

BEREKENING VAN STORTSTEEN GOLFBREKERS

MET HET IRIBARREN-GETAL

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H/L_0}}$$

maart 1980

BEREKENING VAN STORTSTEEN GOLFBREKERS MET HET IRIBARREN-GETAL

Een punt van kritiek op de formule van Hudson voor het berekenen van het steengewicht van een stortsteen golfbreker is altijd geweest, dat de invloed van de periode niet meegenomen wordt. Bovendien is de theoretische grondslag van deze formule vrij mager, waardoor uitbreiding tot bijzondere gevallen (bijv. de invloed van het spectrum, extreme taluds (flauwer dan 1:4), het opbouwen van schade e.d.) niet goed mogelijk is.

Het is gebleken dat het brekingskarakter van de golf een heel belangrijke parameter is. Deze parameter, het Iribarren-getal blijkt ook de schade aan een stortsteen golfbreker te beschrijven.

Aan de hand van dit getal kunnen tevens nog een aantal andere golfkarakteristieken, zoals de golfoploop e.d. bepaald worden. Het Iribarren-getal is het eerste beschreven door Iribarren & Nogales (1954) en verder uitgewerkt door Battjes (1974) en Battjes & Roos (1974). Deze uitwerkingen zijn echter beperkt gebleven tot de interactie tussen golven en gladde taluds.

Recentelijk is door Bruun & Günback (1977) dit getal verder uitgewerkt als een stabiliteitsparameter voor stortsteen golfbrekers. Bruun & Günback geven aan op welke wijze een en ander uit te rekenen is, bovendien geven zij aan hoe resonantie en de vorm van het spectrum in een dergelijke berekening verwerkt kan worden.

Aan de hand van hun artikel is het echter heel moeilijk een concrete berekening uit te voeren.

Zij stellen dat het gewicht van een steen gegeven is door:

$$W = \left(\frac{H}{N}\right)^3 \left(\frac{\rho_r}{(s_r-1)^3}\right) \quad (1)$$

waarin: H - golfhoogte
 ρ_r - specifieke massa steen
 ρ_w - specifieke massa zeewater
 s_r - relatieve massa steen (ρ_r/ρ_w)
 N - stabiliteitsgetal

Het stabiliteitsgetal N is een functie van Iribarren-getal ξ

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H/L_0}} \quad (2)$$

waarin: α - taludhelling
 L_0 - diepwatergolflengte

De functie N (ξ) wordt echter niet gegeven, er wordt alleen een erg klein grafiekje gegeven.

Door Losada & Gimenez-Curto (1979) is deze functie verder geanalyseerd. Hiertoe schrijven zij formule 1 om tot:

$$W = Q \frac{s_r}{(s_r-1)^3} H^3 \quad (3)$$

Vergelijking van (1) en (3) leert dat:

$$Q = \rho_w / N^3 \quad (4)$$

Formule (3) is minder juist dan formule (1), omdat de functie $Q(\xi)$ nu niet dimensieloos is.

Het blijkt dat deze functie te benaderen is door:

$$Q = A (\xi - \xi_0) \exp \{B(\xi - \xi_0)\} \quad (5)$$

waarin: $\xi_0 = 2.65 \tan \alpha$ (is gebaseerd op de maximale golfsteilheid volgens Michel 1893).

A en B zijn experimenteel bepaalde coëfficiënten.

Type steen	cotg α	A	B
Quarry stone	1.5	0.09035	-0.5879
	2.0	0.05698	-0.6627
	3.0	0.04697	-0.8084
	4.0	0.04412	-0.9339
Rechthoekige blokken	1.5	0.06819	-0.5148
	2.0	0.03968	-0.6247
	3.0	0.03410	-0.7620
Tetrapods	1.33	0.03380	-0.3141
	1.5	0.02788	-0.3993
	2.0	0.02058	-0.5078

Deze waarden geven een Q in ton/m^3 , en dus een steengewicht in ton.

De hier gegeven coëfficiënten zijn gebaseerd op de tests van Iribarren. De resultaten blijken echter soms wel een factor 10 kleiner te zijn dan de waarden van Hudson. Dit komt door een volledig andere modelopzet.

Beter vergelijkbaar zijn tests op rip-rap. Deze zijn uitgevoerd door Ahrens (1975)

cotgα	A	B
2.5	0.1834	-0.5764
3.5	0.1819	-0.6592
5.0	0.1468	-0.6443

De kritieke waarde van ε (d.w.z. de waarde waarbij de schade maximaal is) is:

$$\epsilon_{cr} = -\frac{1}{B} + \epsilon_0 \quad (6)$$

Aan de hand hiervan is het mogelijk om de periode te bepalen die de meeste schade veroorzaakt.

Omdat de laboratoriumproeven nogal wat spreiding laten zien, is het voor ontwerpdoeleinden verstanding om Q te vermenigvuldigen met een coëfficiënt, om met 95% zekerheid tenminste het juiste gewicht te hebben.

- Deze factoren zijn: voor quarry stone 1.5
- voor rechthoekige blokken 2.5
- voor tetrapods 2.0

De in deze nota beschreven berekeningsmethodiek is verwerkt in een computerprogramma. Dit programma is aan te roepen met:

```
:RUN RUBBLE.PUB
```

en geeft dan de steengewichten volgens de hier beschreven methode en volgens de klassieke Hudson-methode.

Literatuur

- Iribarren & Nogales (1954); Other verifications of the formula for the calculation of breakwater embankments; PIANC bull 39
- Battjes, J.A. (1974); Surf similarity parameter; Coastal Engineering Conference 1974
- Battjes & Roos (1974); Characteristics of flow in periodic wave run-up; T.H. Delft
- Bruun & Günback (1977); Stability of sloping structures in relation to $\xi = \tan\alpha/\sqrt{(H/L_0)}$; Coastal Engineering, Vol. 1
- Losada & Gimenez-Curto; The joint effect of wave height and period on the stability of rubble mound breakwaters using Iribarren's number; Coastal Engineering, Vol. 3
- Hudson, R.Y. (1959); Laboratory investigation of Rubble Mound breakwaters; ASCE WW, vol. 85
- Ahrens, P.J. (1975); Large wave tank tests of rip-rap stability; Techn. memo 51, CERC

Voorbeeld 1

Berekening van rip-rap volgens de proeven van Ahrens.

HR3000 / MPE III B.01.00. MON, MAR 24, 1980, 4:04 PM
RUN RUBBLE.PUB

HYDRONMIC BV
 PORT & WATERWAY ENGINEERS

PROGRAM FOR THE CALCULATION OF A RUBBLEMOUND
 =====

TYPE	1:1.33	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:3.5	1:4	1:5
QUARRY		1	2		3		4	
BLOCKS		5	6		7			
TETRAPODS	8	9	10					
RIPRAP				11		12		13

YOUR TYPE IS ?11

CRITICAL KSI = 2.79491

FOR TERMINATION H=0

ENTER H (M) AND T (SEC) ?5 5

KSI = 1.11714

ARMOUR WEIGHT ACC. TO IRIBARREN

ZERO DAMAGE WEIGHT .870512 TONS

DESIGN WEIGHT 1.30577 TONS

CRITICAL PERIOD 12.4992 SEC

ARMOUR WEIGHT ACC. TO HUDSON 17.8570 TONS

ENTER H (M) AND T (SEC) ?5 12

KSI = 2.68113

ARMOUR WEIGHT ACC. TO IRIBARREN

ZERO DAMAGE WEIGHT 10.0265 TONS

DESIGN WEIGHT 15.0397 TONS

CRITICAL PERIOD 12.4992 SEC

ARMOUR WEIGHT ACC. TO HUDSON 17.8570 TONS

ENTER H (M) AND T (SEC) ?5 4

KSI = 2.82616

ARMOUR WEIGHT ACC. TO IRIBARREN

ZERO DAMAGE WEIGHT .100475E-01 TONS

DESIGN WEIGHT .150712E-01 TONS

CRITICAL PERIOD 3.95259 SEC

ARMOUR WEIGHT ACC. TO HUDSON .178570E-01 TONS

ENTER H (M) AND T (SEC) ?0

END OF PROGRAM

Voorbeeld 2

Berekening van stortsteen volgens de proeven van Iribarren.

:RUN RUBBLE.PUB

HYDRONMIC BV
PORT & WATERWAY ENGINEERSPROGRAM FOR THE CALCULATION OF A RUBBLEMOUND
=====

TYPE	1:1.33	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:3.5	1:4	1:5
QUARRY		1	2		3		4	
BLOCKS		5	6		7			
TETRAPODS	8	9	10					
RIPRAP				11		12		13

YOUR TYPE IS ?10

CRITICAL KSI = 3.29428

FOR TERMINATION H=0ENTER H (M) AND T (SEC) ?5 5

KSI = 1.39642

ARMOUR WEIGHT ACC. TO IRIBARREN							
ZERO DAMAGE WEIGHT	.121698					TONS	
DESIGN WEIGHT	.243396					TONS	
CRITICAL PERIOD	11.7860					SEC	
ARMOUR WEIGHT ACC. TO HUDSON					8.92849		TONS

ENTER H (M) AND T (SEC) ?5 12

KSI = 3.35142

ARMOUR WEIGHT ACC. TO IRIBARREN							
ZERO DAMAGE WEIGHT	1.27945					TONS	
DESIGN WEIGHT	2.55890					TONS	
CRITICAL PERIOD	11.7860					SEC	
ARMOUR WEIGHT ACC. TO HUDSON					8.92849		TONS

ENTER H (M) AND T (SEC) ?5 4

KSI = 3.53270

ARMOUR WEIGHT ACC. TO IRIBARREN							
ZERO DAMAGE WEIGHT	.127132E-02					TONS	
DESIGN WEIGHT	.254265E-02					TONS	
CRITICAL PERIOD	3.72705					SEC	
ARMOUR WEIGHT ACC. TO HUDSON					.892849E-02		TONS

ENTER H (M) AND T (SEC) ?0

END OF PROGRAM

:BYE

CPU=7. CONNECT=3. MON, MAR 24, 1980, 4:07 PM

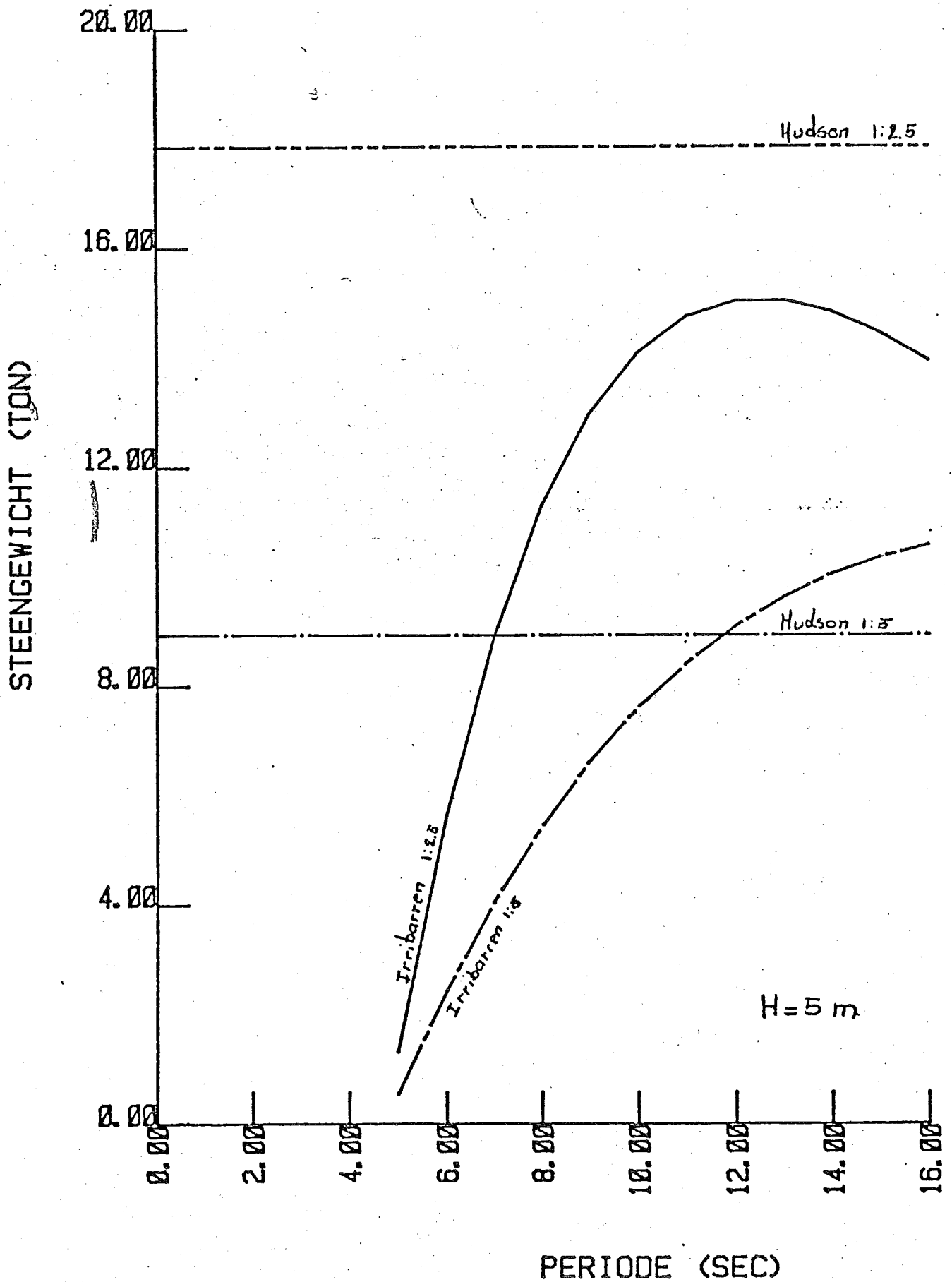
De gebruikte datafile (deze wordt automatisch aangeroepen)

NUM.REC:13
XRUBBLE

REC SIZE:-72

MON, MAR 24, 1980, 2:21 PM

	catg α	A	B	safety	K _D
quarry	1.5	0.09035	-0.5879	1.5	2
	2.0	0.05698	-0.6627	1.5	2
	3.0	0.04697	-0.8084	1.5	2
	4.0	0.04412	-0.9339	1.5	2
blocks	1.5	0.06819	-0.5148	2.5	3
	2.0	0.03968	-0.6247	2.5	3
	3.0	0.03410	-0.7620	2.5	3
tetra pods	1.33	0.03380	-0.3141	2.0	5
	1.5	0.02788	-0.3993	2.0	5
	2.0	0.02058	-0.5078	2.0	5
riprap	2.5	0.1834	-0.5764	1.5	2
	3.5	0.1819	-0.6592	1.5	2
	5.0	0.1468	-0.6443	1.5	2



VOORBEELD

BEREKENING STEENGEWICHT GOLFBREKER


 hydrodynamic
 sliedrecht holland

INVLOED VAN DE PERIODE OP HET STEEN
 GEWICHT * VERG. HUDSON EN IRIBARREN

P 000

fig.: 1