



GEOTRON B.V.

**Onderzoeksbureau voor
grond en grondwater**

- **Grondboringen**
- **Sonderingen**
- **Monsternamen**

**GEOTECHNISCH DRAAGKRACHTONDERZOEK
ROGGENPLAAT
OOSTERSCHELDE**

Geotron project nr. P15109



GEOTRON B.V. ONDERZOEKSBURO VOOR GROND EN GRONDWATER

Newtonstraat 55
4004 KE Tiel
tel. 0344 - 65 56 95
fax. 0344 - 65 52 35

Opdrachtgever : Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening
Project nummer : P15109
Uitvoering : november, december 2015
Datum : Januari , 2016

**GEOTECHNISCH DRAAGKRACHTONDERZOEK
ROGGENPLAAT
OOSTERSCHELDE**

Rapprt opgesteld door:

ir. H.M.A. Pachen

Autorisatie:

Dhr. R. Spiljard

1 INHOUD

1. INLEIDING	4
2. GRONDONDERZOEK	4
2.1. Algemeen	
2.2. Veldwerk	
2.3. Laboratoriumwerk	
3. RESULTATEN VAN HET GRONDONDERZOEK	6
3.1. Grondopbouw	
3.2. Grondwater	
4. BESTE SCHATTING GEOTECHNISCHE PARAMETERS	6
5. RESULTATEN VAN HET DRAAGKRACHTONDERZOEK	8

Bijlagen

Bijlage 1:	Locatie kaart (in 1 pagina).
Bijlage 2:	Resultaten van de Dynamische Sonderingen (in 15 pagina's).
Bijlage 3:	Resultaten van de Boringen (in 3 pagina's).
Bijlage 4:	Legenda (in 1 pagina).

1. INLEIDING

In opdracht van Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening is door Geotron, onderzoeksbureau voor grond en grondwater B.V., een bodemonderzoek uitgevoerd ter bepaling van de draagkracht ten behoeve van een zandsuppletie op de Roggenplaat in de Oosterschelde.

De opdrachtgever heeft de intentie ter plaatse een zandsuppletie ter hoogte van ca 1 m aan te brengen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een suppletie i) aan de oostzijde en een aan ii) de westzijde.

Het onderzoek heeft bestaan uit veldwerk met aanvullend een visuele classificatie door de project ingenieur van de genomen grondmonsters, waarna de resultaten zijn geëvalueerd voor de bepaling van de draagkracht .

2. GRONDONDERZOEK

2.1. Algemeen

Het grondonderzoek heeft bestaan uit dynamische sonderingen (zogenaamde slagsonderingen) en boringen. Het veldwerk kon met de ingezette lichte apparatuur en de sondeermethode waarbij geen tegendruk is vereist, handmatig worden uitgevoerd.

De sonderingen - Dynamic Penetration Tests (DPT's) - zijn uitgevoerd als continue "Dynamic Probing Light" (DPL5) sonderingen. Voor deze DPT's wordt een valgewicht van 10 kg met een valhoogte van 0,50 m gebruikt. Het oppervlak van de conus bedraagt 500 mm². De metingen zijn uitgevoerd conform ISO 22476-2 Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 2: Dynamic probing.

De continue DPT is een test waarbij het aantal slagen per 0.10 m of 0.20 m diepte-penetratie wordt gemeten. Hieruit wordt de dichtheid en consistentie, via in Amerika en Duitsland ontwikkelde empirische relaties, afgeleid.

Het aantal slagen N is een indicatie voor de kwaliteit van de ondergrond. **Opgemerkt wordt dat Geotron de resultaten presenteert als N₁₀-waarden, dat wil zeggen per 10 cm penetratie.**

In tabel 1 is de (globale) relatie tussen de DPT/N₁₀-waarde en de dichtheid in granulair materiaal c.q consistentie voor cohesief materiaal aangegeven.

Tabel 1. Globale relatie tussen DPL-5 (LRS 5) / N_{10} -waarden en de consistentie / dichtheid van de bodem.

DPL-5 voor bodems	N_{10} -waarde cohesieve	Consistentie	DPL-5 voor bodems	N_{10} -waarde granulaire	Relatieve dichtheid
< 2		zeer slap	< 3		Zeer los
2 – 4		matig	3 - 10		los
4 – 8		matig stijf	10 - 30		middelmatig gepakt
8 – 15		stijf	30 - 50		dicht
15 – 30		zeer stijf	> 50		zeer dicht
> 30		vast			

2

De boringen zijn uitgevoerd met de Edelman- / avegaar- / puls- en zuigboor. De uitgeboorde grond is in het veld geclassificeerd, waarbij zowel geroerde als ongeroerde monsters zijn verzameld ten behoeve van een eventueel laboratorium onderzoek.

2.2. Veldwerk

Het grondonderzoek op het oostelijk deel van de zandplaat is uitgevoerd op 16 en 17 november 2015. Het westelijke deel is op 16 december 2015 onderzocht. In totaal zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

- 15 Dynamische sonderingen (DPT's) tot een maximale diepte van 4 m – maaiveld;
- 5 Boringen eveneens tot een diepte van 4 m.

De sonderingen en boringen zijn uitgevoerd tijdens de laagwater perioden. De locatie is aangegeven op bijlage 1.

Voor de meetresultaten wordt verwezen naar de bijlagen 2 en 3 .

Op bijlage 4 zijn de gebruikte symbolen en afkortingen vermeld.

2.3. Laboratoriumwerk

Vooralsnog is volstaan met een visuele classificatie van de grondmonsters. Wanneer gewenst kunnen aanvullend korrelverdelingen, volumegegewichten en eenvoudige classificatie proeven worden uitgevoerd, ter bepaling van een meer nauwkeurige classificatie en draagkrachtberekeningen.

3. RESULTATEN VAN HET GRONDONDERZOEK

3.1 Bodemopbouw

De algemene bodemstratigrafie en bodembeschrijving zijn vermeld in tabel 2, waarbij de classificatie van NEN 5104 is aangehouden.

Hierbij is gebruik gemaakt van de boorbeschrijvingen van bijlage 3 en de visuele classificatie van de geboorde grondmonsters. Voor de omschrijving van de vastheid en consistentie is gebruik gemaakt van de DPT sonderingen, zie tabel 1.

Tabel 2. Schematische bodemopbouw.

Van m – maaiveld / bodem	Tot m – maaiveld / bodem	Bodem beschrijving
0.0	0.5 tot 2.0	Leem* ; sterk zandig (fijn), plaatselijk schelp(resten), zeer slappe tot matige consistentie.
0.5 tot 2.0	tot 4.0	Zand ; matig fijn, siltig met plaatselijk schelpresten, siltlaagjes, middelmatige tot dichte pakking. 2.1.1

* ook wel aangeduid als slib / silt.

3.2 Grondwater

De Roggenplaat bevindt zich in het inter-tijdegebied van de Oosterschelde waardoor de bodem normaliter 2 maal daags droog valt.

De bodemhoogte van de zandplaat ter plaatse van de onderzoekspunten varieert tussen NAP – 0.41 m en NAP + 0.28 m.

4. BESTE SCHATTING GEOTECHNISCHE PARAMETERS

Ten behoeve van de draagkrachtberekening is het onderzochte profiel in 3 bodemlagen geschematiseerd. Deze zijn uit de DPT (sondeer)metingen, in combinatie met de boorbeschrijvingen, vastgesteld en in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3. Laagindeling per sondering.

Sondering #	Basisniveau in m – m.v. / bodem		
	Laag 1	Laag 2	Laag 3
1	0.8	1.5	4.0
2	1.0	1.2	2.6
3	0.9	1.1	4.0
4	0.8	2.3	4.0
5	1.0	2.2	4.0
6	0.5	1.5	4.0
7	0.9	1.0	2.5
8	0.7	1.3	4.0
9	0.5	1.6	4.0
10	1.2	3.3	4.0
11	1.3	1.5	4.0
12	1.0	2.4	4.0
13	0.5	2.7	4.0
14	2.0	2.1	4.0
15	0.8	2.4	4.0

Met behulp van de empirische relatie tussen DPT en CPT sondering en de gegevens van NEN-EN 1997-1 + C1:2012/NB:2012, tabel 2b, zijn de samendrukkingwaarden afgeleid.

Empirische relaties; IGF, TH Aken:

Zandig: $q_c = 6 * N_{10} / 10$ MPa

Lemig: $q_c = (2 \text{ a } 4) * N_{10} / 10$ MPa

N_{10} aantal slagen DPT sondering per 10 cm penetratie;

q_c conusweerstand druksondering CPT.

Tabel 4. Laag representatieve samendrukkingconstanten uit NEN-EN 1997-1 + C1:2012/NB:2012.

Laag #	Omschrijving	N_{10} gemiddeld -	q_{c100} gemiddeld MPa	Samendrukkingconstanten volgens Bjerrum	
				$C_c / (1 + e_0)$	C_a
1	Leem / silt, zandig	2.1	0.6	0.0511	0.002
2	Zand, sterk siltig, kleiig	9.7	5.8	0.0115	0
3	Zand, sterk siltig, kleiig	27.1	16	0.0115	0

$q_{c;100}$ Conusweerstand CPT, genormaliseerd op 100 kPa

$C_c / (1 + e_0)$ Bjerrum constante voor de primaire samendrukking

C_a Bjerrum constante voor de seculaire samendrukking

5 RESULTATEN VAN HET DRAAGKRACHTONDERZOEK

Voor een zandophoging van 1 m zijn de geschatte verwachtingswaarden voor de zetting van de ondergrond bepaald. Uitgangspunten zijn een bovenbelasting van 17 kN/m^2 en een samendrukbaarheid en laagdikten conform respectievelijk de tabellen 4 en 3.

Tabel 5. Verwachtingswaarden van de zetting per sondeerlocatie bij een ophoging van 1 m zand.

Sondering #	Zetting in cm
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	2
7	3
8	3
9	2
10	4
11	4
12	3
13	2
14	5
15	3

Wanneer de ophogingdikte niet al te veel afwijkt van de referentieophoging van 1 m, kunnen de zetting waarden van tabel 5 lineaire worden geëxtrapoleerd.

De berekende zettingen zullen voor een belangrijk deel tijdens het ophogen / -spuiten optreden.

**Bijlage 1:
Locatie kaart (in 1 pagina).**

**Bijlage 2:
Resultaten van de Dynamische Sonderingen (in 15
pagina's).**

**Bijlage 3:
Boorresultaten (in 3 pagina's)**

**Bijlage 4:
Legenda (in 1 pagina)**