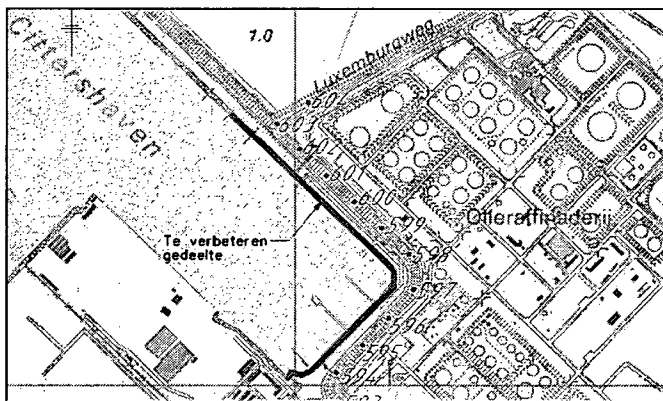


## DETAILADVIES Gabions Van Cittershaven

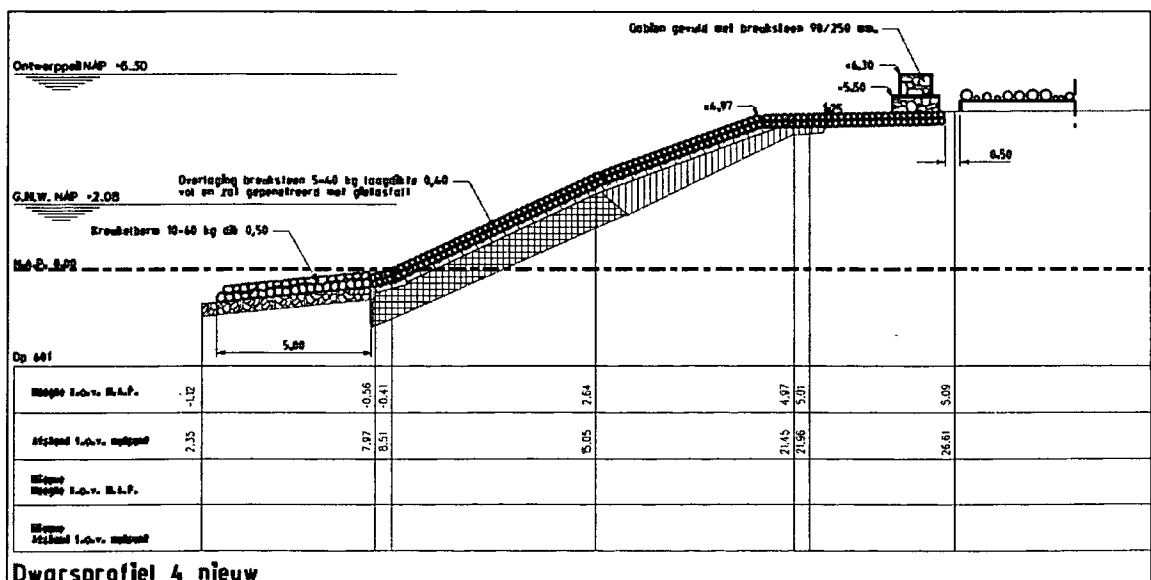
Aan : Dennis Hordijk, RIKZ  
 Van : Bernard Eikema  
 2e Lezer: Maarten Jansen  
 Datum : 1 juli 2005  
 Ref : BE/05222/1340  
 Status : Definitief  
 Betreft : Opdracht 2005.06.01 van mantelovereenkomst RKZ-1563

### 1 Inleiding

Momenteel wordt het ontwerp van een extra verdediging in de Sloehaven / Van Cittershaven gemaakt. Hiervoor zijn door Svašek Hydraulics in maart 2005 randvoorwaarden afgegeven. Op basis van deze randvoorwaarden heeft het projectbureau Zeeweringen een nieuwe bekleding voor de oever van de Van Cittershaven ontworpen, zie figuur 1.1 voor de locatie. Boven op deze nieuwe bekleding, nog voor de leidingenstraat van de raffinaderij, is een gabion constructie voorzien, zie figuur 1.2 voor een dwarsdoorsnede.



Figuur 1.1. Overzicht te verbeteren gedeelte oeverbekleding.



Figuur 1.2. Dwarsdoorsnede nieuwe oeverbekleding.



009700 2005 PZDT-M-05384 ontw

Detailadvies Gabions Van Cittershaven

009700 2005 PZDT-M-05384 ontw

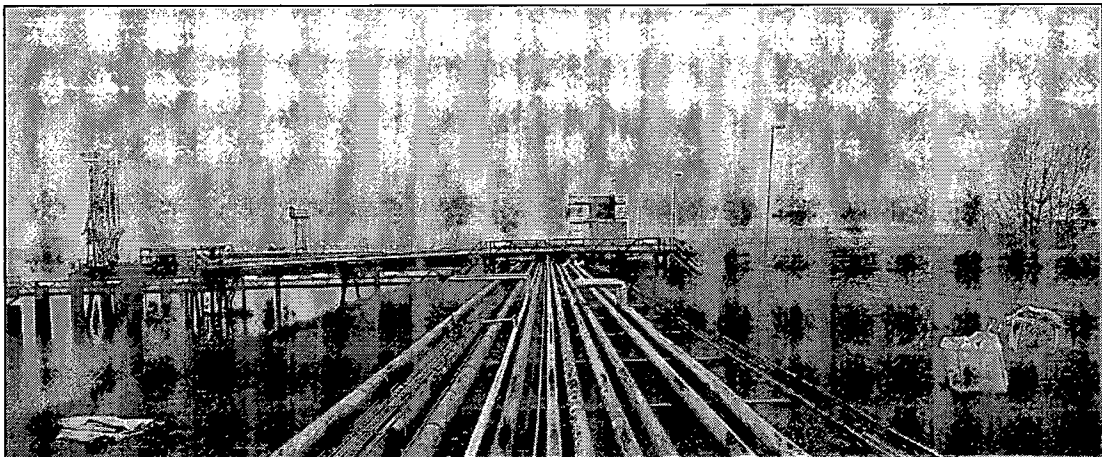
De ontwerper van het Projectbureau Zeeweringen heeft de volgende vraag:

*De constructie om de lage berm te beschermen tegen erosie bestaat uit gestapelde gabions. Er is discussie over nut en noodzaak van deze gabion constructie. Gevraagd wordt wat de invloed van de gabion constructie is op de hydraulische belastingen van de berm achter de gabion constructie. Hierbij dient gedacht te worden aan de golfhoogte achter de constructie, golfoverslag en de eventueel optredende erosie.*

## 2 Omschrijving projectgebied

Het dijkvak van de Sloehaven / Van Cittershaven ligt in het beheersgebied van het Waterschap Zeeuwse Eilanden. Het projectgebied is gelegen nabij de Total Raffinaderij in het Sloegebied (Vlissingen-oost). De hoogwaterkering grenst in dit gebied direct aan de haven, de aansluitende dijkvakken hebben een zeer brede berm.

Figuur 1.3 toont de berm met daarop de leidingenstraat (rechts op de foto is de hoogwaterkering zichtbaar). De breedte van de leidingenstraat is ongeveer 8 meter, de ruimte op de berm voor de leidingenstraat is ongeveer 10 meter.



Figuur 1.3. Foto bestaande situatie met leidingenstraat, berm en hoogwaterkering.

De berm en de kruin van de hoogwaterkering bestaat uit een grasmat. De grasmat op de berm ligt op zand en heeft vermoedelijk de kwalificatie 'slecht'.

### 3 Aanpak en bevindingen

#### 3.1 Aanpak

De vraag van de ontwerper wordt in de volgende onderdelen opgesplitst:

1. Wat wordt de golfhoogte achter de gabion constructie?
2. Wat is ongeveer het overslagdebiet over de gabion constructie en wat voor stroming wordt hierdoor achter de gabions (door terugstromend water) veroorzaakt?
3. Is de grasberm direct achter de gabion constructie bestand tegen het overslagdebiet en de stroming?

In de volgende paragrafen worden deze deelvragen behandeld en beantwoord.

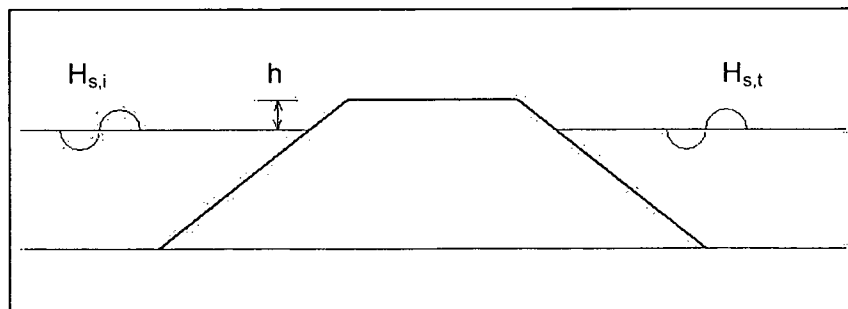
#### 3.2 Golfhoogte achter gabion

De golfcondities in de Van Cittershaven zijn bepaald in 'Validatie golfgegevens Van Cittershaven' [ref 1] en overgenomen in de ontwerpnota 'Dijkverbetering Sloehaven / Van Cittershaven' [ref 2].

De significante golfhoogte voor de gabion constructie bij een waterstand van NAP+6,30 meter (het ontwerppeil) bedraagt 0,90 meter. De piekperiode is 3,1 seconde.

De hoogte van de gabion constructie is gelijk aan het ontwerppeil. De waterstand achter de gabion constructie is gelijk aan de waterstand ervoor, de gabion constructie is immers een open permeabele constructie. Voor de bepaling van de golfhoogte achter de gabion constructie is uitgegaan van een dam met kruin rond het stil waterniveau.

Onder andere in CUR 169 [ref 3] en CUR 197 [ref 4] staat beschreven hoe de golfhoogte kan worden bepaald. De transmissiecoëfficiënt  $K_t$  wordt gerelateerd aan de inkomende significante golfhoogte  $H_{s,i}$  en de relatieve kruinhoogte  $h$  (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1. Definities variabelen.

Er geldt nu:

| Geldigheidsgebied           | Transmissiecoëfficiënt       |
|-----------------------------|------------------------------|
| $-2,00 < h/H_{s,i} < -1,13$ | $K_t = 0,80$                 |
| $-1,13 < h/H_{s,i} < 1,20$  | $K_t = 0,46 - 0,3 h/H_{s,i}$ |
| $1,20 < h/H_{s,i} < 2,00$   | $K_t = 0,10$                 |

Tabel 3.1. transmissiecoëfficiënt  $K_t$

Met de transmissiecoëfficiënt  $K_t$  kan nu vervolgens de golfhoogte achter de dam worden bepaald, er geldt namelijk:

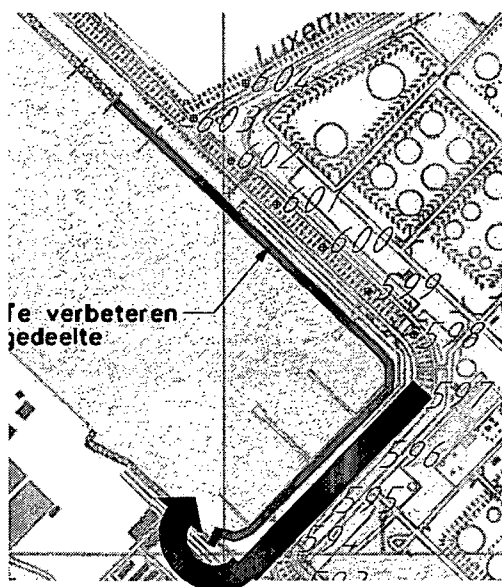
$$K_t = H_{s,t}/H_{s,i}$$

In het geval van de gabion constructie geldt  $h=0$ , waardoor  $K_t = 0,46$ . Dit levert een  $H_{s,t}$  van  $0,9 \times 0,46 = 0,4$  meter.

### 3.3 Overslagdebiet en terugstromend water

Het overslagdebiet over de gabion constructie bij de ontwerpwaterstand van NAP+6,30 meter en een  $H_s$  van 0,9 meter en een  $T_p$  van 3,1 seconde is bepaald met behulp van PC-OVERSLAG. Het overslagdebiet is orde grootte 500 l/m/s.

In het geval dat de golven in de richting van het havenbekken binnenkomen, wordt alleen het zuidoostelijk deel van de gabion constructie door de golven aangevallen. De lengte van het gabion gedeelte dat aan golfoverslag bloot staat is ongeveer 400 meter. De totale hoeveelheid water die over de gabion constructie komt, bedraagt dan  $500 \text{ l/m/s} \times 400 \text{ m} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ . Deze hoeveelheid water moet ook weer terugstromen de haven in. Dit zal zowel over en door de gabion constructie zelf gebeuren als over de berm achter de gabions, dit laatste is schematisch weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2. Afstroming water achter gabion constructie.

Voor de afstroming van het water achter de gabion constructie is een verhang noodzakelijk. Gevoelsmatig is een maximale waterstandverhoging achter de gabion constructie mogelijk van 0,2 meter.

Gegeven de configuratie van de gabion constructie (een gesloten doorlopend geheel) wordt er verwacht dat er een verhang  $i$  op zal gaan treden van:

$$i = \frac{0,2}{400} = 0,0005$$

De ruwheid C van de grasberm kan worden bepaald, uitgaande van een waterdiepte van 1,3 meter en een grashoogte van 3 cm, als volgt:

$$C = 18 \cdot \log \left( 12 \cdot \frac{h}{k} \right) = 18 \cdot \log \left( 12 \cdot \frac{1,3}{0,03} \right) = 49 m^{0,5} / s$$

Uiteindelijk kan de stroomsnelheid u worden bepaald met:

$$u = C \sqrt{R \cdot i} = 49 \sqrt{1,3 \cdot 0,0005} = 1,2 m / s$$

Het doorstroomoppervlak achter de gabion constructie bedraagt ongeveer 40m<sup>2</sup>, waardoor het afstroomdebiet achter de gabion constructie op ca. 50m<sup>3</sup>/s komt. Deze 50m<sup>3</sup>/s is, gezien de configuratie van de gabion constructie (een gesloten doorlopend geheel), als een bovengrens te beschouwen. Dit debiet kan eenvoudig worden gereduceerd door bijvoorbeeld om de zoveel meter een opening in de gabion constructie te maken door een schanskorf weg te laten.

Het resterende deel van het overslag debiet (ca. 200m<sup>3</sup>/s – 50m<sup>3</sup>/s = 150m<sup>3</sup>/s) zal over en door de gabion constructie terug het havenbekken in stromen.

### 3.4 Erosiebestendigheid grasberm

Uit 'De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland' [ref 5] blijkt dat een slechte grasmat stroomsnelheden van 1,2 m/s prima gedurende lange tijd (40 uur) kan weerstaan.

Uit 'Durosta berekeningen bij Nummer één (Zeeuwsch-Vlaanderen)' [ref 6] is te lezen dat in een min of meer soortgelijke situatie bij golven van 1,5 tot 1,75 meter ontgrondingskuilen achter de harde constructie ontstaan tot maximaal 1,4 meter diep (1,0 meter gemiddeld).

De condities in de Van Cittershaven zijn anders: veel lagere golfperiode, lagere golfhoogte, veel minder overslag, een ondiep voorland en een flauwer ondertalud. Toch is ook hier het ontstaan van ontgrondingskuilen niet uit te sluiten. Hierbij dient gedacht te worden aan een diepte van orde grootte 0,5 meter en een breedte van hooguit enkele meters. De berm is zo breed dat geringe ontgroning acceptabel is, zolang dit geen consequenties heeft voor de stabiliteit van de gabion constructie en de stabiliteit van de leidingenstraat. Indien ontgroning direct achter de gabion constructie plaatsvindt kan hierdoor wellicht de stabiliteit van de constructie en de leidingenstraat worden aangetast.

## 4 Conclusies en advies

### Conclusie

De gabion constructie reduceert de golfhoogte van de invallende golf van 0,9 meter tot 0,4 meter achter de constructie.

Gezien de hydraulische belastingen is niet uit te sluiten dat er erosie van de grasmat achter de gabion constructie zal plaatsvinden. Deze ontgrondingskuilen direct achter de gabion constructie kunnen de stabiliteit van de constructie en leidingenstraat aantasten. De afmetingen van deze ontgrondingskuilen worden geschat op maximaal 0,5 meter diep en hooguit enkele meters breed.

### Advies

Gezien de mogelijkheid op het ontstaan van ontgrondingskuilen direct achter de gabion constructie en de geschatte dimensies hiervan wordt het volgende aanbevolen:

- Het Projectbureau Zeeweringen wordt geadviseerd om erosieberekeningen te maken van de grasberm achter de gabion constructie.
- Houd bij de plaatsing van de gabion constructie op de berm rekening met mogelijk op te treden ontgroning direct achter de gabion constructie. Gezien de te verwachten dimensies van 'een ontgrondingskuil kan worden overwogen om de gabion constructie meer in de richting van het talud van de Van Cittershaven te plaatsen. Zodoende loopt de nieuwe bekleding (breuksteen gepenetreerd met gietasfalt) door achter de gabion constructie en wordt de berm hier beschermd tegen ontgroning.

## Referenties

- [1] Validatie golfgegevens Van Cittershaven, Svašek Hydraulics, BE/05067/1308, 22 maart 2005.
- [2] Ontwerpnota Dijkverbeering Sloehaven / Van Cittershaven, Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, Concept, 2 juni 2005.
- [3] Manual on the use of Rock in Hydraulic Engineering, CUR 169, Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1995.
- [4] Breuksteen in de praktijk – Deel 2, CUR 197, RWS, DWW, juni 2000.
- [5] De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland – Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001 – 2006, RWS, 2004.
- [6] Durosta berekeningen bij Nummer één (Zeeuwsch-Vlaanderen), Werkdocument RIKZ, RIKZ/AB/2003.816x, 15 september 2003.



| Dwarsprofiel | set    | RVW | profiel       | maatgevend     |                | betonzuilen                        |             | betonzuilen                   |       | betonzuilen                   |             | GHW<br>[NAP + m] |
|--------------|--------|-----|---------------|----------------|----------------|------------------------------------|-------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------------|------------------|
|              |        |     |               | van / tot      |                | dikte / gewicht<br>cm - 2300 kg/m3 |             | dikte / gewicht<br>cm - kg/m3 |       | dikte / gewicht<br>cm - kg/m3 |             |                  |
|              |        |     |               |                |                | onder                              | boven       | onder                         | boven | onder                         | boven       |                  |
|              | 1      | 90  | dp 1045       | dp 1042(+ 85m) | dp 1045(+ 40m) | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,80             |
|              | 1      | 90  | dp 1045(+80m) | dp 1045(+ 40m) | dp 1045(+ 80m) | 0,40 / 2300                        | 0,40 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,80             |
|              | 1      | 90  | dp 1045       | dp 1045(+ 80m) | dp 1050(+ 50m) | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,80             |
|              | 1      | 89b | dp 1051       | dp 1050(+ 50m) | dp 1051(+ 50m) | 0,50 / 2300                        | 0,50 / 2300 |                               |       | 0,50 / 2400                   | 0,50 / 2400 | 1,80             |
|              | 1      | 89b | dp 1053       | dp 1051(+ 50m) | dp 1055(+22m)  | niet toep.                         | 0,50 / 2300 | 0,50 / 2400                   |       | 0,50 / 2400                   | 0,50 / 2400 | 1,80             |
|              | 1      | 89b | dp 1053       | dp 1055(+22m)  | dp 1058        | niet toep.                         | 0,50 / 2300 | 0,50 / 2400                   |       | 0,50 / 2400                   | 0,50 / 2400 | 1,80             |
|              | 2      | 89a | dp 1058       | dp 1058        | dp 1060(+15m)  | 0,45 / 2300                        | 0,40 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 3      | 89a | dp 1058       | dp 1058        | dp 1060(+15m)  | 0,45 / 2300                        | 0,40 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              |        | 89a | haven         | dp 1060(+15m)  | dp 1060(+50m)  | haven                              |             | haven                         |       |                               |             |                  |
|              | 2      | 89a | dp 1063       | dp 1060(+50m)  | dp 1065(+25m)  | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 3      | 89a | dp 1063       | dp 1060(+50m)  | dp 1065(+25m)  | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              |        | 89a | dp 1065(+56m) | dp 1065(+25m)  | dp 1065(+90m)  | uitstulping                        |             | uitstulping                   |       |                               |             |                  |
|              | 2 en 3 | 89a | dp 1063       | dp 1065(+90m)  | dp 1067(+25m)  | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 2      | 89a | dp 1068       | dp 1067(+25m)  | dp 1068(+50m)  | 0,45 / 2300                        | 0,40 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 3      | 89a | dp 1068       | dp 1067(+25m)  | dp 1068(+50m)  | 0,45 / 2300                        | 0,40 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 1      | 88  | dp 1070       | dp 1068(+50m)  | dp 1074(+ 82m) | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 1      | 88  | dp 1075       | dp 1074(+82m)  | dp 1077        | 0,45 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,45 / 2300                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |
|              | 1      | 87b | dp 1079       | dp 1077        | dp 1079(+75m)  | 0,50 / 2300                        | 0,45 / 2300 |                               |       | 0,50 / 2400                   | 0,45 / 2300 | 1,85             |

motivatie over dimensioneren: **geen betonzuilen een gelijke hoogte en met verschillende dichtheid op een werk maximaal twee zuiltype voor dit dijkvak**

**INVOER**

| betonzullen      |           |             |            |        |
|------------------|-----------|-------------|------------|--------|
| boven overlaging |           |             |            |        |
| max ton          | Berm      | bodemniveau | Ontwerpeil | talud  |
| [NAP + m]        |           |             |            |        |
| 2/3 lengte       | [NAP + m] | 50 m        | [NAP + m]  | [1: m] |
| -2,38            | 4,10      | -2,38       | 3,85       | 3,7    |
| -2,38            | 4,10      | -2,38       | 3,85       | 4,2    |
| -7,92            | 4,10      | -2,38       | 3,85       | 3,7    |
| -7,92            | 4,10      | -7,92       | 3,85       | 3,7    |
| -7,92            | 4,10      | -7,92       | 3,85       | 3,3    |
| -2,33            | 4,10      | -7,92       | 3,85       | 3,3    |
| 0,00             | 4,00      | -2,33       | 3,85       | 3,7    |
| -2,33            | 4,00      | -2,33       | 3,85       | 3,7    |
| haven            |           |             |            |        |
| -2,33            | 4,00      | -2,33       | 3,85       | 3,5    |
| -2,33            | 4,00      | -2,33       | 3,85       | 3,5    |
| uitstulping      |           |             |            |        |
| -2,33            | 4,00      | -2,33       | 3,85       | 3,5    |
| -4,36            | 5,00      | -2,33       | 3,85       | 3,6    |
| -4,36            | 5,00      | -2,33       | 3,85       | 3,6    |
| -4,36            | 5,00      | -4,36       | 3,85       | 3,6    |
| -5,58            | 5,00      | -4,36       | 3,85       | 3,7    |
| 0,00             | 5,00      | -5,58       | 3,95       | 3,7    |