

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen
slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming
van het NIOZ.

De groei van Mytilus edulis L. als functie
van de onderdompelingstijd
door

K. Everards

Intern verslag
over
werkzaamheden in het kader van zijn doctoraal
studie van april tot november 1970
aan
het NIOZ te Texel
voor

Prof. Dr. J.H. Stock

Instituut voor Taxonomische Zoölogie
Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam
onder leiding van
Dr. J.J. Beukema

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1973-2

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van het NIOZ.

De groei van Mytilus edulis L. als functie
van de onderdompelingstijd

door

K. Everards

Intern verslag

Inhoud

I. Summary	2
Samenvatting	2
II. Probleemstelling	3
III. Literatuuroverzicht	4
a. De voedseltoevoer	4
b. De omringende temperatuur	6
c. Saliniteit	7
d. Lichtintensiteit	8
IV. Methodiek, monsterplaatsen en materiaal	9
V. De Conditie Index	11
VI. Steekproeven van diverse natuurlijke populaties	12
Conclusies	13
VII. Resultaten en besprekingen van het eigenlijke experiment	13
Het asvrij drooggewicht	13
De Conditie Index	15
De verhouding asvrijdroog-schelpgewicht	16
De groei van de schelp	17
Relaties tussen hoogte, breedte en lengte van de schelp	20
De verhouding tussen volume en gewicht van de schelp	22
Het soortelijk gewicht van de schelp	23
VIII. De groei van mosselbroed van 1970	23
IX. Eindconclusies	25
X. Verantwoording	25
XI. Literatuurlijst	27
Tabellen en grafieken	

I. Summary

Growth rate of Mytilus edulis L. has been studied by means of transplantation experiments at three tidal levels at two places (Balgzand and Horntje) from April to November, 1970.

The main results were:

Growth rate was negatively correlated with tidal level (time of exposure to the air).

Slow growth goes with heavy shells.

At the same tidal level growth was much faster at Horntje than at the Balgzand.

The condition factor (i.e. ratio of dry meat weight to internal shell volume) was low at the Balgzand.

With increasing time of exposure to the air condition factor decreased at Horntje, as has been observed by many authors. At the Balgzand, however, an inverse relationship was found.

Specific gravity of the shell did not vary, neither with level nor with place.

The shells were found to grow allometrically.

Samenvatting

Van april tot november 1970 is een onderzoek gedaan naar de relatie tussen de groei van Mytilus edulis L, de litorale hoogte waarop hij is gevestigd en zijn standplaats (Horntje versus Balgzand).

Het onderzoek heeft tot de volgende conclusies geleid:

Mossels die hoog in de getijzone zijn gevestigd blijken een geringere groeisnelheid te hebben dan die uit de lagere delen der zone, ze hebben tevens een zwaardere schelp.

De groei van zowel de schelp als het vlees is op het Balgzand slecht in verhouding tot die op het Horntje; de Conditie Index - d.w.z. het asvrij drooggewicht per inwendig schelpvolume - is er eveneens zeer laag. Als mogelijke oorzaak is de hoge temperatuur en het hoge slibgehalte genoemd.

De Conditie Index neemt bij de Horntje-mossels af met de toenemende litorale hoogte, hetgeen overeenkomt met de bevindingen van de meeste onderzoekers. Bij de Balgzand-mossels is echter het tegenovergestelde geconstateerd.

Het soortelijk gewicht van de schelp is voor elk niveau en elke standplaats constant gebleken.

De groei van de schelp blijkt allometrisch te zijn.

II. Probleemstelling

Mytilus edulis komt in de litorale zone op verschillende hoogtes voor. In deze zone zal de groei voor een zeer groot gedeelte worden bepaald door zijn verticale verspreiding, immers hoe hoger hij voorkomt in deze zone, des te korter zal het contact zijn met het water en des te langer blijft hij verstoken van voedsel. Gedurende het droogliggen zal de mossel energie, nodig voor een aantal levensverrichtingen, moeten putten uit zijn reserves. Deze "geleende" energie zal weer moeten worden aangevuld tijdens de onderdompelingsperiode. Een langer of een permanent ondergedompelde mossel hoeft minder of geen energie aan te vullen, zodat er meer voor de groei overblijft. Te verwachten valt dan ook dat de "hogere" dieren een langzamere groei en een geringer vleesgewicht per eenheid van lengte bezitten dan de "lagere".

De aanpassing van de mossels aan de droogligperioden zal mogelijk ook met de hoogte variëren. Zo zal een "hoger" dier langer worden blootgesteld aan b.v. droogte, zonlicht en extreme temperaturen. We zouden derhalve kunnen verwachten dat de schelpgroei ook met de hoogte zal veranderen, immers de hogere mossels zullen vooral hun schelp gebruiken om bovengenoemde extremen het "hoofd" te bieden. Te denken valt hierbij aan de vorming van een dikke schelp met veel pigment, als bescherming tegen resp. extreme temperaturen en fel zonlicht. Een voorbeeld hiervan vond ik bij mosselschelpen uit de collectie van de heer Swennen (NIOZ). Daarin bevonden zich mossels die waren overgebracht van een hoog (op een dijk) gelegen groeiplaats naar een lage (permanente onderdompeling). De reactie van de dieren voor wat hun schelp betreft, komt overeen met wat ik hierboven heb verwacht: De dikke diepgegroefde zwarte schelpen vertoonden een nieuwe aanleg van bruin glad en dun materiaal, dat karakteristiek is voor de "lage" mossels (zie fig. 1^a).

Er zijn echter ook enige auteurs (o.a. Rao, 1953) die het tegenovergestelde vonden: Hoe lager in de getijzone, hoe dikker de schelp. Het hoofddoel van mijn onderzoek is dan ook na te gaan hoe groot de geschetste veranderingen zijn, in kwalitatieve en in kwantitatieve zin, als functie van de immersietijd.

Er bestond een vermoeden dat de mossels van het Balgzand in slechte conditie verkeren en dat hun groei niet bepaald optimaal is. Dit probleem is ook onderzocht en tevens is een poging gedaan om oorzaken aan te

wijzen die leiden tot de gevonden groeiverschillen tussen de dieren op het Balgzand en elders ('t Horntje).

Andere vragen waarop ik een antwoord heb trachten te vinden zijn:

Is het soortelijk gewicht van de schelp van standplaats en hoogte afhankelijk; verandert de schelpgroei met de grootte en de leeftijd van de mossel; hoe veranderen de onderlinge relaties tussen de breedte, de hoogte en de lengte met de groei van de schelp en met de litorale hoogte?

Op de volgende pagina's geef ik een gedetailleerd overzicht van wat mij uit de literatuur bekend is over bovengenoemde materie.

III. Literatuuroverzicht

De groei in de ruimste zin van de mossel is sterk afhankelijk van de hoogte waarop hij voorkomt in de litorale zone. (COULTHARD, 1929; FIELD, 1922; COE, 1941; 1942, 1943; RAO, 1953; SAVAGE, 1956; BAIRD & DRINNAN, 1957, BAIRD, 1966; LENT, 1967; SEED, 1968).

De belangrijkste factoren die hun invloed zullen doen gelden op de groei en die gekoppeld zijn aan de litorale hoogte, zijn:

- a). Voedseltoevoer,
- b). Omringende temperatuur,
- c). Saliniteit,
- d). Lichtintensiteit.

Ad a. De voedseltoevoer

De groeisnelheid van Mytilus californianus hangt sterk af van de toevoer van organisch materiaal. Er is geen lengtetoeename van de schelp als geen voedsel wordt opgenomen. (COE, 1943). Dat wil niet zeggen, volgens de auteur, dat het voedsel voldoende calcium levert voor de opbouw van de schelp; het is echter wel een aanwijzing dat er een minimale hoeveelheid Ca nodig is voor de stofwisseling. COE wijst twee andere Ca-bronnen aan: a) het zeewater en b) de kleine deeltjes van schelpen die met het voedsel worden opgenomen. Aangezien de pH van de maagvloeistof 5,92 - 5,95 is, zou deze in staat zijn het benodigde Ca uit deze partikeltjes vrij te maken. Mogelijk zelfs is dezelaatste de belangrijkste bron. Voor beide geldt: geen Ca toevoer als de mossel niet is ondergedompeld. Volgens COE hebben proeven aangetoond dat de mossel als aanvulling op het voedsel Ca uit het zeewater kan opnemen. Er is geen reden om aan te nemen dat iets anders geldt voor Mytilus edulis (FOX, 1936-1941; HARGER, 1970).

Energieverlies tijdens droogligging

DUGAL & FORTIER (1941) toonden aan dat mossels die enige dagen uit het water zijn gehaald een verhoogde Ca-concentratie vertoonden in de mantelholte vloeistof "shell liquor". BAIRD en DRINNAN (1957) vonden aanwijzingen dat deze verhoogde concentratie wordt veroorzaakt door inwendige schelperosie, d.w.z. door een actief ontkalkingsproces, tijdens de periode van emersie. Het Ca wordt naar de weefsels en de shell liquor getransporteerd. Het gehele proces vereist energie die uit de weefsels wordt geput.

Een tweede proces dat energie kost is het basaalmetabolisme. Gedurende de periode van droogligging is de schelp gesloten; voedseltoevoer is er niet, zodat ook hier de benodigde energie uit de weefsels wordt geput. Beide processen hebben reductie van het vlees ten gevolge. Onder gemiddelde omstandigheden wordt dit verlies weer aangevuld tijdens de immersie. De auteurs poneren nu de volgende stelling: "De energiebehoefte kan een beperkende factor zijn bij de penetratie van de hogere delen van de litorale zone". KUENEN (1942) was al tot eenzelfde conclusie gekomen: "Er kan geen twijfel over bestaan dat de behoefte aan voldoende voedsel de belangrijkste beperkende factor is in de hogere delen van de getijzone".

In 1966 voert Baird een aantal experimenten uit, waarbij hij tot de volgende conclusies komt: "De maximale hoogte waarop de mossel kan doordringen is die, waarbij het energieverlies tijdens het droogliggen even groot is als de energiewinst in de vorm van voedsel tijdens de immersie". Zo vindt hij boven 56% emersie per etmaal geen groei meer (Conway, Schotland); dit komt daar overeen met een hoogte van 10 voet boven L.W.S. COULTHARD (1922) komt tot 50% of meer, terwijl SEED (1968) nog groei vindt tot 75% emersie.

Een litorale mossel van een bepaalde lengte zal een grotere verhouding hebben wat betreft schelpgewicht/vleesgewicht dan zijn sublitorale soortgenoot. (BAIRD, 1957). Deze toename wordt enerzijds veroorzaakt door een vleesreductie en anderzijds door toename van het schelpgewicht. Dus ondanks het ontkalkingsproces, waarop hierboven is gewezen, heeft een litorale mossel een dikkere schelp dan een sublitorale van dezelfde lengte! BAIRD voert hiervoor de volgende verklaring aan: "Er zijn", zegt hij, "aanwijzingen dat de schelpaanleg een continu gebeuren is, zolang de Ca-bron toegankelijk is, dus zolang de mossel is ondergedompeld. Als men de groei beschouwt in eenheden van tijd, dan zal, in het geval van een litorale mossel (geval A, fig. 1^b), de schelpgroei ab (lengte en dikte) gelijktijdig plaatsvinden met de vleesgroei ijz als de mossel is

ondergedompeld. Tijdens de periode van droogliggen vindt verlies aan vlees plaats (x) dat de nodige energie kan leveren voor het basaalmetabolisme en voor de schelperosie. Gedurende de volgende periode van immersie wordt cd aan schelpmateriaal neergelegd, doch om dezelfde conditie te handhaven moet het vlees eerst tot z groeien. Er zijn vier periodes nodig om lengte M te bereiken; er zijn dan vier schelpdikte-eenheden aangelegd.

Bij een sublitorale mossel (geval B, fig. 1^b) zijn geen verliezen, veroorzaakt door het basaalmetabolisme als het dier zich niet voedt, grootte M wordt al na drie groeiperiodes bereikt, met een daaraan verbonden reductie aan dikte en gewicht van de schelp. De leeftijdverhouding tussen de mossels A en B is 8 : 3, die van hun schelpgewichten is 4 : 3, aangenomen dat de droogligperiode 50% van een etmaal bedraagt".

Ook SEED (1968) komt tot de conclusie dat de stagnatie van de voedseltoevoer de bovengrens bepaalt van het voorkomen in de getijzone. Deze grens is volgens hem afhankelijk van locale omstandigheden.

RAO (1953) komt tot het tegenovergestelde: "Mossels die permanent onder water zitten, hebben een groter schelpgewicht voor elk gegeven gewicht der weke delen. Dit wordt veroorzaakt door een langere periode van onderdompeling-blootstelling aan de Ca-bron-waardoor een grotere schelpaanwas kan plaatsvinden".

Ad b. De omringende temperatuur

Mossels, die hoger in de getijzone zijn gevestigd, zijn langer blootgesteld aan extreme temperaturen dan hun soortgenoten uit de lagere delen. Indien de dagtemperatuur hoog is zal het basaalmetabolisme groter zijn, m.a.w. gedurende de emersieperiode zal er een groter energieverbruik zijn, hetgeen resulteert in een sterkere reductie van het vleesgewicht. Op de banken komen vaak stagnerende poelen voor, d.w.z. plaatsen waarin het water blijft staan gedurende laag water. In zulke poelen kan de watertemperatuur zeer hoge waarden bereiken. KUENEN (1942) vond dat 28°C niet ongewoon is. Het lijkt niet onaannemelijk dat er dan O₂ gebrek kan ontstaan, hoewel de auteur zuurstof als beperkende factor uitsluit. Volgens hem is het verbruik daar te gering voor.

COE & FOX (1941) stelden vast, dat de groei van Mytilus californianus het grootst is bij temperaturen van 16 - 18°C en het kleinst daarboven en -beneden. (Zuid-Californië). De auteurs maken in het artikel niet duidelijk of zij hier zowel schelp-als vleesgroei bedoelen, of alleen de eerste. BOETIUS (1962) & BAIRD (1966) vinden een maximale schelpgroei bij Mytilus edulis in de warmste maanden. COULTHARD komt tot een optimale

temperatuur van $10 - 20^{\circ}\text{C}$, mogelijk zelfs nog hoger. Echter bij een beduidend hogere temperatuur gingen de proefdieren dood, waardoor, volgens de auteur, het gemiddelde werd gedrukt.

Ook zeer lage temperaturen zijn ongunstig voor de mossel. In de winter zullen de hoger gelegen dieren een sterkere invloed ondervinden van de vorst (ijsgang, neerslag en wind) dan hun soortgenoten van de lagere niveaus. (KUENEN, 1942; CAULLERY, 1929; BLEGVAD, 1929). In de winter 1946/'47 werd een zeer groot deel van de op het wad droogvallende mosselbanken in de Waddenzee vernietigd. (BAHR, 1949). Aangezien mosselbroed zeer veel beter bestand is tegen vorst, heeft er een selectie plaats op de hogere banken voor wat betreft de leeftijdsopbouw van een populatie ten gunste van de jongere dieren.

In de maand met de hoogste temperatuur treedt groeiremming bij Mytilus californianus op (COE, 1944). BAIRD (1966) en BOETIUS (1962) laten zien, dat juist in die periode de schelpgroei maximaal is. De experimenten van de laatste auteurs zijn uitgevoerd op een hogere geografische breedte met Mytilus edulis. Het verschil in groeisnelheid van mossels op verschillende niveaus is het grootst gedurende de periode met de hoogste luchttemperatuur. (BAIRD).

Ad c. Saliniteit

In zijn hermetisch afgesloten schelp is de mossel zeer goed beschermd tegen extreme omstandigheden (temperatuur, droogte, saliniteit, etc.) Door droogte, regen en door hoge verdamping kan het zoutgehalte sterk variëren, vooral in stagnerende poelen. KUENEN (1942) ziet geen direkt aanwijsbare gevolgen voor een korte periode van verzoeting. In gematigde streken zullen extreme zoutgehaltes slechts kort en infrequent optreden. De mossels zijn gedurende een zo korte periode goed beschermd in hun schelp. BAIRD (1966) vindt een groeiremming bij reductie van het zoutgehalte. Hij vond verder dat de dieren zich kunnen aanpassen aan zeer lage saliniteiten in de orde van $10^{\circ}/\text{oo}$, waarbij ze normaal kunnen functioneren. De aanpassing zal in ons land wel niet kunnen plaatsvinden, aangezien dergelijke periodes te onregelmatig voorkomen. In de literatuur heb ik geen verband kunnen vinden tussen groei en het zoutgehalte. Alleen is er een studie verschenen over de overlevingstijd bij verschillende concentraties (FOX, 1936 - 1941). Uit het feit dat de mossel geen of slechte byssusdraden vervaardigt als de saliniteit zakt tot onder $17 - 18^{\circ}/\text{oo}$ (DODGSON, 1928; FOX, 1936 - 1941) kan worden afgeleid dat de mossel zal migreren naar wateren met een hoger zoutgehalte.

Deze migratie is waarschijnlijk een passief gebeuren (MAAS GEESTERANUS, 1942).

Ook bij hoge zoutgehaltes (boven 52^o/oo) vormen de mossels geen byssusdraden (FOX). Dergelijke hoge waarden zullen op de warmste dagen zelfs niet voorkomen; komen ze toch voor, dan zal, evenals bij verzoeting, dit slechts van korte duur zijn, zodat het sluiten van de schelp voldoende zal zijn om deze kortstondige periode het hoofd te bieden.

Het verschijnsel dat een mossel onder bepaalde omstandigheden geen byssus maakt, of dat hij zich losmaakt van zijn substraat, is uitvoerig besproken door MAAS GEESTERANUS (1942). Een mossel die aldus is losgeraakt zal met de stroom worden meegevoerd. Daar waar de troomsnelheid geringer wordt zal de mossel naar de bodem zakken. Vindt hij daar een geschikt substraat, dan zal hij zich eraan vasthechten; anders wacht hij tot hij opnieuw door de stroom wordt meegevoerd. Deze migratie zal zó lang doorgaan tot een passend substraat is gevonden.

Ad. d. Lichtintensiteit

Licht heeft een remmende invloed op zowel schelp-als vleesgroei.

(HUNTSMAN, 1921; SEED, 1968). Volgens COULTHARD (1929) remt ook volledige duisternis de groei. Ook BUENAVENTURA (1960) komt tot deze conclusie.

Alle auteurs vinden dat de schelpen die in het donker groeien een dunnere schelp bezitten, die bruin is gekleurd, terwijl in licht opgegroeide dieren een dikke zwarte schelp bezitten. Dieren van de hogere niveaus hebben eveneens dikke zwarte schelpen. De biologische betekenis zou zijn, dat de dieren zo bescherming vinden tegen de nadelige effecten van het zonlicht. Het lijkt mij echter zeer de vraag of deze conclusie mag worden getrokken, hoe aantrekkelijk zij ook lijkt. Waarschijnlijk is het wel, dat hier van een bescherming sprake is tegen extreme omstandigheden; het aandeel van het zonlicht lijkt mij echter niet zo groot. Blootstelling aan de lucht veroorzaakt een complex van reacties en het is zeer moeilijk vast te stellen welk deel van het complex verantwoordelijk is voor een zeker deel van die reacties.

We kunnen deze inleiding besluiten door op te merken dat verschil in onderdompelingstijd aanleiding zal geven tot verschil in groei in de ruimste zin.

III. Methodiek, monsterplaatsen en materiaal

Mossels van 16,5 - 18,5 mm (Klasse 1) en van 25 - 28 mm (Klasse 2) zijn medio april 1970 verzameld van een bank tegenover de sluis van de Prins Hendrik polder op Texel. Klasse 1 heeft zich daar waarschijnlijk gevestigd in het najaar van 1969, klasse 2 in de zomer van dat zelfde jaar. De groottekeuze is willekeurig; van deze klasse waren de meeste dieren aanwezig. De bank ligt ongeveer op NAP hoogte.

De monsters zijn a-select verzameld en op het laboratorium geselecteerd op de betreffende groottes. De dieren zijn gespoeld in leidingwater, daarna heeft droging bij kamertemperatuur plaatsgehad. Op de schelp is een merkteken aangebracht met Remaille, een pastavormige emaille in tubevorm. Remaille wordt gebruikt voor het repareren van gesprongen emaillelak van b.v. ijskasten en wasmachines. Het is in verschillende kleuren te krijgen, zodat allerlei kleurencombinaties de beginlengte kunnen symboliseren. De hechting op de schelp is redelijk goed. Mijn ervaring is dat de kleur rood het best op de schelp hecht. Ongeveer 20% van de merken zijn verloren gegaan. Gelukkig is dat geen bezwaar gebleken, aangezien de gehele behandeling van de dieren een tijdelijke groeistop veroorzaakt, waardoor "check marks" ontstaan op de schelpen, die later goed zijn terug te vinden. Ook tijdens ongunstige perioden worden van deze-zij het minder duidelijke-ringen gevormd. Het ontstaan van deze marks wordt volgens SEED (1969) veroorzaakt doordat de mantel zich onder ongunstige omstandigheden een beetje terugtrekt, zodat de groei aan de rand stagneert. De schaaldiktegroeï gaat echter normaal door. Zo ontstaat een verdikking die later is terug te vinden als een check mark. De dikte van de ring is evenredig aan de mate van verstoring. De mossels zijn op netten uitgezet op de monsterplaatsen. Om de dieren op deze netten te laten hechten zijn ze enige tijd (gemiddeld een week) in eternietbakken gebracht, gevuld met zeewater dat werd geaëreerd. Het water in de bakken is elke dag ververs.

De monsterplaatsen

A. Het wad benoorden de NIOZ haven. Hier werden de netten horizontaal opgehangen tussen palen op een hoogte van 10,60 en 90 cm, hetgeen overeen komt met resp. -70, -20 en + 10 cm t.o.v. NAP. Een probleem was, dat de dieren, eenmaal op het wad gebracht, loslieten en met de stroom werden weggevoerd. Om deze migratie te voorkomen werden de netten voorzien van twaalf cm. hoge opstaande wandjes. Dit bleek nog niet afdoende. Nadat de

netten waren afgedekt, zodat er een gesloten systeem ontstaan was, trad er geen verlies van proefdieren meer op. Voor zowel wand als "deksels" is hetzelfde nettenmateriaal gebruikt. De maaswijdte bedroeg circa 12 mm. Per niveau werden zo'n 300 mossels opgebracht. De hoogten der niveaus werden bepaald aan de hand van de hoogteschaal van Rijkswaterstaat in de NIOZ-haven.

Data waarop de mossels op de monsterplaatsen zijn gebracht:

Klasse 1: op 24/4; laagste niveau aangevuld op 27/5 met dieren van dezelfde gemiddelde lengte als de nog overgebleven mossels.

Klasse 2: op 24/4; alle niveaus opnieuw gevuld op 27/5.

B. Het vlot in de NIOZ-haven.

In het vlot bevinden zich sleuven; in een ervan werd een eterniet bak gehangen, zodanig, dat de mossels, die zich op eenzelfde net bevonden als bij A. beschreven, permanent ondergedompeld waren.

Ook hier hebben zich moeilijkheden voorgedaan. De bak is verpletterd onder het vlot tijdens zeer laag water. De mossels konden voor een groot deel **weer** worden opgevisst. De dieren werden daarna in een viskorf, waarvan de bodem is vervangen door een net, geplaatst. Een groot deel van klasse 2 hing als reserve in een net onder het vlot. In de mand werden ook nog mossels gezet met een lengte van 21-23 mm. De korf werd in de sleuf op het vlot geplaatst. Ook deze ging verloren tijdens een zware Oosterstorm. Bij toeval vonden duikers hem terug in het najaar. Doordat van klasse 2 een behoorlijke reserve was, is de bemonstering gelukkig niet in gevaar gekomen. Data waarop de mossels zijn opgebracht:

Klasse 1: op 18/4 (in eternietbak)

op 26/5 dieren met een lengte van 21-23 mm in de mand gebracht.

Klasse 2: op 18/4 (in eternietbak)

op 26/5 in de mand en in het net.

C. Het balgzand. (zie Fig. 2) De letter B markeert de plaats waar de monsterplaats zich bevond. Het is de enige mosselbank van betekenis in omgeving. Het hoogste punt van de bank bedraagt -40 tot -50 cm t.o.v. NAP. Op drie niveaus zijn netten op de bodem geplaatst te weten: -45; -65 en -82 cm t.o.v. NAP. De laatste bevond zich aan de rand langs een geul. De hoogtes zijn bepaald met een eenvoudige getijdemeter; (Fig. 2 en 3). Met behulp van het getijdenboekje zijn deze hoogtes, ook die van het Horntje, omgerekend in onderdompelingspercentages per etmaal; (Fig. 4). Aangezien de gemiddelde getijdenkromme geen rekening houdt met afwijkende windrichtingen en -krachten zullen deze percentages niet nauwkeurig zijn; zo zou het niveau B1 slechts 3 % van een etmaal droogliggen. In werkelijkheid is dit percentage verscheidene keren overschreden. Deze afwijkingen

zullen echter geen of nauwelijks invloed hebben op de onderlinge vergelijkingder percentages.

Wandjes om de netten bleek voldoende om migratie tegen te gaan.

Data waarop de mossels zijn opgebracht: 20/4 (klasse 1 en 2)

De bemonstering. Eenmaal per maand werd een random monster getrokken, bestaande uit ongeveer 20-25 dieren van elke lengteklasse. Aangezien alleen tijdens laag water gewerkt kon worden, kon niet altijd dezelfde dag het materiaal verwerkt worden.

Methodiek (in volgorde van verwerken).

- 1) Schelpen werden ontdaan van zeepokken en andere aanhangsels.
- 2) Spoeling in zeewater.
- 3) Spoeling in zoet water.
- 4) Droging met een doek.
- 5) Bepaling van uitwendig volume (Vuitw.) in een maatcylinder gevuld met zoet water. Vastgesteld werd dus de waterverplaatsing. De grootte van de cylinder hing af van het aantal en de grootte der dieren. Vuitw. uitgedrukt in cm^3 .
- 6) Meting van hoogte, lengte en breedte der schelpen met behulp van een schuifmaat. De grootheden waren per definitie de grootste afstanden in respectievelijk hoogte-, lengte- en breedterichting.
- 7) Verwijdering van het vlees uit de schelp door de mossels in kokend water te leggen. Zodra de kleppen weken werd het dier uit het water gehaald waarna de sluitspieren losgeprepareerd werden. De byssusdraden werden vervolgens verwijderd en het vlees werd geplaatst in een droogstoof van 60°C , waarin het twee dagen verbleef.
- 8) Bepaling schelpwandvolume (Vwand) als onder 5. Droging van de schelpen als onder 7.
- 9) Bepaling van het drooggewicht van schelp en vlees in resp. twee en vier decimalen nauwkeurig.
- 10) Verassing van het vlees bij 600°C gedurende twee uur. Het verschil tussen drooggewicht en asgewicht levert het asvrijdrooggewicht.

V. : De conditie index. (afgekort: C.I.)

Als maat voor de relatieve vleesinhoud werd de C.I. gebruikt, d.w.z. dat deel van het inwendig volume dat wordt ingenomen door het vlees. De gevolgde methode is die van Korringa (1955). Volgens deze auteur is de C.I. per definitie:
$$\frac{\text{droog vleesgewicht}}{\text{schelpholte vol.}} \times 1000$$

Baird (1957) gebruikte de volgende definitie: $\frac{\text{vleesvolume}}{\text{schelpholte vol.}} \times 1000$

Het bepalen van het drooggewicht is m.i. nauwkeuriger, immers bij het verwijderen van het vlees uit de schelp blijven meestal resten van de sluitspieren achter, die daarna verwijderd worden. Deze resten zouden ook in de maatcilinder moeten worden gedaan bij de vleesvolume-bepaling. Deze zijn, als de meting is verricht, moeilijk in de vloeistof terug te vinden. Dit heeft consequenties voor het droog- en asvrijdrooggewicht. Bij het bepalen van de C.I. volgens Korringa wordt het uitgerepareerde vlees direct in een porceleinen schaalje gedaan zodat er ook niets verloren gaat. Er bestaat een lineaire relatie tussen gewicht en volume van het vlees (Baird) zodat de een uit de andere is te berekenen.

Korringa gebruikt ter bepaling van het drooggewicht de tolueen-methode d.w.z. de uitdrijving van water met behulp van tolueen, dat een kookpunt heeft van 111°C .

De mossels worden in een destillatiekolf gekookt waarbij het uitgedreven water elders wordt opgevangen.

Baird volgt een andere methode. Hij baseert het drogen op de wetenschap dat na circa drie uur het vleesgewicht een constante waarde heeft verkregen, doordat al het water is verdampt of in het onder het vlees gelegen filtreerpapier is opgezogen (fig.5); dit alles gebeurt in een normale laboratoriumruimte.

Het bezwaar van deze methode lijkt mij dat de drooggewichten geen reproduceerbare waarden opleveren, immers de condities in een dergelijke ruimte kunnen sterk variëren. In een droogstoof zijn de condities constant en beschrijfbaar, waardoor steeds onder dezelfde omstandigheden wordt gedroogd.

VI. Steekproeven van diverse natuurlijke populaties

Voordat ik het eigenlijke experiment zal behandelen, wil ik eerst demonstreren hoe mossels zich gedragen in natuurlijke populaties op verschillende hoogtes in de litorale zone.

Hiertoe heb ik steekproefsgewijs een aantal monsters verzameld in de omgeving van het NIOZ en op het Balgzand (Fig. 5).

De mossels zijn op dezelfde manier verwerkt als beschreven op pagina 11.

De monsterplaatsen

A. Het wad grenzend aan het NIOZ haventje (in de nabijheid van de H-monsterplaatsen)

B. Tegenover de sluis van de Prins Hendrikpolder. Van deze plaats zijn de proefdieren van de monsterplaatsen B, H en vlot verzameld.

C. Achter de Vangdam bij Den Helder.

Er zijn geen hoogtebepalingen gedaan. De bemonstering dient slechts om mossels van verschillende hoogte van één plaats te vergelijken.

D. Aan de voet van de dijk tegenover het NIOZ provisorium. (hoog)

E. Op het Balgzand naast monsterplaats Bh. (hoog).

F. In de waddenzone tussen Oosterend en Oudeschild, verzameld met de "Ephyra".

De resultaten zijn in tabel I^a weergegeven.

Conclusies uit de steekproeven A t/m F:

1. Het soortelijk gewicht is een constante, onafhankelijk van de groeiplaats.
2. De grootte van de schelp is niet alleen bepalend voor de verhouding H/L, doch de groeiplaats levert ook kleine verschillen op bij eenzelfde lengte.
3. De C.I. wordt kleiner naarmate de immersieduur afneemt.
4. Uitwendig volume-gewicht ratio wordt kleiner naarmate de immersieduur afneemt.
5. De verhoudingen B/H en B/L nemen af naarmate de immersieduur toeneemt.
6. De verhouding asvrij drooggewicht-schelpgewicht neemt toe als de immersieduur toeneemt.

VII. Resultaten en Besprekingen van het eigenlijke experiment

De groei van Mytilus edulis in niet-natuurlijke populaties

Alle resultaten zijn in tabelvorm achterin het verslag geplaatst.

Het asvrij drooggewicht. (fig.6)

Er is een groot verschil tussen het asvrijdrooggewicht (A.D.) van de mossels op het Balgzand enerzijds en die van het vlot en het Horntje anderzijds, met uitzondering van het niveau Hh; het lage A.D. van de laatste zal voor het grootste deel worden veroorzaakt door het zeer geringe onderdompelingspercentage.

Op fig. 7 is de gemiddelde temperatuur weergegeven van lucht en water van verschillende monsterplaatsen. Perioden met relatief lage temperaturen zijn: mei, een groot deel van juni en van september. Perioden met een relatief hoge temperatuur zijn: juni en augustus. In het eerste tijdvak neemt het asvrijdrooggewicht van de Balgzandmossels relatief sterk toe,

in het laatste niet of nauwelijks. Een hoge temperatuur heeft kennelijk een ongunstige invloed op de vleesaanwas. Er dient op te worden gelet dat de watertemperatuur op het Balgzand door twee oorzaken gemiddeld hoger zal zijn dan die op het Horntje, te weten:

- a) Het Balgzand is gemiddeld veel ondieper dan de Texelstroom,
- b) Tijdens laag water zullen de banken, de poeltjes en de plassen op het Balgzand sterk worden verhit op zomerse dagen, waardoor het eerst opkomende water bij vloed, dat over de banken stroomt, zeer warm zal worden. Het gevolg is een hoger (basaal)metabolisme hetgeen een relatief langzamere groei van het vlees zal betekenen, vooral in combinatie met een waarschijnlijk geringer voedselaanbod, althans ten opzichte van het verhoogde metabolisme.

Zoals in de inleiding al is vastgesteld vond Rao een niet evenredige toename van de pompcapaciteit bij toenemende temperatuur. Dit gold voor M. californianus. Gegevens over M. edulis zijn mij niet bekend. Fox (1936-1941) ziet geen beletsel om kwalitatieve gegevens over M. edulis te gebruiken bij de studie van M. californianus. Harger (1970) verrichtte een vergelijkende studie over beide soorten. De resultaten vertonen een sterke kwalitatieve overeenkomst. Onder zeker voorbehoud zullen de gegevens van Rao derhalve ook gelden voor M. edulis. Dan zal het zo zijn dat hoe hoger de mossel zich in de litorale zone bevindt, des te meer neemt de pompcapaciteit af en des te geringer wordt de opname.

Het is dus zeer wel mogelijk dat er een discrepantie zal ontstaan tussen groei en voedselopname, met gevolg een relatieve afname van het vleesgewicht. Aldus is het mogelijk dat de mossels op het Balgzand een geringer vleesgewicht hebben dan die op het Horntje. Er is nog een andere verklaring mogelijk:

Het water op het Balgzand vertoont een hoger slib- en zandgehalte; hierdoor zal een remming kunnen optreden van de voedselopname en wel om de volgende redenen:

- a) Een relatief groot deel van het op te nemen voedsel zal bestaan uit zand en slib; ⁱⁿ een volume eenheid water zit dus minder voedsel. Een verhoging van de pompsnelheid is slechts beperkt mogelijk (zie hierboven)
- b) Er treedt een vermindering op van de efficiëntie van het filtersysteem.
- c) Slib en zand werken belemmerend op de inwerking van het maagsap op het voedsel.
- d) Om de partikeltjes slib en zand te verwijderen is energie nodig.

In de literatuur heb ik geen gegevens kunnen vinden over de invloed van dergelijke deeltjes op de groei van de mossel. In de tabellen Ia, Ib en Ic

vindt men de percentages asgewicht t.o.v. het droog. Duidelijk blijkt hieruit dat het relatieve asgewicht voor de B-mossels in alle gevallen hoger is dan die van het Horntje; het bestaat uit anorganische verbindingen, die waarschijnlijk voor de diverse monsterplaatsen weinig verschillen, kwantitatief gezien. Het grootste verschil zal daarom worden veroorzaakt door slib en zand, dat op het vlees aanwezig was.

Zoals te verwachten was bestaat er een negatieve relatie tussen de littorale hoogte en het A.D. Op de oorzaken van dit verschijnsel is uitvoerig ingegaan in de inleiding. Het kwam er op neer dat dieren die laag in de getijzone zijn gevestigd de voedselbron langer tot hun beschikking hebben, waardoor ze per immersieperiode meer voedsel kunnen opnemen en minder energie verliezen gedurende de droogligging aan hun basaalmetabolisme.

De Conditie Index (C.I.)

In figuur 8^b en 9^b is het verloop van de conditie index weergegeven voor de verschillende niveaus. Hoe hoger in de littorale zone des te lager is de C.I. geldt slechts voor de Horntje-dieren en komt overeen met de conclusie van Baird & Drinnan (1957). Voor de Balgzand-dieren geldt echter het tegenovergestelde. Als enige verklaring hiervoor kan ik aanvoeren: De toestand van het vlees is op alle niveaus even miserabel (zie fig. 6), doch doordat de schelp op de laagste plaats sneller groeit dan die op de hogere, is de C.I. er kleiner. Deze verklaring lijkt mij zeer aannemelijk, immers de C.I. is een verhoudingsgetal dat niets zegt over de hoeveelheid vlees. Het zegt alleen iets over de verhouding vlees inwendig volume. Het beste is dit te illustreren met de C.I. van de Hh dieren. Het inwendig volume is steeds het minst van alle mossels (fig. 8^a en 9^a), terwijl het asvrijdrooggewicht in de grootte-orde ligt van de Balgzand mossels. Toch heeft deze groep een hoge C.I.

De C.I. kan zeer sterk variëren als er maar een geringe verandering optreedt in het asvrijdrooggewicht en in het inwendige volume. Bekijken we de periode van 1/7 tot ca. 15/8, dan zien we een sterke daling van de C.I. (voor het Horntje), die wordt veroorzaakt door een sterkere toename van Vinw., terwijl het asvrijdrooggewicht onveranderd blijft toenemen. (fig. 6, 8^a en 9^a).

De C.I. van de Balgzand mossels blijft voortdurend dalen. Dit wordt veroorzaakt door een relatief sterke toename van Vinw die in de orde-grootte ligt van de H-mossels. (fig. 8^a en 9^a).

De door mij gevonden C.I. ligt aanmerkelijk hoger dan die welke Korringa (1955) vindt. De auteur komt tot een maximum van 140, een grotere C.I.

treft men, aldus hem, zelden aan. Vermoedelijk wordt dit verschil veroorzaakt door de manier van vlees drogen. Korringa gebruikt tolueen als middel om het water uit het vlees te verdrijven. Aangezien tolueen een zeer goed organisch oplosmiddel is zal een deel van het vet gedurende het koken worden opgelost en met de damp worden weggevoerd.

In het bovengenoemde artikel wijst Korringa er op dat het kwaliteitsonderzoek moet geschieden in november en december, dus na het "vet" worden der dieren. In fig. 8^b en 9^b is vanaf medio september een sterke daling te zien van de C.I., veroorzaakt door een afname van het vleesgewicht. (fig.6) vooral bij de Hm en Hl dieren.

Merkwaardig genoeg neemt het vleesgewicht van de B-dieren juist toe, hetgeen meer in overeenstemming is met wat Korringa opmerkt.

Baird (1957) vindt een afname van de C.I. beginnend in februari, veroorzaakt door de afscheiding van geslachtsproducten; het herstel van de conditie is eerst in juli een feit.

De verhouding asvrijdroog-schelpgewicht (A.D./S.g.)

Baird (1957) vond dat de verhouding schelpgewicht-nat vleesgewicht kleiner wordt naarmate de dagelijkse immersieduur toeneemt. Hij zag als oorzaak enerzijds een relatieve afname van het gewicht van de schelp, anderzijds een relatieve toename van het vleesgewicht. Rao (1953) vond echter het tegenovergestelde. In het artikel zegt deze laatste auteur dat een sublittorale mossel de calciumbron langer ter beschikking staat, waardoor meer calcium kan worden afgezet.

Voor wat betreft de mossels op het Horntje kom ik tot dezelfde conclusie als Baird, dus een positieve relatie tussen onderdompelingsduur en de verhouding A.D.-S.g. Bij de Balgzandmossels vind ik juist het tegenovergestelde, waardoor Rao in het gelijk gesteld wordt. Een verklaring van het laatste geval is dezelfde als die ik heb gegeven bij de C.I. van de Balgzanddieren. Nu rijst de vraag: welke van beide auteurs zal het algemene geval beschreven hebben?

Ik heb vnl. aanwijzingen pro-Baird gevonden. Zie de steekproeven van verschillende niveaus op diverse plaatsen, waarover op p. 12-13 reeds uitvoerig is gesproken. Van deze monsters heb ik ook A.D./S.g. bepaald, welke in tabel 1^b zijn neergezet.

Uit de tabel 1^b valt af te leiden, dat A.D./S.g. de neiging heeft toe te nemen bij toenemende immersieduur, hetgeen overeenkomt met de theorie van Baird & Drinnan. Ook kan men de voorzichtige conclusie trekken dat de verhouding A.D./S.g. afneemt bij toenemende grootte. Er dient echter wel op

gelet te worden, dat het asvrijdrooggewicht aan zeer sterke variatie onderhevig is. Vergelijkingen kunnen alleen getrokken worden tussen monsters, die op hetzelfde moment en op een zelfde plaats verzameld zijn, tenzij men de oecologische omstandigheden volledig kan beschrijven en kan kwantificeren.

A. De groei van de schelp.

De lengtegroei van de schelp. (zie de figuren 10 en 11)

Er is duidelijk een positieve relatie waar te nemen tussen de schelpgroei en de onderdompelingstijd. (fig. 11a en 11b). Voor het Balgzand lijken deze relaties min of meer op rechten, voor het Horntje lijken het verzadigingskrommen. Wat de eerste betreft, komen mijn bevindingen redelijk goed overeen met die van Coulthard (1929). Deze auteur vindt bij een onderdompelingspercentage van meer dan 60% ook rechten, althans nadat zijn experimenten 5 tot 6 weken bezig zijn. Voor het Horntje bestaat er een lineair verband tussen de groei en het immersie percentage, tot 60% althans; daarboven houdt de groei een gelijke tred met de onderdompeling; er treedt een beperkende factor op. Waarschijnlijk ligt deze beperking opgesloten in de gehele biologie van het dier: meer dan maximale groei kan niet optreden als het voedsel in overmaat aanwezig is, ook al neemt de periode, waarin het wordt aangeboden, toe. De verzadigingsdrempel is sterk milieu-afhankelijk. Baird & Drinnan (1957) vinden overeenkomstige curven. Rao (1953) heeft een onderzoek gedaan naar de relatie tussen pompsnelheid en de littorale hoogte. Hij constateerde dat er een relatieve afname is in de pompsnelheid als het vleesgewicht toeneemt. Deze gewichtsafhankelijkheid wordt groter naarmate de temperatuur afneemt en de dieren hoger in de zone zijn gevestigd. Zo kunnen wij ons voorstellen dat op het Horntje de pompsnelheid beperkend gaat werken, bij meer dan 60% immersie. Op het Balgzand bestaat echter heel duidelijk een vrijwel lineaire relatie tussen onderdompelingstijd en groei. Is het voedselaanbod daar misschien niet optimaal? Gaan we hiervan uit, dan vindt er groeiremming plaats op alle niveaus die kan worden opgeheven als het voedsel gedurende langere tijd wordt aangeboden. (van B_h naar B_m , of van B_m naar B_l). Zand en slib werken ook belemmerend op de voedselopname (zie p 14); het voedselaanbod per volume binnengepompt water zal, als veel partikeltjes anorganisch materiaal in het water aanwezig zijn, geringer zijn. Een aanwijzing hiervoor vinden wij in het gering drooggewicht (p 13), dat er op duidt, dat de dieren niet genoeg voedsel aangeboden krijgen of kunnen verwerken.

Populair gezegd: Een uitgehongerd dier dat steeds mondjesmaat voedsel krijgt toegediend, zal in gewicht toenemen naarmate hij langer die kleine porties

krijgt toegediend; deze toename zal rechtevenredig zijn met de toevoer, terwijl als de hapjes groter worden, er een moment komt dat hij niet alles meer kan verwerken, zelfs al mag hij er langer van eten. Er treedt verzadiging op. Dit laatste komt overeen met de toestand op het Horntje, het eerste met die op het Balgzand.

De groei is het grootst op het Horntje. Het duidelijkst is dit te zien als de niveaus Bm en H1 worden vergeleken. Hun onderdompelingspercentages zijn respectievelijk 82 en 85 %. De mossels van het niveau H/L vertonen een veel sterkere groei. Ook de dieren van B1 (97%) groeien minder snel dan die van H1. (fig. 10a en 10b).

Blijkbaar is het Balgzand een minder gunstige plaats om te groeien voor een mossel, hetgeen ook blijkt uit het feit dat er in de hele omgeving nauwelijks een mosselbank te vinden is, terwijl het wad op het Horntje zeer mosselrijk is. De beide plaatsen zijn niet helemaal vergelijkbaar: de mossels op het Horntje bevinden zich boven de bank (alle niveaus), die van het Balgzand erop. Baird (1966) vond dat dieren die boven het substraat worden geplaatst iets sneller groeien dan die welke op de bodem zitten. Misschien wordt dat veroorzaakt doordat in het eerste geval de dieren rondom contact hebben met het water, zodat er een groter voedselaanbod of kalkaanbod is. Faeces en andere afvalstoffen kunnen zo ook beter worden weggevoerd. Het verschil in groeisnelheid zal er m.i. niet volledig mee kunnen worden verklaard. Het lijkt mij dat er een complex van factoren een rol speelt, dat het verschil in groeisnelheid veroorzaakt. De temperatuur zal ook een belangrijke rol spelen, immers op het Balgzand zal het water dat op de platen, in de poelen en in de krekken op het wad achterblijft tijdens eb, op warme dagen een hoge temperatuur krijgen. Bij opkomend tij stroomt dit warme water over de banken en het zal geruime tijd duren voordat het koude water uit het Marsdiep de mossels heeft bereikt. Zij zullen dus gedurende een betrekkelijk lange periode in te warm water verkeren, waardoor de groei zal worden geremd (Fox & Coe, 1941; Coulthard, 1929). Het wad op het Horntje staat in direct contact met het koude water van het Marsdiep.

De correlatie met de temperatuur is in de figuren niet zo duidelijk waar te nemen. De groei zou minder snel moeten verlopen in de maand met de hoogste temperatuur. In het algemeen gebeurt dat ook wel, doch als de temperatuur dan weer wat afneemt, zouden we een lichte stijging moeten kunnen waarnemen; dit is alleen te zien bij de Balgzand mossels van klasse 1 (fig. 10a).

Tabel I^C laat een ander interessant groeiaspect zien:

Mossels van de kleinste lengteklasse vertonen de grootste absolute lengte toename, die ook recht evenredig is met het immersiepercentage. M.a.w. kleine jonge mossels hebben een grotere groeisnelheid dan de grotere (en oudere) onder dezelfde omstandigheden. Het is mogelijk dat de lagere metabolische activiteit hierbij een rol speelt.

(Zeuthen, 1947) Odum, 1959; Fox e.a., 1937 vonden een verminderde voedingsactiviteit bij grotere dieren. Het is echter merkwaardig dat oude niet of slecht groeiende dieren een snelle groei vertonen wanneer ze worden overgeplaatst naar gunstiger groeiomstandigheden. Blijkbaar blijft de mogelijkheid tot snel groeien aanwezig ook voor oudere dieren, tot welke leeftijd een dergelijke groei mogelijk is, is mij uit de literatuur niet gebleken. Wat betreft de relatie ouderdom-groeisnelheid kom ik tot dezelfde conclusie als Seed (1968). Deze auteur toont aan dat mossels met een beginlengte verschil van 10 mm een lengtetoe nameverschil van 2,4 mm vertonen. De oorzaak ligt volgens hem in het feit dat grotere mossels een relatief sterkere vleestoe name hebben dan lichaam slengte. Om een constante groeisnelheid te handhaven zouden òf langere òf efficiëntere voedingsperioden nodig zijn. (zie hiervoor ook mijn relaas hierboven). Coulthard kwam tot een tegenovergestelde conclusie. Deze auteur zegt dat de groei onafhankelijk verloopt van de grootte en alleen door de omgeving wordt beïnvloed. In de literatuur over Mytilus edulis heb ik geen artikelen gevonden over de relatie grootte en groeisnelheid. Baird, 1966; Field, 1922; Coe & Fox, 1941, 1942 en Boetius 1961 tonen wel een relatie aan met de leeftijd doch deze is niet altijd een norm voor de lengte van de schelp. Voor de leeftijd geldt: hoe ouder de mossel is des te geringer is de groeisnelheid. Hoewel de genoemde auteurs het nergens expliciet vermelden kan men uit hun artikelen de conclusie trekken dat onder dezelfde omstandigheden oudere dieren een geringere groei vertonen dan jonge. Mijn conclusies zijn daarmee in overeenstemming. De mossels op het Horntje geven een afnemende groeisnelheid te zien vanaf 15 september, vele auteurs vinden hetzelfde (Seed, 1966; Fox, 1937). Het is niet aan te nemen dat de temperatuur hierbij een directe remmende factor is, immers Mytilus edulis is een Noordelijke soort die zelfs onder Arctische omstandigheden kan groeien. Het is waarschijnlijk dat de afwezigheid van voedsel de oorzaak is van de stagnerende groei, een factor die meer lichtdan temperatuurafhankelijk is. Zoals reeds is gezegd zal de groeivertraging op het Blagzand vermoedelijk veroorzaakt worden door de hoge temperaturen die heersen na verwarming van de platen tijdens laag water.

Relaties tussen hoogte, breedte en lengte van de schelp.

In de Tabellen VI en XI zijn ook de verhoudingen tussen Ben H, Ben L en H en L opgenomen.

Er bestaat een sterke lineaire relatie tussen H en L enerzijds en tussen B en L anderzijds. (fig. 12 en 16 tot 21). De correlatie coëfficiënt varieert van 0,98 - 1,00. Er is een geringe variatie in de helling der rechten. Voor L/B neemt de helling toe met het immersiepercentage, voor H/L is een dergelijke verandering niet waarneembaar. Ook is er variatie in het snijpunt met de horizontale as van de rechten.

Met behulp van de variantieanalyse heb ik berekend of deze verschillen significant zijn, m.a.w. of de helling van de rechten en hun snijpunten met de horizontale as voor de verschillende monsterplaatsen significant verschillend zijn. Ik heb daarvoor de monsterplaatsen met elkaar vergeleken en daarna de verschillende niveaus per monsterplaats. Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in Tabel IIa. Als variabelen in de analyse zijn gebruikt Ben L en H en L.

In hoeverre er praktische waarde moet worden gehecht aan het bestaan van deze afwijkingen zal afhangen van de aard en van de nauwkeurigheid van het onderzoek. Ik zie hier echter geen aanleiding om de verhoudingen van B/L afzonderlijk te beschouwen. Onder bovengenoemd voorbehoud neem ik de gemiddelden van de verhoudingen. Die van B/L wordt dan 0,41, die van H/L 0,53. Het grafisch verband tussen B en L ziet er als volgt uit:

$B = 0,47 L - 1,90$ Corr.coëff. (r): 0,99 (1)fig.12^a
dat tussen H en L:

$H = 0,48 L + 1,47$ Corr.coëff. (r): 1,00 (2)fig.12^b

De verhoudingen tussen deze lengtegrootheden (B/L en H/L) hebben in de praktijk weinig betekenis, aangezien ze met de groei variëren; de eerste neemt toe, de laatste neemt af (zie hieronder).

Van meer betekenis zijn de vergelijkingen (1), (2). Met behulp hiervan kan men, door alleen de schelplengte te meten, direct de breedte en de hoogte bepalen binnen zeer nauwe grenzen. Vermenigvuldiging van deze drie grootheden levert een maat voor het schelpvolume. Huntsman (1921) gebruikte hiervoor de formule: $V = L.B.H.k$, waarbij k een constante is, die hij niet nader omschrijft.

Coe & Fox (1942) constateerden dat de verhouding B/L constant is voor mossels. (*M. californianus*) beneden 140 mm. Het is mij uit de literatuur niet bekend of iets dergelijks ook geldt voor *M. edulis*. Mijn ervaringen zijn echter, dat er wel degelijk variatie bestaat in deze verhouding.

Als meest extreem voorbeeld noem ik die van de Hh mossels: van 0,38-0,46. (Zie Tabel X).

Er zijn twee verschillende veranderingen waar te nemen in B/L:

- 1) Een verandering die verband houdt met de grootte,
- 2) Een verandering in de tijd.

Er is slechts in twee gevallen een verandering waargenomen die samenhangt met de emersieduur (zie p.15).

Voor H/L zijn eveneens zulke veranderingen waargenomen, hoewel minder groot.

Voor beide verhoudingen geldt natuurlijk wel, dat punt 2 nauw verband houdt met de toename in grootte, immers in de tijd neemt de grootte nava-
nant toe.

Coe & Fox namen slechts een afname voor H/L bij toenemende grootte; de auteurs werkten echter slechts met één niveau, nl. permanente immersie.

Enkele voorbeelden die een afname van H/L bij toenemende lengte demonstre-
ren licht ik uit Tabel I^a:

	H/L	L		H/L	L		H/L	L
BII	0,54	28,2	BIII	0,56	28,0	EI	0,52	34,4
BII ^a	0,53	37,8	BIII ^a	0,53	37,0	Bh	0,48	47,5

De boven elkaar geplaatste monsters zijn van hetzelfde niveau en op de-
zelfde dag genomen (L in mm's).

Wat betreft H/L komen mijn ervaringen dus overeen met die van Coe.

Op een andere manier kreeg ik daar ook het bewijs voor in handen, n.l. met een experiment dat later op p.23 zal worden beschreven. Het komt er in het kort op neer dat de H/L om de veertien dagen werd bepaald van een kleine populatie mossels die permanent onder water zaten in een met gaas bespan-
nen kooi. Halverwege het experiment werd een tweede groep dieren in de kooi gebracht. De ratio H/L van de eerste groep met een gemiddelde lengte van 29,0 mm bedroeg 0,54, die van de tweede, met een gemiddelde lengte van 9,8, bedroeg 0,61. (10/8-1970). Aan het einde van het experiment waren deze waarden respectievelijk: lengte 38,1 H/L 0,51; lengte 24,6, H/L 0,54 (26/10-1970). Mossels van de monsterplaatsen met overeenkomstige lengte hebben dezelfde waarden. Ik wil dan ook-zij het voorzichtig-concluderen dat de ratio H/L veel minder sterk is gecorreleerd met de milieu omstan-
digheden dan B/L. De regressielijn $H = 0,48 L + 1,47$ krijgt dan een wat algemenere betekenis, althans voor mossels met een lengte variërend van 10 tot 50 mm. Coe vindt bij Mytilus californianus voor H/L 0,5 voor kleine en 0,4 voor grotere dieren.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden, dat men zeer voorzichtig moet zijn met het gebruiken van L^3 als inhoudsmaat, zoals door sommige mensen wel wordt gedaan. Het werkt natuurlijk wel veel sneller en gemakkelijker indien men alleen de lengte meet, dan wanneer men zowel lengte, breedte als hoogte bepaalt. Met bovengenoemde regressielijnen kan men echter door alleen L te meten B en H bepalen. Dit heeft m.i. alleen zin als steeds op een plaats wordt gemonsterd, immers door in het begin een monster te trekken van voldoende omvang kan men de relaties tussen de drie grootheden grafisch uitzetten. Bepaalt men dan ook meteen de konstante waarover op p.20 is gesproken ($k = \frac{V}{L.B.H.}$), dan is het volume bekend door meting van een der afmetingen van de schelp. Dit betekent een enorme werkbeparing.

De verhouding tussen volume en gewicht van de schelp.

In tabel 6 tot 11 is deze verhouding voor alle monsters berekend. Er is uit af te leiden dat het schelpgewicht in de tijd gezien sneller toeneemt dan het schelpvolume. Dit betekent dat de schaal dikker wordt, aangezien het soortelijk gewicht van de schelp onder alle omstandigheden gelijk blijft. (zie p.23). We hadden ook niet anders verwacht aangezien de schelp van een grotere mossel zou worden verbrijzeld onder de druk van het water als de schelpwanddikte gelijk zou blijven. Ehrenbaum (1885) wijst op een sterke toename van de binnenste cuticulalamel van het periostracum bij groter wordende dieren, dus het deel van de schaal dat paarlemoerlaag wordt genoemd. (Field, 1922).

Er speelt echter nog een andere factor een rol die de schaaldikte bepaalt. In de inleiding is gewezen op het feit dat bij toenemende immersieduur de verhouding Vuitw-schelpgewicht toeneemt. De schaaldikte neemt dan dus relatief af. (Baird & Drinnan, 1957). De biologische betekenis is waarschijnlijk dat de mossel aldus beter wordt beschermd tegen o.a. extreme temperaturen bij langdurige droogligging. Dit komt goed tot uiting bij de Balgzandmossels (Fig.11): de Bh mossels hebben duidelijk een groter schelpgewicht t.o.v. het uitwendig volume dan de Bl dieren. Bij de Horntjemossels vinden wij van een dergelijke relatie niets terug. De verschillen per niveau zijn er gering, zonder dat er een wetmatigheid te onderscheiden valt. Zelfs bij niveau Hh niet, waar de immersieduur toch zeer gering is. De verklaring hiervoor lijkt mij de volgende: Alle dieren van het Horntje zijn omsloten door netten ("nettendozen"), waardoor milieuverschillen met uitzondering van de immersieduur vervagen. Het gevolg hiervan is:

- 1) Een nagenoeg constante vochtige omgeving
- 2) Een bescherming tegen direct zonlicht, wind en golfslag

3) Vermijding van extreme temperaturen.

De conclusie kan worden getrokken dat de verhouding uitwendig volume en gewicht van de schelp afneemt naarmate de immersieduur afneemt; beschermt men de mossels tegen extreme invloeden dan geldt deze relatie niet of veel minder.

Vergelijkt men bijvoorbeeld de rechten van het Horntje met het vlot (fig. 13c) dan zien we dat de eerste een relatief groter schelpgewicht heeft dan de laatste. We zien ook dat de Horntje niveaus nagenoeg dezelfde rechten opleveren.

Het soortelijk gewicht van de schelp.

Aangezien mossels die hoger in de littorale zone zijn gevestigd een zwaardere schelp hebben (zie hiervoor) rees bij mij de vraag: "verandert het soortelijk gewicht hierdoor ook"? Immers ten gevolge van inwendige erosie en door erosie ten gevolge van de golfslag verliest de schelp veel kalk. Om deze reden is van elk monster het soortelijk gewicht bepaald. De resultaten zijn opgenomen in de Tabellen VI tot XI.

Gevonden is dat het s.g. constant is voor welke groeiplaats dan ook, variërend van 2,56 tot 2,64.

Ook van een aantal willekeurige monsters is het s.g. bepaald; er bleek een zelfde variatie te bestaan. (zie Tabel Ia).

Vastgesteld kan dus worden dat de onevenredige toename van het gewicht t.o.v. het volume het gevolg is van de toename in dikte van de schelpwand.

VIII. De groei van mosselbroed van 1970.

Om een indruk te krijgen van de relatie grootte (of ouderdom) en groeisnelheid, heb ik het volgende experiment uitgevoerd.

Op 3 juni 1970 zijn van het ponton in de NIOZ-haven 232 mossels gehaald met een lengte variërende van 3 tot 15 mm. Deze dieren zijn in een kooi geplaatst die zodanig aan het ponton werd bevestigd dat de immersieduur 100% was. Eenmaal in de veertien dagen werd van alle dieren de lengte en de hoogte bepaald. Na ruim twee maanden (op 10/8) werden nog eens 120 mossels van het ponton gehaald en in de kooi geplaatst. Hun lengte varieerde van 3 tot 16 mm. Om de beide groepen van elkaar te kunnen onderscheiden werden de dieren van de eerste groep gemerkt met Remaille. Van elke monstername werd de gemiddelde lengte en hoogte berekend.

De proef startte op 4/6 en eindigde op 26/10; op 10/8 werd de tweede serie mossels in de kooi gebracht. In Tabel IV is een overzicht gegeven van de resultaten.

De resultaten van Tabel IV zijn verwerkt in de fig. 14a en 14b.

Dat de relatieve groeiafname niet alleen wordt veroorzaakt door de grootte van de mossels moge blijken uit onderstaande tabel. De groei van populatie 1 is in de periode 1 veel groter dan die van populatie 2 in de tweede (even lange) periode, terwijl beide ongeveer dezelfde beginlengte hebben. In de laatste treedt blijkbaar een beperkende factor op. Vanaf medio september neemt de groei sneller af dan daarvoor. Dit blijkt uit de vergelijking van de groeicurven op fig. 14a.

De lengte van de mossels van populatie 2 is midden september 21 tot 22 mm. (fig. 14a) In juni/juli, toen de dieren van de eerste populatie even groot waren, was van een verminderde groei geen sprake. M.a.w. ook hier is een seizoeninvloed merkbaar. Vastgesteld kan dus worden dat de groeiremming tijdens de periode 2 (zie hierboven) medio september inzet. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een afname van belichtingsduur, lichtintensiteit en temperatuur.

Op fig. 15 is de lineaire relatie weergegeven tussen de hoogte en de lengte van de schelp. De algebraïsche vergelijking ervan luidt:

$$H = 0,48 L + 1,80$$

Deze komt zeer goed overeen met die van de gemiddelde totaalrechte waarvan op p. 20 sprake was. ($H = 0,48 L + 1,47$). Dit steunt mijn aanname, dat voor H/L een algemene vergelijking is op te stellen.

Vergelijking van bovengenoemde groei met die van het vlot en van de bodem van de haven.

In de periode van 1/6 tot 15/10 nam de lengte van de mossels van klasse 1 (bodem van de haven) toe van 23,7 tot 45,7, dat is 22,0 mm, ofwel 93%. Voor klasse 2 (vlot) is gevonden: toename van 31,7 tot 44,6, dat is 12,9 mm, ofwel 41%. In dezelfde periode nam de lengte van de kooimossels toe van 10,5 tot 38,1 mm, dat is 27,6 mm, ofwel 276%.

Aangezien de groeiplaatsen van de drie groepen zeer dicht bij elkaar liggen mogen we, onder zekere restrictie, aannemen dat kleine mossels sneller groeien dan hun grotere soortgenoten. De restrictie is alleen bedoeld om aan te geven, dat er oecologische verschillen kunnen bestaan tussen het vlot, de bodem van de haven en de kooi. Het heeft mij aan tijd ontbroken om deze verschillen nader te onderzoeken.

Bovengenoemd experiment levert ons de volgende conclusies:

- 1) De schelpgroei neemt af met de grootte.
- 2) De snelste groei vindt in de vroege zomer plaats.

3) De groei verloopt allometrisch: H/L neemt af met de grootte.

IX. Eindconclusies

1. Er bestaat een negatieve relatie tussen de groei van Mytilus edulis en de hoogte waarop hij voorkomt in de littorale zone.
2. De groeisnelheid neemt af naarmate de dieren groter worden.
3. Tussen de schelpbreedte en de -lengte bestaat de volgende lineaire relatie: $B = 0,47 L - 1,90$;

Tussen de schelphoogte en de -lengte de lineaire relatie:

$$H = 0,48 L + 1,47$$

De hoogte-lengte relatie is minder standplaats afhankelijk dan die van breedte-lengte.

4. Het soortelijk gewicht van de schelp is constant gebleken voor alle groeiplaatsen; het bedraagt 2,56 tot 2,64.
5. Naarmate de mossels hoger in de littorale zone zijn gevestigd, neemt hun schelpgewicht relatief meer toe dan hun uitwendig schelpvolume. Deze "overtoenamen" is terug te brengen tot het dikker worden van de schelpwand, m.a.w. dieren hebben een dikkere schelpwand als ze hoog in de getijzone groeien.
6. Balgzand mossels hebben een geringere Conditie Index dan de Horntje mossels. Het vermoeden bestaat dat dit hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door de hoge temperaturen die heersen op het Balgzand gedurende de zomer. Daarnaast is het slib-en zandgehalte op het Balgzand groter, hetgeen vermoedelijk ook een nadelige invloed zal hebben op de conditie van de dieren.
7. De conditie index neemt waarschijnlijk af bij toenemende hoogte, hoewel bij de Balgzandmossels het tegenovergestelde is gevonden.
8. De verhouding asvrijdrooggewicht-schelpgewicht neemt toe als de immersieduur toeneemt.
9. Grootte, groeiplaats, in horizontale zin en seizoen zijn voornamelijk bepalend voor de verhouding hoogte-lengte van de schelp.
10. De Conditie Index alleen kan geen maat zijn voor de mosselvlees-toestand een dier met een lage C.I. kan een hoog vleesgewicht hebben en omgekeerd.

X. Verantwoording

Veel dank ben ik verschuldigd aan de Heer Beumkes, Havenmeester van het NIOZ, en zijn medewerkers, die mij vaak hebben geholpen met het oplossen van allerlei praktische problemen.

Ook dank ik Dr. Drinkwaard, directeur van het Mosselproefstation, en zijn assistent, de Heer M.Binsbergen, die mij vele praktische wenken

hebben gegeven en die mij veel terzake doende literatuur hebben verstrekt, waaronder uitgebreide lijsten met klimatologische gegevens. Niet vergeten dient te worden de chauffeur van het NIOZ, de Heer G. de Hart, die mij steeds naar het Balgzand heeft gebracht en daar zo geduldig op mij heeft zitten wachten.

Literatuurlijst.

- BAIRD, R.H., 1957. Measurement of condition in mussels and oysters. Shellfish Committee nr.80.
- BAIRD, R.H. & R.E. DRINNAN, 1957. The ratio of shell to meat in *Mytilus* as a function of tidal exposure to air. - J. Cons. perm. int. Explor. Mer 22: 329-336.
- _____, 1966. Factors affecting the growth variation of mussels. - Fishery Invest., Lond. Ser. II, 25 (2): 1-33.
- BAHR, K., 1950. Das Verhalten der Miesmuscheln (*Myt. edulis*) bei Frosteinwirkung und Wasserentzug. - Arch. Fisch. Wiss. 2: 135-144.
- BLEGVAD, H., 1929. Mortality among animals of the Littoral Region in ice winters. - Rep. Dan. biol. Stn. 35: 49-62.
- BOETIUS, J., 1961. Temperature and growth in a population of *Mytilus edulis* (L) from the Norther Harbour of Copenhagen (the Sound). - Medd. Danm. Fisk. og Havunders. 3: 339-46.
- BUENAVENTURA, A., 1960. The effect of light on the growth rhythm of the blue mussel in the estuary of the river Vigo. - Biol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat. 58: 217-236.
- CAULLERY, M., 1929. Effets des grands froids sur les organismes de la zone intercotidale dans le Boulonnais. - Bull. Soc. zool. Fr. 54: 267-269.
- CLAY, E., 1965. Literature survey of the common fauna of estuaries. 14: *Mytilus edulis*.
- COE, W.R. & D.L. FOX, 1941. Influence of temperature, food supply and age on the rate of growth of the California Sea mussel (*Myt. Cal.*). - Anat. Rec. 81:(Suppl.) 1-127.
- _____, 1942. Biology of the California sea mussel (*Mytilus Cal.*); Influence of temp., food supply, sex and age on the rate of growth. - J. exp. Zool. 90: 1-30.
- _____, 1943. Nutrition, metabolism, growth and calcium deposition. - J. exp. Zool. 93 (2): 205-249.
- _____, 1944. Environmental conditions and rate of growth. - Biol. Bull. mar. biol. lab., Woods Hole. 87: 59-73.
- _____, 1945. Nutrition and growth of the California bay mussel. (*Myt. edulis diegensis*). - J. exp. Zool. 99: 1-14.
- _____, 1948. Nutrition, environmental conditions and growth of marine bivalve molluscs. - J.mar. Res. 7: 586-601.

- COULTHARD, H.S. 1929. Growth of the sea mussel. - Contr. Canad. Biol. Fish. IV (NS) 10: 123-136.
- DAVIES, G., 1969. Mussels as a world food resource. In: The Encyclopedia of Mar. Resources. F.E. Firth. 421-426.
- DODGSON, R.W., 1928. Report on mussel purification. Minister of Agriculture and Fisheries. - Fishery Investigations, Ser.II, 10 (I).
- DUGAL, L.P. & G. FORTIER, 1941. Le métabolisme anaérobie chez les Mollusques. II Variations du calcium et l'acide lactique chez les huîtres. - Ann. ACFAS 7: 112.
- EHRENBAUM, E., 1885. Untersuchungen über die Struktur und Bildung der Schale der in der Kieler Bucht häufig vorkommende Muscheln. - Z. Wiss. Zool. XLI: 1-47.
- FIELD, I.A., 1922. Biology and economic value of the sea mussel. - Bull. of the U.S. Bur. of Fish. 38: 127-260.
- FOX, D.L. & SVERDRUP, H.O., 1937. The rate of water propulsion by the California Sea mussel. - Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole 72: 417- 439.
- FOX, D.L. e.a., 1936-1941. The habitat and food of the California Sea mussel. - Bull. Scripps Inst. Oceanogr. techn. ser. 4: 1-64.
- HARGER, J.R.E., 1970. Comparison among growth characteristics of two species of sea mussel, *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus*. - The Veliger 13 (1): 44-56.
- HUNTSMAN, A.G., 1921. The effect of light on growth in the mussel. - Trans. R. Soc. Can. 15: 23-28.
- KORRINGA, P., 1955. Conditie Analyse schelpdieren. - Arch. Fisch.wiss. 6: 3-4.
- KUENEN, D.J., 1942. On the distribution of mussels in the intertidal sand flats near Den Helder. - Archs. néerl. Zool. 6: 117-157.
- MAAS GEESTERANUS, R.A., 1942. On the formation of banks by *Mytilus edulis*. - Archs. néerl. Zool. 6: 283-326.
- MASON, J., 1957. The age and growth of the scallop (*Pecten maximus* L.) in Manx waters. - J. mar. biol. Ass. U.K. 36:473-492.
- MOSSOP, B.K.E., 1922. The rate of growth of the sea mussel (*Mytilus edulis* L.) - Trans. R. Can. Inst. 14: 1-21.
- ODUM, E.P., 1959. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Comp.
- RAO, K.P., 1953. Shell weight as a function of intertidal height in a littoral population of Pelecypeds. - Experientia IX (12): 465-466.
- _____, 1953. Rate of activity as a function of intertidal height within populations of some littoral molluscs. - Nature, Lond. 172: 1108.

- REYNOLDS, N., 1969. The settlement and survival of young mussels in the Conway fishery. - Fish. Inv. Ser. II 26 (2): 1-25.
- SAVAGE, R.E., 1956. The great spatfall of mussels (*Mytilus edulis* L.) in the river Conway Estuary in Spring 1940. - Fishery Invest. Lond. Ser. II 20 (7): 1-22.
- SEED, R., 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed shores. II Growth and mortality. - Ecologia 3: 317-350.
- THEISEN, B.F., 1968. Growth and mortality of culture mussels in danish Wadden Sea. - Medd. Danm. Fisk.- og Havunders. N.S. 6 (3): 47-78.
- ZEUTHEN, E., 1947. Body size and metabolic rate in the animal kingdom with special regard to the marine microfauna. - C.R. Trav. Lab. Carlsberg Ser. Chim. 26: 17-161.

Tabel Ia

s.g.: soortelijk gewicht van de schelp H: hoog
 Vu/Sg: $\frac{\text{Uitwendig schelpvolume}}{\text{schelpgewicht}}$ M: middel
 AD/Sg: $\frac{\text{Asvrijdrooggewicht}}{\text{Schelpgewicht}} \times 100$ L: laag
 N: aantal LL: zeer laag (100% immersie)

		L	H	B	H/L	B/H	B/L	C.I.	s.g.	Vu/ Sg	AD/ Sg	N
A1	H	40,0	20,5	18,6	0,51	0,90	0,46	71,1	2,60	1,29	6,4	31
A2	M	40,4	21,4	18,0	0,53	0,84	0,45	89,1	2,58	1,42	9,1	20
A3	L	39,9	21,8	16,8	0,55	0,77	0,42	87,0	2,64	1,72	12,0	30
B1	H	27,7	15,3	12,8	0,55	0,84	0,46	77,6	2,63	1,46	8,4	37
B3	M	28,0	15,7	11,6	0,56	0,74	0,41	122,8	2,61	1,54	14,1	30
B3 ^a	M	38,3	20,3	16,9	0,53	0,83	0,44	90,2	2,62	1,35	8,8	30
B2	L	28,2	15,3	11,4	0,54	0,75	0,40	136,1	2,59	1,93	21,0	30
B2 ^a	L	37,8	20,0	15,2	0,53	0,76	0,40	119,5	2,56	2,20	19,5	30
C1	H	43,6	20,9	18,6	0,48	0,90	0,43	88,4	2,64	1,43	9,4	26
C2	L	42,3	20,6	18,5	0,49	0,90	0,44	85,7	2,64	1,40	9,0	27
C3	M	40,8	19,9	18,3	0,49	0,92	0,45	92,3	2,60	1,46	9,3	31
C4	H	40,1	19,0	17,4	0,48	0,92	0,44	88,2	2,64	1,36	8,5	26
D1	H	44,2	21,8	19,3	0,49	0,89	0,44	97,4	2,62	1,37	9,6	30
E1	H	47,5	22,6	21,0	0,48	0,93	0,44	61,0	2,64	1,43	6,4	23
F	LL	14,1	8,3	5,3	0,59	0,64	0,38	92,5	2,58	2,25	17,2	22

Tabel Ib

Nr.	Niveau	gem. lengte (mm)	A.D./S.g.
B ₁	hoog	27,7	8,4
B ₁₁	laag	28,2	21,0
B ₁₁₁	midden	28,0	14,1
B ₁₁ ^a	laag	37,8	19,5
B ₁₁₁ ^a	midden	38,3	8,8
A ₁	hoog	40,0	6,4
A ₁₁	midden	40,4	9,1
A ₁₁₁	laag	39,9	12,0
D	hoog	44,2	9,6
F	laag	14,1	17,2

Tabel Ic

Absolute lengte toename van 2/6 tot 13/10

	Bh	Bm	Bl	Hh	Hm	Hl	Vlot I	Vlot II	kooi
Klasse 1	10,8	12,0	14,2	9,1	13,8	20,1	22,0		28,0
Klasse 2	6,2	7,9	9,1	7,3	12,1	16,7	18,5	11,4	14,8
Perc. immersie	70	82	97	44	59	85	100	100	100

Vlot II: in de mand op de bodem v.d.NIOZ-haven.

Tabel IIa

Resultaten variantie analyse.

		F-waarde	Q1	Q2	F bij 2,5% 2-zijdige overschrijding
B-H-Vlot		9,42	2	129	3,69 - 3,80
Bh-Bm-B1	B/L	0,10	2	62	3,80 - 3,93
Hh-Hm-H1		0,05	2	44	3,93 - 4,05
B-H-Vlot		0,91	2	129	3,69 - 3,80
Bh-Bm-B1	H/L	3,14	2	62	3,80 - 3,93
Hh-Hm-H1		2,47	2	44	3,93 - 4,05

Tabel IIb

Gemiddelde waarden van B/L en H/L.

	B	Bh	Bm	B1	H	H1	Hm	H1	Vlot
B/L	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,42	0,40
H/L	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,53

Tabel III

Begin en eindwaarden voor de ratio B/L en H/L

B: Beginwaarde

E: Eindwaarde

klasse		Bh	Bm	B1	Hh	Hm	H1	Vlot
1	B/L B	0,38	0,38	0,40	0,38	0,39	0,41	0,40
1	E	0,42	0,43	0,42	0,46	0,45	0,41	0,40
2	B/L B	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
2	E	0,44	0,42	0,41	0,43	0,43	0,44	0,42
1	H/L B	0,54	0,53	0,53	0,54	0,55	0,55	0,57
1	E	0,52	0,53	0,52	0,55	0,54	0,50	0,52
2	H/L B	0,54	0,54	0,54	0,53	0,54	0,54	0,53
2	E	0,52	0,52	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51

Tabel IV

De groei van mosselbroed

datum	gem. lengte (mm)		gem. hoogte (mm)		H/L	
	1	2	1	2	1	2
4/6	10,6		6,4		0,60	
18/6	15,5		9,2		0,59	
6/7	22,3		12,6		0,58	
24/7	26,3		14,8		0,56	
10/8	29,5	10,3	16,1	6,5	0,55	0,63
25/8	31,9	14,5	17,2	8,7	0,54	0,60
8/9	34,2	18,5	18,1	10,9	0,53	0,59
23/9	35,6	21,5	18,7	12,4	0,53	0,58
7/10	36,5	23,3	19,1	13,2	0,52	0,57
26/10	38,6	25,1	19,8	13,9	0,51	0,55

Tabel V

De absolute en relatieve groei van de populaties 1 en 2

		lengte		hoogte	
		mm	%	mm	%
periode 1 14/6-10/8	populatie 1	-----	---	-----	---
	populatie 2	18,9	179	9,7	152
periode 2 10/8-7/10	populatie 1	7,0	24	3,0	19
	populatie 2	13,0	126	7,4	114

Tabel VI

Resultaten monsterplaats Horntje. Gegevens betreffende de schelp. Klasse 2

Vu: uitwendig schelpvolume (cm³) s.g.: soortelijk gewicht v.d. schelp
 Vi: inwendig " " N : monstergrootte
 Sg: schelpgewicht (g)

datum	L	B	H	B/L	H/L	B/H	Vu	Vi	Sg	Vu/Sg	s.g.	N
Horntje hoog, immersie percentage: 44%												
26/5	25,5	10,2	13,8	0,39	0,53	0,74	1,5	1,2	0,74	2,03	2,60	20
1/6	26,0	10,6	14,1	0,40	0,53	0,75	1,6	1,3	0,78	2,02	2,59	17
7/7	27,7	11,7	14,7	0,42	0,53	0,80	1,9	1,5	1,04	1,87	2,59	28
10/8	30,6	13,2	16,0	0,43	0,52	0,83	2,5	1,9	1,40	1,71	2,58	29
15/9	33,1	14,2	17,1	0,43	0,52	0,83	3,1	2,4	1,76	1,79	2,59	25
26/10	34,2	14,8	17,8	0,43	0,52	0,83	3,5	2,7	2,10	1,65	2,58	24
HORNTJE midden, immersie percentage: 59%												
26/5	25,5	10,2	13,8	0,39	0,53	0,74	1,5	1,2	0,74	2,03	2,60	20
1/6	26,6	10,7	14,3	0,40	0,54	0,75	1,6	1,3	0,81	2,01	2,58	15
7/7	29,5	12,2	15,6	0,41	0,54	0,78	2,2	1,7	1,18	1,86	2,58	27
10/8	33,5	14,3	17,2	0,43	0,51	0,83	3,1	2,5	1,71	1,84	2,56	21
15/9	37,6	16,4	19,7	0,44	0,52	0,83	4,5	3,5	2,54	1,75	2,60	28
26/10	39,3	17,4	19,8	0,44	0,50	0,88	5,0	3,9	2,94	1,71	2,62	29
HORNTJE laag, immersie percentage: 82%												
26/5	25,5	10,2	13,8	0,39	0,53	0,74	1,5	1,2	0,74	2,03	2,60	20
1/6	26,6	10,7	14,3	0,40	0,54	0,75	1,6	1,3	0,80	2,03	2,62	14
7/7	32,0	13,1	16,7	0,41	0,52	0,78	2,5	2,0	1,45	1,78	2,58	26
13/8	38,0	16,1	19,8	0,42	0,52	0,81	4,6	3,6	2,51	1,81	2,58	23
21/9	42,4	17,9	21,6	0,42	0,51	0,83	5,7	4,5	3,49	1,71	2,59	25
26/10	44,1	19,4	22,4	0,44	0,55	0,83	6,6	5,0	4,00	1,65	2,60	26

Tabel VII

Resultaten monsterplaats Balgzand. Gegevens betreffende de schelp. Klasse 2Vu: uitwendig schelpvolume (cm³) s.g.: soortelijk gewicht v.d. schelp

Vi: inwendig " " N : monstergrootte

Sg: schelpgewicht (g)

datum	L	B	H	B/L	H/L	B/H	Vu	Vi	Sg	Vu/Sg	s.g.	N
Balgzand hoog, immersiepercentage: 70%												
27/4	26,6	10,2	14,4	0,38	0,54	0,71	1,5	1,3	0,72	2,14	2,57	15
2/6	28,2	11,5	15,2	0,41	0,54	0,76	1,9	1,5	1,00	1,89	2,57	12
23/6	29,4	12,0	15,8	0,41	0,54	0,76	2,3	1,8	1,22	1,85	2,58	18
29/7	32,1	13,6	16,9	0,42	0,53	0,80	3,0	2,3	1,74	1,69	2,59	18
13/10	34,4	15,0	18,0	0,44	0,52	0,83	3,7	2,8	2,40	1,56	2,62	18
Balgzand midden, immersiepercentage: 82%												
27/4	26,6	10,2	14,4	0,38	0,54	0,71	1,5	1,3	0,72	2,14	2,57	15
2/6	29,1	11,6	15,6	0,40	0,54	0,74	2,1	1,7	1,05	2,02	2,60	8
23/6	31,8	13,0	16,5	0,41	0,52	0,79	2,7	2,2	1,42	1,90	2,60	11
29/7	34,3	13,2	18,0	0,39	0,53	0,74	3,4	2,7	1,93	1,77	2,60	19
1/9	36,0	15,1	18,8	0,42	0,52	0,80	4,0	3,1	2,36	1,70	2,59	22
13/10	37,0	16,0	19,0	0,43	0,51	0,84	4,4	3,4	2,68	1,63	2,60	16
Balgzand laag, immersiepercentage: 97%												
27/4	26,6	10,2	14,4	0,38	0,54	0,71	1,5	1,3	0,72	2,14	2,57	15
2/6	31,0	12,5	16,6	0,40	0,54	0,75	2,5	2,0	1,16	2,12	2,59	14
23/6	33,5	13,7	17,4	0,41	0,52	0,79	3,1	2,5	1,54	2,02	2,60	17
29/7	37,1	15,2	19,3	0,41	0,52	0,79	4,1	3,3	2,16	1,90	2,58	16
28/9	39,5	16,3	20,0	0,41	0,51	0,82	5,0	4,0	2,64	1,91	2,58	25

Tabel VIII

Resultaten monsterplaats. NIOZ-haven. Gegevens betreffende de schelp. Klasse 2.

Vu: uitwendig schelpvolume (cm³) s.g.: soortelijk gewicht v.d. schelp

Vi: inwendig " " N : monstergrootte

Sg: schelpgewicht (g)

datum	L	B	H	B/L	H/L	B/H	Vu	Vi	Sg	Vu/Sg	s.g.	N
Vlot in de NIOZ-haven, 100% immersie												
27/4	26,6	10,2	14,4	0,38	0,54	0,71	1,5	1,3	0,72	2,14	2,57	15
3/6	31,7	12,8	16,9	0,40	0,53	0,76	2,7	2,2	1,27	2,11	2,58	16
1/7	34,8	13,5	17,8	0,40	0,53	0,76	3,0	2,4	1,40	2,12	2,58	25
12/8	39,1	16,3	20,3	0,42	0,52	0,80	4,8	3,8	2,43	1,97	2,57	21
15/9	42,5	17,6	20,3	0,41	0,55	0,75	6,0	4,8	3,19	1,89	2,59	20
12/10	44,6	18,1	22,0	0,42	0,51	0,82	6,2	4,9	3,52	1,75	2,60	21
Bodem van de NIOZ-haven, 100% immersie												
27/4	26,6	10,2	14,4	0,38	0,54	0,71	1,5	1,3	0,72	2,14	2,57	15
3/6	31,7	12,8	16,9	0,40	0,53	0,76	2,7	2,2	1,27	2,11	2,58	16
15/10	50,2	20,6	25,3	0,41	0,51	0,82	9,7	8,1	4,35	2,26	2,61	34

Tabel IX

Resultaten monsterplaats Balgzand. Gegevens betreffende de schelp. Klasse 1.

Vu: uitwendig schelpvolume $\left\{ \begin{matrix} \text{cm}^3 \\ \text{cm}^3 \end{matrix} \right\}$ s.g. : soortelijk gewicht v.d. schelp
 Vi: inwendig " " " N : monstergrootte
 Sg: schelpgewicht (g)

datum	L	B	H	B/L	H/L	B/H	Vu	Vi	Sg	Vu/Sg	s.g.	N
<u>Balgzand hoog, immersie percentage 70%</u>												
24/4	18,0	6,6	9,8	0,37	0,55	0,67	0,5	0,5	0,24	2,08	2,61	18
2/6	21,2	8,1	11,5	0,38	0,54	0,70	0,8	0,6	0,40	2,00	2,60	18
23/6	24,1	9,5	13,1	0,39	0,54	0,73	1,1	0,9	0,61	1,83	2,59	25
29/7	27,6	11,3	14,8	0,40	0,54	0,76	1,7	1,4	0,97	1,75	2,57	30
1/9	29,3	12,1	15,4	0,41	0,53	0,79	2,1	1,7	1,26	1,67	2,61	24
13/10	32,0	13,5	16,8	0,42	0,53	0,80	2,6	2,1	1,59	1,63	2,62	27
<u>Balgzand midden, immersie percentage 82%</u>												
24/4	18,2	6,5	10,0	0,36	0,55	0,65	0,5	0,4	0,25	2,00	2,59	21
2/6	22,9	8,8	12,2	0,38	0,53	0,72	1,0	0,8	0,50	2,00	2,60	20
23/6	25,7	10,4	13,6	0,41	0,53	0,77	1,3	1,1	0,75	1,73	2,57	25
29/7	30,0	12,6	13,8	0,42	0,53	0,80	2,2	1,7	1,30	1,69	2,59	27
1/9	31,8	13,5	16,2	0,43	0,51	0,83	2,6	2,0	1,55	1,68	2,60	24
13/10	34,9	15,1	18,3	0,43	0,53	0,83	3,7	2,9	2,28	1,62	2,61	26
<u>Balgzand laag, immersie percentage 97%</u>												
24/4	18,6	6,8	9,9	0,37	0,53	0,69	0,5	0,3	0,25	2,00	2,60	19
2/6	24,2	9,6	12,9	0,40	0,53	0,75	1,1	0,9	0,56	1,96	2,58	20
23/6	27,7	11,1	14,8	0,40	0,53	0,75	1,7	1,3	0,85	2,00	2,59	25
29/7	33,2	14,1	17,0	0,43	0,53	0,83	2,9	2,3	1,46	1,99	2,58	28
29/9	37,2	15,7	19,2	0,42	0,52	0,82	4,2	3,3	2,26	1,86	2,59	24

Tabel X

Resultaten monsterplaats Horntje, Gegevens betreffende de schelp. Klasse 1

V_u: uitwendig schelpvolume (cm³) s.g.: soortelijk gewicht v.d. schelpV_i: inwendig " " (cm³) N : monstergrootte

Sg: schelpgewicht (g)

datum	L	B	H	B/L	H/L	B/H	V _u	V _i	Sg	V _u /Sg	s.g.	N
<u>Horntje hoog, immersie percentage 44%</u>												
24/4	17,8	6,4	9,7	0,36	0,55	0,66	0,4	0,3	0,23	1,89	2,63	42
1/6	19,5	7,5	10,6	0,38	0,54	0,71	0,7	0,5	0,32	2,19	2,61	22
7/7	22,3	9,1	12,3	0,41	0,55	0,74	0,9	0,7	0,50	1,80	2,59	23
10/8	25,2	10,6	13,7	0,42	0,54	0,77	1,4	1,1	0,83	1,69	2,57	25
15/9	28,1	12,6	15,3	0,45	0,55	0,82	2,1	1,6	1,15	1,83	2,57	25
26/10	28,1	12,9	15,5	0,46	0,55	0,83	2,2	1,7	1,28	1,72	2,56	24
<u>Horntje midden, immersie percentage 59%</u>												
24/4	17,8	6,4	9,7	0,36	0,55	0,66	0,4	0,3	0,23	1,89	2,63	42
1/6	20,9	8,1	11,4	0,39	0,55	0,72	0,8	0,6	0,38	2,11	2,57	22
7/7	25,8	10,8	14,1	0,42	0,55	0,77	1,5	1,2	0,80	1,88	2,60	22
10/8	30,4	13,3	16,3	0,44	0,54	0,82	2,4	1,9	1,30	1,85	2,57	25
15/9	34,3	15,4	18,4	0,45	0,54	0,84	3,5	2,8	1,85	1,89	2,59	19
26/10	34,8	15,8	18,8	0,45	0,55	0,84	3,8	3,0	2,23	1,70	2,57	24
<u>Horntje laag, immersie percentage 85%</u>												
24/4	17,8	6,4	9,7	0,36	0,55	0,66	0,4	0,3	0,23	1,89	2,63	42
1/6	22,2	9,0	12,3	0,41	0,55	0,73	1,0	0,8	0,52	1,92	2,60	23
7/7	28,7	12,4	15,5	0,43	0,54	0,80	2,0	1,5	1,11	1,81	2,60	25
13/8	35,1	14,8	18,2	0,42	0,52	0,81	3,4	2,6	1,95	1,75	2,56	25
21/9	41,0	17,2	20,8	0,42	0,51	0,83	5,3	4,1	3,09	1,72	2,60	24
26/10	42,9	17,6	21,5	0,41	0,50	0,82	6,2	4,8	3,68	1,68	2,62	26

Tabel XI

Resultaten monsterplaats bodem van NIOZ-haven. Gegevens betreffende de schelp.

Vu: uitwendig schelpvolume (cm³) s.g.: soortelijk gewicht v.d. schelp
 Vi: invendig schelpvolume (cm³) N : monstergrootte
 Sg: schelpgewicht (g)

datum	L	B	H	B/L	H/L	B/H	Vu	Vi	sg	Vu/sg	s.g.	N
24/4	17,8	6,4	9,7	0,36	0,55	0,66	0,4	0,3	0,23	1,89	2,63	42
3/6	23,6	9,5	13,6	0,40	0,57	0,70	1,1	0,9	0,61	1,82	2,57	18
15/10	45,7	18,1	23,7	0,40	0,52	0,76	7,5	6,2	3,4	2,20	2,61	21

Tabel XII

Resultaten monsterplaatsen Balgzand en Horntje. Gegevens betreffende vlees en ratio vlees-schelp.Klasse 2.

AD = asvrij : asvrij drooggewicht (g)

C.I.: conditie index

droog: drooggewicht (g)

AD/Sg: $\frac{\text{Asvrijdroog}}{\text{schelpgewicht}} \times 1000$

A%D : percentage as t.o.v. droog-
gewicht

datum	Asvrij	A%D	Droog	C.I.	AD/Sg	N	datum	Asvrij	A%D	Droog	C.I.	AD/Sg	N
<u>Horntje hoog, immersiepercentage: 44%</u>													
26/5	0,1498	8,5	0,1637	125	20,2	20	27/4	0,1525	9,8	0,1690	121	21,2	15
1/6	0,1556	9,2	0,1713	121	22,4	17	2/6	0,1471	9,2	0,1619	96	14,6	12
7/7	0,2711	6,5	0,2898	175	26,1	28	23/6	0,1556	8,4	0,1699	87	12,7	18
10/8	0,3024	7,9	0,3239	158	20,9	29	29/7	0,1993	8,0	0,2158	88	11,8	18
15/9	0,4097	7,2	0,4418	167	23,4	25	13/10	0,2201	8,7	0,2521	82	9,6	18
26/10	0,3358	8,1	0,3652	125	15,7	24							
<u>Horntje midden, immersiepercentage: 59%</u>													
26/5	0,1498	8,5	0,1637	125	20,2	20	27/4	0,1525	9,8	0,1690	121	21,2	15
1/6	0,1708	6,8	0,1820	127	20,6	15	2/6	0,1654	9,1	0,1819	97	15,7	8
7/7	0,3201	7,9	0,3435	184	27,2	27	23/6	0,1703	9,8	0,1887	79	12,0	11
10/8	0,4531	6,3	0,4834	184	26,6	21	29/7	0,2089	9,5	0,2308	78	10,8	19
15/9	0,6028	6,9	0,6548	173	23,7	28	1/9	0,2069	11,9	0,2348	67	8,8	22
26/10	0,5554	7,2	0,5988	142	18,9	29	13/10	0,2341	9,7	0,2612	70	8,7	16
<u>Horntje laag, immersiepercentage: 85%</u>													
26/5	0,1498	8,5	0,1637	125	20,2	20	27/4	0,1525	9,8	0,1690	121	21,2	15
1/6	0,1634	8,5	0,1785	124	20,4	14	2/6	0,1767	8,7	0,1935	88	15,2	14
7/7	0,4052	5,9	0,4307	202	27,9	26	23/6	0,2000	10,6	0,2236	80	13,0	17
13/8	0,6036	8,8	0,6616	169	24,0	23	29/7	0,2351	10,8	0,2636	72	10,9	16
21/9	0,8130	6,5	0,8690	176	23,3	25	28/9	0,2742	12,0	0,3116	68	10,4	25
26/10	0,7872	6,7	0,8439	155	19,7	26							

Tabel XIII

Resultaten monsterplaatsen Balgzand en Horntje. Gegevens betreffende vlees en ratio vlees-schelp. Klasse 1.

AD = asvrij: asvrij drooggewicht (g)

A%D . percentage as t.o.v. dr. og-
gewicht

C.I.: conditie index

droog: drooggewicht (g)

AD/Sg: $\frac{\text{Asvrijdroog}}{\text{schelpgewicht}} \times 1000$

Datum	Asvrij	A%D	Droog	C.I.	AD/Sg	N	Datum	Asvrij	A%D	Droog	C.I.	AD/Sg	N
<u>Horntje hoog, immersiepercentage: 44%</u>													
24/4	0,0463	7,6	0,0501	135	21,1	42	24/4	0,0435	8,4	0,0475	117	18,1	18
1/6	0,0719	8,5	0,0802	134	22,4	22	2/6	0,0746	9,2	0,0821	118	18,7	18
7/7	0,1313	5,5	0,1392	189	26,3	23	23/6	0,0873	7,4	0,0933	95	14,5	25
10/8	0,1773	6,6	0,1887	160	21,4	25	29/7	0,1225	8,6	0,1341	90	12,6	30
15/9	0,2806	6,9	0,2993	174	24,4	25	1/9	0,1214	12,1	0,1382	73	9,6	24
26/10	0,2190	6,4	0,2388	131	17,1	24	13/10	0,1599	9,2	0,1760	76	10,0	27
<u>Horntje midden, immersiepercentage: 59%</u>													
24/4	0,0463	7,6	0,0501	135	20,1	42	24/4	0,0461	7,6	0,0495	120	18,4	21
1/6	0,0817	7,8	0,0898	126	21,5	22	2/6	0,0880	8,3	0,0959	112	17,6	20
7/7	0,2272	5,7	0,2403	195	28,4	22	23/6	0,1006	8,2	0,1095	92	13,4	25
10/8	0,3258	6,1	0,3487	170	25,0	25	29/7	0,1408	10,1	0,1566	82	10,8	27
15/9	0,5197	6,3	0,5580	187	28,0	19	1/9	0,1414	18,5	0,1734	71	9,2	24
26/10	0,3938	8,3	0,4206	133	17,7	24	13/10	0,1994	10,9	0,2237	69	8,8	26
<u>Horntje laag, immersiepercentage: 85%</u>													
24/4	0,0463	7,6	0,0501	135	20,1	42	24/4	0,0494	11,7	0,0561	119	19,7	19
1/6	0,1070	7,9	0,1162	137	20,6	23	2/6	0,0956	9,2	0,1054	104	17,1	20
7/7	0,3037	5,7	0,3221	197	27,4	25	23/6	0,1110	10,0	0,1234	83	13,1	25
13/8	0,4666	6,5	0,4989	176	23,9	25	29/7	0,1522	11,3	0,1716	66	10,4	28
21/9	0,7371	6,3	0,7422	179	23,9	24	29/9	0,1972	9,7	0,2183	59	8,7	24
26/10	0,6692	7,1	0,7201	139	18,4	26							

Tabel XIV

Resultaten monsterplaats NIOZ-haven. Gegevens betreffende vlees en ratio vlees-schelp.

AD = asvrij: asvrij drooggewicht (g)
 A%D : percentage as t.o.v. droog-
 gewicht

C.I.: conditie index

droog: drooggewicht (g)

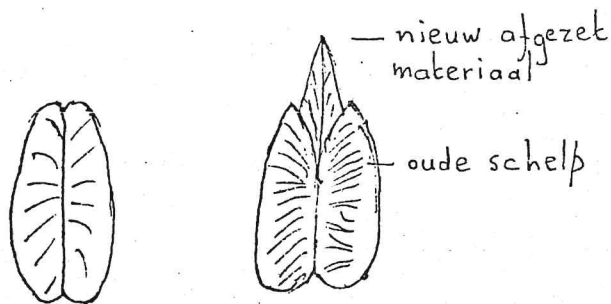
AD/Sg: $\frac{\text{Asvrijdroog}}{\text{schelpgewicht}} \times 1000$

datum	Asvrij	A%D	Droog	C.I.	AD/Sg	N	datum	Asvrij	A%D	Droog	C.I.	AD/Sg	N
Klasse 2													
Vlot in de NIOZ-haven, 100% immersie													
27/4	0,1525	9,8	0,1690	121	21,2	15	24/4	0,0463	7,6	0,0501	135	20,1	42
3/6	0,2490	9,5	0,2750	114	19,7	16	5/6	0,1080	9,3	0,1195	123	17,7	18
1/7	0,3548	8,1	0,3829	147	25,4	25	15/10	0,6403	8,6	0,7002	103	18,8	21
12/8	0,5307	6,3	0,5664	138	21,8	21							
15/9	0,7130	7,5	0,7707	148	22,4	20							
12/10	0,6154	7,6	0,6659	125	17,5	21							
Bodem van de NIOZ-haven, 100% immersie													
27/4	0,1525	9,8	0,1690	121	21,2	15							
3/6	0,2490	9,5	0,2750	114	19,7	16							
15/10	0,8748	8,7	0,9582	107	20,2	34							

Klasse 1

Bodem van de NIOZ-haven

24/4	0,0463	7,6	0,0501	135	20,1	42
5/6	0,1080	9,3	0,1195	123	17,7	18
15/10	0,6403	8,6	0,7002	103	18,8	21



dikmossel

zelfde mossel na
overplaatsing op het
vlot. (100% immersie)

fig. 1^a

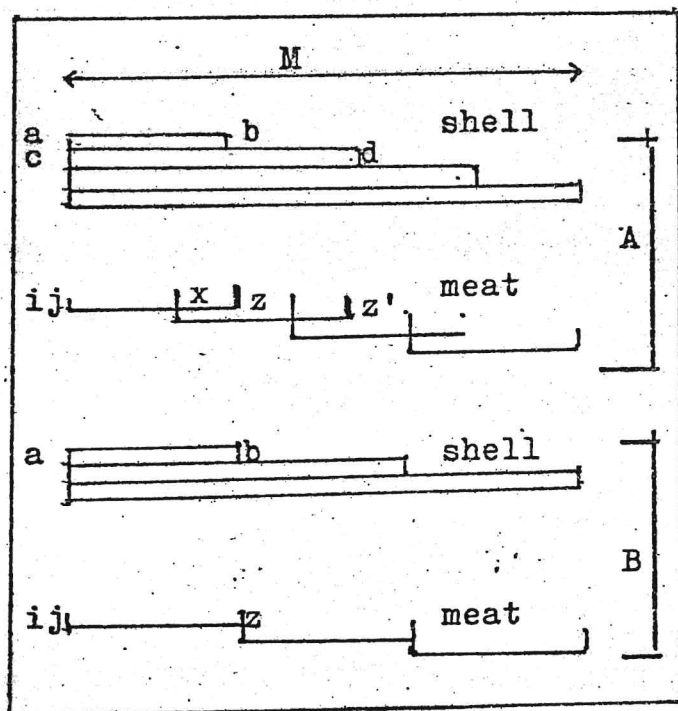
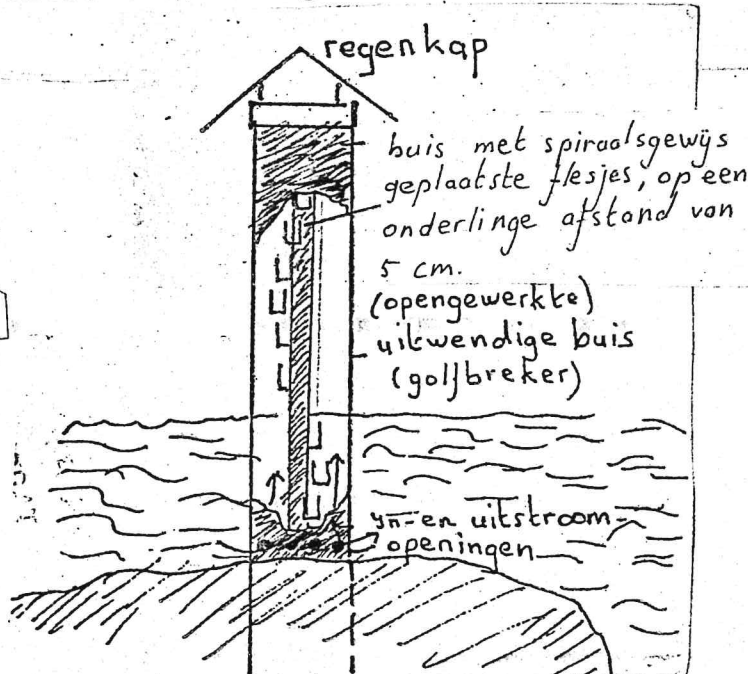


fig. 1^b. Schematic representation of the growths of shell and meat in (A) littoral and (B) sublittoral mussels, both having attained length M. The effect of basal metabolism on meat growth during exposure to air is represented by x. Shell growth (length and thickness) during one growth period is represented by ab, and meat growth by yz; in addition to the energy loss in mussel A there will be a time interval between growth periods. On the assumption of 50% exposure to air and energy

loss x for mussel A, the ratio of the age of mussel A to that of B will be 8 : 3, and the ratio of their shell weights 4 : 3. (Naar Baird and Drinnan 1957).

fig. 2.
Getijdemeter



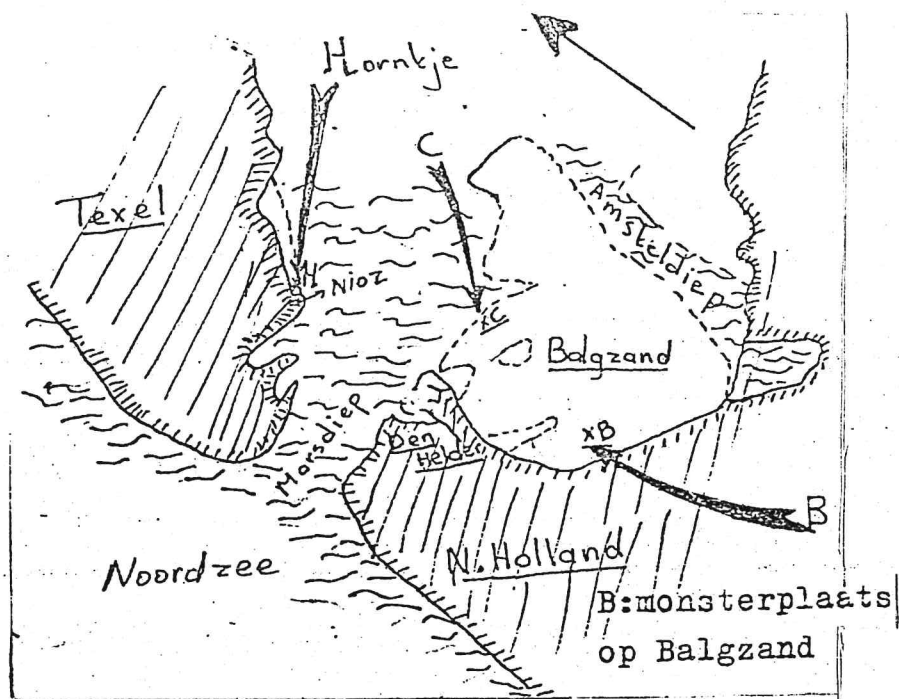


fig. 3 Situatieschets omgeving Den Helder

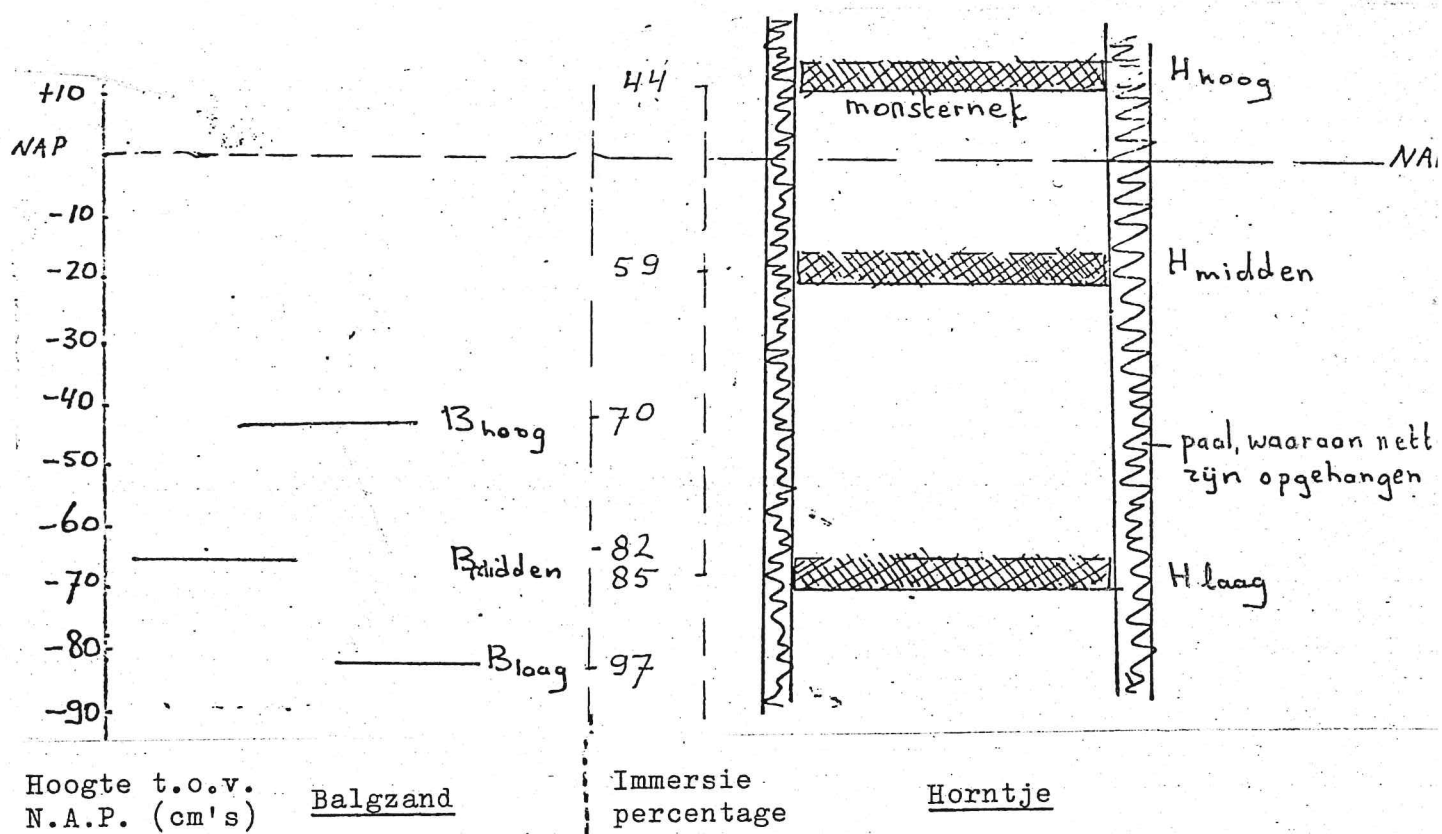
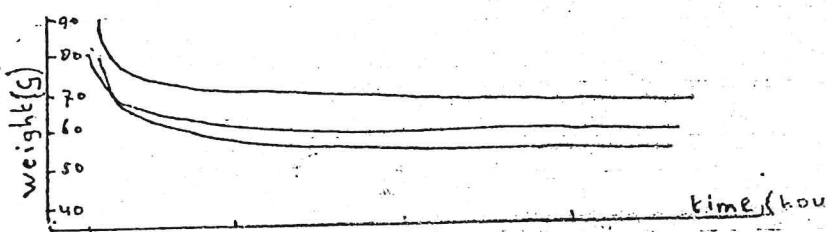
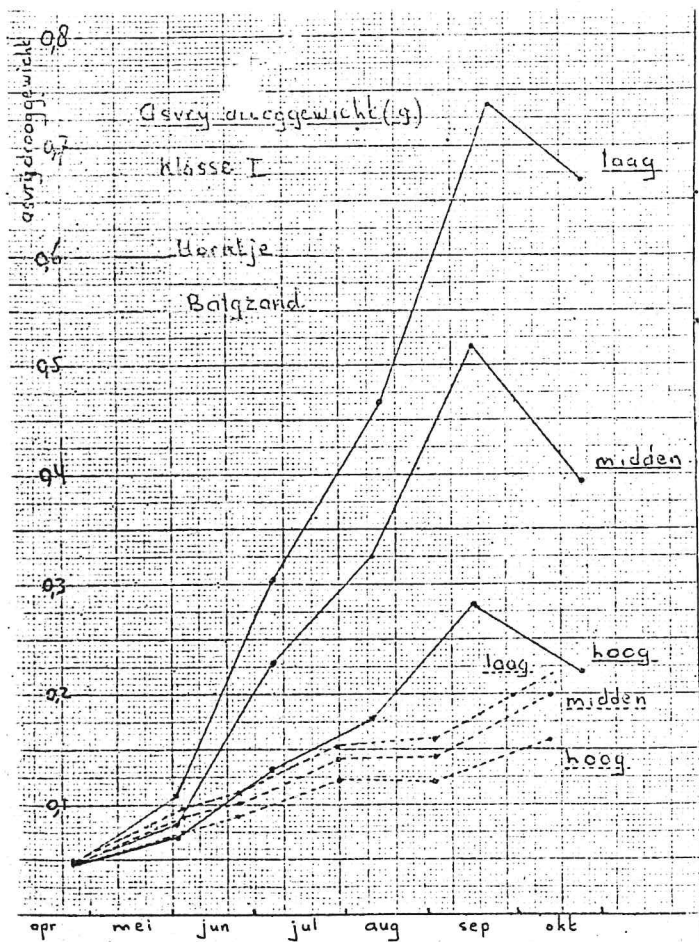


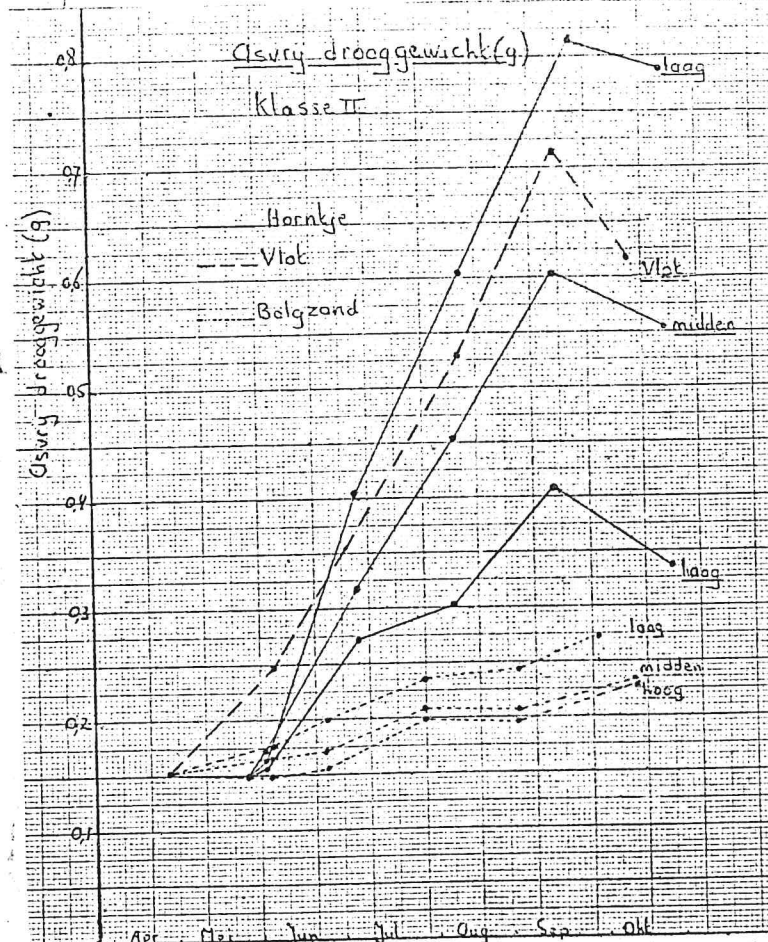
Fig. 4. Hoogtes (N.A.P.) en immersiepercentages van de verschillende monsterplaatsen.

Fig. 5. Loss of weight of mussel meats on drying on filter paper (naar Baird 1957).





6a



6b

Fig. 6. Asvrij drooggewicht over de periode 22/4 tot 26/10 voor de verschillende niveaus. 6a: Klasse 1 6b: Klasse 2.

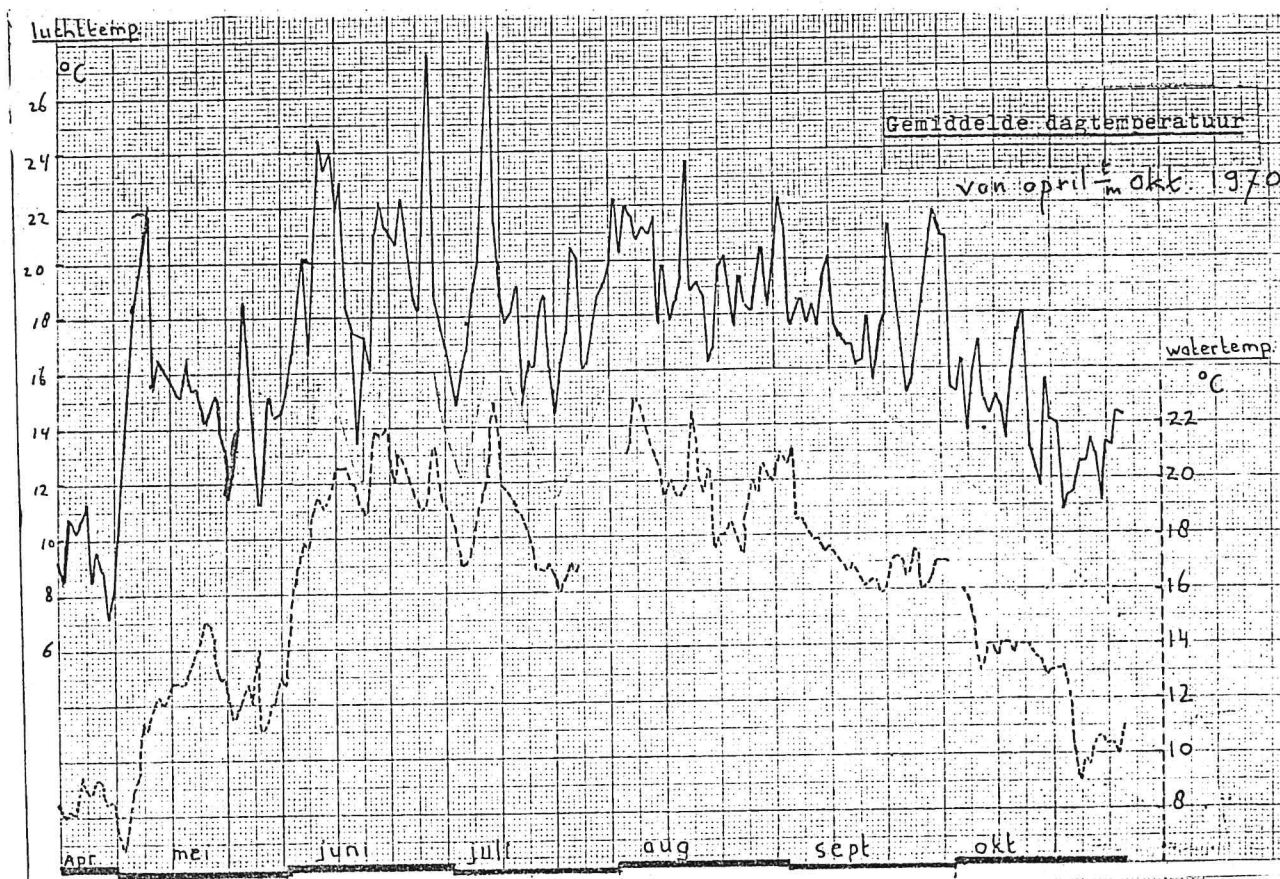


Fig. 7.

Ononderbroken lijn: luchttemperatuur (registratie K.N.M.I.) Den Helder
 Gestippelde lijn: watertemperatuur (registratie R.I.V.O.) 't Horntje

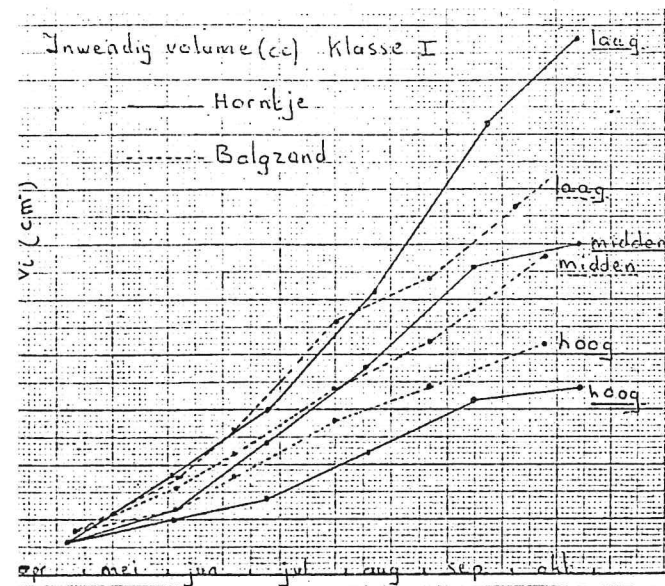


Fig. 8a: Verloop van Vi voor klasse 1.

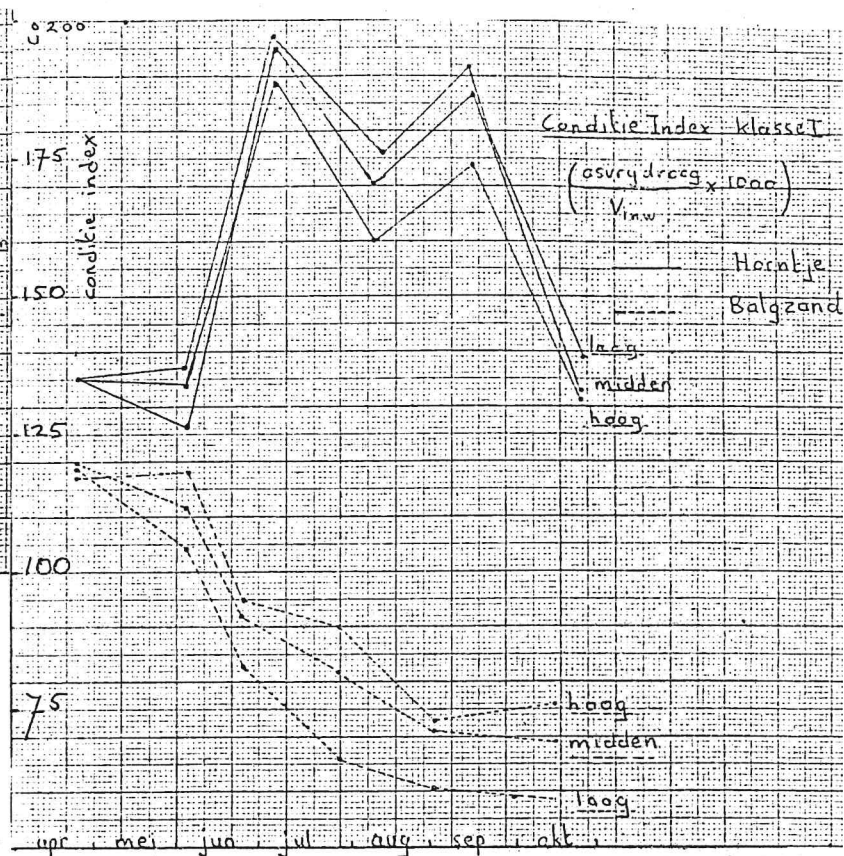


Fig. 8b: Verloop van de Conditie Index voor klasse 1.

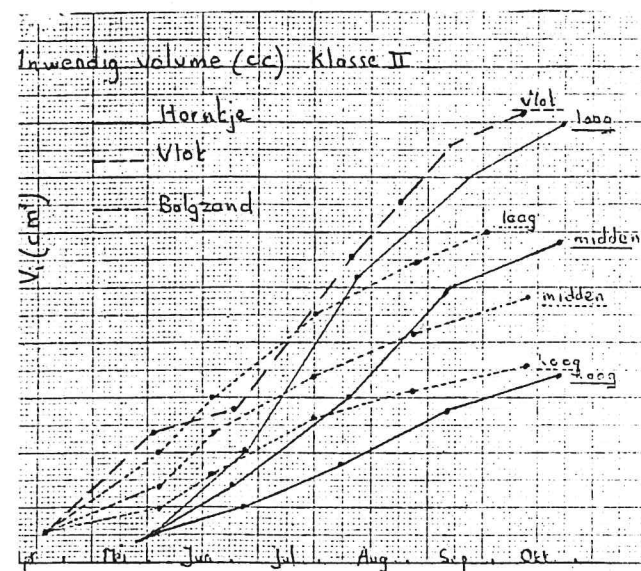


Fig. 9a: Verloop van Vi voor klasse 2.

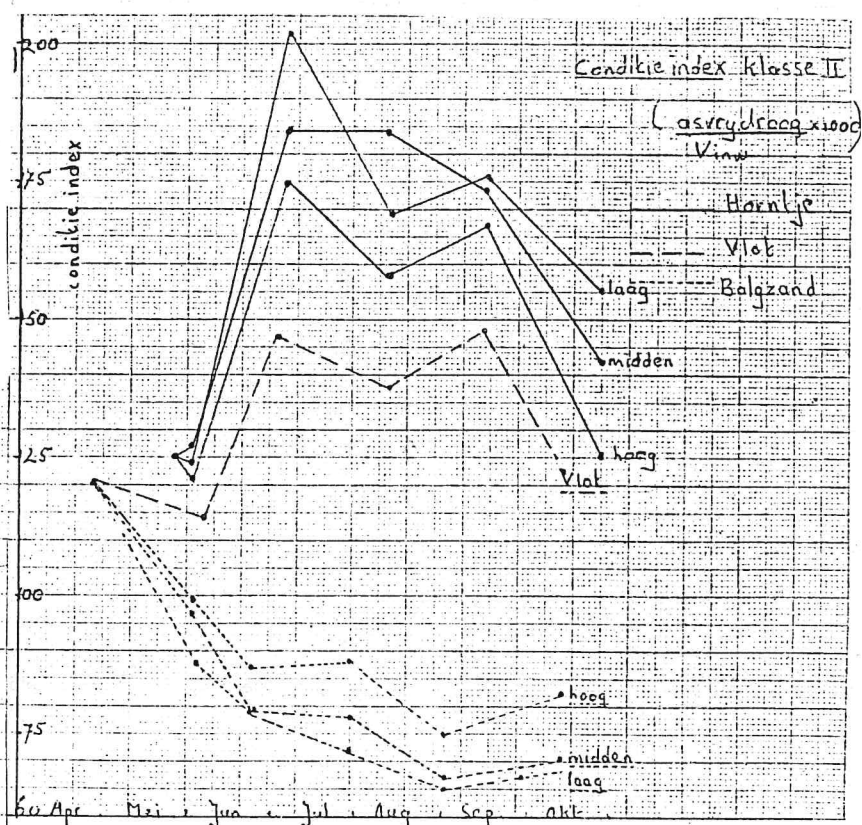


Fig. 9b: Verloop van de Conditie Index voor klasse 2.

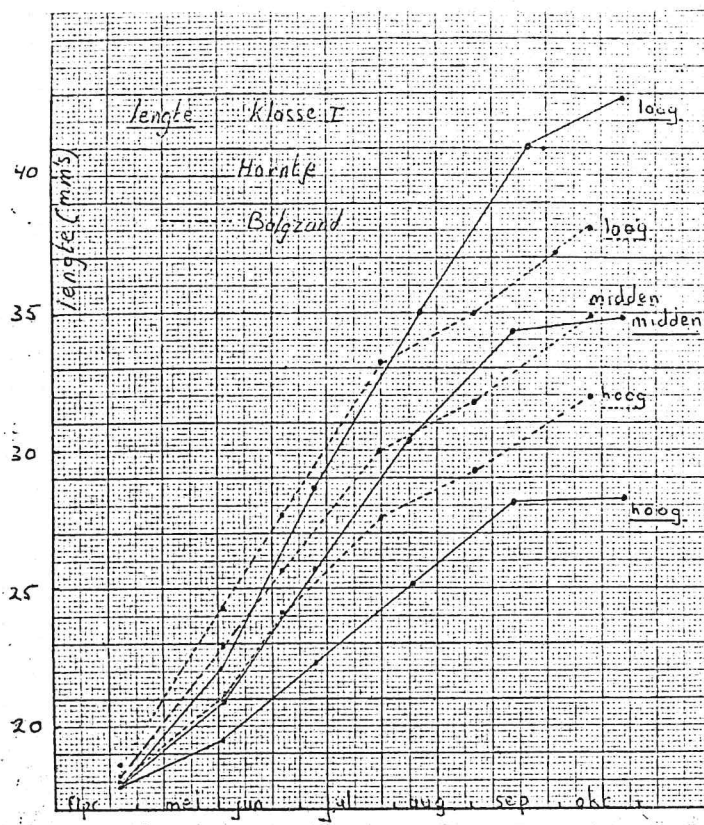


Fig. 10a: Groeicurves van klasse 1 mossels van 22/4 tot 26/10 1970.

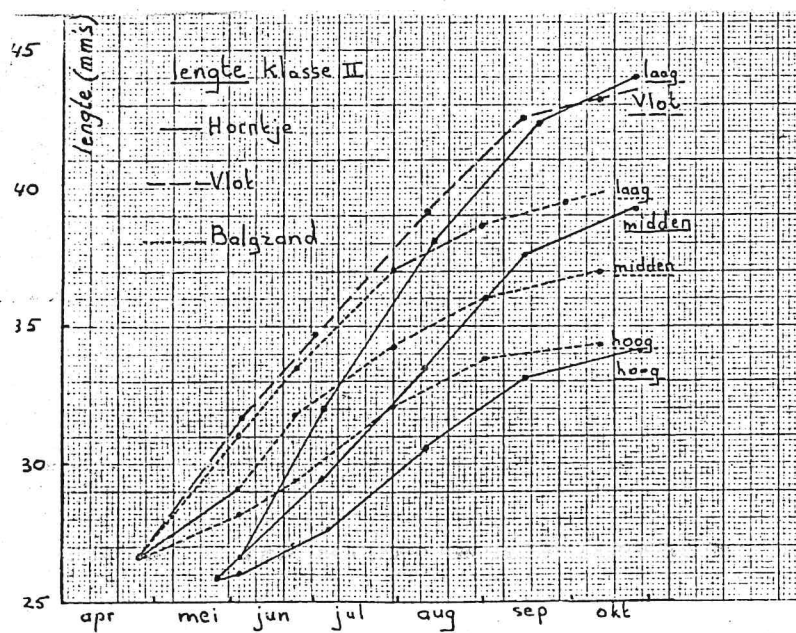
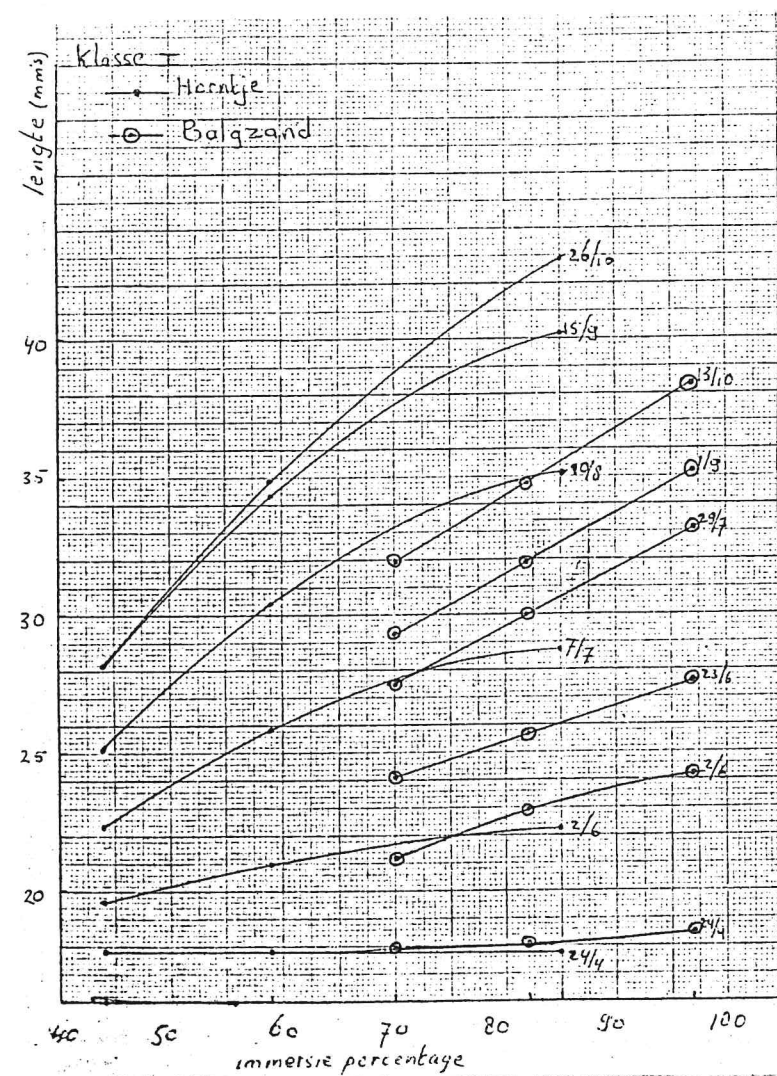
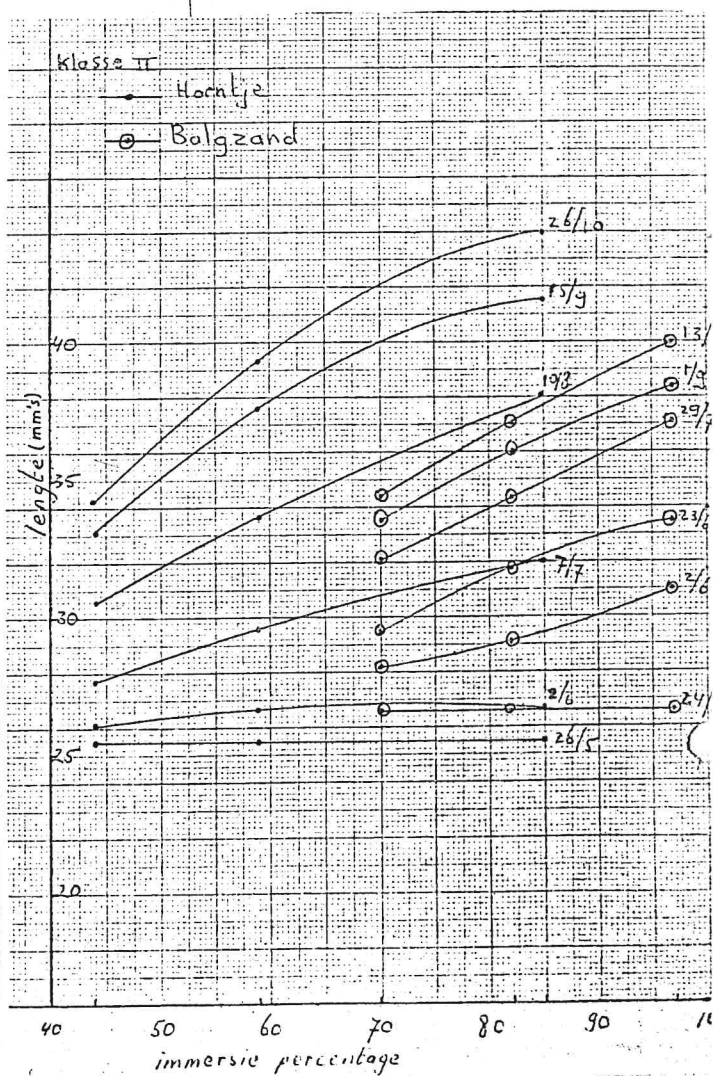


Fig. 10b: Groeicurves van klasse 2 mossels van 22/4 tot 26/10.



11a



11b

Fig. 11. Relatie tussen immersieduur en lengte groei van de schelp op verschillende tijdstippen. a: klasse 1 en b: klasse 2.

Fig. 12a: relatie tussen schelp-
breedte en -lengte

$$B = 0,47 L - 1,90$$

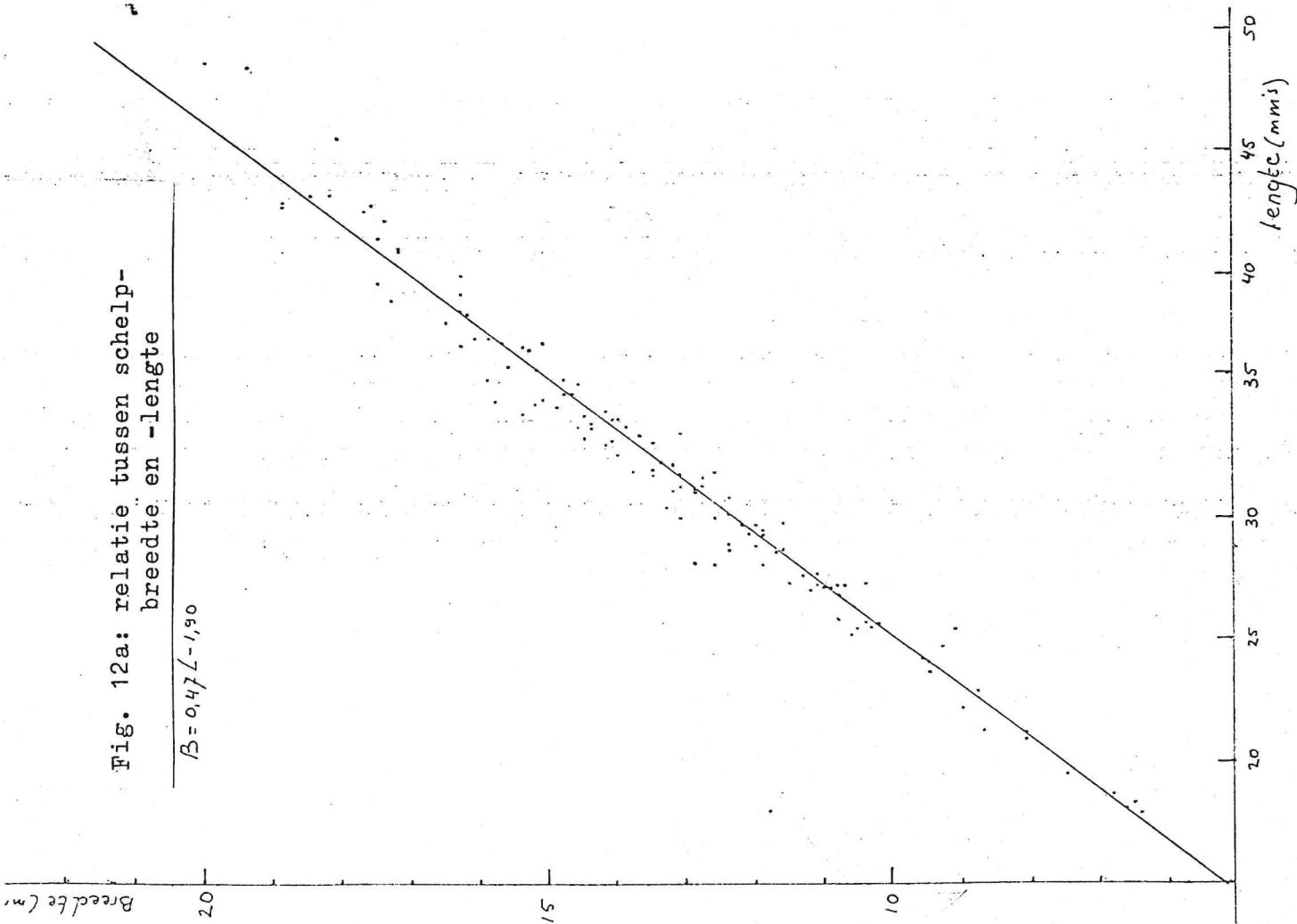
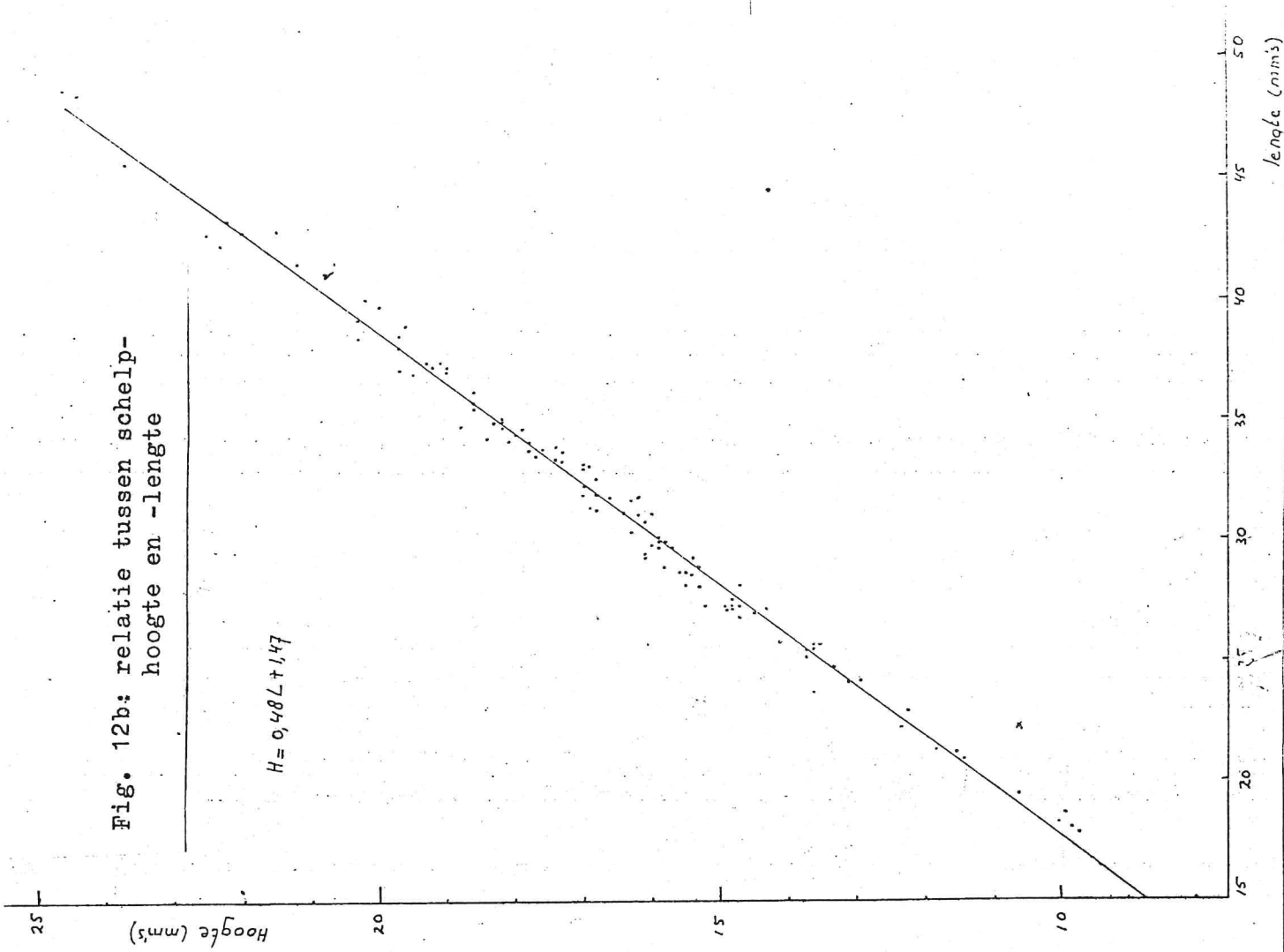


Fig. 12b: relatie tussen schelp-
hoogte en -lengte

$$H = 0,48 L + 1,47$$



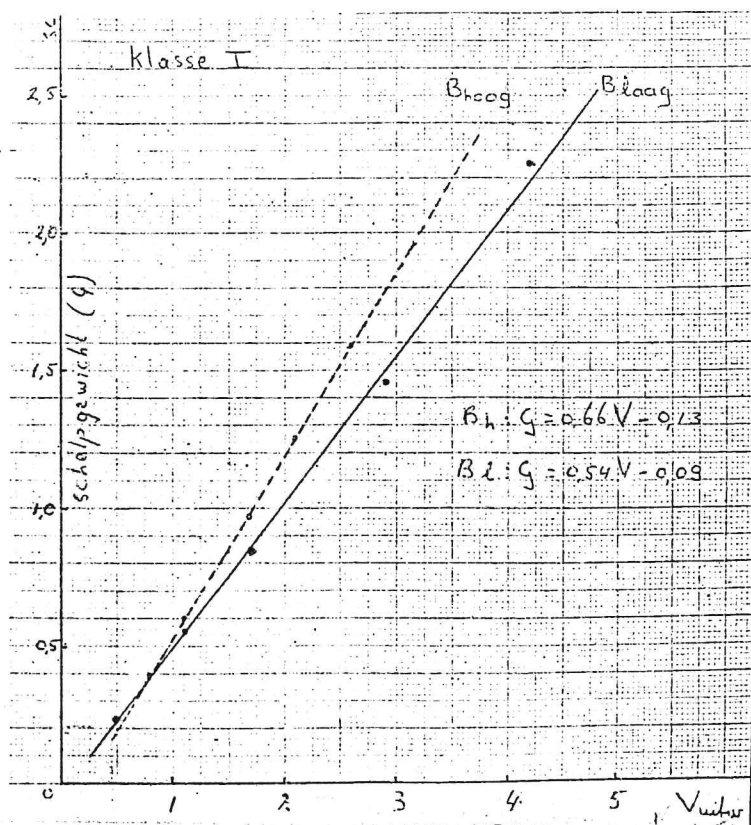


Fig. 13a

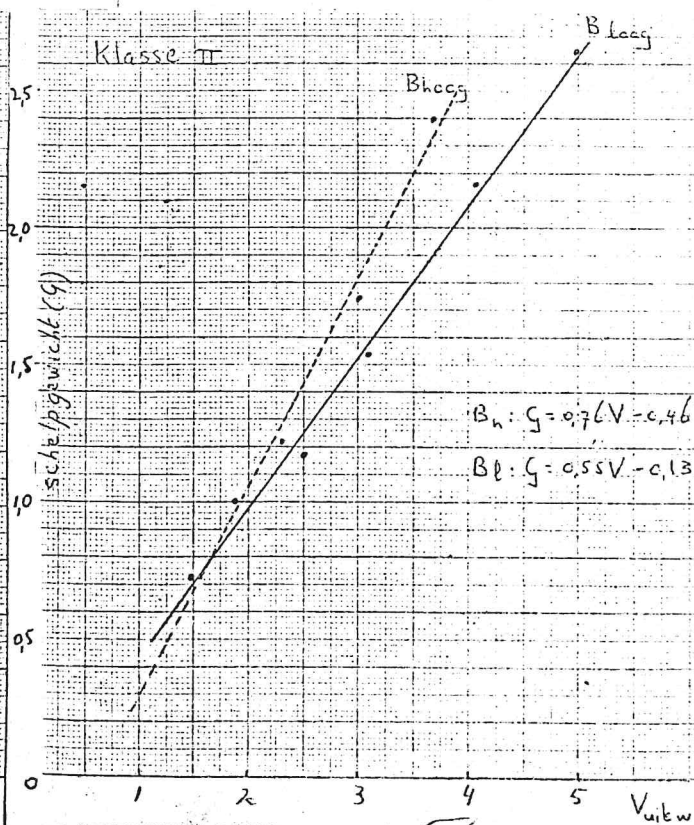


Fig. 13b

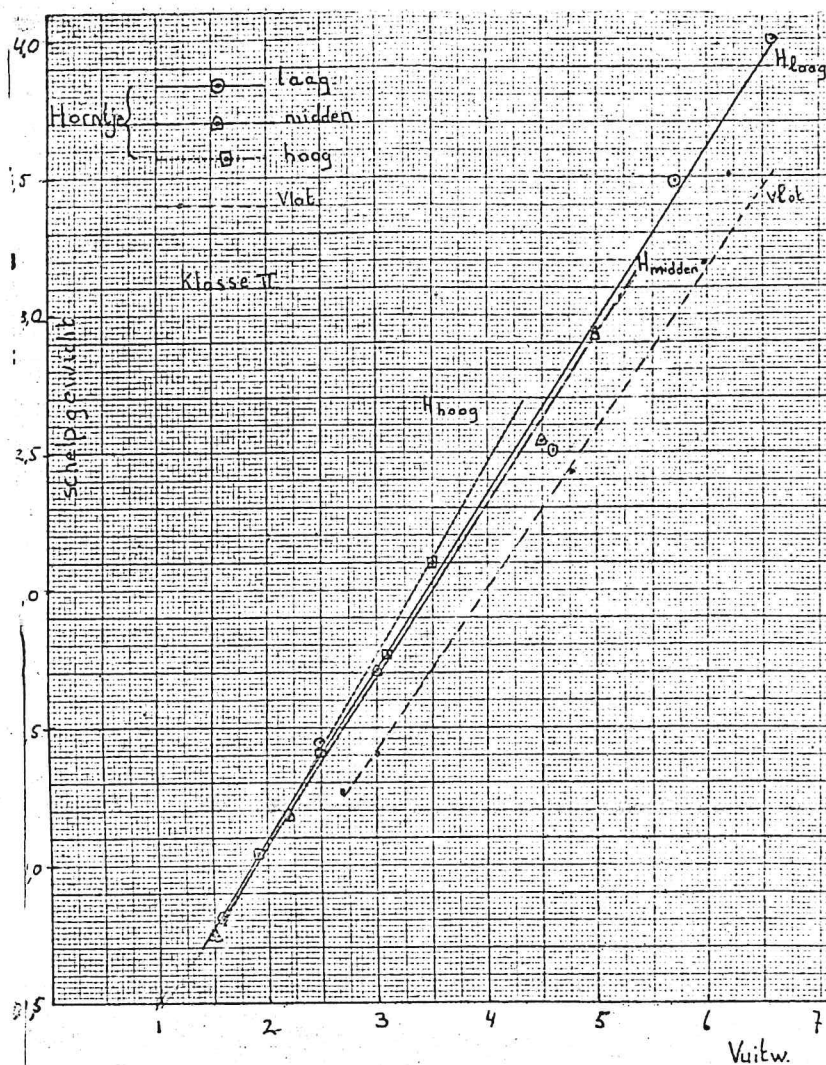
Fig. 13: Relatie schelpgewicht-
uitwendig volume.

13a: Voor Bh en Bl mossels
van klasse 1,

13b: Voor Bh en Bl mossels
van klasse 2,

13c: Voor Hh, Hm, Hl en
vlot mossels van klasse
2.

Fig. 13c



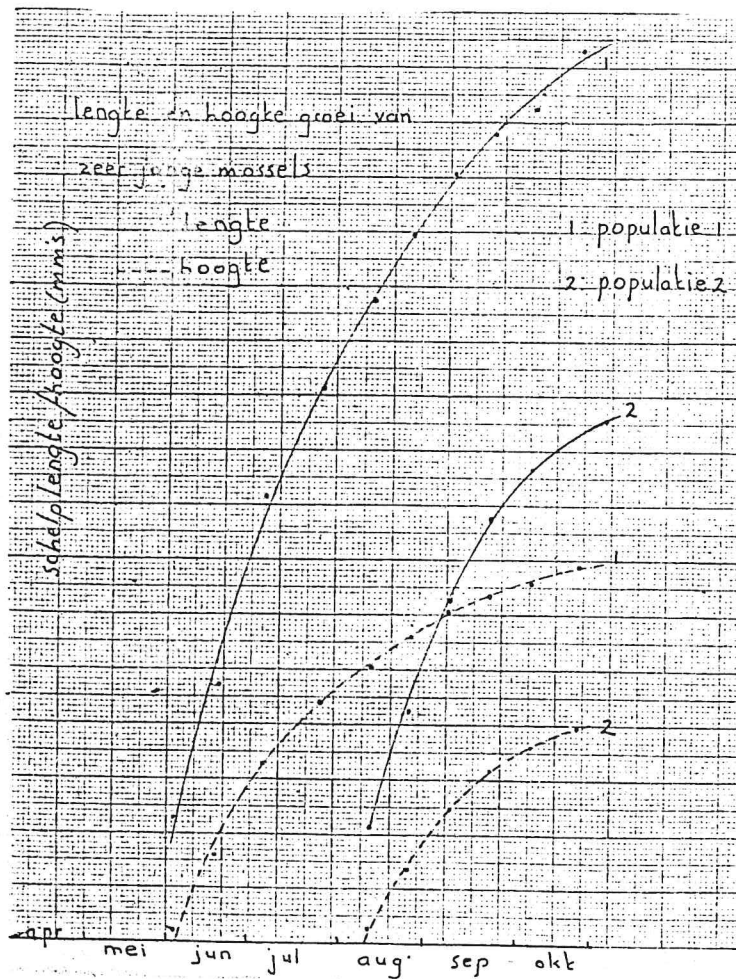


Fig.14a

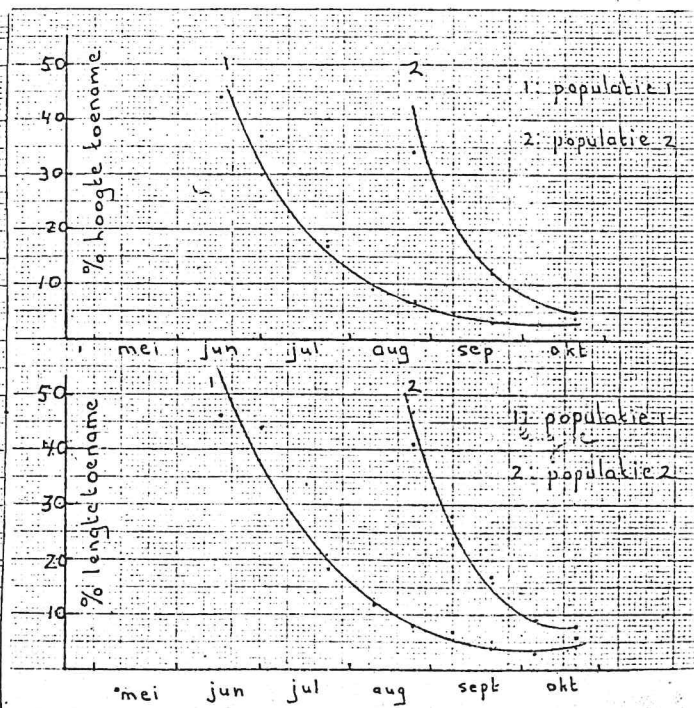


Fig.14b

Fig.14: Schelpgroei van zeer jonge mossels bij permanente immersie.
14a: in mm's
14b: in procenten

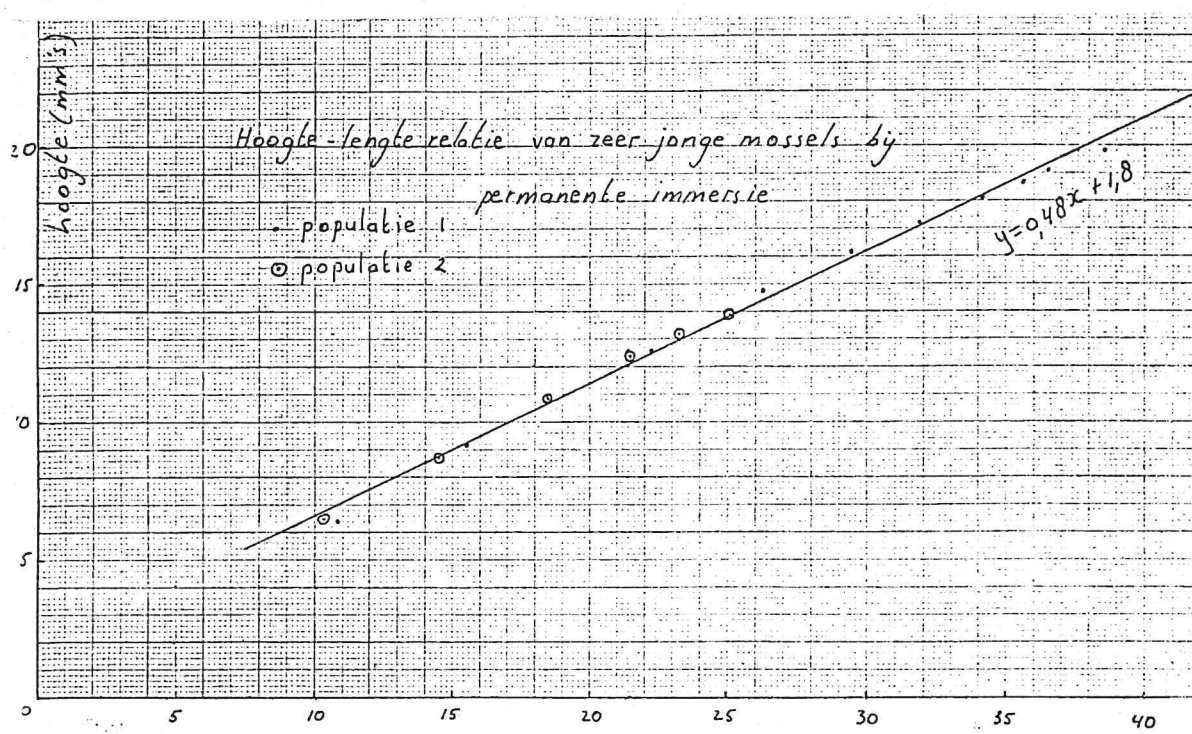


Fig.15 Hoogte-lengte relatie van zeer jonge mossels bij permanente immersie.

Fig. 16 Lengte-Breedte relatie van Balgzand mossels

$$B = 0,50 L - 2,74 \quad (r = 0,99)$$

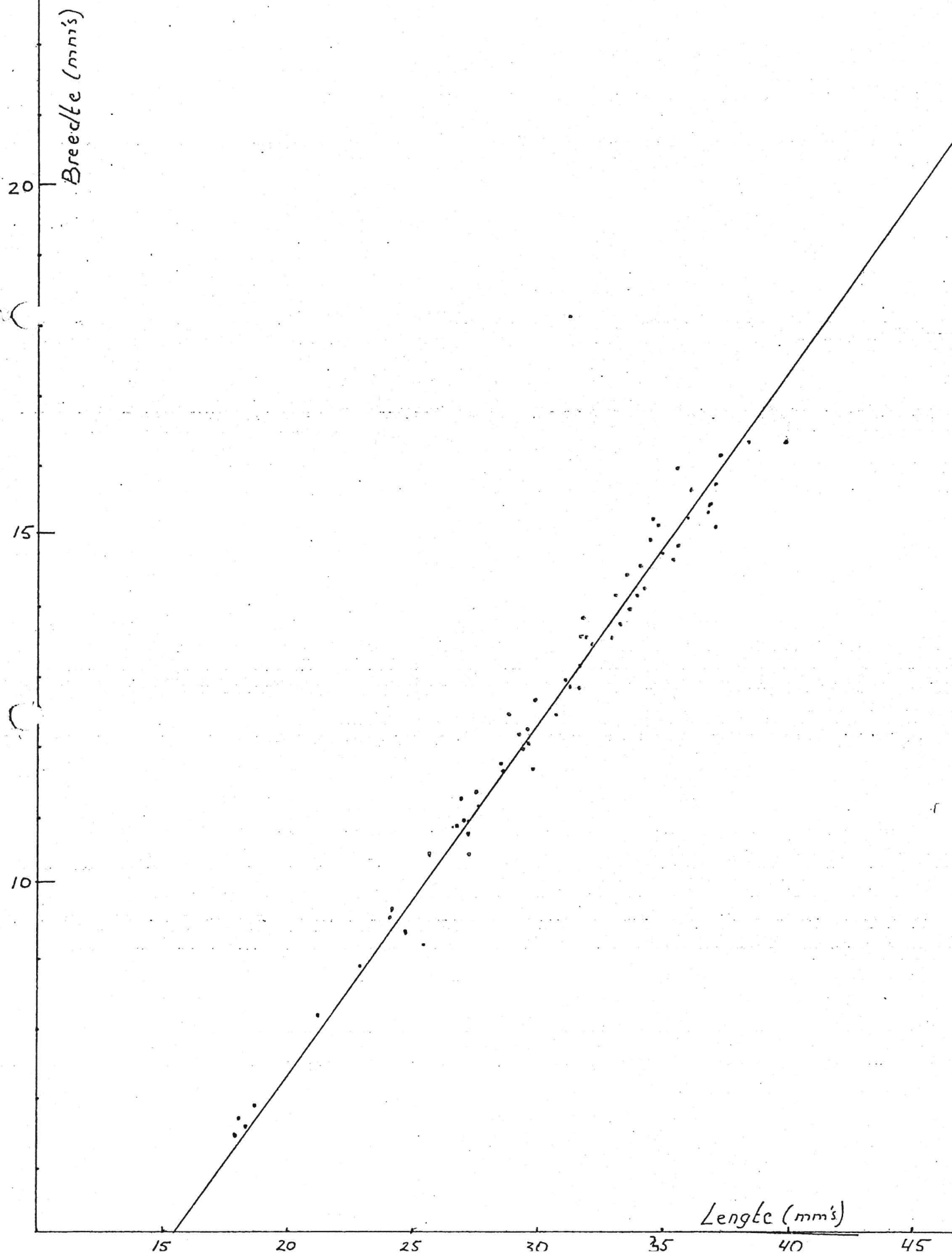


Fig.17 Lengte-Hoogte relatie van Balgzandmossels

$$H = 0,48 L + 1,40 \quad (r = 0,99)$$

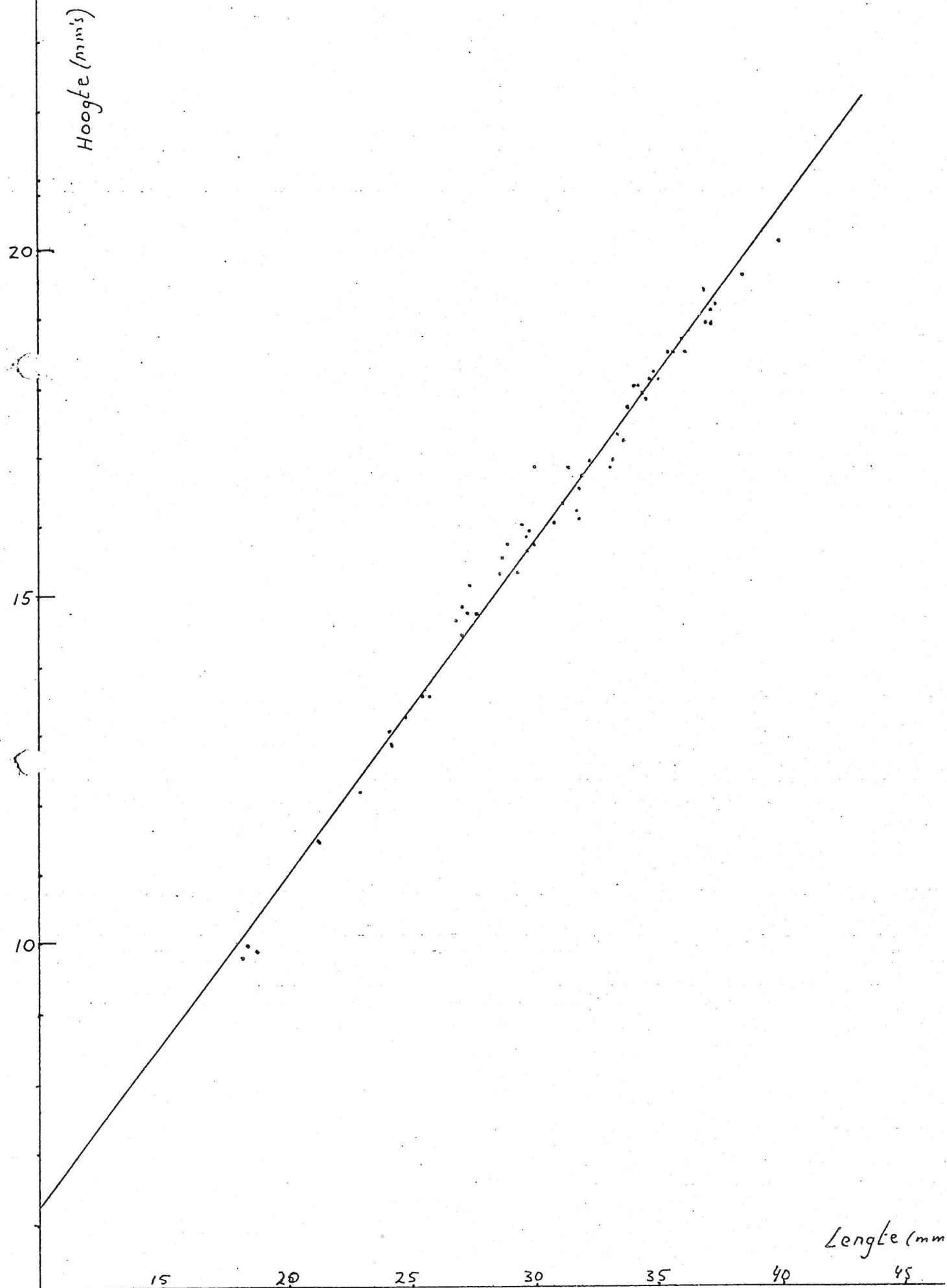


Fig. 18 | Lengte-Breedte relatie van Vlot mossels

$$B = 0,44 L - 1,36 \quad (r = 0,99)$$

Breedte (mm's)

20

15

10

Lengte (mm's)

15

20

25

30

35

40

45

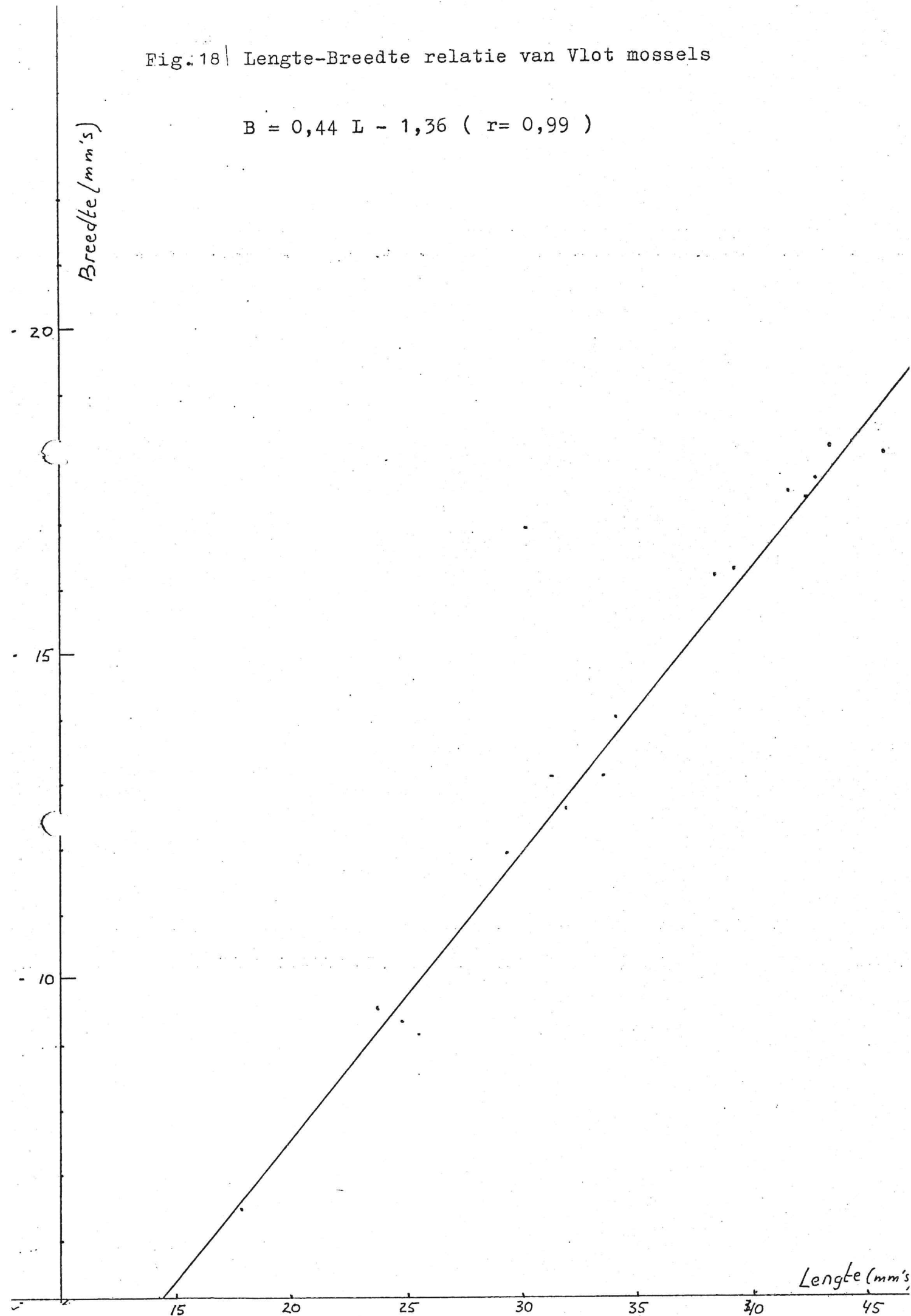


Fig. 19 Lengte-Hoogte relatie van Vlot mossels

$$H = 0,47 L + 1,80 \quad (r = 1,00)$$

Hoogte (mm's)

Lengte (mm's)

15

20

25

30

35

40

45

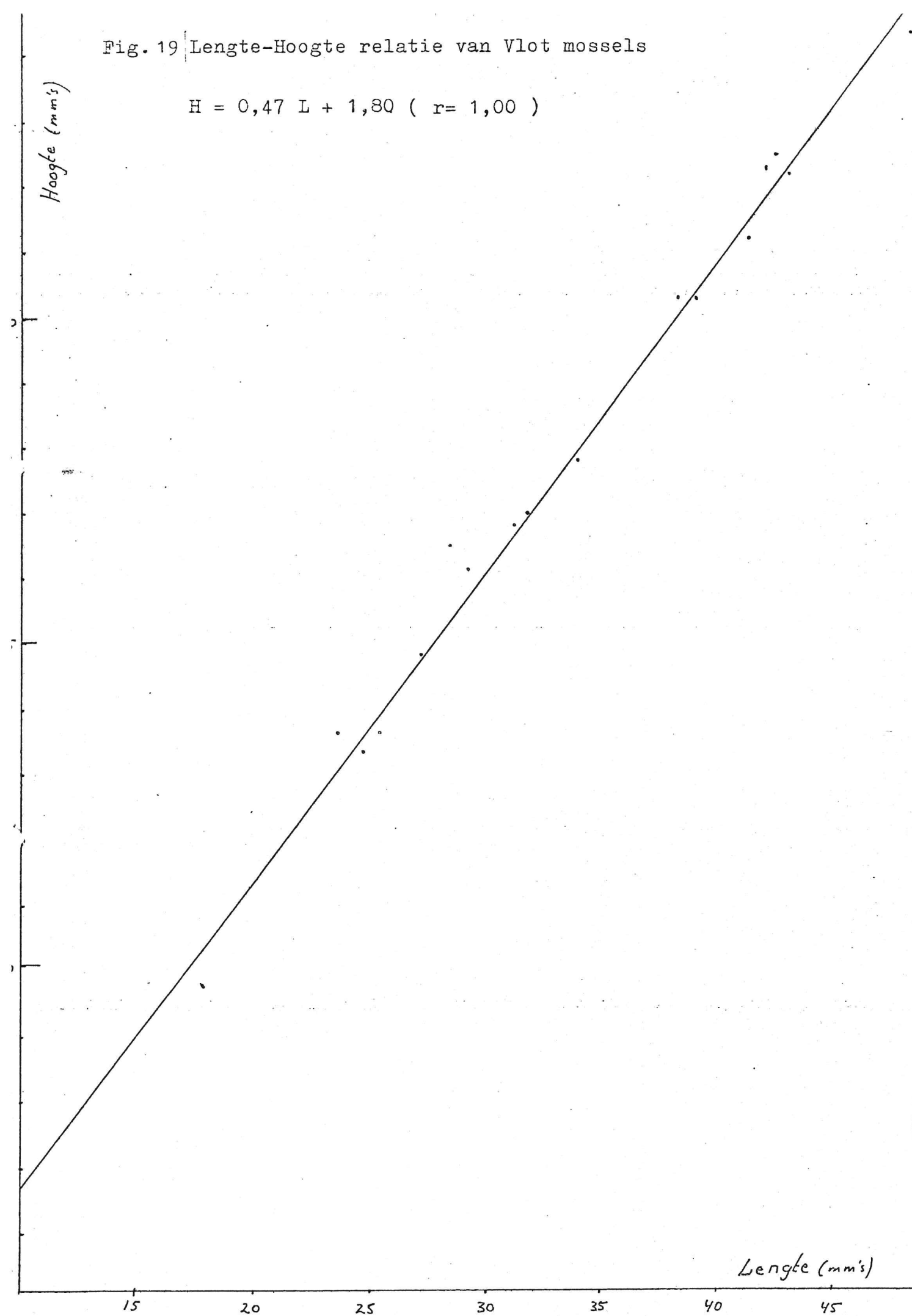


Fig. 20 | Lengte -hoogte relatie van Horntje mossels

$$H = 0,49 L + 1,22 \quad (r = 0,99)$$

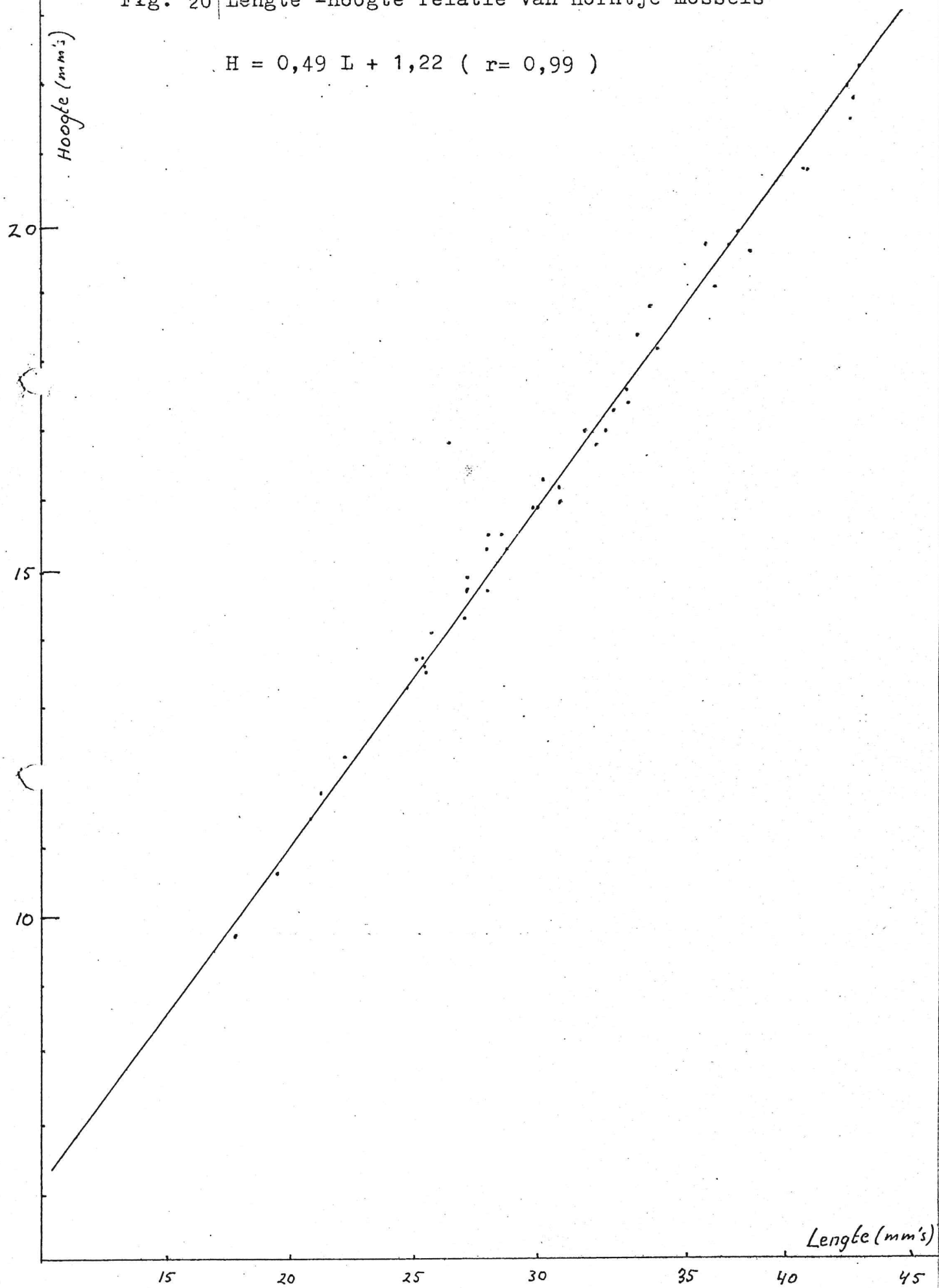


Fig21 Lengte-Breedte relatie van Horntje mossels

$$B = 0,48 L - 1,71 \quad (r = 0,99)$$

