

DE KORAAALRIFFEN VAN EMMAHAVEN (W. SUMATRA)

door Dr. J. H. F. UMBROVE,
(with an English Summary).

Plaat 1—4.

INHOUD.

	Bladz.
1. Inleiding	10
2. Invloed van den wind op den vorm der koraaleilanden en de orienteering der riffen	11
a. Geomorphologie van Pasir Ketjil, ook wel genaamd Poeloe Karsik. Conclusies	11
b. Gegevens over den wind te Padang en Emmahaven. Conclusies	13
3. Negatieve strandverschuiving; profiel door het subfossiele strandrif van Emmahaven; negatieve strandverschuiving op Poeloe Pisang (besar)	18
4. Summary	22
5. Platen.	

DE KORAALRIFFEN VAN EMMAHAVEN (W. SUMATRA)

DOOR

Dr. J. H. F. UMBGROVE.

1. INLEIDING.

Tot voor korten tijd bestond er slechts één detailstudie over koraalriffen in onzen grooten en aan riffen zoo bijzonder rijken Oost Indischen Archipel, nl. die welke SLUTTER in 1890 publiceerde¹⁾. In zijn verhandeling worden bijzonderheden gegeven over drie uiteenliggende rifgebieden, 1e de Baai van Batavia (met een meer algemeene blik op de Duizendeilanden), 2e Krakatau en 3e de Brandewijnsbaai. „Brandewijnsbaai” is een thans niet meer in gebruik zijnde benaming van het binnenste gedeelte der Koninginnebaai (zie zeekaart 1:200.000 blad 165) en wordt tegenwoordig veelal als Emmahaven, naar de gelijknamige havenplaats, betiteld.

Op de door SLUTTER gelegde basis konden wij voortbouwen, bij een nadere studie der Baai van Batavia²⁾, de Duizendeilanden³⁾ en den Spermonde Archipel⁴⁾. Helaas moesten wij constateeren, dat het door SLUTTER opgenomen rif aan den Zwartten Hoek (Krakatau), dat zoo bij uitstek een geschikte plaats voor het bestudeeren van rifontwikkeling scheen te zijn, thans geheel en al verdwenen is, bedolven en verstikt onder neergestorte puinsteentuffen⁵⁾. Bij het maken van een tocht door Sumatra in Augustus 1929, heb ik de gelegenheid aangegrepen eenige dagen in Emmahaven te vertoeven om na te gaan of er na de 40 jaren, die sinds SLUTTER's publicatie verlopen zijn, veranderingen in deze rifgroep geconstateerd konden worden en om eventueele nieuwe gegevens te verzamelen.

¹⁾ C. PH. SLUTTER. Einiges über die Entstehung der Korallenriffen in der Javasee und Brantweinsbai und über neue Korallenbildung bei Krakatau. *Natuurk. Tijdschrift Nederl. Indië* XLIX, 1890.

²⁾ J. H. F. UMBGROVE. De koraalriffen in de baai van Batavia (With Summary in English) in: *Wetenschappelijke Mededeelingen van den Dienst van den Mijnbouw*, No. 7, 1928.

³⁾ J. H. F. UMBGROVE. De koraalriffen der Duizend eilanden (Java Zee) (With Summary in English), *ibidem*, No. 9, 1929.

⁴⁾ J. H. F. UMBGROVE. De koraalriffen van den Spermonde-Archipel (S. Celebes). (With an English Summary) in: *Leidsche Geologische Mededeelingen* III, 1930.

⁵⁾ J. H. F. UMBGROVE. The End of Sluiter's Coral Reef at Krakatoa, *ibidem* III, 1930.

2. INVLOED VAN DEN WIND OP DEN VORM DER EILANDEN EN ORIENTEERING DER RIFFEN.

a. Geomorphologie van Pasir Ketjil, ook wel genaamd Poeloe Karsik ¹⁾.

Het eilandje Pasir Ketjil (zie fig. 1, naar SLUTTER's kaart) ligt kort voor de kust van Emmahaven en vormt daar een moeilijk punt voor de grootere schepen, die steeds met de noodige omzichtigheid er langs of er om heen geloodst moeten worden naar den aanlegstijger. Fig 3 is geteekend naar een zeer gedetailleerde opname (schaal 1:2.000), in December 1928 voor de „Havenwerken van Emmahaven” vervaardigd. Deze werd mij welwillend verstrekt door het Hoofd van den Dienst voor Scheepvaart te Weltevreden. Aan de Noordzijde van het rif steekt een zandeiland boven water uit. Dit is sedert korten tijd kunstmatig door gemetselde muren vastgelegd. Talrijke werkplaatsen en een kleine scheepswerf zijn er door het Gouvernement aangebracht. Van het kwade een deugd makende heeft men er tevens een steenen pier gebouwd ongeveer in Zuidzuidwestelijke richting, die samen met de groote pier, die van den wal uit aangelegd is, (zie fig. 2) de rustige ligging der schepen voor Emmahaven nog verhoogt.

Deze exploitatie van Pasir Ketjil dateert eerst van de laatste decennien. Men kan dit gemakkelijk zien door een vergelijken met het kaartje van 1889 (fig. 1). Bovendien zal men opmerken, dat tegen de lange pier van Pasir Ketjil zich sindsdien koraalzand (A. op fig. 3) opgehoopt heeft. Puinwallen ontbreken aan dit rif.

De ligging van het oorspronkelijke zandeiland Pasir Ketjil ten opzichte van het floreerend rif wijst er op, dat het windeffect maximaal is van uit open zee. De pas ontstane zandmassa (A.) duidt daar eveneens op. Door zijn ligging aan die bepaalde zijde van de pier is het bovendien mogelijk deze overheerschende windrichting (richting van het maximale windeffect) nog nauwkeuriger te bepalen.

De geologische bouw van Pasir Ketjil, d. w. z. de orientatie van rif, rifplat (= moat) en zandeiland, brengen ons tot de conclusie, dat het overheerschende windeffect voor Emmahaven van uit een SW richting werkzaam is.

Wij zullen thans zien, dat de zuiver meteorologische gegevens, die ons van dit gebied ter beschikking staan, deze geologische conclusie bevestigen.

¹⁾ Pasir = zand, Ketjil = klein, Poeloe = eiland, Karsik = zand.

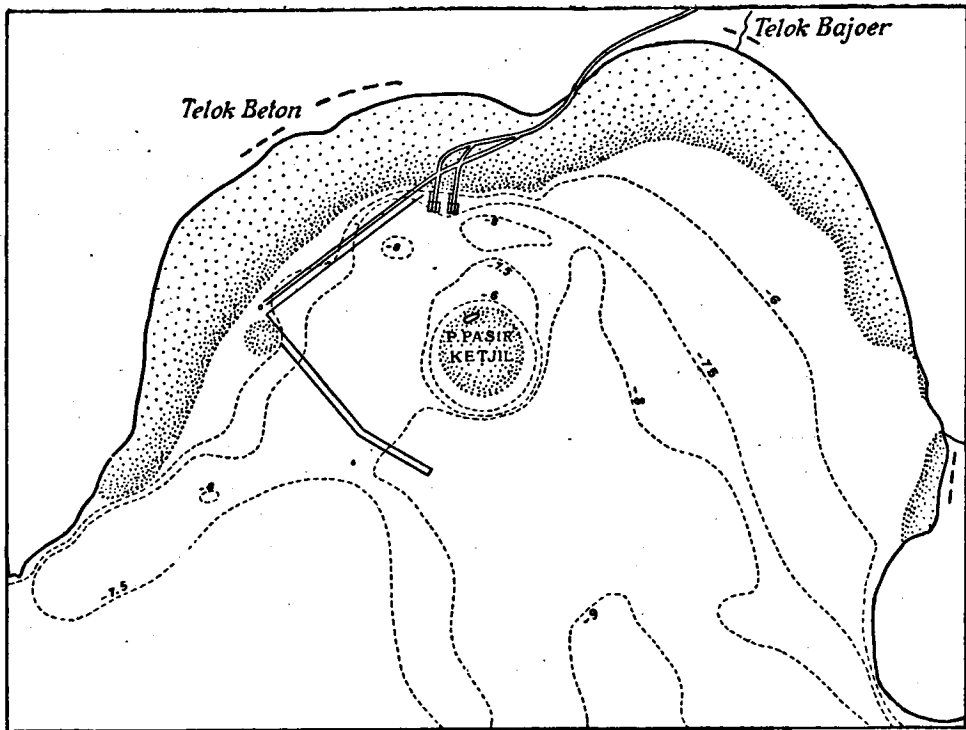


Fig. 1.
Emmahaven (Brandewijnsbaai) 1: 20.000 naar SLUITER, 1890.

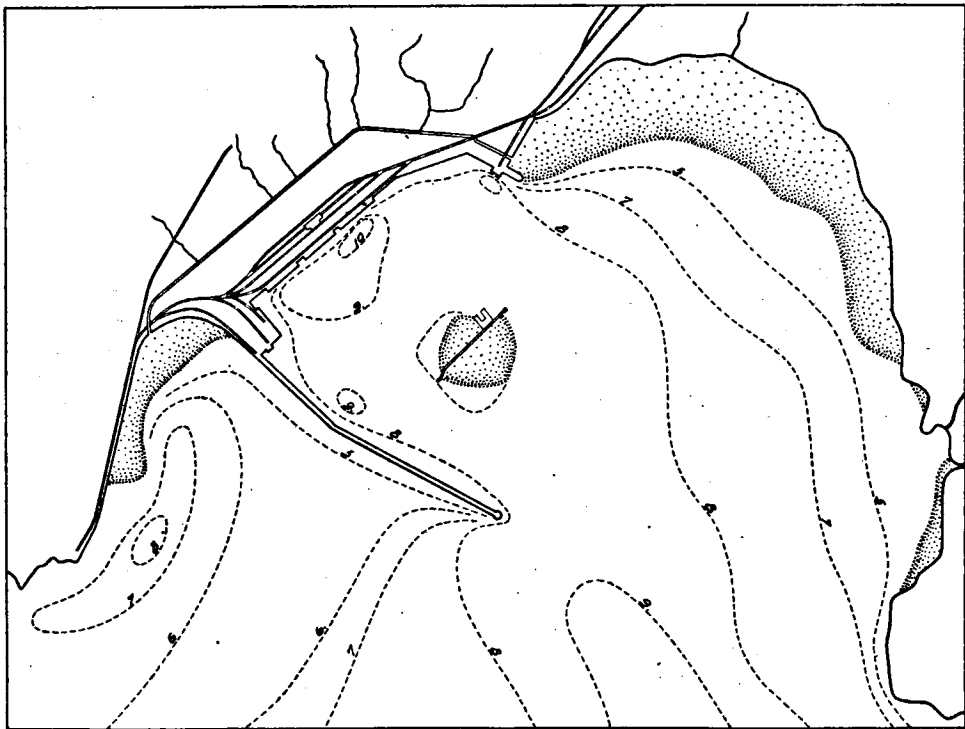


Fig. 2.
Emmahaven 1: 20.000 naar de zeekaart blad 279, 1920.

b. Gegevens over den wind te Padang en Emmahaven.

		E	NE	N	NW	W	SW	S	SE
Januari	6 u.	13	9	1	—	—	—	—	4
"	9 u.	4	1	1	4	9	9	1	—
"	15 u.	2	2	1	5	9	11	1	—
"	22 u.	16	8	—	1	—	1	1	3
Februari	6	10	14	1	—	—	—	—	—
"	9	3	1	3	3	9	8	2	1
"	15	1	1	1	5	9	10	3	—
"	22	18	6	1	1	—	—	—	2
Maart	6	12	13	—	—	—	—	—	3
"	9	2	3	1	2	4	9	2	5
"	15	1	—	1	2	4	13	2	3
"	22	15	13	—	1	—	1	—	1
April	6	11	11	—	—	—	—	—	5
"	9	5	2	1	3	6	7	3	5
"	15	1	1	1	6	5	11	2	3
"	22	13	8	—	3	—	2	—	3
Mei	6	13	12	—	—	—	—	—	5
"	9	3	2	—	4	9	9	2	1
"	15	1	—	—	4	9	15	1	—
"	22	14	11	—	1	—	—	—	5
Juni	6	11	9	—	1	—	—	—	6
"	9	1	—	—	3	10	12	2	1
"	15	—	1	—	6	7	12	1	—
"	22	13	11	—	2	—	1	—	2
Juli	6	13	13	1	—	—	1	—	3
"	9	1	1	1	4	8	11	2	1
"	15	—	—	—	6	9	13	1	1
"	22	8	14	1	7	—	—	1	1
Augustus	6	8	17	—	—	—	1	2	3
"	9	3	1	3	9	8	3	3	1
"	15	—	—	—	6	9	13	1	—
"	22	9	12	2	7	—	—	—	1
September	6	13	7	—	1	—	—	1	4
"	9	—	—	—	3	10	1	3	1
"	15	2	—	—	5	11	11	1	—
"	22	12	9	—	5	—	12	—	2
October	6	11	8	1	1	—	—	—	10
"	9	1	1	—	5	8	10	5	1
"	15	2	1	—	5	10	12	1	—
"	22	11	13	2	5	—	—	—	1
November	6	15	9	—	2	—	1	—	3
"	9	—	—	—	6	8	12	4	—
"	15	1	1	—	5	9	10	2	1
"	22	13	8	1	4	—	—	—	4
December	6	15	10	—	1	—	—	—	4
"	9	—	—	1	6	9	11	—	—
"	15	—	—	1	8	10	7	—	4
"	22	14	10	—	3	—	1	—	3

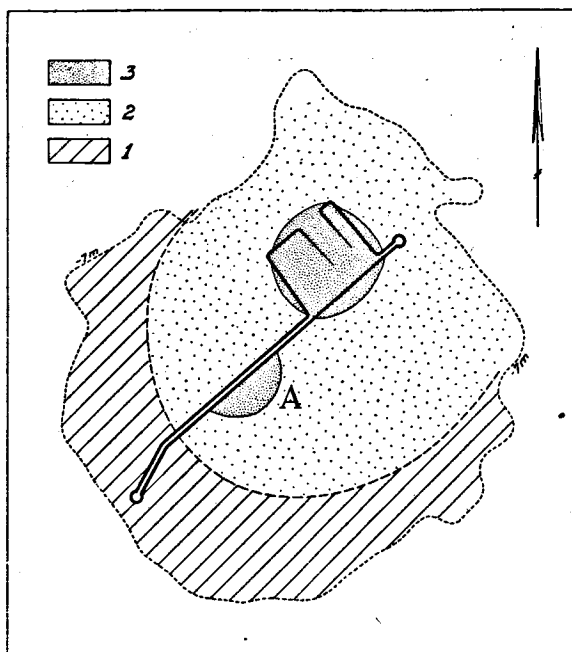


Fig. 3.

Het eilandje Pasir Ketjil, schaal 1: 5000, 1. levend koraalrif, 2. koraalzand onder water, 3. koraalzand-eiland, A recente opeenhoping van koraalzand tegen de pier.

Aan den Directeur van het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia, Prof. Dr. J. BOEREMA, die mij ook bij vroegere onderzoekingen steeds met groote bereidwilligheid ter zijde stond door het verschaffen van zoo waardevolle meteorologische gegevens (Lit. 2 en 3) heb ik het ook thans weer te danken, dat wij de hierboven vermelde conclusie over den windinvloed op deze riffen kunnen toetsen aan gegevens over de heerschende wind te Padang. Op mijn aanvraag zond hij de op blz. 13 afgedrukte gegevens. Het is van belang het volgende uit zijn begeleidend schrijven te citeren:

„Voor Padang kan ik U niet zoo volledig over den wind inlichten als voor Batavia en Noordwachter indertijd mogelijk was. Ik beschik over waarnemingen van windrichting verricht te Padang in 1850—1853, waaraan de bijgaande tabel van windfrequenties is ontleend. Het windstelsel is geheel land- en zeewind; van een moessoninvloed is niets te merken.”

Hieronder volgen de uit de uitvoerige gegevens over de windfrequenties te Padang afgeleide gemiddelden per jaar; de eerste rij geeft dit jaargemiddelde aan voor 6 uur 's-morgens, de tweede rij voor 9 uur, de derde rij voor 3 uur 's-middags, de vierde rij voor 10 uur 's-avonds.

	E	NE	N	NW	W	SW	S	SE
6 u.	145	132	4	6	—	4	3	50
9 u.	23	12	11	52	98	112	29	17
15 u.	11	7	5	63	101	139	16	11
22 u.	156	123	7	40	—	6	2	28

Gemakshalve zijn de verhoudingen van deze gegevens vastgelegd in de windroosgraphieken fig. 4—7.

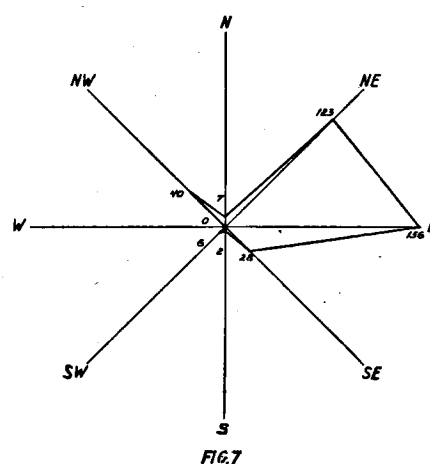
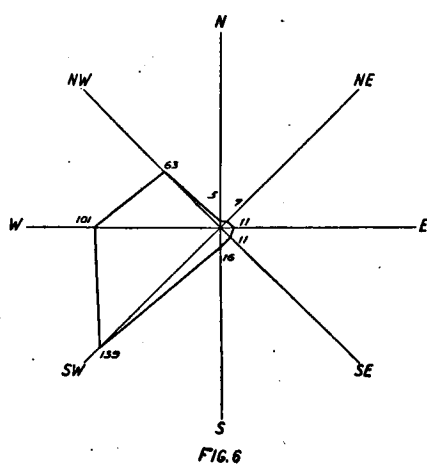
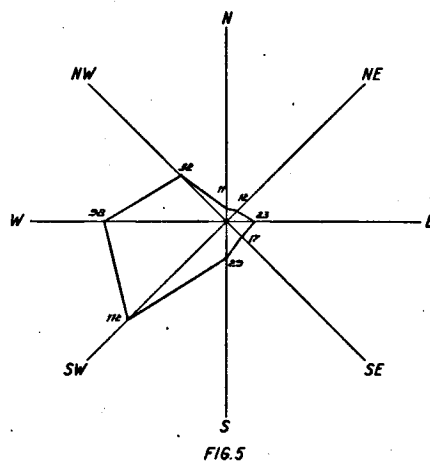
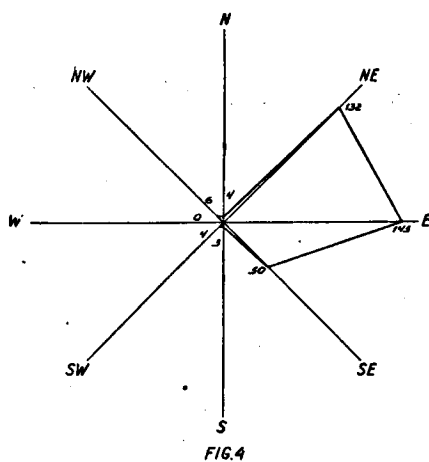


Fig. 4—7.

Graphieken der windfrequentie's te Padang te 6 u. (fig. 4), 9 u. (fig. 5), 15 u. (fig. 6) en 22 u. (fig. 7).

De algemeene conclusie over den heerschenden wind die hieruit volgt citeer ik eveneens uit Prof. BOEREMA's begeleidend schrijven:

„Overdag overwegen dus sterk de N.W., W. en Z.W. winden, daarentegen 's-nachts de Z.O., O. en N.O. winden. Het windstelsel te Padang wordt geheel beheerscht door land- en zeewind.”

„In bovenstaande tabel zijn geen snelheden in aanmerking genomen, maar de zeewind is steeds krachtiger dan de landwind, zoodat mag worden aangenomen dat de overheerschende windrichting is die van 9 en 15 uur.”

Vergelijken wij dit nu met de beide graphieken fig. 5 en fig. 6 dan zien wij, dat de meteorologische conclusie omschreven in het laatste door ons gecursiveerde citaat inderdaad overeenstemt met de geologische conclusies, die wij hiervóór vermeld hebben.

Het blijkt dus de invloed van den zeewind te zijn, die wij in de orienteering en onderlinge ligging van rif en zandeiland herkend hebben.

Dit wil dus zeggen, dat het windeffect van den zeewind d.i. het produkt van de windfrequentie (hier gegeven) en de windsterkte (waarover ons hier gedetailleerde gegevens ontbreken) in deze riffen duidelijk te herkennen is. Het windeffect van den landwind is in deze riffen niet te bespeuren, hetgeen beteekent, dat hoe groot ook de windfrequentie van den landwind moge zijn (fig. 4 en 7) de gemiddelde windsterkte in ieder geval zeer gering is.

Zoo vinden wij hier dus een bevestiging en tevens een instructieve illustratie van de conclusie, die wij onlangs bij een vergelijkende studie van windgegevens (Lit. 4, 1930, pag. 237) maakten, nl. „dat gegevens alleen over windfrequentie (overheerschende windrichting) somtijds reeds een aanwijzing kunnen geven over het geologisch zoo belangrijke windeffect, doch alleen dan wanneer die windrichting vrij spel heeft en niet kortbij een bergland in zijn weg aanwezig is.”

Van het geologisch belangrijke windeffect geven dus alleen fig. 5 en fig. 6 (zeewind) een aanduiding, fig. 4 en fig. 7 (landwind) kunnen daarbij practisch buiten beschouwing blijven.

Tenslotte hebben wij de gegevens over de windfrequenties (blz. 15) samengesteld; dit levert dus een jaargemiddelde voor de frequentie van land- en zeewind samen:

E	NE	N	NW	W	SW	S	SE
335	274	27	161	199	261	50	106

Fig. 8 geeft hiervan wederom een graphiek. In deze figuur toont het gedeelte links van de N-S as de windfrequentie van den zeewind, rechts die van den landwind en dit laatste kan dus bij conclusies over het windeffect practisch verwaarloosd worden.

Ten overvloede wil ik hier ook nog een en ander citeeren uit „Het klimaat van N. Indië” waar BRAAK over den wind te Padang en Emmahaven een en ander mededeelt ⁶⁾.

Op pag. 84 (Deel II, aflev. 1) geeft hij van Padang een tabel van

⁶⁾ C. BRAAK. Het Klimaat van Nederlandsch-Indië, Deel II, aflev. 1, Sumatra. Verhandelingen Koninkl. Magnet. en Meteorolog. Observatorium te Batavia, No. 8, 1925.

de windrichting en bestendigheid in percenten. Daarbij vermeldt hij: „Er blijkt duidelijk uit, dat de moessons in de kustvlakte nabij Padang niets te beteekenen hebben en land- en zeewind geheel overheerschend zijn.”

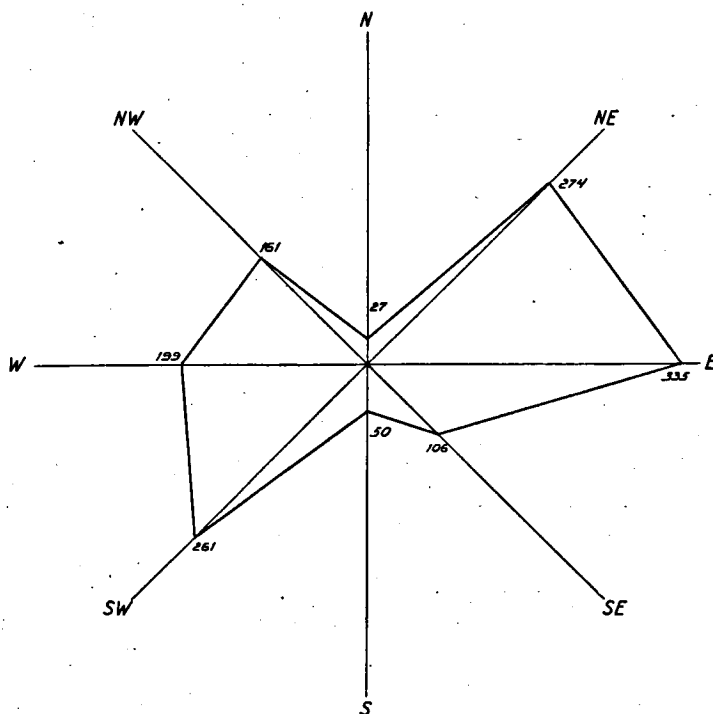


Fig. 8.

Graphiek van het jaargemiddelde der frequentie van land- en zeewind te Padang.

Op pag. 86 (l. c.) vinden we dit nog nader toegelicht nl.:

	Padang	Emmahaven
Bestendigheid in percenten	Land- en zeewind: 122 %	108 %
	Moessons: 8 %	9 %

Helaas kon ik het eiland Poeloe Pasir, dat op eenigen afstand uit de kust gelegen is niet bezoeken. Van de hoog gelegen weg boven Tampat Boekit kon echter wel in groote trekken bij lagen waterstand de vorm van dit eiland duidelijk herkend worden. Het bestaat nl. uit een zandmassa, die naar de zijde van Sumatra gelegen is en een lagune met een puinwal aan de tegenovergestelde zijde, d. w. z. naar de open zee toe gericht, een orientatie, die dus met die van Pasir Ketjil overeenstemt.

3. NEGATIEVE STRANDVERSCHUIVING; PROFIEL DOOR HET SUBFOSSIELE STRANDRIF VAN EMMAHAVEN; NEGATIEVE STRANDVERSCHUIVING OP POELOE PISANG (BESAR).

SLUTTER gaf voor de „Brandewijnsbaai” een kaartje waar de riffen op ingetekend zijn en een profiel door het zoogenaamde kustrif dat van veel belang is. Naar Prof. SLUTTER mij onlangs mededeelde is hij zelf echter niet ter plaatse geweest, doch verkreeg hij alle gegevens over dit gebied van den Heer J. W. IJZERMAN, destijds hoofdingenieur bij den aanleg der havenwerken. Ter plaatse bleek mij al ras het merkwaardige feit, dat alle op zijn kaartje ingetekende „kustriffen” (echter niet Pasir Ketjil) doode en wel „opgeheven” oude kustriffen zijn. Dit doet echter niets af aan de groote waarde van het profiel door zulk een rif, dat door de goede zorgen van Prof. SLUTTER voor de wetenschap bewaard is gebleven. De boringen hadden ten doel een verkenning van den ondergrond voor den aanleg van de havendam.

Het profiel geeft dus een doorsnede ongeveer ter hoogte van „Telok Beton” (zie SLUTTER's kaartje fig 1). De resultaten der 15 boringen zijn door SLUTTER zeer gedetailleerd ingetekend. Indien men echter de genese van een rif wil nagaan kunnen best „tamelijk harde grauwe klei”, „weeke klei en modder”, „klei met Operculina complanata” en „weeke modder met dierresten” onder éézelfde teeken in het profiel gebracht worden.

Op een dergelijke wijze heb ik nog een en ander vereenvoudigd, zoodat het profiel overzichtelijker is. Vervolgens zijn enkele veranderingen aangebracht in het verloop der grenslijnen tusschen de diverse gesteenten, aangezien in het door SLUTTER geteekende profiel de gegevens der boringen op eenige plaatsen onderling verbonden zijn op een wijze, die geologisch onwaarschijnlijk is. Men kan dit gemakkeijk zien bij een vergelijking van de omgeving der boringen 4, 10 enz. in SLUTTER's profiel met de hier gegeven teekening (Pl. 4). Tenslotte heb ik het profiel, dat door SLUTTER geteekend was met verschillende schaal voor hoogte en lengte op gelijke schaal voor hoogte en lengte teruggebracht, zoodat dus nu de natuurlijke verhoudingen weergegeven worden.

Wij kunnen in dit voor de koraalrifliteratuur zoo waardevolle profiel de volgende opvallende feiten constateeren:

1e. Het rif is niet op een harden vulkanischen ondergrond of tegen de andesitische kustgesteenten aangegroeid, maar rust geheel op den modderigen bodem van de baai, zooals wij dit ook van de riffen in de Baai van Batavia en de Duizendeilanden kennen en hetgeen ook aan-nemelijk is voor den Spermonde Archipel.

2e. Op den slibodem rust een laag waarin modder met koraalfragmenten werd aangetroffen. Dit wijst er dus op, dat als beginstadium slechts enkele nl. vertakte koraalsoorten temidden van de groote hoeveelheid slib, die ter plaatse bezonk, konden groeien.

3e. Deze vertakte soorten nemen geleidelijk in aantal toe en vormen de basis van het eigenlijke meer samenhangende rif, dat in de boringen herkend werd als „koraalfragmenten, vertakte vormen”.

Evenals bij het rif bij Krakatau⁵⁾ en bij de fossiele koralen van de Domaring- en Menkrawit lagen van E-Borneo, die onder soortgelijke omstandigheden verkeerden⁷⁾, zien wij dus ook hier weer, dat de vertakte groeivormen (helaas kunnen wij voor dit geval geen opgave van genera vermelden) de baanbrekers zijn geweest. Ook in het latere, verdere ontwikkelingsstadium van het rif zijn zij degene, die aan de buitenkant van het rif groeien (zie profiel bij boring 9—12).

4e. Eerst in het oudere ontwikkelingsstadium van het rif treden naast de vertakte groeivormen ook grootere, massieve koraalsoorten op (waarschijnlijk de z.g. vormenrijke riffacies) (zie Lit. 2). Dit is wederom met een afzonderlijk teeken in het profiel aangegeven.

5e. Later, waarschijnlijk was het rif toen reeds dood en „opgeheven”, is nog hellingpuin er over heen gevallen (profiel bij boring 3 en 4).

6e. Het eigenlijke, meer compacte rif heb ik ter wille van de duidelijkheid met een dikke lijn omgrensd, zoodat goed te zien is, dat de basis van het rif, vooral in het centrum, dieper ligt dan de aangrenzende diepte van den bodem der baai aangeeft. Dit heeft SLUTTER willen verklaren door aan te nemen, dat het rif toen het eenmaal tot een compacte massa aangroeide door zijn eigen zwaarte in den modderigen bodem der baai voor een gedeelte geleidelijk ingezakt is. Hetzelfde verschijnsel werd waargenomen bij boringen op eilandjes in de baai van Batavia. Terloops heb ik er reeds op gewezen, dat „this may be caused for a large part by aggradation of the bottom, as the rivers always bring a large quantity of silt into the bay” (Lit. 3, pag. 40).

In werkelijkheid hebben waarschijnlijk zoowel inzinking van het rif als ophooging van den bodem door aanvoering van slib in de baai plaats gevonden. Het schijnt mij aan de hand der beschikbare gegevens niet mogelijk om na te gaan hoe groot de invloed van beide factoren geweest moet zijn. Doch zoowel de figuratie tusschen boring 12—14 en 3—5 van het hier gegeven profiel als de ligging van het eiland Edam in de baai van Batavia (zie Lit. 2, fig. 3) schijnt mij er voor te pleiten, dat er werkelijk inzinking van het rif in den bodem heeft plaats gevonden.

Wij hebben reeds vermeld, dat de hier beschouwde riffen thans dood en „opgeheven” zijn; hun oppervlakte komt bij iedere laagwaterstand boven het zeeoppervlak (zie Pl. 2, fig. 12 en Pl. 3, fig. 15). Door de erosie is hun oppervlak reeds sterk aangetast en daardoor is

⁵⁾ J. H. F. UMBGROVE. Anthozoa van N.O. Borneo (Summary in English), Wetenschappelijke Mededeelingen, Dienst v. d. Mijnbouw in Nederl. Indië, No. 9, 1929.

het vrijwel ondoenlijk om het bedrag der negatieve niveau-verschuiving te bepalen. De naaste omgeving levert daartoe echter nadere gegevens; wij zullen die thans beschouwen.

b. Poeloe Pisang (besar) ¹⁾.

Toevallig bood zich de gelegenheid om per motorsloep een zij het ook kort bezoek aan Poeloe Pisang (besar) te brengen.

Op dit eilandje is zeer duidelijk een negatieve strandverschuiving te constateeren. De kern van het eiland bestaat uit vulkanisch gesteente. Een harde tuf wordt er in een groote groeve van de Oostzijde gebroken om als versterking voor de zeeweringen van Emmahaven te dienen (zie fig. 9).

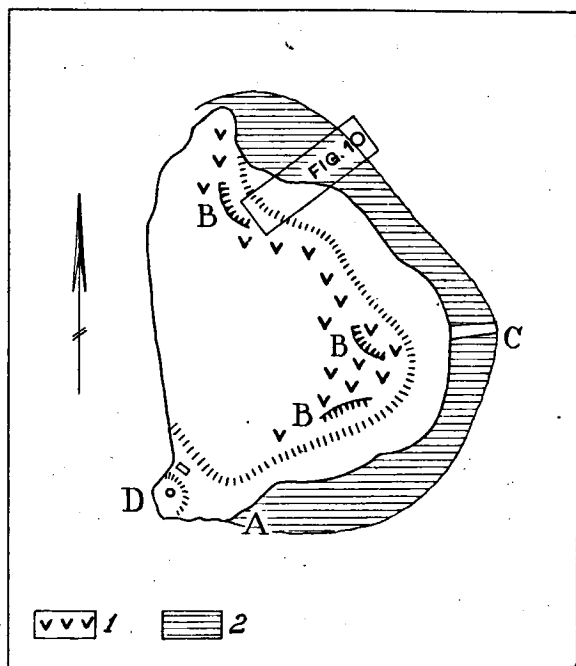


Fig. 9.

Schetskaartje (1:12.500) van Poeloe Pisang Besar, 1. vulkanische tuffen, 2. „opgeheven” rif, B steengroeven, C landingssteiger, D vuurtoren, voor A zie tekst.

Tegen deze kern aan bevindt zich aan de Zuid- en Oostzijde een rifkalkplateau. Aan de zeezijde is een gedeelte van deze rifkalk tengevolge van de mariene erosie verdwenen. Zoo is een abrasievlak ontstaan, dat echter nog boven normaal laagwater niveau gelegen is (zie

¹⁾ In tegenstelling tot het naburige Poeloe Pisang Ketjil, een klein eilandje, dat door een tombolo met de kust van Sumatra verbonden is.

fig. 10). Bij hoog water komt de zee over dit abrasie plat heen; de uiterste grens wordt voor dat geval aangeduid door een „stormwal”

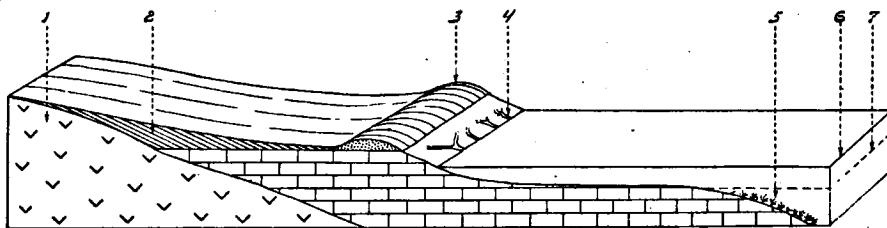


Fig. 10.

N.E.-kust van Poeloe Pisang Besar, 1. vulkanische tuf, 2. hellingpuin, 3. stormwal, 4. erosie-kanalen in de rifkalksteen, 5. levend rif, 6. hoogwater-niveau, 7. laagwater-niveau.

van fijn wit koraalderitus. In deze strook komen ook erosiekanalen voor geheel analoog aan die welke door Dr. COSIJN en schrijver dezes in extenso beschreven zijn⁸⁾ van Tji Laoet Eureun (S-kust van Java); zie Pl. 2, fig. 13 (branding in de verte).

In de fossiele rifkalk zijn talrijke fragmenten en grootere blokken van vulkanisch gesteente vastgecementeerd. Bijzonder fraai is dit te zien SE van de vuurtoren waar het voetpad langs de kust loopt (A op fig. 9).

Waarschijnlijk is de steile helling van het vulkanisch gesteente op sommige plaatsen in Emmahaven b.v. langs de Boekit Tampat (zie fig. 1 en 2) oorzaak, dat daar vroeger geen rif tegen gegroeid is en ook thans nog niet groeit ten gevolge van de groote hoeveelheid afstortend puin.

Rekenen wij, dat het rif oorspronkelijk tot de hoogte van normaal laagwater gegroeid was, dan volgt uit de tegenwoordige situatie, dat het bedrag van de negatieve strandverschuiving tusschen 3 en 5 meter gelegen moet zijn. Precies was dit niet na te gaan omdat daar waar dit het best te constateeren zou zijn — kort tegen de kern van het eliand — observatie belemmerd werd door afgestort puinmateriaal. Tot een analoge conclusie komen we in Emmahaven zelf waar op enkele plaatsen (zie Pl. 3, fig. 14) nog resten van abrasie op een hooger zeeniveau dan thans in het vulkanisch gesteente waar te nemen zijn. Deze waarnemingen steunen dus wederom DALY's theorie eener recente wereldwijde daling van het zeeniveau.

⁸⁾ J. H. F. UMBGROVE en J. COSIJN. Java's Zuidkust bij Tji Laoet Eureun, (Summary in English). Verhandelingen v. h. Geologisch Mijnbouw. Genootschap in Nederland en Koloniën, Geolog. Serie, Deel IX, 1931.

THE CORAL REEFS OF EMMAHAVEN.

Summary.

In the bay of Emmahaven near Padang (W. Sumatra) is a small coral reef. On the North side of this reef a small, sandy island occurs called Pasir Ketjil. It has lately been surrounded by brick walls, besides which a stone pier has been built in a S.W. direction (cf. fig. 1, a map of 1899 and fig. 2 and 3, the present condition). Since the building of that pier, coral sand has accumulated against it on the S-side. This reef lacks shingle ramparts.

From this situation of the sandy island with regard to the reef, and from the placing of the younger coral sand accumulations (A in fig. 3), it may be concluded that the maximal wind-effect is strongest from the direction of the open sea, about S.W.

Data about the wind frequency kindly supplied by the director of the Kon. Magn. Meteor. Observatorium at Batavia are given on p. 13. From these data have been derived the average wind frequencies per year (p. 15) recorded for 6, 9, 15 and 22 O'clock.

The proportions of these data may be seen in the graphs fig. 4, 5, 6 and fig. 7. The monsoons do not occur in the coastal plain of Padang.

The wind system in Padang is entirely dominated by land and sea wind but the sea wind is always stronger than the landwind so that it may safely be assumed that the direction of the wind of 9 and 15 O'clock predominates (maximal wind-effect).

So it appears to have been the wind effect of the seawind, i. e. the product of the wind frequency given above and the velocity of the wind, about which we lack detailed data here, which we have recognised in the structure and situation of Pasir Ketjil (cf. fig. 2 and 3 with fig. 5 and 6).

Although the frequency of the land wind is rather great (fig. 4 and fig. 7) its strength must be very little, for in the structure of Pasir Ketjil no influence, that can be assigned to the land wind, is apparent.

We find here at the same time a confirmation of the conclusion we drew some time ago, namely that: data on the wind-frequency only (the predominant direction of the wind) may sometimes give an indication as to the probable wind effect, but only when the wind in question is not obstructed by mountains.

Finally the year-averages of the wind-frequencies of land- and sea-wind have been taken together in the graph fig. 8. So the part on the right side of the N.S. axis (landwind) can be practically ignored for geological considerations.

The structure of the island Poeloe Pasir concurs with that of Pasir Ketjil.

Along the coast of Emmahaven occur old and slightly raised coral limestones. On plate 4 a section of this fossil reef is represented (equal scale for length and height) based on 15 separate bore-holes; the data have been published by professor SLUTTER.

From this valuable section we may gather the following particulars:

I. The reef has not grown on a rocky volcanic substratum or against the andesitic coastal lavas, but rests entirely on the muddy bottom of the bay, as is also the case with the reefs in the Bay of Batavia, the Thousand-Islands, and the Spermonde Archipelago.

II. On the silty bottom rests a layer wherein mud and coral débris have been found. This shows that, in the initial stage, only a few, branched coral species could grow while the vigorous sedimentation of silt was going on.

III. These branched corals gradually attained to larger numbers and formed the basis for the actual, more cohesive reef, which was recognised in the drillings as „coral débris, branched type.”

Just as with the reef near Krakatoa (bibl. 5) which grew under the unfavourable influence of strong sedimentation, and with the fossil corals of the Domaring and Menkrawit layers of E. Borneo, which grew under similar circumstances, we see here also that the branched types of growth (unfortunately we are not able to furnish a statement of genera in this case) are the pioneers.

In the later, further stages of development of the reef, it is these types again that grow on the outside of the reef (see section of bore holes 9—12).

IV. Only in the older stage of development of the reef, bigger globular coral growths appear by the side of the branched varieties. This is again shown by a different indication in the section.

V. Later on, to all probability the reef was then already dead and „raised”, hill side waste has fallen over it (section of bore hole 3 and 4).

VI. For the sake of clearness I have circumscribed the real, more compact reef with a thick line. Thus it is clearly shown that the basis of the reef, especially in the centre, lies deeper than the adjacent bottom of the bay. SLUTTER has tried to explain this by supposing that the reef, when once it was growing into a compact mass has, to a certain extent, gradually sunk into the bottom of the bay.

The same phenomenon was noticed while drilling on small islands in the bay of Batavia (bibl. 2).

Incidentally I have already pointed out that: „this may be caused „for a large part by aggradation of the bottom as the rivers always „bring a large quantity of silt into the bay.” (bibl. 3, pag. 40).

In reality sinking of the reef as well as aggradation of the bottom by a supply of silt in the bay, have probably taken place. Judging from

the available data it does not seem possible to me to ascertain the extent of their respective influences. But, the configuration between bore-holes 12—14 and 3—5 of the section given here, as well as the structure and the situation of the island Edam in the bay of Batavia (see bibl. 2, fig. 3) seem to me to point to a real sinking of the reef into the soft bottom.

The opportunity to pay a short visit by motor launch to the neighbouring island Poeloe Pisang (besar¹⁾) happened to present itself (see fig. 9).

Against a nucleus of volcanic rock there is, at the South and East side, a plateau of coral limestone bordering on the sea. Part of this limestone has disappeared, probably, in consequence of the marine erosion. In this way a wave-cut rock bench has developed, which, however, is still situated above the normal low-water mark (see section fig. 10). At high tide sea covers this rock bench; the line to which the water then extends is marked by a „storm” rampart of fine white coral shingle.

In this area there occur also erosion canals, simmilar to those of Tji Laoet Eureun (S. coast of Java) described at length by Dr. J. COSLUN and the present writer (bibl. 8). See Pl. 2, fig. 13 (breakers in the distance).

If we suppose that the reef had originally grown to the level of normal low-water mark, then it follows from the present situation that the amount, either of the sinking of the level of the sea or of the rise of the level of the land, must have been between 3 and 5 metres.

The exact determination of this amount was not possible because at the spot where it could have been ascertained best i. e. close to the nucleus of the island, observation was obstructed by débris that had fallen down.

We are brought to a simmilar conclusion in Emmahaven itself where in some places (see Pl. 3, fig. 14) effects of abrasion are still to be seen above the present level of the sea.

So these observations again support DALY'S theory of a recent world wide sinking of the ocean-level.

¹⁾ To contrast it to Poeloe Pisang Ketjil, a small island joined to the coast of Sumatra by a tombolo.