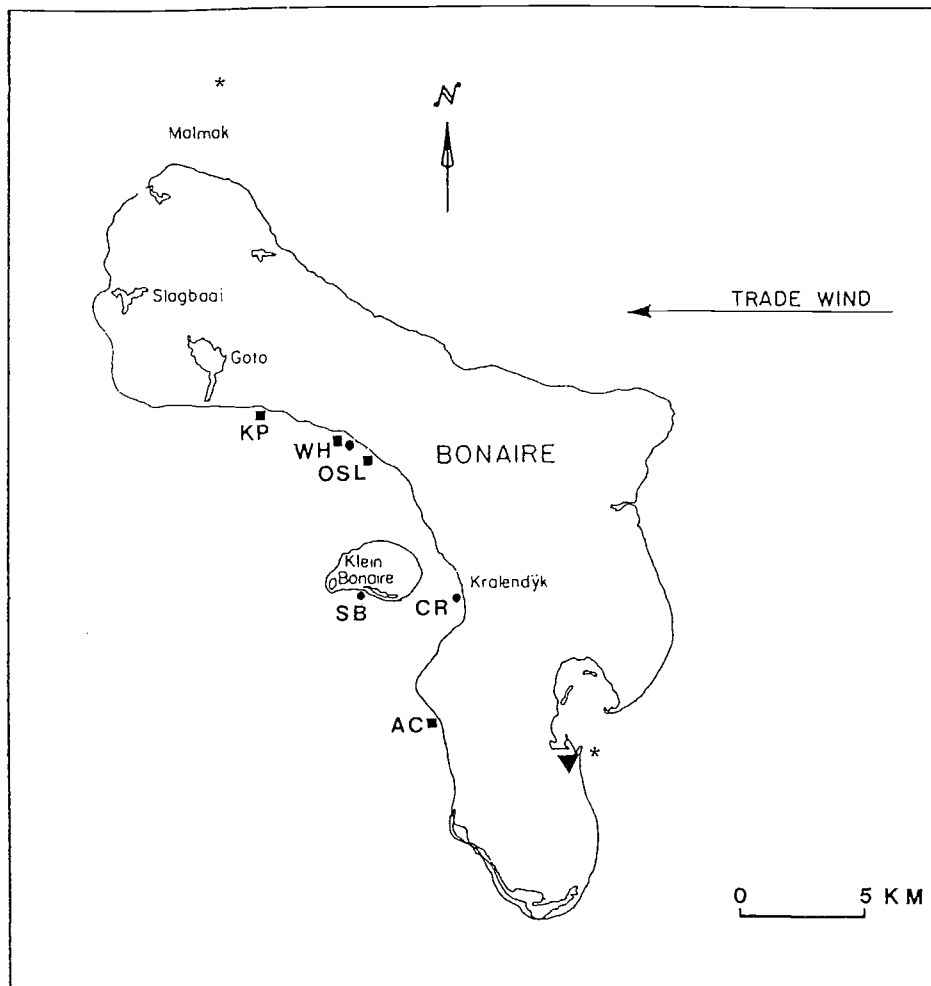


Fig.2. Vindplaatsen van *H.reidi* langs de westkust van Bonaire: (K) Karpata, (WH) Witches Hut I en II, (OSL) Oil Slick Leap, (CR) Calabas Reef, (AC) Angel City. Plaatsen waarop onderzoek gedaan werd (■) plaatsen die maar incidenteel bezocht werden (●). Langs de oostkust van Bonaire: (▼) MARCULTURA en (*) Malmok. Bij Klein Bonaire: (SB) South Bay I-III.

Tabel.1. geeft een overzicht van het aantal zeepaardjes dat op elke plaats werd gevonden, het geslacht en de kleur en de datum waarop de dieren werden ontdekt. In totaal werden er achttien zeepaardjes op het koraalrif aangetroffen, waarvan zich er twaalf langs de westkust van Bonaire en zes aan de kust van Klein Bonaire bevonden. Op de meeste plaatsen werden de zeepaardjes in paren bestaande uit een vrouwtje en een zwanger mannetje (broedbuidel is gevuld met embryo's) aangetroffen. Voor de met een * gekenmerkte mannetjes geldt dit voor de gehele observatieperiode, bij de overige mannetjes is deze vaststelling alleen op incidentele waarnemingen gebaseerd.

In twee gevallen waren drie zeepaardjes op een plaats aanwezig. Bij Oil Slick Leap zaten tijdelijk twee mannetjes samen bij één vrouwtje. Alleen het grotere mannetje was zwanger. Bij South Bay III werden twee vrouwtjes samen met een zwanger mannetje op kleine onderlinge afstand van elkaar gezien. Op de lokatie Calabas Reef werd een solitair mannetje aangetroffen, dat op het tijdstip van de waarneming niet zwanger was. Bij South Bay I zat een vrouwtje alleen.

Tijdens de onderzoeksperiode werden ook drie zeepaardjes afkomstig vanuit de noord-oostkant van Bonaire gevonden (tab.1.). Op 20-07-'92 en 08-10-'92 zijn twee kleine exemplaren van *H.reidi* via de zeewatervoorzieningen bij MARCULTURA, een viskwekerij gesitueerd aan de oostkant van het eiland, terecht gekomen (fig.2.). De zeepaardjes zijn via het rechtstreeks vanuit zee naar het pomphuis van MARCULTURA verlopende instroomkanaal in de bassins terecht gekomen. Het gaat hier om een mannetje en een vrouwtje. Op 5-10-'92 werd een jong zeepaardje (*H.reidi*) bij MARCULTURA binnen gebracht. Deze werd door vissers ca. 15 km uit de kust op de hoogte van Malmok uit het water gevist (fig.2.). Het dier hield zich vast aan een pet die op de wateroppervlakte dreef.

Tab.1. Gevonden exemplaren van *H.reidi*. (*) Dieren waaraan het grootste deel van het onderzoek verricht werd. (♂ +) zwanger mannetje, (♂ -) mannetje met lege buidel.

VINDPLAATS	AANTAL	SEXE	VIND-DATUM	KLEUR	onderzoek
WESTKUST BONAIRE					
Karpata	2	♂ +	30-08	bruin	*
		♀	02-09	d.rood	*
Witches Hut I	2	♂ +	21-07	oranje	*
		♀	11-08	bruin	*
Oil Slick Leap	3	♂ -	01-08	bruin	*
		♂ +	01-08	bruin	*
		♀	01-08	bruin	*
Angel City	2	♂ +	08-08	bruin	*
		♀	08-08	geel	*
Witches Hut II	2	♂ +	04-11	bruin	
		♀	04-11	zwart	
Calabas Reef	1	♂ -	21-09	zwart	
KLEIN BONAIRE					
SOUTH BAY I II III	1	♀	03-10	zwart	
	2	♂ +	03-10	oranje	
		♀	03-10	oranje	
	3	♀	03-10	geel	
		♂ +	03-10	oranje	
		♀	03-10	oranje	
NOORD-OOSTKUST BONAIRE					
Marcultura	2	♂ -	20-07	zwart	
		♀	08-10	bruin	
Malmok	1	♂ -	05-10	bruin	

4. Veldwaarnemingen

In de periode van 15. juli tot 15. november 1992 werden observaties aan de met een (*) in tab.1 gekenmerkte paren uitgevoerd. Om logistieke redenen konden niet alle vindplaatsen van zeepaardjes regelmatig bezocht worden. Sommige plaatsen waren alleen met een boot te bereiken (South Bay op Klein Bonaire) of vielen af omdat ze pas aan het eind van de onderzoeksperiode ontdekt werden (Calabas Reef en Witches Hut II). Bovendien liet de praktijk zien, dat gezien de relatief grote onderlinge afstand tussen de duikplaatsen, niet meer dan ± 4 plaatsen gelijktijdig bestudeerd konden worden.

De bepaling van de observatietijden gebeurde hoofdzakelijk op basis van het parallel hiermee lopende onderzoek naar het (voortplantings-) gedrag van *H.reidi* (Nijhoff, nog niet gepubl.). De waarnemingen werden dagelijks tussen 6-8.00 uur uitgevoerd, omdat uit voorafgaand onderzoek bleek dat om deze tijd het meeste sociale gedrag plaatsvindt (Vincent, 1990). Daarnaast werd op variërende tijdstippen over dag gekeken.

De waarnemingen werden op ca.12-15 meter diepte met gebruik van SCUBA-apparaat en voorzien van een onderwaterschrift (A5 ongelinieerd met 2 potloden) uitgevoerd. Gezien de duikdiepte was de observatietijd beperkt tot 1-1.5 uur per duik en twee tot drie duiken per dag. Tijdens de observatie werd een afstand van ca. 1 meter van het dier gehouden. Aan het begin van elke observatie werd de datum, de duikplaats, het geobserveerde individu en eventueel bijzondere (weers-) omstandigheden genoteerd. Tijdens de gehele observatieperiode werd de tijd in minuten, gevolgd door de positie en substraat van het individu genoteerd (zie ook II.5.1. gebruik onderwaterkaart) en alle interspecifieke interacties gedetailleerd beschreven. Na elke duik werden de onderwater-aantekeningen uitgewerkt op papier.

5. Habitat

5.1. Rifkartering

Van de onderzoeksplaatsen werden gedetailleerde onderwaterkaarten gemaakt. Als karteringsmethode werd, in afgeleide vorm, gebruik gemaakt van de door Weinberg (1981) beschreven ISMP-methode (= "in situ mapping of quadrats"). In het onderzoeksgebied werd een 2x2 meter groot rooster van nylon-touw (ϕ 0.7cm), onderverdeeld in vier vlakken van elk 1 m², over het koraal uitgespreid (fig.3.). De hoeken van het touw-rooster werden verzwaard met visloodjes (80 g). Op een afstand van ca.2 meter boven het raamwerk werd de omtrek van de benthische substraten op A3 onderwaterpapier overgetekend. Een vierhoek van 5x5 cm op het gekaderde onderwaterpapier kwam overeen met 1 m² rifoppervlakte. Wanneer de oppervlaktebedekking in alle vakken van het touw-rooster was overgenomen op het onderwaterpapier werd het rooster omgeklapt, waarbij twee van de vier hoekpunten op dezelfde plaats bleven. Het rooster werd steeds evenwijdig aan de drop off omgeslagen of loodrecht hierop. Als referentielijn werd een touw langs de buitenste grens van het in kaart te brengen gebied gespannen, deze lijn liep ongeveer parallel met de drop off.

In de kaart werd de ligging van alle koralen (diameter >10cm) en gorgonen, met vermelding van de soortnaam, ingetekend. Ook grote sponzen en gebieden met koraalgruis of zandvlaktes werden in kaart gebracht. Elke positie van een zeepaardje werd op de kaart aangetekend, genummerd en met vermelding van tijdstip en substraatsoort in het schrift genoteerd.

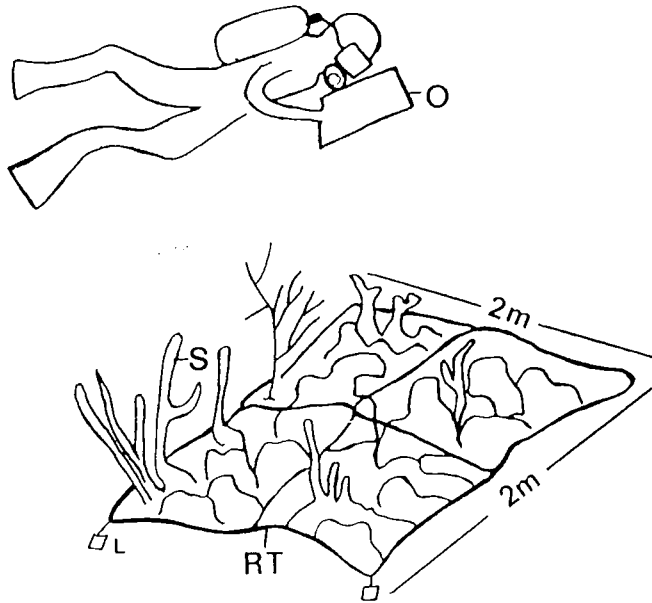


Fig.3. Vervaardiging van de onderwaterkaart. (RT) raamwerk van touw met (L) loodjes; (S) substraten; (O) gekadert onderwaterpapier.

5.1.1. Home range

De home range van één individu is de oppervlakte van het gebied waarin het dier zich tijdens de observatieperiode bewoog. De oppervlakte van de home ranges werd bepaald door alle perifere posities met elkaar door lijnen te verbinden en de oppervlakte van het ingegrensde gebied te bepalen. Alle op de onderwaterkaart aangetekende posities van een individu werden in een coördinatensysteem overgebracht (fig.4.A. en B.). Als $x=0$ en $y=0$ hoekpunt van het systeem werd een willekeurig referentiepunt aan de buitengrens van het gebied gekozen. De y-as van het stelsel loopt parallel met de drop off en de x-as loopt er loodrecht op .

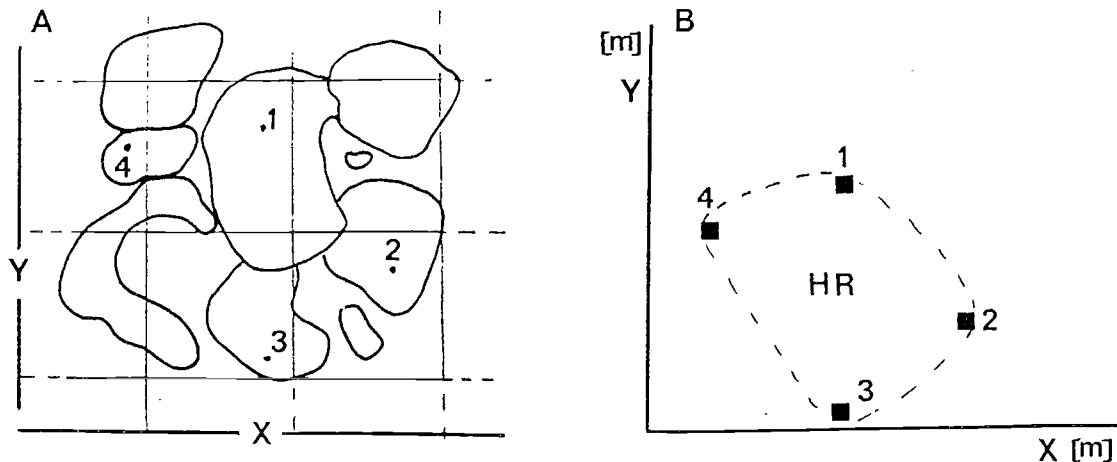


Fig.4.(A) Posities aangetekend en genummerd op de onderwaterkaart (pos.nr.1-4). (B) Bepaling van de home range (HR). De oppervlakte wordt vastgesteld door alle perifere posities uit (A) met een lijn te verbinden.

5.1.2. Substraatbedekking

De gekarteerde biota werden ingedeeld in drie substraat-groepen: steenkoralen, gorgonen en koraalgruis/ zand. Binnen de groep van de gorgonen is nog onderscheid gemaakt tussen grote, fijnvertakte kolonies en weinig vertakte/ solitair groeiende gorgonen (voornamelijk *Plexaurella grisea*). De takken van *P.grisea* waren het dikst in vergelijking met de overige gorgoon-soorten. In bijlage.2. staan de meest aangetroffen soorten koraal opgevoerd en wordt hun verdeling over de substraat-groepen weergegeven. De bedekkingsgraad met de verschillende substraat-groepen werd geschat met behulp van de onderwaterkaart. Daarnaast werden ook korte beschrijvingen van de substraatbedekking op de weinig bezochte plaatsen gemaakt.

5.1.3. Substraatkeuze

De substraatkeuzes van de individuen werden uitgezet in staafdiagrammen. Het totaal aantal waarnemingen waarop de resultaten gebaseerd zijn varieerde bij de verschillende dieren tussen $\pm 20-100$ waarnemingen. Omdat de zeepaardjes tijdens perioden met sociale interactie een afwijkend substraatgebruik vertoonden, werd dit in de diagrammen vermeld.

6. Reproductie

6.1. Cyclus

De reproductie-cyclus werd als de periode tussen een paring en de opnieuw beschikbaarheid voor de volgende paring van een individu gedefinieerd. Bij de mannetjes komt dit tijdsinterval overeen met de lengte van de zwangerschap, bij de vrouwtjes is dit de periode tussen paring en rijping van de eieren.

De lengte van de voortplantingscyclus werd in dit onderzoek bepaald door het tijdsinterval tussen twee opeenvolgende bevallingen van een mannetje uit een monogaam stel te bepalen.

6.2. Geboorte

Met geboorte wordt het uitpompen van juvenielen uit de buidel in de waterkolom bedoeld. Om de periode van het etmaal waarin de bevallingen plaatsvonden te bepalen werd de zwangerschapstoestand van de mannetjes regelmatig gecontroleerd. Dit gebeurde rond de verwachte datum van de bevalling tijdens de observatieperiodes beschreven in II.4. en s'avonds tussen 17-19.00 uur.

De meest gebruikte methode was het inschatten van de dikte van de broedbuidel. De zwangerschaps-categorieën 0-3 werden gehanteerd. Hierbij is categorie 0: mannetje is pas bevallen en nog niet opnieuw zwanger en categorie 3: hoog zwanger, kort voor de bevalling. Ook uit het gedrag kon afgeleid worden of een mannetje pas bevallen was. De gedragshandeling "pompen" trad bij een monogaam gebonden mannetje alleen in de korte periode tussen bevalling en paring op (Nijhoff, nog niet gepubl.) en was daarom een goede indicator.

6.3. Paring

De paring is de overdracht van de rijpe eieren van het vrouwtje via de ovipositor in de broedbuidel van het mannetje. Nadat de lengte van de cyclus bij de verschillende paren vastgesteld was, kon ook het tijdstip van de paring bepaald worden. Na enige tijd van herhaaldelijke waarnemingen op de ochtend na de bevalling, kon het tijdstip waarop de paring plaatsvond 7 keer op de minuut precies bepaald worden.

Er werd een overzichtschema bijgehouden waarin de datum van de bevallingen binnen de gehele observatieperiode werden verwerkt. De dagen binnen een cyclus werden genummerd, waarbij de dag waarop de paring plaatsvond dag nr.1 van de cyclus is.

7. Vangkooi voor juvenielen

In dit onderzoek werden enkele keren juvenielen direct na hun geboorte opgevangen. Dit gebeurde met behulp van een vangkooi voor net geboren jongen (fig.5.). De kooi werd vervaardigd uit een ronde PVC buis van 0.4 cm dikte, 23 cm diameter en 53 cm hoogte. Een groot deel van de wand werd verwijderd zodat een cilindrisch geraamte ontstond. De uitgesneden vlaktes werden vervangen door gaas met 1 mm maaswijdte. Het gaas liep aan de onder- en bovenkant van de buis nog 20 cm door zodat de kooi met een touw aan beide kanten kon worden dichtgesnoerd. Het gaas aan de bovenkant had een maaswijdte van 125 μ m. Als drijver fungeerde een met lucht gevulde plastic fles van 2 l inhoud, die de kooi rechtop in de waterkolom hield. De drijver was via een 10 cm lang nylon touw aan de bovenkant van de kooi vastgemaakt. Aan de onderkant van de kooi werden op drie plaatsen 800 g zware loodblokjes met ca. 10 cm lang nylon-koord bevestigd. Daarnaast werd als stabilisatie tegen zijwaartse bewegingen, veroorzaakt door stroming, drie scheerlijnen met de bovenrand van de kooi verbonden. Elke scheerlijn werd aan het uiteinde van een loodblokje voorzien.

Het gebruik van de kooiconstructie was pas goed mogelijk wanneer voorspeld kon worden wanneer de bevalling plaats zou vinden. Hierdoor kon de verstoring van het zwangere zeepaardje tot een minimum beperkt worden. De kooi werd op de avond vóór de verwachte bevalling geplaatst en de volgende ochtend verwijderd. De kooi werd zo neergezet dat het zeepaardje samen met zijn houvast (gorgoon-tak) in de kooi terecht kwam. Het touw aan de onderkant werd om de gorgoon heen dichtgetrokken en de loodjes werden op de grond geplaatst. Vervolgens werden de scheerlijnen gespannen en de drijver met lucht gevuld. Met behulp van de ademautomaat werd lucht in de kooi geblazen, waardoor een grote luchtbel onder het fijne gaas aan de bovenkant van de kooi ontstond. De geboren juvenielen verzamelden zich op de grens tussen de luchtbel en het water aan de bovenkant van de opvangkooi. Dit gebeurt omdat de dieren na hun geboorte naar de oppervlakte opstijgen en naar lucht happen (Jacobs, 1938). De volgende ochtend werd eerst de drijver verwijderd om de jongen uit de kooi te kunnen halen. Een sterke plastic-zak, zoals voor vervoer van vissen gebruikt, met een diameter van 40 cm en een inhoud van ca. 15 l werd over de bovenkant van de kooi getrokken. Daarna werd het koord rond het gaas verwijderd zodat de luchtbel samen met de juvenielen uit de kooi konden ontsnappen en in de zak terecht kwam. De zak werd dichtgesnoerd en de kooi verwijderd. Vervolgens werd de plastic-zak met een zeer langzame stijgsnelheid naar de oppervlakte gebracht, in een koelcontainer gezet en naar MARCULTURA getransporteerd. Hier werden de juvenielen geteld en van een gedeelte werd de lengte onder een binoculair gemeten. Er werd geprobeerd de overlevende jongen op te kweken. Ze werden over verschillende aquaria-systemen verdeeld en met rotiferen gevoerd. Door onduidelijke redenen gingen alle juvenielen na maximaal 3 dagen in de aquaria dood.

De opvangkooi werd in totaal acht keer geplaatst, waarvan vijf keer in de nacht van de bevalling. De kooi werd tussen 17.00 en 18.30 uur opgezet en de volgende ochtend tussen 6.00 en 6.30 uur verwijderd (tab.2.). Om rekening met een vervroegde geboorte te kunnen houden werd de kooi enkele keren al een dag eerder dan de verwachte datum van de bevalling geplaatst.

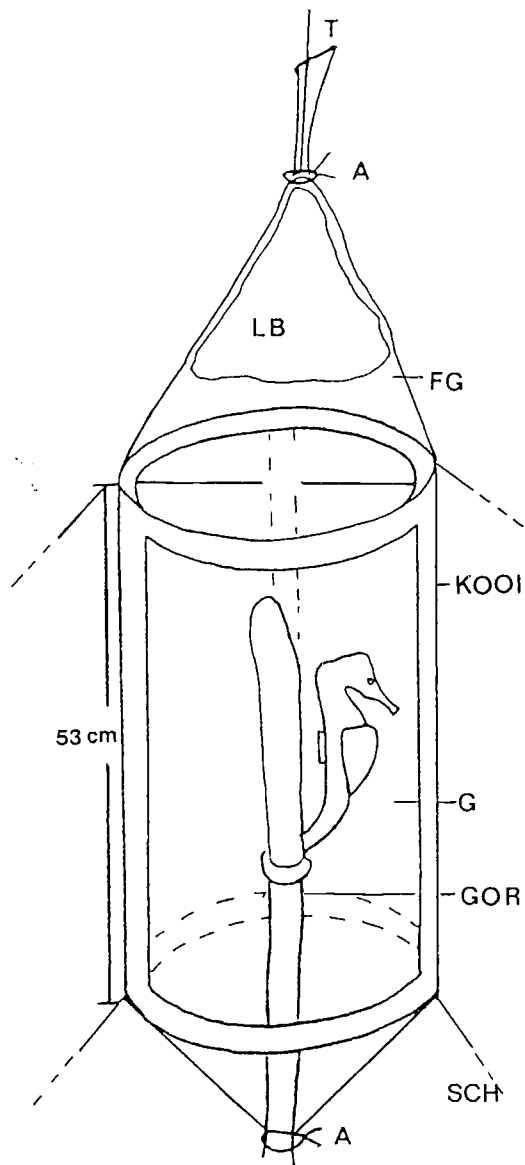


Fig.5. Onderwater-opvangkooi voor pas geboren zeepaardjes. (SCH) scheerlijn, (GOR) gorgoon, (G) gaaz met een maaswijdte van 1mm en (FG) van 125 μ m, (LB) luchtbel, (A) touw in lus, (T) touw voor drijver.

Tab.2. Data van de plaatsingen van de opvangkooi met vermelding of er juvenielen in de kooi zaten.

PLAATS	DATUM PLAATSING	DATUM VERWIJDERING	GEBOORTE
Witches Hut I	10-10	11-10	ja
	22-10	23-10	ja
Oil Slick Leap	12-10	13-10	nee
	13-10	14-10	ja
	24-10	25-10	nee
	25-10	26-10	ja
	05-11	06-11	nee
	06-11	07-11	ja

8. Identificatie van de individuen

De zeepaardjes werden niet gemerkt (b.v. met halsbandjes), om te vermijden dat de dieren daardoor gemakkelijker door sportduikers opgemerkt en mogelijk verstoord konden worden. Dit was ook niet nodig omdat de individuele verschillen tussen de zeepaardjes groot waren en het aantal dieren per duikplaats zeer klein, zodat de dieren daarom vrij eenvoudig individueel konden worden herkend. De exemplaren op een duikplaats verschilden van elkaar door hun sexe, grootte en hun lichaamsvorm. Bij alle zeepaardjes werd de lichaamslengte (na Ginsburg, 1937) met een schuifmaat in 0.1 cm nauwkeurig gemeten. Van alle onderzochte zeepaardjes werd met een NIKONOS-5 onderwatercamera, voorzien van een macro-lens en flitslicht, kleuren dia's genomen.

De zeepaardjes varieerden onderling sterk van kleur en bandenpatroon op het lichaam. Ze hadden de basiskleuren, zwart, bruin, rood, oranje en geel. De geobserveerde exemplaren behielden de gehele onderzoeksperiode dezelfde kleur. Geen van de exemplaren had uitgroeisels van de epidermis. De meeste zeepaardjes waren begroeid met een filamenteuse alg, waarschijnlijk *Lyngbia ssp.*, die ook op het substraat in hun omgeving vaak voorkwam.

IV. RESULTATEN

1. Habitatgebruik

1.1. Home range

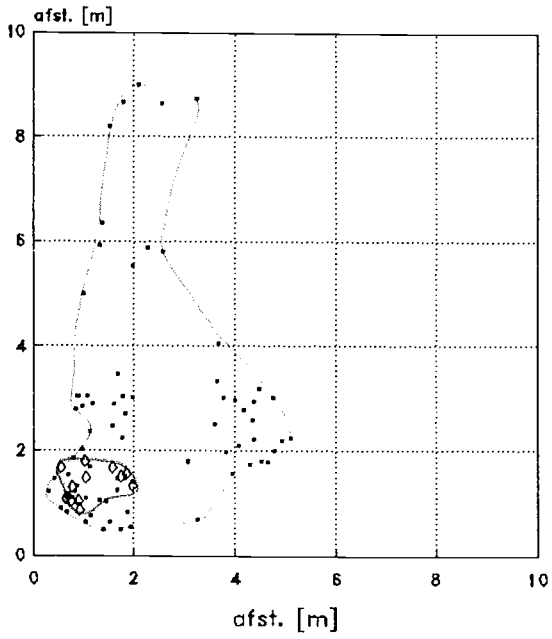
Op alle onderzochte plaatsen hebben de vrouwtjes beduidend grotere home ranges dan de mannetjes (tab.3.). Meestal overlappen de home ranges van de paren elkaar gedeeltelijk. Bij Karpata en Witches Hut I liggen de home ranges van de mannetjes geheel binnen het gebied van het vrouwtje. De vorm van het gebied van de vrouwtjes is veelal langgerekt, en loopt over 7-10 meter evenwijdig met de drop off (fig.6.a-d). De grootte van de home range van de vrouwtjes is gemiddeld 13.3 m² en de mannetjes verplaatsen zich maar over een oppervlakte van gemiddeld 3.5 m². De home range van het mannetje bij Witches Hut I was over de hele observatieperiode gezien 6.5 m² groot. Op een kleinere tijdschaal is dit getal te hoog, want het mannetje verschoof zijn home range steeds verder parallel met de drop off.

Op de duikplaats Oil Slick Leap waren tijdelijk twee mannetjes samen met een vrouwtje aanwezig. De home ranges van de twee mannetjes overlappen elkaar (bijlage.3.). Ook het tweede mannetje, dat niet met het vrouwtje paarde, was plaatstrouw.

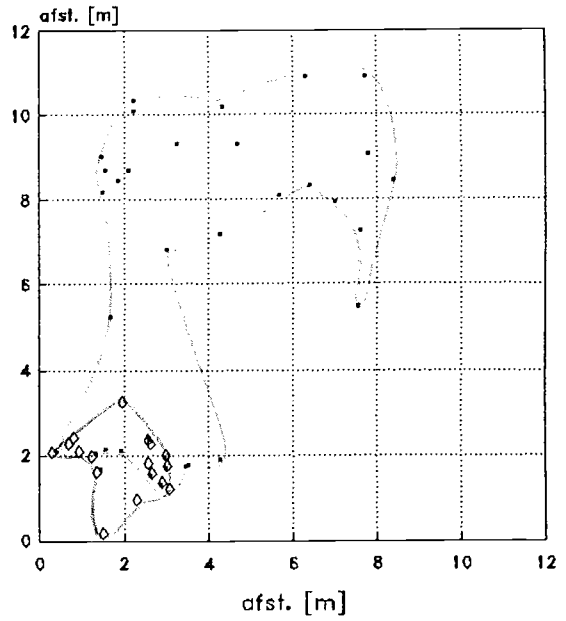
Tab.3. Oppervlakte van de home ranges.

PLAATS	OPPERVLAK HOME RANGE [M ²]	
	♂♂	♀♀
Karpata	1.5	20
Oil Slik Leap	4.5	22
Witches Hut I	6.5	12
Angel City	1.5	10.5
gemiddeld	3.5 (SD=2.5)	13.3 (SD=8)

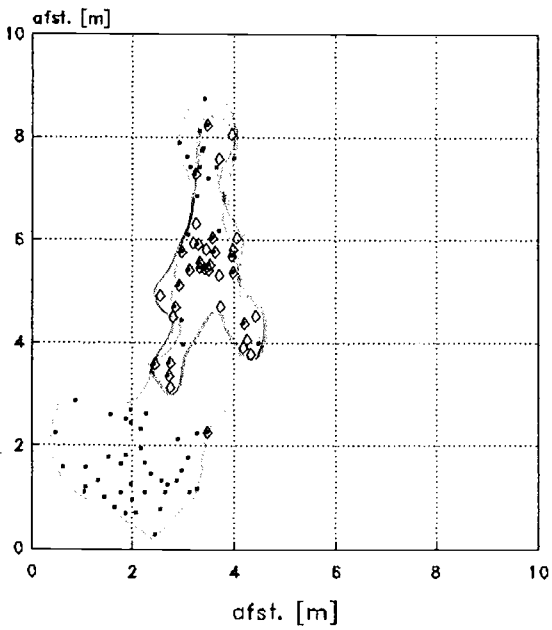
KARPATA



OIL SLICK LEAP



WITCHES HUT



ANGEL CITY

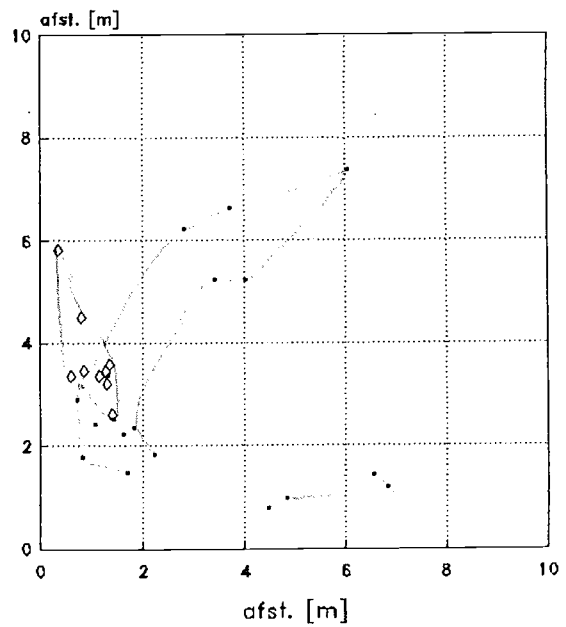


Fig.6.a-d. Ligging van de home ranges op de onderzoeksplaatsen. De home ranges van de mannetjes zijn blauw en van de vrouwtjes zijn rood omcirkelt.

1.2. Substraatbedekking

Fig.7.A-D. en tab.4. laten zien dat de bedekking met de substraat-groepen binnen de home ranges van de onderzochte paren sterk uiteenlopen. Bij Karpata (fig.7.A.) komen in vergelijking met de overige lokaties extreem weinig gorgonen voor. Alleen de home range van het mannetje wordt gekenmerkt door een relatief hoge dichtheid van de diktakke gorgoon *Plexaurella grisea*. Het grootste gedeelte van het overige gebied is begroeid met een samenhangend tapijt van steenkoraal. De bedekking met koraalgruis\ zand is zeer gering en de zandveldjes liggen meestal geïsoleerd in de ruimtes tussen de koraalblokken.

Op de plaats Witches Hut I (fig.7.B.) komen gorgonen over het hele gebied verspreid voor en bedekken ca.15% van de oppervlakte. *P.grisea* en ook fijnvertakte gorgoonkolonies zijn hier vertegenwoordigt. De begroeiing binnen de home range van het mannetje onderscheidt zich in dit geval niet opvallend van het overige gebied. Op deze plaats zit minder steenkoraal dan bij Karpata, maar de bedekingsgraad ligt hier nog wel bij 40 %. Steenkoraal vormt hier geen eenheid en wordt op veel plaatsen door velden koraalgruis\ zand gescheiden.

Bij Oil Slick Leap (fig.7.C.) maken gorgonen een belangrijk deel van de substraten uit. Voornamelijk de groep van de fijnvertakte gorgonen is hier zeer sterk vertegenwoordigt. Deze groep komt over het hele gebied verspreid voor, met een hoge dichtheid binnen de home range van het mannetje. De bedekking met steenkoraal is gemiddeld. Uitgebreide koraalgruis\ zandvlaktes komen vooral rond de boei voor.

De begroeiing op de lokatie Angel City (fig.7.D.) wordt gedomineerd door fijnvertakte gorgoonkolonies. Op deze plaats is ca.40 % van de oppervlakte bedekt met gorgonen. De gorgoonkolonies zijn hier bijzonder groot en kunnen wel een hoogte van 1.5 meter bereiken. Daarnaast valt op dat ook de grootste dichtheid aan *P.grisea* en de meeste koraal kolonies in de home range van het mannetje voorkomen. Bij Angel City komt weinig steenkoraal voor en het gebied wordt bedekt met grote zandvlaktes.

Substraatbedekking op de overige plaatsen:

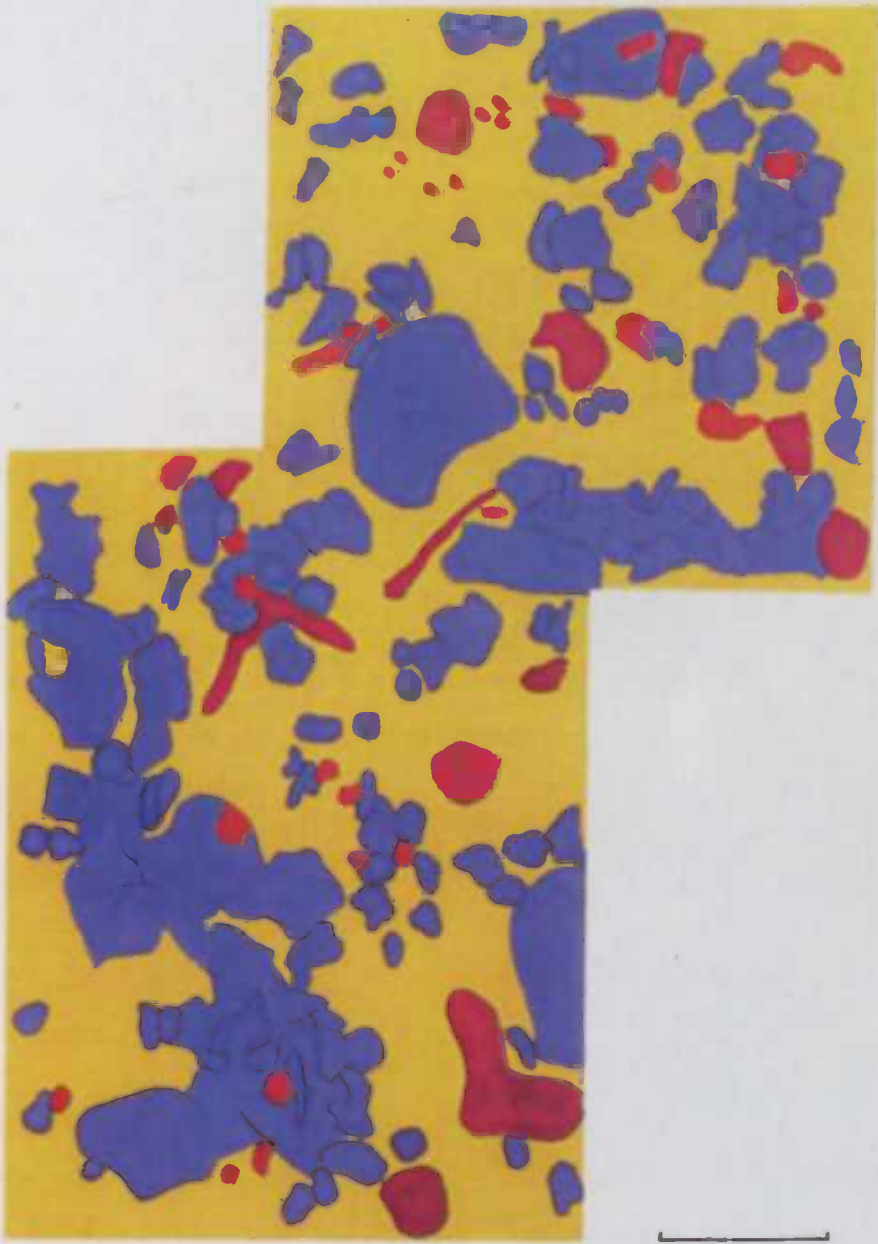
Bij South Bay wordt het grootste deel van de begroeiing gevormd uit opvallend veel fijnvertakte gorgonen (*Pseudopterogorgia americana*\ *Pseudopterogorgia acerosa*) en vinger- en touwvormige sponzen. Op deze lokatie is zeer weinig steenkoraal en de bodem is voornamelijk bedekt met koraalgruis\ zand.

Bij Witches Hut II komen meer touw- en vingervormige sponzen voor dan bij Witches Hut I. Calabas Reef wordt gekenmerkt door uitgestrekte zandvlaktes met een schaarse begroeiing bestaande uit fijnvertakte gorgonen en enkele kleine koraalblokken.



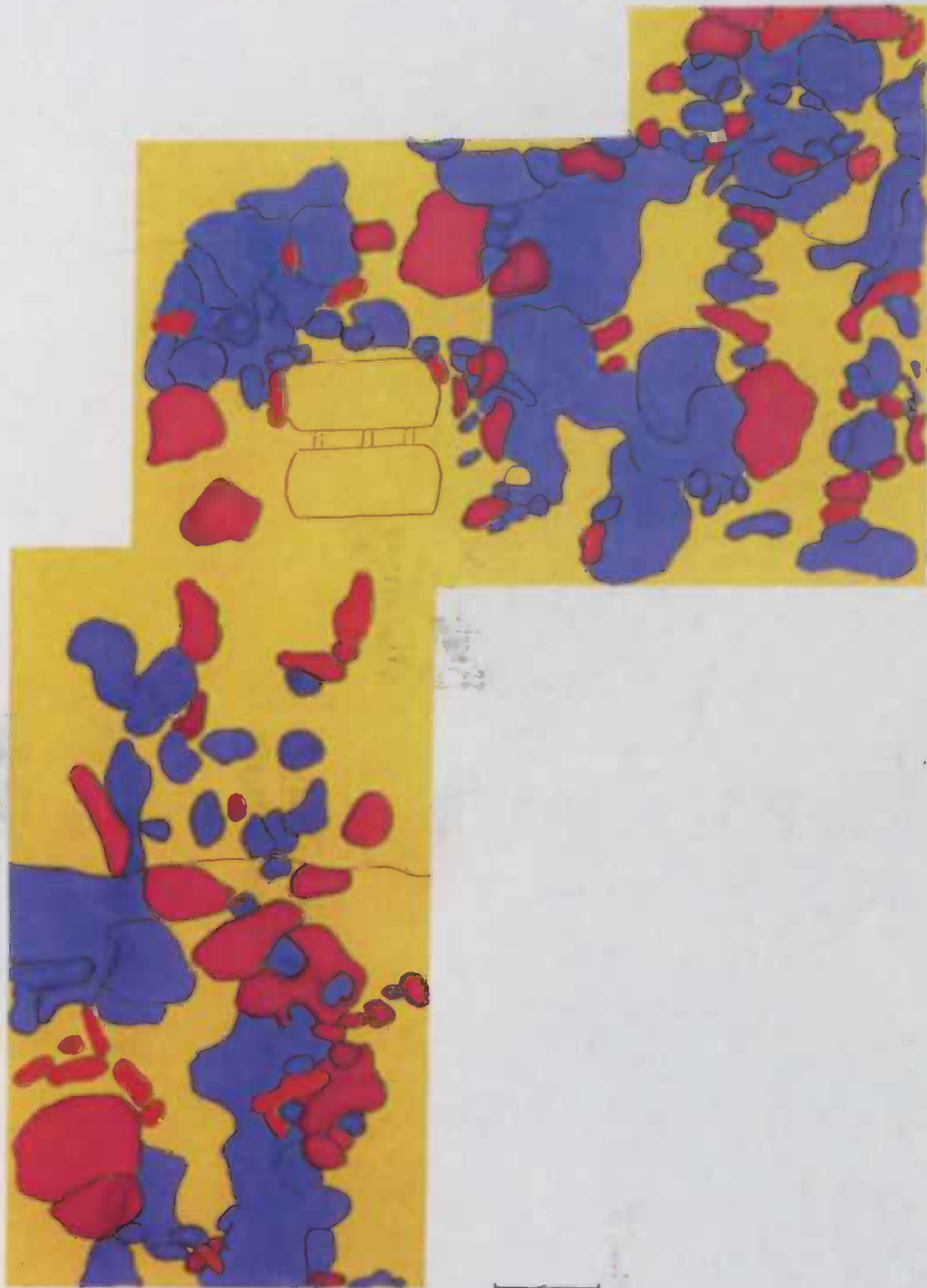
0 1m

(A). KARPATA.



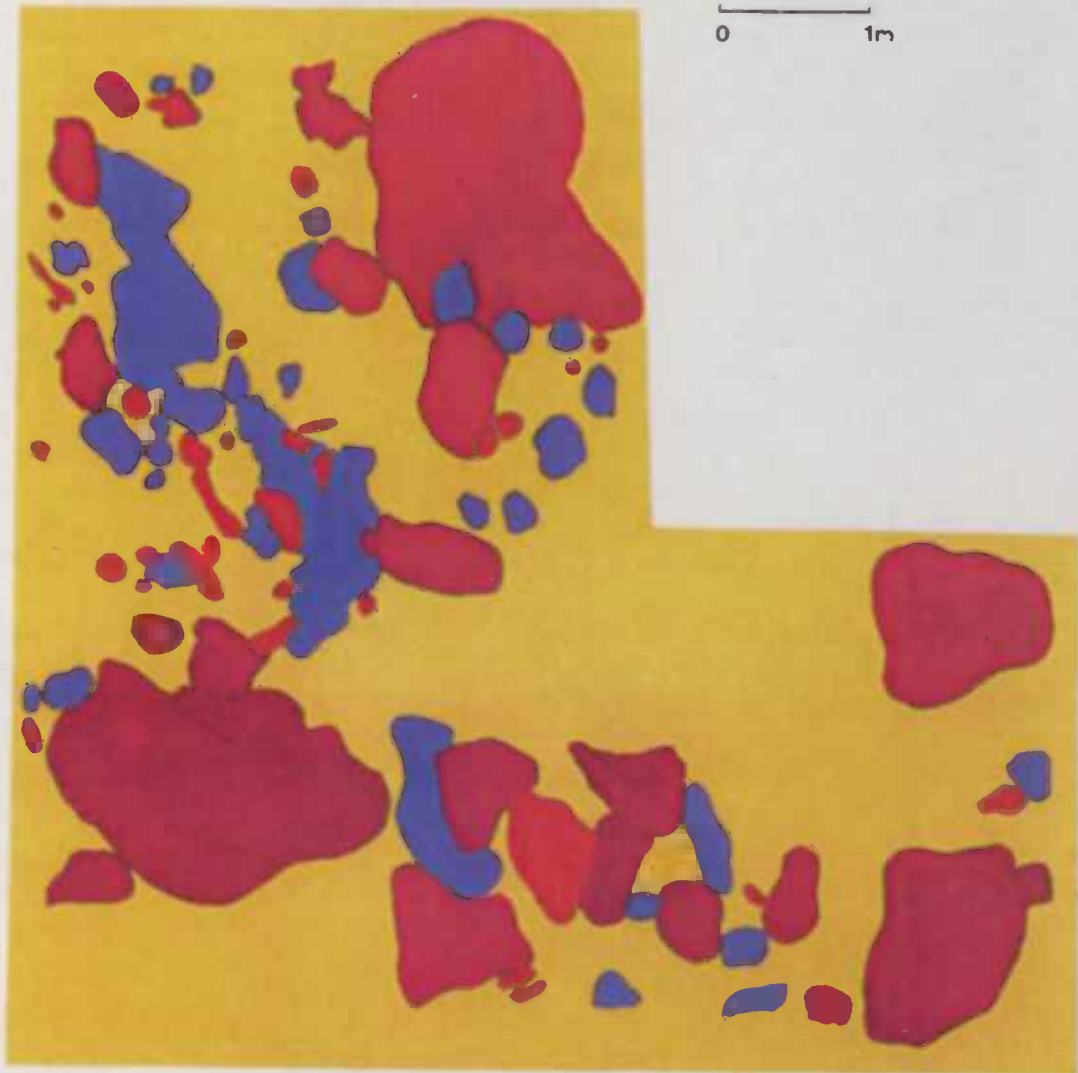
0 1 m

(B). WITCHES HUT I.



0 1mi

(C). OIL SLICK LEAP.



(D). ANGEL CITY.

Fig.7.A-D. Substraatbedekking binnen de home ranges van de zeepaardjes. De substraat-groepen zijn als volgt op de kaarten weergegeven: geel= koraalgruis\ zand, blauw= steenkoralen en rood= gorgonen, waarbij donkerrood= fijnvertakte gorgoonsoorten en lichtrood= *Plexaurella grisea*. (▲) centrum van de home range van het mannetje.

Tab.4. Substraatbedekking binnen de home ranges, aangegeven in percentages van het gehele oppervlak.

PLAATS	STEENKORAAL	GORGONEN	GRUIS\ ZAND
Karpata	80%	5%	15%
Witches Hut I	40%	15%	45%
Oil Slick Leap	50%	20%	30%
Angel City	15%	40%	50%

1.3. Substraatkeuze

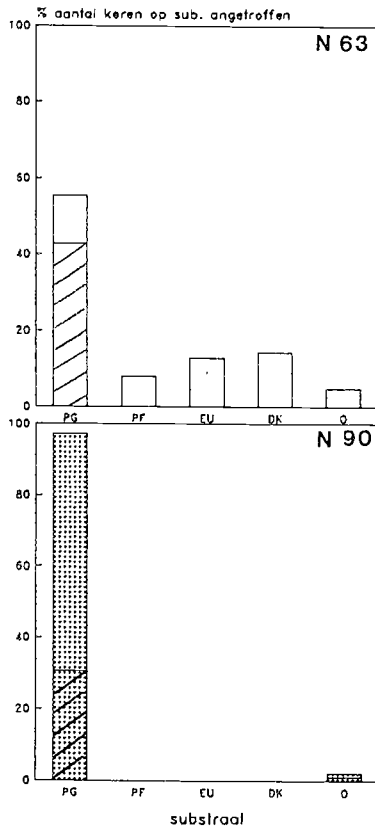
Het substraatgebruik van de individuele zeepaardjes wordt in Fig.8.a-d. weergegeven. Op de plaatsen Oil Slick Leap, Karpata en Angel City verschillen de substraatkeuzes van de mannetjes en de vrouwtjes duidelijk van elkaar. De mannetjes houden zich in bijna 100% van alle waarnemingen aan de gorgoon *Plexaurella grisea* vast en de vrouwtjes gebruiken een breed spectrum aan substraten. De vrouwtjes bij Oil Slick Leap en Karpata gebruiken verschillende gorgoonsoorten (*P.grisea*, *Plexaura flexuosa*, *Eunicea sp.*), steenkoraal (vooral *Montastrea annularis*) en dood koraal als substraat. Daarentegen gebruikt het vrouwtje bij Angel City bijna altijd gorgonen als houvast (*Pseudoplexaura porosa*, *Plexaurella dichotoma*, *Plexaura homomalla*) en haast nooit steenkoraal. Sociale interactie is bij Oil Slick Leap en Karpata uitsluitend aan *P.grisea* als houvast gebonden. Bij Angel City gebruikt het stel een andere gorgoonsoort (*P.dichotoma*) tijdens interactie.

Het paar van Witches Hut I gebruikt het substraat op een andere manier dan de overige paren. In dit geval bezoeken beide sexen een breed spectrum aan substraten. *P.grisea* werd van beide in ca.40% van alle waarnemingen gekozen, en is ook bij deze dieren het meest gekozen houvast. Daarnaast wordt ook vaak van dood koraal en *M.annularis* als substraat gebruik gemaakt. De sociale interactie tussen de partners is niet tot een bepaald substraat beperkt. Hierbij zijn ze iets vaker op *P.grisea* en dood koraal te vinden dan op de overige substraten.

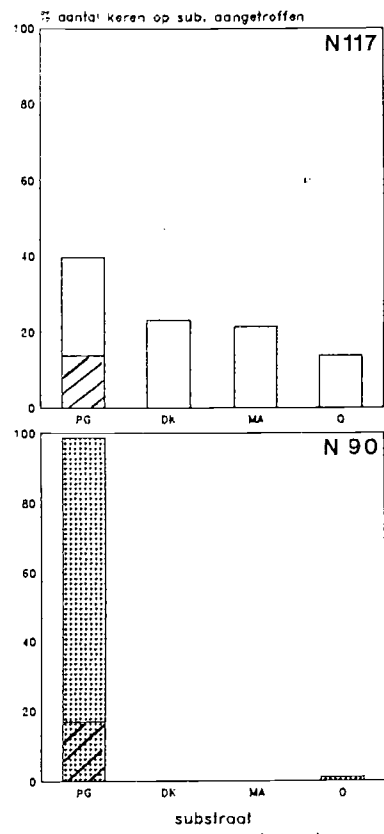
Substraatgebruik op de overige plaatsen:

Tijdens de incidentele waarnemingen bij South Bay en Witches Hut II bleek dat ook touw- en vingervormige sponzen als houvast gebruikt worden (bijlage.7.B.). Bij South Bay worden ook de bijzonder fijnvertakte gorgonen *Pseudopterogorgia americana* en *Pseudopterogorgia acerosa* als substraat gebruikt door kleine zeepaardjes.

A OIL SLICK LEAP



B KARPATA



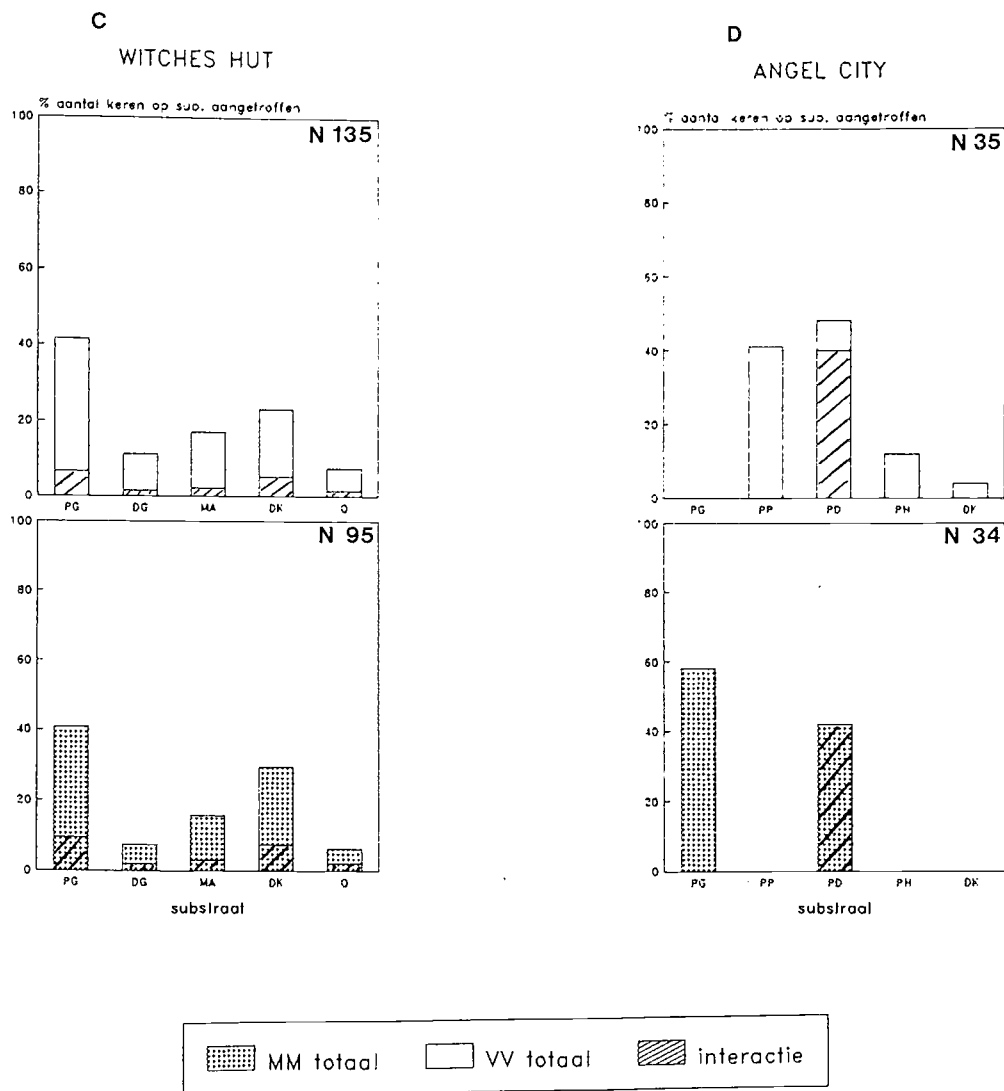


Fig.8.a-d. Substraten door *H.reidi* als houvast gebruikt. Solitaire, dikke gorgonen: (PG) *Plexaurella grisea* en fijnvertakte gorgonen: PP (*Pseudoplexaura porosa*), PD (*Plexaurella dichotoma*), PH (*Plexaurella homomalla*), PF (*Plexaura flexuosa*) en EU (*Eunicia sp.*). Steenkoraal: MA (*Montastrea annularis*), DK (dood koraal). (Overige) O. De gestreepte balkjes geven het aandeel van de waarnemingen die tijdens sociale interactie gedaan werden weer. (N) totaal aantal waarnemingen.

1.4. Diepte en lengte van de individuen

H.reidi zit op het koraalrif op dieptes variërend tussen 7 en 18 meter (bijlage.4.). De meeste zeepaardjes worden op 10-12 meter diepte gevonden. Een extreem diepe plaats is Witches Hut II, waar het paar op 18 meter diepte leeft. De zeepaardjes bij South Bay III zitten maar op 7 meter diepte. De lichaamslengte varieert tussen 9.5 cm (mannetje bij Witches Hut II) en 16.0 cm (vrouwje bij Karpata). De langste zeepaardjes in dit onderzoek zijn vrouwjes (tot 16.3 cm lang). Het grootste mannetje is 14.1 cm lang. Voortplantingspartners hebben meestal ongeveer dezelfde lichaamslengte. Bij twee paren zijn de partners sterk verschillend in grootte. Dit heeft betrekking op het paar op de lokatie Witches Hut II, waar het vrouwje duidelijk langer en ook forser is dan haar partner (♀♀ 15.3 cm en ♂♂ 10.3 cm). Bij Angel City wordt een omgekeerde situatie aangetroffen: het vrouwje is hier veel kleiner dan het mannetje (♀♀ 10.2 cm en ♂♂ 13.5 cm).

In fig.9. is het verband tussen lichaamslengte van *H.reidi* en de waterdiepte waarop de individuen zitten weergegeven. Kleine zeepaardjes worden over het algemeen ondieper aangetroffen dan hun grotere soortgenoten. De gefitte lijn in fig.9. maakt het verband duidelijk. Op de plaatsen Witches Hut II en Angel City, waar de lichaamslengte van de partners sterk van elkaar afwijken, komt in beide gevallen het mannetje op een atypische diepte voor (aangegeven in fig.9). Bij Witches Hut II zit het mannetje in relatie tot zijn lichaamslengte veel te diep, de diepte van het vrouwje ligt wel op de gefitte lijn. Bij Angel City zit het mannetje te ondiep, ook hier zit het vrouwje goed. Als deze beide mannetjes wel bij het verband betrokken worden, wordt de trend tussen lengte en diepte onduidelijker en is veel minder significant (bijlage.5.).

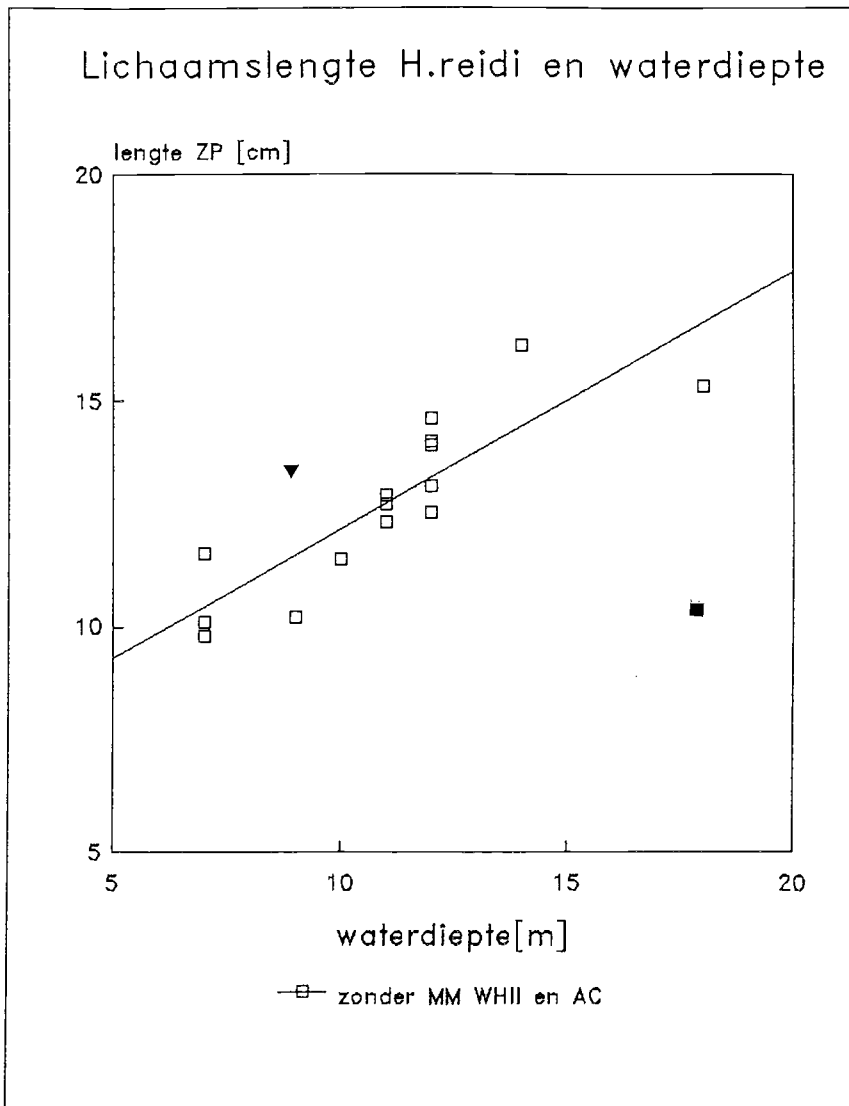


Fig.9. Verband tussen diepte en lichaamslengte van *H.reidi* op het koraalrif. De gekenmerkte data van de mannetjes bij Witches Hut II (■) en Angel City (▲) werden niet betrokken bij het verband: N=15, r= 0.87.

Alle drie zeepaardjes afkomstig van de noord-oostkant van Bonaire zijn klein (<7.6 cm) en nog niet geslachtsrijp (tab.5.). De broedbuidel van het mannetje bij Malmok is nog zeer klein. Bij het kleinste individu is nog niet eens duidelijk een broedbuidel herkenbaar. Alle drie van de westkant van Bonaire afkomstige zeepaardjes leefden pelagisch en hielden zich (waarschijnlijk) aan drijvende voorwerpen vast.

Tab.5. Lichaamslengtes van pelagische *H.reidi* afkomstig van de oostkust van Bonaire.

PLAATS	GESLACHT	LENGTE [cm]
Marcultura	♀	7.6
Marcultura	♂?	3.5
Malmok	♂	5.8

2. Reproductie

2.1. Cyclus

Over het algemeen is de lengte van de cycli bij alle paren 12 dagen (fig.10.). Verder blijkt dat de voortplantingscycli van de vier geobserveerde *H.reidi* niet synchron lopen. De mannetjes op de onderzochte plaatsen baren hun jongen op verschillende dagen. Bijzonder strakke cycli hebben de paren bij Witches Hut I en bij Karpata. De lengte van vijf opeenvolgende reproductiecycli bij Witches Hut I is constant 12 dagen, het paar bij Karpata heeft vier opeenvolgende cycli van 12 dagen duur. De cyclus van het paar bij Oil Slick Leap is in de beginperiode van de observaties iets verstoord en ook bij Angel City wordt enige variatie in de cyclusduur waargenomen (± 1 dag). De cyclus bij Oil Slick Leap verloopt in de tijd tussen 28-08 en 01-10 iets onregelmatiger. Het eerste zwangerschapsinterval duurt 11 dagen, gevolgd door een cyclus van 13 dagen en dan weer een van 11 dagen. De daaropvolgende drie cycli zijn allemaal 12 dagen lang. Bij Angel City is de eerste cyclus 12 dagen lang, de daaropvolgende duurt 11 en de aansluitende weer 12 dagen.

In het begin van de observatieperiode kon tijdens meerdere weken het tijdstip van de geboortes bij Witches Hut I niet precies vastgesteld worden. De periode tussen de laatst bekende geboorte en de daaropvolgende geregistreerde geboortedatum is 36 dagen (= 3x12 dagen). Ook bij Karpata werd in de beginperiode van de observaties een geboorte-dag niet precies vastgesteld. Evenzo hier is het interval tussen de wel bekende tijdstippen van de geboortes en vermenigvuldiging van 12, namelijk 24 dagen.

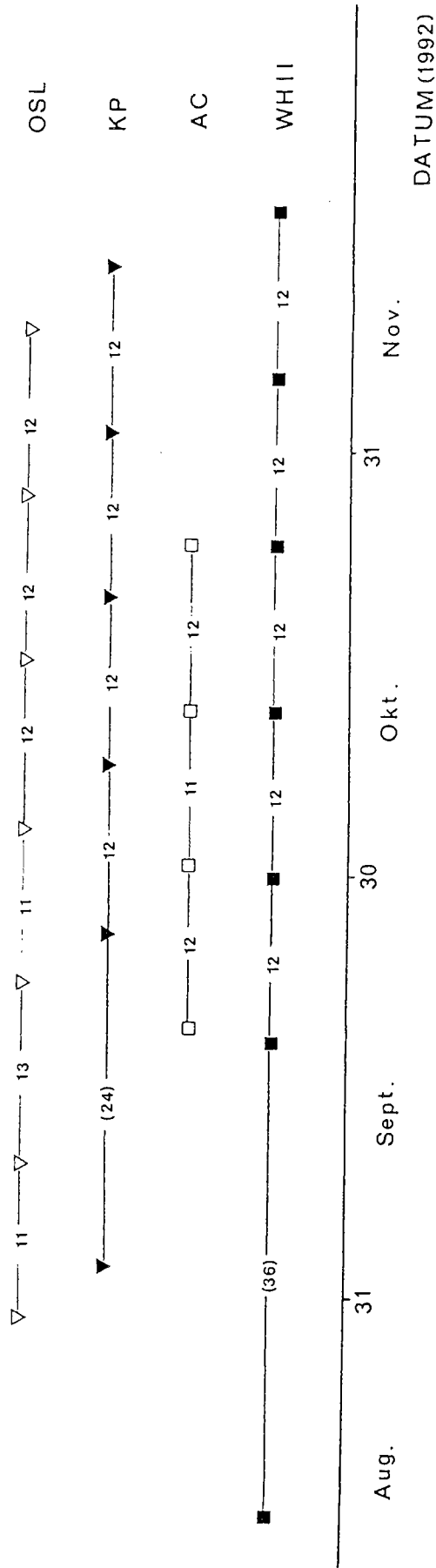


Fig.10. Voortplantingscyclus van *H.reidi*. De symbolen geven aan op welke data de bevallingen gebeurden. De lengte van de reproductiecyclus in dagen is in de grafiek als getal aangegeven. Met getallen tussen haakjes zijn cycli gekenmerkt, waarbij een of meerdere bevallingen niet geregistreerd werden.

2.2. Geboorte

Zoals uit het vorige hoofdstuk blijkt vindt de geboorte bij de meeste paren in een cuclus van 12 dagen. Het precieze tijdstip van een bevalling werd maar een keer vastgesteld. Het mannetje bij Oil Slick Leap beviel op dag 1 van zijn cyclus in de ochtendschemering om 6.19 uur (zie ook II.2.3.).

De geboortes konden meerdere keren binnen een tijdsinterval van 12 uur worden bepaald. In fig.11. wordt aan de hand van vijftien waarnemingen aangetoont dat de geboortes s'nachts (of eventueel tijdens de ochtendschemering) van dag 12 op dag 1 van de cyclus plaatsvinden. De figuur laat zien dat de mannetjes in de meeste gevallen voor 17.00 uur op dag 12 nog zwanger zijn en na 06.30 uur op dag 1 van de cyclus al bevallen.

In twee gevallen (Angel City 30-09 en Karpata 01-09) waren de mannetjes om 5.15 uur en om 6.10 uur resp. op dag 1 al bevallen (bijlage.6.). De avond van te voren werd de zwangerschapstoestand niet bepaald, zodat niet zeker is of ook deze geboortes s'nachts plaats vonden. Er is een aanwijzing voor dat één geboorte al voor 17.05 uur op dag 12 plaats heeft gevonden. Tijdens het plaatsen van de opvangkooi op 22-10 bij Witches Hut I (waarneming nr.15 in fig.11.) had het mannetje al een ingezakte broedbuidel en de volgende ochtend werden er maar vijf jonge zeepaardjes geboren in de kooi aangetroffen. Na verwijdering van de kooi was de buidel helemaal leeg en het mannetje begon gelijk met het vrouwtje te baltsen.

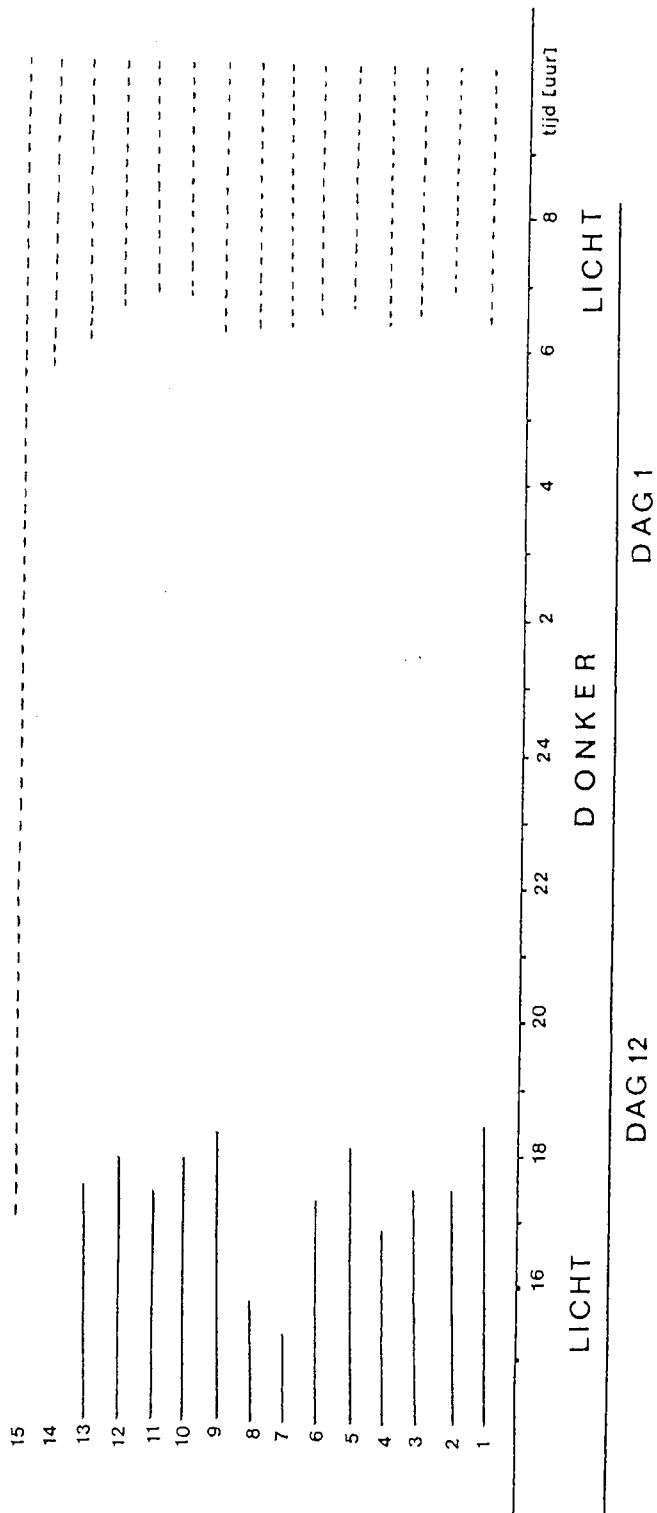


Fig.11. Periode van het etmaal waarin de juvenielen geboren werden. (-----) mannetje nog zwanger, () periode waarin geboorte plaatsvond en (- - -) mannetje al bevallen. De waarnemingen zijn genummerd (zie bijlage.6.). De geboortes nr. 10-15 vonden in de opvangkooi plaats.

2.3. Paring

Tijdens de paring laten de zeepaardjes hun houvast los en stijgen tot een meter boven de bodem op in de waterkolom. Het lukt de paren niet gelijk bij de eerste poging om de ovipositor van het vrouwtje zo over de opening van de buidel te plaatsen dat de eioverdracht succesvol kan verlopen. De pogingen volgen elkaar op met tussenpauzes van enkele minuten, waarin de balts wordt voortgezet. Bij een succesvolle eioverdracht gaan over het algemeen twee tot zes pogingen vooraf (tab.6.). Het aantal paringspogingen wordt ook mede beïnvloed door verstoringen door andere rifbewonende vissen (III.3.1 en 3.2.).

De paringen vindt op de ochtend van dag 1 van de cyclus plaats. Het tijdstip van de uiteindelijke eioverdracht ligt bij alle paren in de periode rond 10.30 en 11.00 uur (tab.6.). Een keer werd bij Karpata vastgesteld dat de eioverdracht om 11.15 uur nog niet had plaatsgevonden, terwijl al uren lang gebaltst werd. Alsnog beviel het mannetje 12 dagen later weer.

Tab.6. Tijdstip van de paring en het aantal paringspogingen.
(AC) Angel City, (WHI) Witches Hut I, (KP) Karpata.

PAAR	DATUM	TIJDSTIP	POGINGEN
AC	30-09	10.25	2
WHI	17-09	10.47	?
WHI	29-09	10.38	5
WHI	04-11	10.30	2
WHI	16-11	10.24	6
KP	31-10	10.41	3
KP	12-11	11.07	2
KP	25-09	voor 10.50	?
KP	07-10	na 11.15	?
KP	19-10	voor 10.52	?

2.4. Aantal en lengte van de juvenielen

De jongen werden vijf keer met behulp van de kooi opgevangen, waarvan twee keer alle nakomelingen geteld en gemeten konden worden (Witches Hut I 11-10 en Oil Slick Leap 14-10). Baserend op deze metingen ligt het aantal jongen bij *H.reidi* tussen de 125-154 per cyclus. Bij de overige drie pogingen werd maar een gedeelte van de jongen opgevangen, als gevolg van sterke stroming, verkeerd vervoer, en vervroegde bevalling. Bij deze mislukte pogingen werden 5, 59 en 19 juvenielen geteld, waarbij het ware aantal juvenielen van het hele broedsel zeker hoger lag (Tab.7.). De gemiddelde lengte van de juvenielen uit alle opgevangen broedsels, bij Oil Slick Leap en Karpata, is 0.56-0.57 cm.

Tab.7. Aantal en lengte van pas geboren zeepaardjes (*H.reidi*) op de lokaties Witches Hut I en Oil Slick Leap.

PAAR	DATUM	AANTAL totaal	LENGTE [cm]	SD	N
WH I	11-10	154	0.56	0.045	25
WH I	23-10	?	0.57	0.030	5
OSL	14-10	125	0.57	0.039	20
OSL	26-10	?	0.56	0.038	59
OSL	07-11	?	0.56	0.041	19

2.5. Gedrag van de juvenielen na de geboorte

De geboorte kon op 8-9 bij Oil Slick Leap geobserveerd worden. Om 6.14 uur zat het zwangere mannetje op 11.5 meter waterdiepte op een gorgoon-tak en was zeer bleek. De broedbuidel van het mannetje was nogal dik en rond, maar was aan de zijkanten al een beetje ingevallen. Om 6.19 uur werd waargenomen dat het mannetje tien keer gedurende ca. 40 seconden zijn buik intensief op de staartwortel drukte, waarbij hij zich aan de gorgoon bleef vasthouden. Enkele van deze pompbewegingen hadden tot gevolg dat juvenielen in groepjes van drie tot acht exemplaren uit de opening van de broedbuidel kwamen. Direct na het verlaten van de buidel zwommen de juveniele zeepaardjes langzaam omhoog. De dichte concentratie van juveniele zeepaardjes werd steeds geringer naarmate de dieren hoger in de waterkolom opstegen. De opstijgtijd van de juvenielen was ca. 3 meter per minuut. Op een diepte van ca. 6 meter werden de meeste jonge zeepaardjes opgegeten door een school van 50-70 "brown chromis" (*Chromis multilineata*). Slechts een jong zeepaardje kon helemaal tot aan de oppervlakte gevolgd worden. Het juveniele zeepaardje deed er ca. 4 min. over om van 11.5 meter diepte naar het oppervlak te zwemmen. Dan verdween het zeepaardje in de vrij ruwe golfslag uit het zicht.

Het totale aantal juvenielen kon niet geschat worden, omdat het eerste groepje dat geboren werd op hun weg naar de oppervlakte gevolgd werd en niet bekend is hoeveel er nog achteraan kwamen. Om 6.30 uur pompte het mannetje nog steeds regelmatig, maar er kwamen geen juvenielen meer uit de inmiddels platte buidel.

3. Interactie tussen *H.reidi* en andere rifbewoners

3.1. Predatoren

Meerdere keren werd waargenomen dat een "yellowtail snapper" (*Ocyurus chrysurus*: Lutjanidae) de zeepaardjes tijdens de balts of paring aanviel. De meeste copulatiepogingen bij Witches Hut I op 29-9 werden tijdens de opstijging in de waterkolom wreed verstoord door een yellowtail snapper. De snapper zwom herhaaldelijk en doelgericht, met een hoge snelheid op het opstijgende paar tijdens de paringspogingen af. De zeepaardjes werden meerdere keren gebeten en uit elkaar gedreven. Bij Karpata (12-11) lieten de baltsende zeepaardjes gelijktijdig de gorgoon los om een poging tot eioverdracht in de waterkolom te doen. Op dat moment kwam een snapper voorbij (bijlage.7.D.), die beide zeepaardjes in zijn bek nam. Ze werden rond hun romp vastgepakt zodat staarten en hoofden aan de laterale weerszijden van de bek uitstaken. De snapper hield het paar maar 2-3 seconden vast en liet hun dan gelijk weer los. Ogenschijnlijk onbeschadigd zwommen de zeepaardjes terug naar een substraat in de buurt en zetten na enkele minuten hun balts voort.

Bij Karpata (28-10) werd gezien dat een "graysby" (*Cephalopholis cruentata*: Serranidae) het ontmoetende stel bij de balts op een zandvlakte aanviel.

3.2. Herbivore vissen

De home ranges van de zeepaardjes op de lokaties Karpata, Witches Hut I en Oil Slick Leap overlappen zich gedeeltelijk met de territoria van juffervissen (Pomacentridae). De meeste territoria worden door de "threespot damselfish" (*Eupomacentrus planifrons*) bezet, enkele door een "dusky damselfish" (*Eupomacentrus fuscus*) of "bicolor damselfish" (*Eupomacentrus partitus*). Op de lokaties Witches Hut I en Oil Slick Leap komt het regelmatig tot agressie van voornamelijk *E.planifrons* tegenover de zeepaardjes. In totaal werden op de genoemde lokaties 43 aanvallen van juffervissen op zeepaardjes waargenomen. Tijdens de aanvallen bijten de juffervissen de zeepaardjes herhaaldelijk (2-12 keer achter elkaar) op de achterkant van het lichaam en op het hoofd. Een aanval op de staart is maar een keer waargenomen. Het is niet duidelijk of de zeepaardjes minuscule letsels door de herhaaldelijke beten oplopen.

De aanvallen van de juffervissen zijn voornamelijk gericht op vrijzwemmende zeepaardjes en op dieren die na afloop van een korte zwemfase weer op een substraat gaan zitten. Zeepaardjes die tijdens een zwemfase gebeten worden, slaan hun staart om het meest nabije substraat en drukken hun lichaam er dicht tegenaan. Een aanval van een juffervis op een vastzittend zeepaardje heeft maar in weinig gevallen tot gevolg dat het dier naar een andere lokatie uitwijkt. Meestal verlaten vastzittende exemplaren hun plaats niet, maar reageren op een zeer karakteristieke manier op de aanval: de kop wordt op de borst gedrukt en het lichaam verstijfd. De zeepaardjes draaien dan hun lichaam zo, dat de achterkant van hun hoofd/nek in richting aanvaller wijst (bijlage.7.E.). In deze positie wachten de dieren af totdat de

juffervis vanzelf stopt met bijten. Deze afweerhouding wordt ook getoond als een juffervis (of papegaaivis) dicht langs een vastzittend zeepaardje heen zwemt zonder dat er een duidelijke intentie tot aanval is.

Soms worden zeepaardjes tijdens het foerageren van *E.planifrons* gebeten. In deze situaties behandelt de juffervis de zeepaardjes niet als indringer, maar als gedeelte van zijn algentuin waarop hij foerageert. Ook bij papegaaivissen zoals de "princess parrotfish" (*Scarus taeniopterus*) werd drie keer geobserveerd dat ze tijdens het foerageren op de mucus van *Plexaurella grisea* per ongeluk ook het eraan vastzittende zeepaardje beten.

3.3. Fourageer-gedrag

H.reidi zoekt met de staart om een gorgoon (of ander substraat) gekruld met langgestrekt lichaam naar voedsel. Het voedsel wordt meestal in het benthos tussen brokjes dood koraal, in spleten en onder koraalafdakjes gezocht. Zeepaardjes die in dichte gorgoonbosjes zitten zoeken soms tussen de poliepen van de gorgoon naar voedsel. Terwijl er vaak grote zwermen zoöplankton (*Mysidae ssp.*) rond de zeepaardjes zwemmen werd nooit gezien dat de zeepaardjes erop reageren.

Het kon niet vastgesteld worden wat voor voedsel gegeten wordt. Vaak gaat het eten met een snelle happende beweging van de snuit in een holletje of groeve van het substraat gepaard. Een keer werd gezien dat een zeepaardjes naar een 2 cm grote heremietkreeft hapte.

IV. CONCLUSIE EN DISCUSSIE

1. Habitatgebruik

1.1. Home range

Bij *H.reidi* is de home range van de vrouwelijke zeepaardjes altijd groter dan die van de mannetjes. De home ranges van de mannetjes liggen in het gebied van de vrouwtjes, meestal aan de rand of gedeeltelijk er buiten (III.1.1.). Ook bij soorten die in zeegrasvelden leven blijken de mannetjes plaatstrouw te zijn en de vrouwtjes zich veel te verplaatsen. Vincent (1990) vond bij *H.whitei* tijdens een korte studie van twee weken, dat de mannetjes een home range met een grootte van 0.25 m² aanhouden. Het feit dat de home ranges van de mannetjes bij *H.reidi* (gemiddeld 3.5 m²) groter zijn dan bij *H.whitei*, kan gedeeltelijk terug te voeren zijn op de beduidend langere observatieperiode van 12-18 weken. Het mannetje met de grootste home range (bij Witches Hut I) verlegde zijn gebied in het verloop van de lange observatieperiode steeds meer in zuidelijke richting. Op een tijdschaal van ca.2 weken zou de home range aanzienlijk kleiner zijn. De vrouwtjes van *H.whitei* hebben in het zeegras habitat een home range tot ca. 30m² grootte. De gebieden waarin zich de vrouwtjes van *H.reidi* op het rif verplaatsen zijn met maximaal 22 m² iets kleiner dan de home ranges *H.whitei*. Net als bij zeepaardjes, zijn ook bij de koraalrif bewonende zeenaald *Corythoichthys intestinalis* de home ranges van de mannetjes significant kleiner dan die van de vrouwtjes. De vrouwtjes verplaatsen zich over een gebied van ca.35 m² en de mannetjes over ca.10 m².

Opvallend bij de boven genoemde drie Sygnathidae-soorten is dat bij allen de vrouwtjes de grootste home ranges hebben, hoewel de populatiestructuur en de habitats verschillend zijn. Een mogelijke functie van het rondtrekken van de vrouwtjes bij de Sygnathidae is een verhoogde kans een potentieel betere voortplantingspartner tegen te komen. Dit zou bij de in hoge dichtheden voorkomende soorten *H.whitei* en *C.intestinalis* een reden kunnen zijn. Gezien de lage dichtheid van *H.reidi* op het koraalrif van Bonaire (pers.obs.) is de kans dat een vrouwtje solitaire mannetjes binnen haar home range tegenkomt klein. Een andere verklaring voor het rondtrekken van het vrouwtje is het vermijden van voedselkoncurrentie tussen de partners. De mobiliteit van het vrouwtje stelt haar in staat om steeds nieuwe voedselbronnen te kunnen exploiteren, terwijl het mannetje gebonden is aan het lokale aanbod binnen zijn home range. Een studie naar de zeenaald *Sygnathus typhle* had als resultaat dat broedende mannetjes stil zitten en daarbij minder eten dan hun vrouwtjes, die actief op grotere prooidieren jagen (Svensson, 1988). Het is niet duidelijk of de vrouwtjes van *H.reidi* meer eten dan de mannetjes. Het leek er echter wel op dat de vrouwtjes zich zeer doelgericht naar verschillende lokaties verplaatsen om daar naar voedsel te zoeken (pers.obs.). Een mogelijk geringere voedselopname bij de mannetjes kan misschien gedeeltelijk door hun inactiviteit gecompenseerd worden.

Mogelijke reden van de plaatstrouwheid van de mannetjes zijn een, door de dikke broedbuidel tijdens de zwangerschap veroorzaakt, verslechterd zwemvermogen (Peters, 1951) en een verminderde camouflage van de dieren. Bij de mannelijke zeenaalden van de soort *Nerophis ophidion* werd aangetoond dat bij eierdragende dieren

de camouflage achteruit gaat en de kans op predatie stijgt (Svensson, 1988). Uit veldobservaties aan de zeepaardjes *H.reidi* (Nijhoff, nog niet gepubl.) en *H.whitei* (Vincent, 1990) en aan de zeenaald *C.intestinalis* (Gronell, 1984) bleek dat de voortplantingspartners hun paarband regelmatig via begroetingen bevestigen. Het initiatief voor deze begroetingen gaat bij alle soorten van de vrouwtjes uit. De plaatstrouwheid het mannetje maakt hem tot een stabiel oriëntatiepunt binnen de home ranges van het vrouwtje, die tijdens perioden van sociale interactie door de vrouwtjes gemakkelijk terug gevonden kan worden.

1.2. Substraatbedekking

Terwijl de habitats van de zeepaardjes aan de westkust van Bonaire allemaal op de drop off (ongeveer 10-15 meter diepte) van het zoomrif liggen, is de substraatbedekking toch zeer verschillend. Op de onderzoeksplaatsen varieert de bedekkingsgraad met gorgonen tussen 5-40%. Gorgonen en steenkoralen dragen bij aan de ruimtelijke complexiteit van het rif en bieden door hun vele vertakkingen ideale schuilmogelijkheden voor zeepaardjes. Het is daarom niet verwonderlijk dat de grootste groep van zes exemplaren van *H.reidi* op een plaats met een extreem hoge gorgoon-bedekking bij South Bay (Klein Bonaire) werd gezien (II.1.2.). Uit een onderzoek bleek dat het zeegrasbewonende zeepaardje *H.whitei* in grotere dichtheden in velden van het grootbladerige, dicht groeiende soort *Posidonia sp.* voorkomen dan in de relatief lage *Zostera sp.* velden (Middleton et.al., 1984). De selectie van een bepaalde soort zeegrasveld wordt teruggevoerd op de verschillen in de structurele complexiteit en ruimtelijke heterogeniteit. Ook bleek uit proeven in kunstmatige zeegrasvelden dat een dichte begroeiing een betere bescherming tegen predatoren biedt.

Zeepaardjes op het koraalrif zullen waarschijnlijk een voorkeur voor complexe habitatstructuren hebben en plaatsen met grote koraalgruis- en zandvlaktes vermijden. Het aantal onderzochte plaatsen is te klein om een eventuele habitatvoorkeur (mogelijk voor gorgoon-rijke habitats) nader te kunnen specificeren.

1.3. Substraatkeuze

Over het algemeen gebruikt *H.reidi* gorgonen als houvast. Daarnaast houden ze zich ook aan steenkoralen en touw- en vingervormige sponzen vast (zie ook bijlage.7.A-C.). Uit deze studie blijkt dat de mannetjes op de meeste plaatsen een sterke voorkeur hebben voor een bepaald substraat. Drie van de vier mannetjes gebruiken *Plexaurella grisea* als permanent houvast. Ook schijnt de dichtheid van *P.grisea* binnen de home ranges van deze mannetjes iets hoger te liggen dan in het omgevende gebied. Alleen het mannetje bij Witches Hut I, dat ook al minder plaatstrouw is dan de overige mannetjes, gebruikt veel verschillende substraten.

De mannetjes moeten, omdat zij plaatstrouw zijn, hoge eisen aan hun substraat stellen. Hierbij is een goed houvast, camouflage en voedselbeschikbaarheid van belang. De mannetjes hebben zich door hun zwarte lichaamskleur aan de evenzo gekleurde *P.grisea* aangepast en zijn daardoor optimaal gecamoufleerd. Het weinig plaats-

trouwe mannetje bij Witches Hut I is een uitzondering. Dit exemplaar is oranje gekleurd en niet duidelijk aan een bepaald substraat aangepast. *P.grisea* is een dikke, onvertakte gorgoon die vaak aan de basis van koraalblokken of tussen koraalgruis groeit (pers.obs.). Omdat zeepaardjes juist in spleten tussen koralen vaak naar benthisch voedsel zoeken (II.3.3.) zou deze gorgoon een ideale uitgangspositie voor het foerageren bieden.

De vrouwtjes zijn duidelijk minder selectief in hun substraatkeuze dan hun plaats-trouwe partners, ze gebruiken een breed spectrum van substraten. De substraatkeuze van de vrouwtjes lijkt ongeveer overeen te komen met de substraatbedekking binnen hun home ranges. Bij Karpata is de bedekkingsgraad met steenkoralen het hoogst (tab.4.), dit vrouwtje gebruikt steenkoraal vaker als substraat dan de andere vrouwtjes die in koraalarme omgevingen leven (fig.8.). Bij Angel City maken gorgonen het grootste deel van de beschikbare substraten uit (tab.4.) en het blijkt dat dit vrouwtje hoofdzakelijk fijnvertakte gorgoon-soorten als houvast gebruikt (fig.8.d). Het feit dat het vrouwtje bij Angel City zich relatief sterk specialiseert op enkele gorgoonsoorten, heeft mogelijk daarmee te maken dat zij zeer klein is en daardoor op de grotere structuren geen houvast krijgt. Dit is waarschijnlijk ook de redenen waarom de sociale interactie bij dit paar op een gorgoonsoort plaatsvindt, die typisch is voor het vrouwtje. Bij de overige paren is de sociale interactie meestal aan het substraat van de mannetjes gebonden.

De lichaamskleur van de vrouwtjes komt, net als bij de mannetjes, meestal overeen met die van een vaak gekozen substraat. Het vrouwtje bij Karpata is door haar roodbruine lichaamskleur optimaal aangepast aan de met de roodalg *Lyngbia sp.* begroeide dode koralen in haar omgeving. De gele kleur van het vrouwtje bij Angel City maken haar bijna onvindbaar in de fijnvertakte gorgonen, vooral wanneer de gele poliepen uitstaan.

1.4. Diepte

Het dieptebereik waarop adulte zeepaardjes op het rif worden aangetroffen is met 7-18 meter relatief groot. Grote zeepaardjes worden over het algemeen op grotere dieptes aangetroffen dan hun kleinere soortgenoten. Uit experimenteel onderzoek bleek dat een substraat bepaalde eigenschappen moet hebben om geschikt te zijn als houvast voor een zeepaardje: het moet min of meer verticaal in de ruimte staan en de juiste diameter voor het individu hebben. De grijpvaardigheid (=lengte) van de staart is bepalend voor de dikte van een geschikt houvast (Peters, 1951). Kleine zeepaardjes hebben daarom dunne takjes als houvast nodig. Ook in dit onderzoek werd gezien dat kleine individuen voornamelijk dunsprietige gorgonen gebruiken (b.v. het vrouwtje bij Angel City) en zich grotere individuen aan de dikkere soort *P.grisea* en steenkoralen vasthouden. Bij een onderzoek naar de zonerings van gorgonen op het koraalrif van Bonaire werd gevonden dat de fijnvertakte en dunne gorgonen *P.americana* en *P.acerosa* voornamelijk op de shelf in ondiep water tot ca. 6 meter diepte voorkomen (van den Hoek et.al., 1978). De dikkere gorgonen zoals *P.homomalla* en *P.grisea* (tot 2 cm diameter) zijn het meest algemeen in de drop off regio van 12-18 meter. Ook de touw- en vingervormige sponzen (Porifera) met een diameter van 2-5 cm, werden meestal op dieptes beneden de 12 meter aangetroffen (pers.obs.). Het is dus mogelijk dat het verband tussen de lengte van de zeepaardjes en de diepte waarop zij voorkomen bepaald wordt door het diepteafhankelijke aanbod aan geschikt substraat.

Het in fig.9. getoonde lineaire verband kan alleen als tendens worden beschouwd. Er moet rekening mee worden gehouden dat de zeepaardjes (vooral de veel verplaatsende vrouwtjes) niet op een constante diepte voorkomen. Bovendien zijn de grenzen van substraatgeschiktheid op het rif, en de eisen die zeepaardjes aan hun substraat stellen, niet zo streng getrokken dat een lineair verband te verwachten valt.

Een uitzondering op deze lengte-diepte tendens vormen twee mannetjes die een paarband hebben met vrouwtjes van sterk afwijkende lichaamslengte. In beide gevallen is het mannetje degene die op een vrij a-typische diepte zit en zich aan de leefomgeving van het vrouwtje lijkt aan te passen. Vincent (1990) heeft bij *H.whitei* gevonden dat solitaire mannetjes geen vaste home range bezetten, maar veel rondzwerven om een paringsbereid vrouwtje te vinden. Solitaire vrouwtjes daarentegen zijn wel plaatstrouw. Het gedrag van de alleenstaande mannetjes zou ook bij *H.reidi* tot gevolg kunnen hebben dat zich de mannetjes in habitats vestigen die een vrouwtje van tevoren heeft bezet. Het habitat zal dan bijzonder goed aangepast zijn aan de (lengteafhankelijke substraat-) eisen van het vrouwtje. De mannetjes hebben binnen het gebied van het vrouwtje betrekkelijk weinig ruimte voor hun eigen home range nodig. De enorme diversiteit op het rif maakt het mogelijk dat alsnog geschikte substraten voor de mannetjes aanwezig zullen zijn. Dit wordt geïllustreerd door het feit dat het kleine vrouwtje bij Angel City zich op een geringe diepte bevindt, in een habitat begroeid met hoofdzakelijk fijntakkige gorgonen. Binnen dit gebied leeft het grotere mannetje op een kleine en geïsoleerde plaats met *P.grisea* begroeiing.

2. Reproductie

2.1. Cyclus

Uit dit onderzoek blijkt dat *H.reidi* op het koraalrif monogame paren vormt. Ook aquarium-onderzoek aan *H.fuscus* had als resultaat dat vrouwtjes, hoewel ze een hogere potentiële reproductie-snelheid hebben dan hun partners, maar met één mannetje paren (Vincent, 1990). Een korte veldstudie aan *H.whitei* wijst daarop dat ook deze soort monogame paarbanden aangaat (Vincent, 1990). Bij zeepaardjes die elkaar nog niet kennen moet eerst drie dagen lang gebaltst worden, voordat de eieren van het vrouwtje gerijpt zijn (Kuitert, 1989; Vincent, 1990). Bij monogame paren daarentegen zorgt de synchroniteit van eirijping en broedtijd voor beide sexen voor een minimale tijdsperiode tussen de paringen. Monogamie heeft dus een maximale reproductie tijdens het paringsseizoen tot gevolg. Emlen & Oring (1977) vonden dat monogamie bijzonder vaak bij populaties met een lage dichtheid en een geringe mobiliteit van de individuen voorkomt. Deze factoren spelen waarschijnlijk ook bij *H.reidi* op het koraalrif een grote rol.

De cyclusduur bij *H.reidi* is gemiddeld 12 dagen. Bijzonder constant waren de cycli bij de paren van Karpata en Witches Hut I. De onregelmatige cyclus perioden van het paar bij Oil Slick Leap (11, 13, 11 dagen) vallen in de periode dat het tweede mannetje aanwezig was. Het is mogelijk dat de balts van dit paar door interactie met het concurrerende mannetje verstoord werd, waardoor de paringen op onregelmatige tijdstippen plaatsvonden.

De duur van de cycli varieert bij zeepaardjes per soort en is afhankelijk van de watertemperatuur. Gronell (1984) vond bij *C.intestinalis* dat een temperatuursverlaging van het water met 1°C de (9-12 dagen durende) broedperiode met 2 dagen verlengt. Ook kleine schommelingen in de watertemperatuur kunnen dus de onregelmatigheden in de cycli van *H.reidi* veroorzaakt hebben. Dit is niet gemeten.

Bij een veld-studie naar *H.zosteræ* werd een zwangerschapsduur van 10 dagen bij 29.5°C gevonden (Strawn, 1958). Vincent (1990) vond bij *H.fuscus* een cyclusduur van 13 dagen bij 29°C. De watertemperatuur op Bonaire was tijdens de onderzoeksperiode rond de 28°C, de cyclusduur van 12 dagen bij *H.reidi* komt dus goed met de resultaten van Strawn en Vincent overeen.

De eerste reproductie cycli van een bij MARCULTURA in aquaria groot gebrachte paar van *H.reidi* hadden een duur van 33 en 19 dagen (pers.comm. R.Hensen). De cycli waren nog zeer onregelmatig en beduidend langer dan bij hun soortgenoten op het rif. Ook uit andere aquariumobservaties bleek dat de cycli onder deze omstandigheden vrij lang zijn. De cyclus van *H.breviceps* duurt ongeveer 4 weken (Kuitert, 1989) en *H.cuda* heeft een cyclus van 4-5 weken bij 25°C watertemperatuur (Kielreuther, 1930).

De cycli van de onderzochte paren van *H.reidi* verlopen niet synchroon ten opzichte van elkaar. Bij sommige tropische vissen werd een maancyclus gevonden, waarbij meer geboortes op dagen met volle maan plaats vinden (Johannes, 1978). Door de bijzonder hoge getijden in deze periode zouden pelagische juvenielen verder van de kust getransporteerd en beter verspreid kunnen worden. Er werd gesuggereerd dat ook de cycli van sommige soorten zeepaardjes synchroon lopen met de maanfase's

omdat ze 2, 4 of 6 weken lang zijn (*H.breviceps* (Kuitert, 1989); *H.erectus* (Vincent, 1990); *H.guttulatus* en *H.hippopcampus* (Boisseau, 1967 in Vincent, 1990) en *H.zosteriae* (Strawn, 1958). Deze veronderstelling is nog voor geen enkele soort in het veld aangetoond. Ook kan een maancyclus bij *H.reidi* niet aangetoond worden. Gezien de individuele timing van de cycli bij alle vier paren, lijkt een maancyclus bij *H.reidi* niet waarschijnlijk. Vermoedelijk is het getijdenverschil met gemiddeld 30 cm (Bak, 1977) op Bonaire ook te gering om een groot effect op de verspreiding van de jongen te kunnen hebben.

2.2. Paring

De paringen vinden bij *H.reidi* op de ochtend na de bevalling in de periode rond 10.30 en 11.00 uur plaats. Of de paring ook bij andere soorten zo nauw aan een tijdstip is gebonden als bij *H.reidi* is niet bekend. Uit incidentele waarnemingen bij zeepaardjes in aquaria bleek dat de paringen s'ochtends of s'middags plaatsvinden (Breder, 1940; Kuitert, 1989). Voor *H.reidi* is het waarschijnlijk van groot belang dat het vaste paringstijdstip aangehouden wordt, zodat de juvenielen ook op een bepaalde tijd helemaal ontwikkelt zijn en geboren kunnen worden. Een verlate paring zou een verlate geboorte of een verkorte zwangerschap ten gevolge kunnen hebben. Beide is ecologisch nadelig voor de jongen, want het juiste tijdstip van de geboorte en de ontwikkelingsstand van de juvenielen zijn belangrijk voor hun overlevingskansen (zie IV.2.3.).

Het plaatsen van de ovipositor lukt bij *H.reidi* doorgaans niet bij de eerste poging. Kuitert (1989) en Kielreuther (1930) observeerden ook bij in aquaria gehouden zeepaardjes meerdere copulatie pogingen, die soms uren konden duren (Fiedler, 1954). Vermoedelijk hebben paren die elkaar al lang kennen minder pogingen nodig om de paring te laten lukken. Dit is ecologisch voordelig, want de opstijgingen in de waterkolom tijdens de paring(-spogingen) brengen gevaren voor de zeepaardjes met zich mee (III.3.1.). Daarnaast heeft een groot aantal pogingen een verlaat paringstijdstip tot gevolg.

2.3. Geboorte

De juvenielen van *H.reidi* zwemmen direct na hun geboorte naar de wateroppervlakte (III.2.5.). Omdat de zeepaardjes op het rif op grote dieptes zitten, duurt de opstijging van de jongen vaak meerdere minuten. Doordat de geboortes in de donkere periode van het etmaal plaatsvinden, kan het predatierisico tijdens de opstijging verkleind worden. Op het koraalrif zijn de meeste grotere semipelagische organismen (zoals polychaeten en grotere crustacea larven tot 10 mm lengte) pas s' nachts in de waterkolom (Hobson & Chess, 1978). De juvenielen van *H.reidi* hebben dus ongeveer dezelfde lengte als het overige nachtelijke plankton op het rif. Terwijl er ook s' nachts predatie op zoöplankton plaatsvindt, bleek toch dat het grote, niet zwerm-vormende zoöplankton 'snachts het minst kwetsbaar is op koraalriffen (Hobson & Chess, 1978). Het hoge predatie risico overdag voor de opstijgende juvenielen van *H.reidi* blijkt duidelijk uit de observatie van de verlate geboorte om 6.19 uur s' ochtends (III.2.5.). De predatie door de diurnale planktivore *Chromis multilineata* was zo sterk dat bijna geen enkel jong zeepaardje het wateroppervlak kon bereiken. In de drop off zone van het rif, waar de meeste *H.reidi* werden aangetroffen, zijn planktivore vissen overdag bijzonder talrijk (Hobson & Chess, - 1978). Het zoöplankton overdag is vrij klein (<3mm) en transparant (Zaret, 1980 in Sale, 1991). Groter en sterker gepigmenteerd zoöplankton is in deze periode op het koraalrif bijzonder kwetsbaar voor predatoren (Zaret & Kerfoot, 1975). Dit is ook van toepassing voor de sterk gepigmenteerde juvenielen van *H.reidi*. Mogelijk zou ook een opstijging tijdens de "quiet period" in de schemering, als er tijdelijk zeer weinig planktivore vissen op het rif aanwezig zijn, gunstig kunnen zijn.

Ook uit andere veldstudies aan Sygnathidae blijkt dat de geboortes in het donker plaatsvinden. Vincent (1990) vond bij *H.whitei* dat de mannetjes op de vroege ochtend al leeg zijn en concludeerde dat de geboortes al voor de ochtendschemering gebeuren. De zeenaald *C.intestinalis* laat de juvenielen bij zonsopgang uit de buidel (Gronell, 1984).

Een aquarium observatie aan *H.breviceps* leverde een afwijkend beeld op. Het bleek dat de juvenielen van deze soort vanaf zonsopgang geboren worden, met een maximum omstreeks het middaguur. Bij deze soort handelt het zich om vrij kleine exemplaren die in drijvende *sargassum* velden bij Australië aangetroffen worden (Kuitert, 1989). Deze speciale ecologische omstandigheden zijn waarschijnlijk de reden voor het afwijkende tijdstip van de geboorte bij deze soort, want de juvenielen zijn beschermd door het wier als zij naar de oppervlakte opstijgen.

2.4. Juvenielen

Verscheidene feiten wijzen erop dat juvenielen van de rifbewonende soorten *H.reidi* en *H.erectus* hun ontwikkelingsfase tot geslachtsrijpheid pelagisch doormaken. In dit onderzoek werden alle nog niet geslachtsrijpe exemplaren van *H.reidi* pelagisch aangetroffen (III.1.4.). Bovendien werd er ook nooit melding gemaakt dat een *H.reidi* kleiner dan ca.8 cm op het rif werd gezien (pers. comm. met divemasters). Uit observaties aan net geboren *H.reidi* in aquaria bleek dat de juvenielen minstens de eerste drie dagen dicht aan de oppervlakte blijven drijven (pers.obs.).

In drijvend *sargassum*-wier worden vaak Sygnathidae gevonden (Fine, 1970; Kingsford & Choat, 1985). Epidermale aanhangsels, die gevormd worden als de dieren in *sargassum*-wier terechtkomen, worden bij *H.reidi* en *H.erectus* alleen bij juveniele exemplaren kleiner dan 5 cm lengte gevonden en zijn bij alle grotere individuen afwezig (Ginsburg, 1937; Vari, 1948). Bovendien waren alle pelagische exemplaren van *Hippocampus* die Ginsburg (1937) tijdens zijn onderzoek tegenkwam kleiner dan 9.5 cm. Vermoedelijk leven de juvenielen *H.reidi* pelagisch, misschien aan drijvend *sargassum*-wier geassocieerd. Drijvende algentapijten bevatten grote hoeveelheden van amphipoden en crustacea-larven (Kingsford & Choat, 1985), die als voedsel voor de juveniele zeepaardjes geschikt zijn. Verder bieden algentapijten een goede bescherming tegen predatoren in het pelagiaal. Door naar de kust gerichte verplaatsing van de algentapijten kunnen juveniele zeepaardjes recruterend op de ondiepe shelf van koraalriffen. Een andere manier van gerichte verplaatsing van pelagische juvenielen is verticale migratie. Hierdoor kan ichtyoplankton op diepte afhankelijke stromingsverschillen reageren en zich laten meevoeren (Kingsford & Choat, 1985). Veel ichtyoplankton wordt aan de windkant van eilanden aangetroffen (Kingsford & Choat, 1989). Ook de juveniele *H.reidi* op Bonaire werden aan de windkant van het eiland gevonden en hebben waarschijnlijk een grote afstand drijvend in het pelagiaal afgelegd. Het is te verwachten dat de jonge zeepaardjes op het rif tijdens hun pelagische ontwikkelingsfase over grote afstanden verspreid kunnen worden.

Bij zeenaalden zijn zowel soorten met demersale juvenielen (*Sygnathus acus*) als ook soorten met pelagische juvenielen (*Sygnathus rostellatus*) bekend (Russel, 1976 in Potts, 1984). Er zijn aanwijzingen dat de juvenielen van bepaalde zeegrasbewonende soorten zich direct na de geboorte bentisch vestigen. Breder (1940) observeerde tijdens een aquarium studie dat pas geboren *H.zosteriae* zich gelijk in de buurt van hun vader aan het zeegras vasthouden. In zeegrasvelden werd gezien dat juvenielen van 1.2-1.5 cm lengte naast de adulte tussen het zeegras zwemmen (Vincent, 1990; Burchmore et.al., 1984; Strawn, 1958). Vermoedelijk verblijven de juvenielen van deze zeegrasbewonende soorten maar heel kort in het pelagiaal en vestigen zich gelijk na hun opstijging in het ondiepe zeegras op 2-3 m. De reden voor de hogere populatiedichtheid in het zeegras vergeleken met het koraalrif zou in de ingekorte pelagische fase van de zeegrasbewoners kunnen liggen, die bij vislarven bijna 100% mortaliteit tot gevolg heeft (Doherty, 1985).

Het aantal juvenielen ligt bij *H.reidi* op het koraalrif tussen 125-154 per cyclus. Na de eerste paringen van het bij MARCULTURA grootgebrachte paar van *H.reidi* werden achtereenvolgens 184, 103 en 172 juvenielen geboren (pers.comm. R.Hensen). Vincent (1990) vond bij aquarium studies dat *H.reidi* het grootste aantal juvenielen van alle onderzochte soorten voort bracht. Per cyclus werden tot 1500 juvenielen

geboren. Vergeleken met deze resultaten is het aantal juvenielen van *H.reidi* op het rif zeer laag, zeker gezien de vrij grote lichaamslengte van de onderzochte paren. Het geringe aantal juvenielen in dit onderzoek zou aan de hoeveelheid en kwaliteit van het voedsel op het koraalrif te wijten kunnen zijn. Zeepaardjes in aquaria worden over het algemeen goed gevoed en hoeven ook minder moeite te doen om het voedsel te vangen. De beperkte mobiliteit van vrouwtjes in aquaria zou een verminderd energieverbruik tot gevolg kunnen hebben. Hierdoor kan het vrouwtje mogelijk meer energie in het rijpen van de eieren investeren en een groter aantal eieren produceren.

Misschien is het ecologisch ook niet nodig om meer juvenielen per cyclus te produceren want *H.reidi* is op Bonaire, gezien het stabiele klimaat en de steeds hoge watertemperatuur van ca. 28 graden, waarschijnlijk het hele jaar reproductief.

Soorten die op hogere breedtegraden leven, zoals *H.zosteræ* en *H.erectus* in de Florida Keys en *H.brevirostris* en *H.guttulatus* in de Middellandse Zee, planten zich alleen in de warme jaargetijde voort (Strawn, 1958; Vari, 1948 & Fiedler, 1954).

3. Interspecifieke interacties

3.1. Predatoren

Volwassen zeepaardjes worden hoofdzakelijk door carnivore vissen aangevallen als zij vrij in de waterkolom zwemmen. Dit gebeurt met name tijdens de opstijging bij een paringspoging en in mindere mate ook tijdens korte zwemfase's bij verplaatsingen. Twee keer werd in dit onderzoek geobserveerd dat copulerende zeepaardjes door carnivore rifvissen gebeten of zelfs in de bek genomen werden (III.3.1.). Een keer werd waargenomen dat een "spanish-hogfish" (*Bodanius rufus*) een zeepaardje tussen zijn tanden hield (pers.comm. L. dePalm). Opvallend is dat de zeepaardjes niet opgegeten werden. Misschien hebben ze een chemische stof in de epidermis (of misschien zijn ze begroeid met toxische algen) die de predatoren zo ver brengt ze gelijk weer los te laten en niet door te bijten.

Zeepaardjes werden in de magen van "red snapper", tonijn en remora gevonden (Jordan & Gilbert, 1883 uit Vari, 1948). Het valt aan te nemen dat zeepaardjes als bijvangst in de maag van deze predatoren terechtkwamen. Ze zijn op zich niet zeer voedzaam, want ze hebben maar heel weinig spierweefsel. Ook zeeëgels blijken potentiële predatoren van zeepaardjes te zijn (Longley & Hildebrand, 1941 in Vari, 1948).

In zeegrasvelden spelen, in tegenstelling tot op het koraalrif, piscivore vissen als predatoren maar een kleine rol (Pollard & Hartog, 1984). Als hoofdpredator van zeepaardjes in zeegrasvelden wordt de "blue-crab" (*Callinectes sapidus*) aangewezen. De meeste exemplaren van *H.zosteræ* worden niet ouder dan een jaar en bleken een belangrijke factor in de voedselketen van het zeegras-habitat te zijn (Strawn, 1958). In vergelijking met de resultaten van Strawn (1958) lijkt de kans op predatie op adulte *H.reidi* op het koraalrif relatief gering te zijn. De exemplaren op het koraalrif zijn, volgens informatie van divemasters en na hun lengte te oordelen, meerdere jaren oud.

3.2. Herbivore vissen

De meeste agressie jegens *H.reidi* gaat uit van juffervissen (Pomacentridae) die hun territoria proberen te verdedigen. Het grootste deel van de aanvallen wordt door de bijzonder agressieve soort *Eupomacentrus planifrons* uitgevoerd. Tijdens de aanvallen wordt *H.reidi* herhaaldelijk gebeten. Waarschijnlijk berokkenen de aanvallen van de juffervissen de zeepaardjes geen serieus letsel. De zeepaardjes reageren met bewegingsloosheid en nemen een karakteristieke afweerhouding aan (bijlage.7.E.). De waarnemingen tijdens dit onderzoek wijzen erop dat tijdens sociale-interactie, als de zeepaardjes veel bewegen, de camouflage van de zeepaardjes afneemt en ze vaker aangevallen worden. Dit resultaat wordt bevestigd door het onderzoek van Thresher (1976) waaruit bleek dat voor *E.planifrons* beweging de kritieke factor is om agressie tegen soortvreemde individuen te tonen.

Het is denkbaar dat *H.reidi* er ook baat bij kan hebben als hun home range binnen de territoria van *E.planifrons* ligt. *E.planifrons* is een herbivore vis, die door selectieve begrazing "algentuintjes" cultiveert (Emery, 1973). Deze vis verdedigt zijn territorium fel tegen andere herbivore vissen (Myrberg & Thresher, 1974; Williams, 1980). De algentapijten binnen de territoria van *E.planifrons* zijn bijzonder sterk ontwikkeld (Brawley & Walter, 1977) en de dichtheid van kleine evertrebraten in deze tapijten is beduidend hoger dan op andere plaatsen op het koraalrif (Lobel, 1980). In deze studie werd gevonden dat *H.reidi* het voedsel bentisch tussen algentapijten en in koraalspletten zoekt (III.3.3.). Het is zeer waarschijnlijk dat de zeepaardjes op kleine crustacea, zoals amphipoden en copepoden (Leim & Scott, 1966 uit Vari, 1948; Burchmore et.al., 1984), en op andere bentische evertrebraten fourageren. Vooral voor de mannetjes van *H.reidi* zou het op grond van hun beperkte mobiliteit zeer voordelig kunnen zijn om hun home range in de tuinen van *E.planifrons* te vestigen, omdat daar bijzonder veel voedsel op een kleine ruimte beschikbaar is. Volgens Thresher (1976) kan een langzaam bewegende, soortvreemde indringer dichter tot het centrum van het territorium van *E.planifrons* doordringen, dan een snel zwemmende vis. De zeer traag bewegende *H.reidi* kunnen bij de centrale, en daarmee best onderhouden algentuintjes, komen die tegen de meeste andere herbivore rifvissen succesvol verdedigd worden. Ook hierin ligt een voordeel voor *H.reidi*, want de juffervis verdrijft ook potentiële voedselkonkurrenten en predatoren van de zeepaardjes.

De volgende onderzoeksresultaten wijzen erop dat ook andere rifvissen van het grote aanbod aan demersal plankton in de algentuinen van juffervissen profiteren. In een studie van Hobson (1974) werd aangetoond dat sommige carnivore vissen groepen van *Scaridae ssp.* vergezellen als deze de algentuinen van *E.planifrons* binnenvallen. Volgens Hobson (1974) wordt dit gedrag vertoont omdat de carnivore vissen op de microcrustacea in de algentuinen afgaan. Robertson & Polunin (1981) vonden coëxistentie tussen een op microcrustacea foeragerende juffervis (*Stegastes fasciatus*) en een herbivore sergeantfish (*Acanthurus lineatus*), die dezelfde territoria op het rif innamen. In dit geval gebruikte de juffervis de voedselvoorraad in de tuinen van zijn cohabitant.

In deze studie werd niet nagegaan, waar de territoria van de juffervissen precies gesitueerd waren. Dit is een reden waarom er niet bewezen kan worden of er werkelijk sprake is van coëxistentie tussen de mannetjes van *H.reidi* en *E.planifrons*.

4. Methoden

De geringe dichtheid van *H.reidi* op het koraalrif van Bonaire en de daaruit resulterende kleine aantallen aan onderzochte individuen maken het vaak moeilijk om algemene conclusies met betrekking tot de hele populatie uit de resultaten te trekken. Om de ecologie van *H.reidi* gedetailleerd te kunnen onderzoeken zou een grotere onderzoeks-populatie gevonden moeten worden, waarbij het mogelijk is meerdere individuen tegelijk te observeren. Rond Bonaire kan eventueel bij Klein Bonaire een geschikte onderzoeksplaats gevonden worden, als de logistieke problemen opgelost worden.

Het principe van de vangkooi voor jonge zeepaardjes werkt goed. Het mannetje lijkt maar weinig gestrest te zijn door de plaatsing van de kooi. Dit blijkt uit het feit dat de dieren al korte tijd na de plaatsing weer aan hun houvast vastzitten en ook omdat gelijk na de verwijdering van de kooi de balts hervat wordt. Belangrijk voor het succesvolle opvangen van de juvenielen, is dat de kooi verticaal in het water blijft staan en niet door de stroming scheef komt te liggen. Hierdoor kan zich de luchtbel verplaatsen, met als gevolg dat de opstijgende jongen met het gaas in aanraking komen en daaraan vast blijven zitten. Dit heeft de dood van de juvenielen tot gevolg. Dode dieren zakken op de bodem van de kooi en kunnen dan alleen moeilijk kwantitatief opgevangen worden. Het verschuiven van de kooi kan voorkomen worden door deze direct met de onderkant op een zandvlakte te plaatsen (in plaats van rond een gorgoon) en goed met lood te verzwaren. De gorgoon zou door een kunstmatig houvast b.v. in de vorm van een roestvrije stang vervangen kunnen worden.

Het grootbrengen van de juvenielen in aquaria is moeilijk. Het probleem is voornamelijk de zeer geringe grootte van de jongen van deze soort en de daarmee gepaard gaande behoefte aan zeer klein micro-zooplankton als voedsel. Als de jongen kunnen opgroeien in een bassin waar ook natuurlijk plankton uit zee voorkomt, b.v. tussen algen of steentjes, kan de moeilijke beginperiode van hun groei beter overbrugd worden.

De methode voor de rifkartering werkte goed en leverde op een snelle manier duidelijke kaarten.

V. SAMENVATTING

Zeepaardjes behoren bij de familie van de Sygnathidae, die voornamelijk in zeegrasvelden voorkomt. Enkele soorten worden ook op het koraalrif aangetroffen. In de periode van augustus tot november 1992 werd een veldonderzoek naar *Hippocampus reidi* op het koraalrif van Bonaire uitgevoerd. De nadruk van deze studie lag op mogelijke ecologische adaptaties aan het koraalrif. Onderzocht werd het habitatgebruik, de voortplantingsecologie en de interspecifieke interacties van *H.reidi*. De populatiedichtheid van *H.reidi* op het koraalrif blijkt veel geringer te zijn dan in zeegrasvelden. *H.reidi* vormt monogame paren, waarvan de mannetjes zeer plaats-trouw zijn en de vrouwtjes een grote home range hebben. Als houvast worden vooral gorgonen (*Plexaurella grisea*), en in mindere mate ook steenkoraal en sponzen, gebruikt. De vrouwtjes gebruiken een breed spectrum aan substraten en de mannetjes zijn sterk op een bepaald substraat gefixeerd. De algemene tendens dat kleinere individuen op geringere dieptes zitten dan hun langere soortgenoten wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een zonerings van geschikt substraat op het rif.

De reproductiecyclus van de paren hebben een lengte van 12 dagen en verlopen niet synchroon ten opzichte van elkaar. De paring vindt op een vast tijdstip op de ochtend van de eerste cyclus-dag plaats. De jongen worden in de donkere periode van het etmaal geboren wanneer het predatierisico op het rif minimaal is. Ze zwemmen direct naar het wateroppervlak. Juveniele *H.reidi* verspreiden zich waarschijnlijk in het pelagiaal, mogelijk geassocieert aan drijvende substraten. Volwassen zeepaardjes zijn op het rif goed beschermt tegenover predatoren en lopen alleen gevaar als zij korte stukken zwemmen of tijdens de balts opvallende displays vertonen. De meeste aanvallen op adulte *H.reidi* gaan uit van juffervissen (Pomacentridae: voornamelijk *Eupomacentrus planifrons*), die hun territoria verdedigen. De aanvallen berokkenen *H.reidi* geen letsel en mogelijk profiteert *H.reidi* van het grote voedselaanbod in de algentuinen van de juffervissen.

VI. LITERATUUR

- Bak, R.P.M. (1977). Coral reefs and their zonation in the Netherlands Antilles. AAPG Studies in Geology 4: 3-16.
- Blumer, L.S. (1982). A bibliography and categorization of the bony fishes exhibiting parental care. Zool.J.Linn.Soc. 76, 1-22.
- Boisseau, J. (1967). Les regulation hormonales de l'incubation chez in Vertebrébré mâle: recherches sur la reproduction sur l'Hippocampe. D.Sc.thesis. Univ. Bordeaux.
- Brawley, S.H. & Walter, H.A. (1977). Territorial behavior of threespot damselfish (*Eupomacentrus planifrons*) increases reef algal biomass and productivity. Env.Biol.Fish. 2, 45-51.
- Breder, C.M. (1940). The expulsion of young by the male of *Hippocampus zosterae*. Copeia 2, 137-138.
- Breder, C.M. & Edgerton, H.E. (1942). Analysis of the locomotion of the seahorse, *Hippocampus*, by means of high speed cinematography. Am.N.Y.Acad.Sci. 43, 145-172.
- Burchmore, J.J., Pollard, D.A. & Bell, J.D. (1984). Community structure and trophic relationships of the fish fauna of an estuarine *Posidonia australis* seagrass habitat in Port Hacking, New South Wales. Aquat.Bot. 18, 71-87.
- Doherty, P.J. & Sale, P.F. (1985). Predation on juvenile coral reef fishes: an exclusion experiment. Coral Reefs 4, 225-234.
- Duyl van, .F.C. (1985). Atlas of the living reefs of Curacao and Bonaire (Netherlands Antilles). Utrecht: Found.f.sci.res.Surin.Neth.Ant. 37 pp.
- Emery, A.R. (1973). Comparative ecology and functional osteology of fourteen species of damselfish at Alligator Reef, Florida Keys. Bull.Mar.Sci. 23, 649-770.
- Emlen, S.T. & Oring, L.W. (1977). Ecology, sexual selection and the evolution of mating systems. Science 197, 215-223.
- Fiedler, K. (1954). Vergleichende Verhaltensstudien an Seenadeln, Schlangennadeln und Seepferdchen (Sygnathidae). Z.Tierpsychol. 11, 358-416.
- Fiedler, K. (1970). Hormonale Auslösung der Geburtsbewegungen beim Seepferdchen (*Hippocampus*, Sygnathidae, Teleostei). Z.Tierpsychol. 27, 679-686.

- Fine, L.M. (1970). Faunal variation on pelagic *Sargassum*. *Mar.Biol.* 7, 112-122.
- Ginsburg, I. (1937). Review of the seahorses (*Hippocampus*) found on the coasts of the American continents and of Europe. *Proc.U.S.Nat.Mus.* 83, 497-594.
- Goldman, B. & Talbott, F.H. (1976). Aspects of the ecology of coral reef fishes. In: *Biology and geology of coral reefs*, (eds. O.A. Jones & R. Endean), New York: Academic Press: pppp. 125-154.
- Gronell, A.M. (1984). Courtship, spawning and social organization of the pipefish *Corythoichthys intestinalis* (Pisces:Sygnathidae) with notes on two congeneric species. *Z.Tierpsychol.* 65, 1-24.
- Herald, E.S. (1959). From pipefish to seahorse - a study of phylogenetic relationships. *Proc.Calif.Acad.Sci.* 29, 465-473.
- Hobson, E.S. (1974). Feeding relationships of teleostean fishes on coral reefs in Kona, Hawaii. *Fish.Bull.* 72, 915-1031.
- Hobson, E.S. & Chess, J.R. (1978). Trophic relationships among fishes and plankton in the lagoon at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Fish.Bull.* 76, 133-153.
- Hoek van den, C., Breeman, A.M., Bak, R.P.M. & Buurt van, G. (1978). The distribution of algae, corals and gorgonians in relation to depth, light attenuation, water movement and grazing pressure in the fringing coral reef of Curacao, Netherlands Antilles. *Aquat.Bot.* 5, 1-46.
- Jacobs, W. (1938). Untersuchungen zur Physiologie der Schwimmblase der Fische IV. Die erste Gasfüllung der Schwimmblase bei jungen Seepferdchen. *Z.vergl.Physiol.* 25, 351-379.
- Johannes, R.E. (1978). Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env.Biol.Fish.* 3, 65-84.
- Jordan, D.S. & Gilbert, C.H. (1883). Notes on fishes observed about Pensacola, Florida and Galveston, Texas, with description of new species. *Proceedings of the United States National Museum.* 5, 241-307.
- Kielreuther, A.O. (1930). *Hippocampus kuda*. *Wochenschr.Aqu.Terr.* 36, 211-212.
- Kingsford, M.J. & Choat, J.H. (1985). The fauna associated with drift algae captured with a plankton-mesh purse seine net. *Limnol.Oceanogr.* 30(3), 618-630.
- Kingsford, M.J. & Choat, J.H. (1989). Horizontal distribution patterns of presettlement reef fish: are they influenced by the proximity of reefs?. *Mar.Biol.* 101, 285-297.

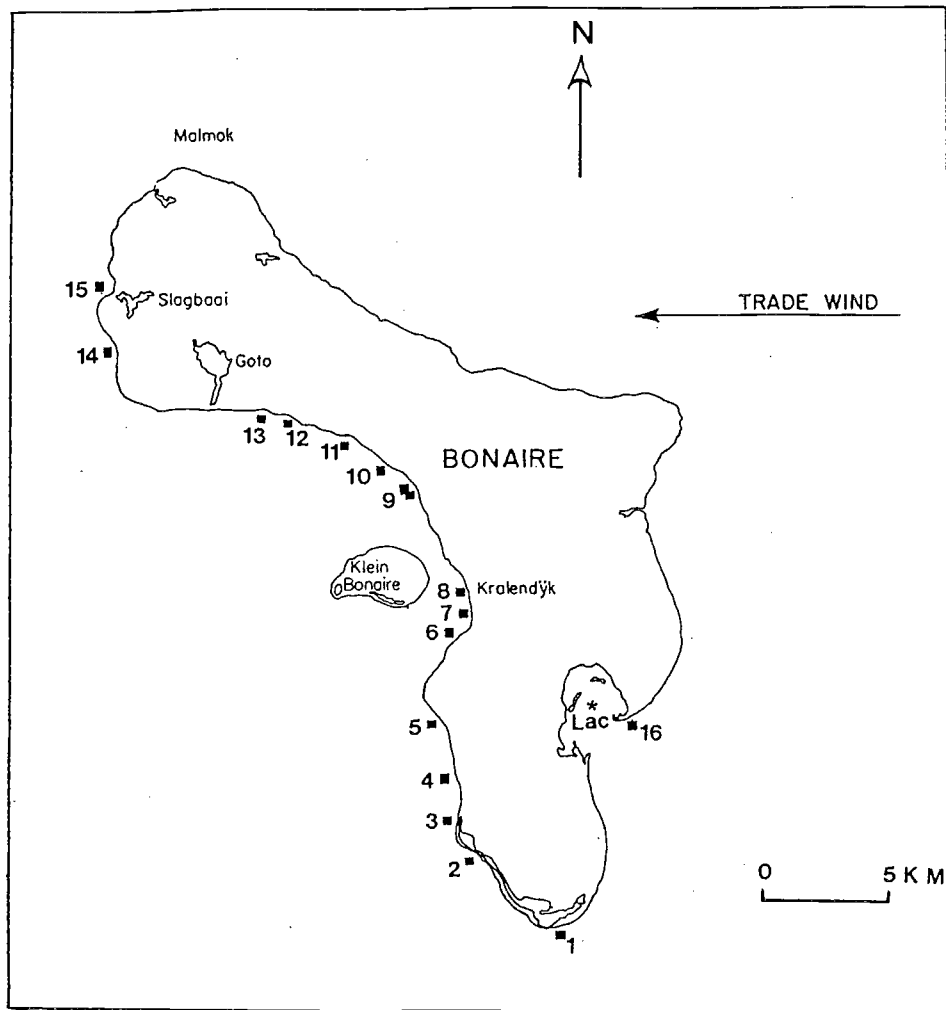
- Kuiter, R.H. (1989). Zeepaard-idylle. *Het Zee-Aquarium* 12, 247-250.
- Leim, A.H. & Scott, W.B. (1966). Fishes of the Atlantic coast of Canada. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*. 155 , 485 pp.
- Linton, J.R. & Soloff, B.L. (1964). The physiology of the brood pouch of the male seahorse *Hippocampus erectus*. *Bull.Mar.Sci.Gulf.Carib.* 14, 45-61.
- Lobel, P.S. (1980). Herbivory by marine damselfishes and their role in coral reef community ecology. *Bull.Mar.Sci.* 30, 273-289.
- Longhurst, A.R. & Pauly, D. (1987). *Ecology of tropical oceans*. London: Academic Press. Inc., 176-181 pp.
- Longley, W.H. & Hildebrand, S.F. (1941). Systematic catalogue of the fishes of the Tortugas, Florida with observations on color, habits and local distribution. *Papers from Tortugas Laboratory*, 34: 331 pp.
- Luckhurst, B.E. & Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of the substrate variables on coral fish communities. *Mar.Biol.* 49, 317-323.
- Middleton, M.J., Bell. J.D., Burchmore. J.J., Pollard. D.A. & Pease, B.C. (1984). Structural differences in the fish communities of *Zostera capricorni* and *Posidonia australis* seagrass meadows in Botany Bay, New South Wales. *Aquat.Bot.* 18, 89-109.
- Montgomery, W.L. (1990). Zoogeography, behavior and ecology of coral-reef fishes. In: *Ecosystems of the world: coral reefs*, (ed. Z. Dubinsky), Amsterdam: Elsevier: pppp. 329-357.
- Myrberg, A.A. & Thresher. R.E. (1974). Interspecific aggression and its relevance to the concept of territoriality in reef fishes. *Am.Zool.* 14, 81-96.
- Peters, K. (1951). Beiträge zur ökologischen Physiologie des Seepferdchens (*Hippocampus brevirostris*). *Z.vergl.Physiol.* 33, 207-265.
- Pollard, D.A. & Hartog den, C. (1984). Seagrasses: Consumer ecology and faunal relationships with special emphasis on recent studies in Australia. *Aquat.Bot.* 18, 1-42.
- Potts, G.W. & Wootton, R.J. (1984). *Fish reproduction: strategies and tactics*. London: Academic press inc.: 403 pp.
- Robertson, D.R. & Polunin, N.V.C. (1981). Coexistence: Symbiotic sharing of feeding territories and algal food by some coral reef fishes from the Western Indian Ocean. *Mar.Biol.* 62, 185-195.

- Russel, F.S. (1976). The eggs and planktonic stages of british marine fishes. London: Academic press
- Sale, P.F. (1978). Coexistence of coral reef fishes: a lottery for living space. *Environmental Biology of Fishes* 3, 85-102.
- Sale, P.F. (1991). Ecology of fishes on coral reefs. San Diego, Calif.: Academic Press Inc., 754 pp.
- Strawn, K. (1958). Life history of the pygmy seahorse, *Hippocampus zosterae*. Jordan and Gilbert, at Cedar Key, Florida. *Copeia* 1, 16-22.
- Svensson, I. (1988). Reproduction costs in two sex-role reversed pipefish species (Sygnathidae). *J.Anim.Ecol.* 57, 929-942.
- Thresher, R.E. (1976). Field experiments on species recognition by the threespot damselfish, *Eupomacentrus planifrons*, (Pisces: Pomacentridae). *Anim.Behav.* 24, 562-569.
- UNEP/IUCN (1988). Netherlands Antilles. In: Coral reefs of the world. Vol.1: Alantic and Eastern Pacific (ed. S.M. Wells), Cambridge: UNEP/IUCN: pppp. 229-238.
- Vari, R.P. (1948). The seahorses (Subfamily Hippocampinae). In: Fishes of the western North Atlantic (ed. J. Tee-Van), New Haven: Sears Foundation.f.Marine.Research.: pppp.173-189.
- Vincent, A.C.J. (1990). Reproductive ecology of seahorses. Dissertation. Corpus Christi College, Cambridge.
- Weber, H. (1924). Liebesspiele, Eiübertragung und Copulation bei *Hippocampus brevirostris*. *Zool.Anz.* 11/12, 281-290.
- Weinberg, S. (1981). A comparison of coral reef survey methods. *Bijdragen tot de Dierkunde* 51(2), 199-218.
- Williams, A.H. (1980). The threespot damselfish: a noncarnivorous keystone species. *Am.Nat.* 116, 138-142.
- Zaret, T.M. (1980). Predation and Freshwater communities. Yale Univ. Press, New Haven, Conneticut.
- Zaret, T.M. & Kerfoot, W.C. (1975). Fish predation on *Bosmina longirostris*: Body size selection versus visibility selection. *Ecology* 56, 232-237.

VII. BIJLAGE

Bijlage.1. Duikplaatsen waar naar zeepaardjes gezocht werd.

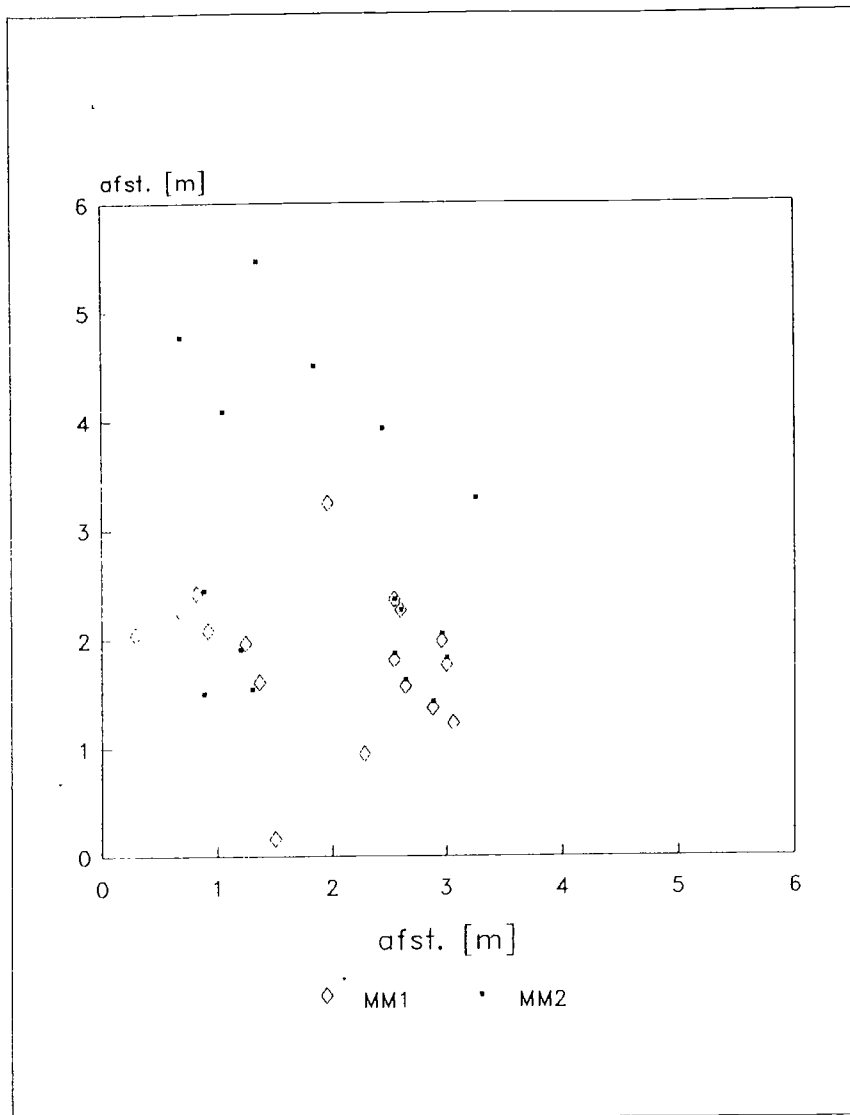
1:Willemstoren; 2:Margate Bay; 3:Invisibles; 4:Salt Pier; 5:Angel City; 6:Windsock; 7: Calabas Reef; 8:Town Pier; 9:Andrea I en II; 10:Oil Slick Leap; 11:Witches Hut; 12:Ol Blue; 13: Karpata; 14:Playa Funchi; 15:Slagbaai; 16:Cai. Ook in de lagune Lac (*) werd intensief naar zeepaardjes gezocht.



Bijlage.2. Indeling van de substraten in substraat-groepen.

I. Steenkoraal (Skleractinea)	II. Gorgonen (Gorgonacea)		III. Zand
	fijnvertakt	solitair of ge- vorkt	
Montastrea annularis	Plexaura homomalla	Plexaurella grisea	
M.cavernosa	Plexaura flexuosa	Briareum asbestinum	
Porites sp.	Pseudopterogorgia acerosa		
Siderastrea sp.	Pseudopterogorgia americana		
Millepora sp.	Pseudoplexaura ssp.		
Diploria sp.	Eunicea ssp.		
Meandrina me- andrites	Plexaurella dichotoma		
Agaricea sp.			
Collophyllia natans			
Dichocoenia sp.			

Bijlage.3. Homeranges van de concurrerende mannetjes bij Witches Hut I. Blauw omcirkelt: mannetje dat met vrouwtje paarde, groen: tijdelijk aanwezig mannetje.

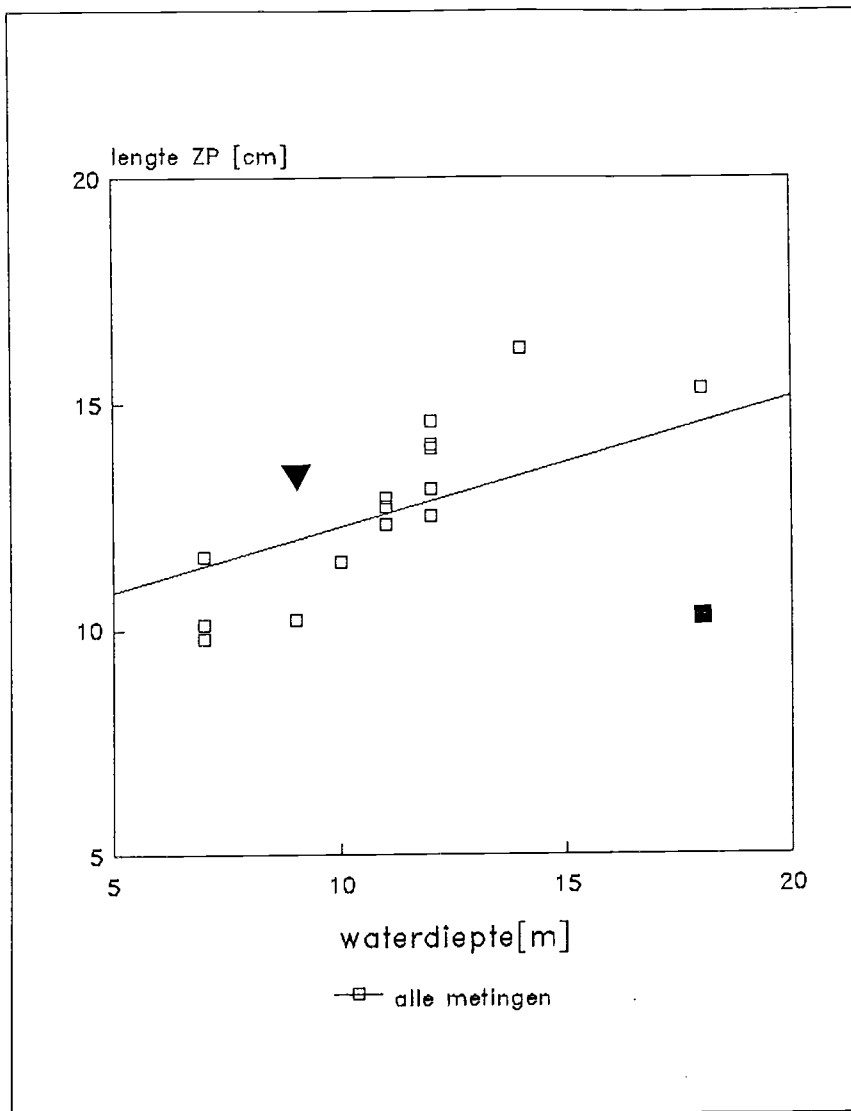


Bijlage.4. Lengte van *H.reidi* op het koraalrif en waterdiepte waarop zij zaten.

PLAATS	gesl.	lengte [cm]	diepte [m]
KARPATA	♂ +	14.1	12
	♀	16.2	14
WITCHES HUT I	♂ +	14.0	14
	♀	14.6	12
OIL SLICK LEAP	♂ -	---	11
	♂ +	12.7	11
	♀	13.1	12
ANGEL CITY	♂ +	13.5	9
	♀	10.2	9

WITCHES HUT II	♂	10.3	18
	♀	15.3	18
CALABAS REEF	♂ -	11.5	10
SOUTH BAY I	♀	12.5	12
II	♂ +	12.3	11
	♀	12.9	11
III	♀	11.6	7
	♂ +	9.8	7
	♀	10.1	7

Bijlage.5. Trend tussen lichaamslengte en diepte met betrekking van de mannetjes bij Witches Hut II (■) en Angel City (▼) bij het verband: $N= 17$, $r= 0.51$.



Bijlage.6. Periodes van het etmaal waarin de bevallingen plaatsvinden. Tijdstip waarop het mannetje nog zwanger was (datum en tijdstip dag 12) en het eerst daarop waargenomen tijdstip waarop het mannetje al bevallen was (datum en tijdstip dag 1). Het zijn alleen situaties gepresenteerd waar waar binnen een tijdsinterval van max. 12 uren de zwangerschapstoestand gecontroleerd werd. (*) geboortes in opvangkooi. De waarnemings-nummers korresponderen met fig.11..

PLAATS	DATUM [DAG 12]	TIJDSTIP [DAG 12]	DATUM [DAG 1]	TIJDSTIP [DAG 1]	NR. WAARN.
KP	24-09	18.30	25-09	06.23	1
KP	30-10	17.33	31-10	06.50	2
WH	11-08	17.30	12-08	06.30	3
WH	16-09	16.50	17-09	06.20	4
WH	03-11	18.10	04-11	06.35	5
OSL	27-08	17.20	28-08	06.28	6
OSL	20-09	15.15	21-09	06.16	7
AC	17-09	15.45	18-09	06.14	8
AC	22-10	18.15	23-10	14.50	9
WH *	10-10	18.00	11-10	06.45	10
WH *	22-10	17.05	23-10	06.15	11
OSL *	13-10	17.30	14-10	06.45	12
OSL *	25-10	18.00	26-10	07.00	13
OSL *	06-10	17.30	07-10	06.30	14
KP			01-09	06.10	
AC			30-09	05.15	15

Bijlage.7.

Substraten van *H.reidi*:

(A). Gorgonen zijn de meest gebruikte substraten (foto L.dePalm).

(B). Touwvormige sponzen worden bij South Bay door zeepaardjes als houvast gebruikt (foto L. dePalm).

(C). Het vrouwtje bij Karpata gebruikt vaak (dood) steenkoraal als substraat.

Interspecifieke interactie van *H.reidi* met rifvissen:

(D). Aanval van een yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*) tijdens een paringspoging van het paar bij Karpata. De zeepaardjes hebben net de gorgoon losgelaten om in de waterkolom op te stijgen.

(E). Aanval van juffervis (*Eupomacentrus planifrons*) op mannetje bij Witches Hut I.

A

B

C

D

E

~