

conception des auto-routes, à chaussée double, présentant des sections fermées, réservées au seul trafic rapide. Entretemps, les formalités légales pour les expropriations avaient été notablement simplifiées, notamment par la loi du 11 avril 1936 sur la prise de possession immédiate des terrains.

Il se fait donc que lorsque les premiers crédits furent attribués à ces travaux, l'Administration s'est trouvée en situation de réaliser rapidement. Elle n'a pas créé d'organismes nouveaux, elle a intensifié le rendement de ceux existants par des adjonctions de personnel temporaire et par quelques groupements judicieux.

Sous la haute et agissante direction de M. le Directeur Général des Ponts et Chaussées Deheem, s'est concrétisée l'organisation suivante :

à la Direction Générale des Routes, la concentration et l'examen des études, projets, exécution, etc., sont assurés par l'un des adjoints : M. Devallée, Ingénieur en chef-Directeur ;

dans les provinces, les études, projets, exécution, etc., sont confiés aux Ingénieurs en chef-Directeurs des services ordinaires, à savoir : les auto-routes de Tirlemont-Tervueren et Saint-Trond-Aerschot à M. De Cock, Ingénieur en chef-Directeur du Brabant, et le contournement de Saint-Trond à M. Haenecour, Ingénieur en chef-Directeur du Limbourg ;

l'auto-route d'Anvers-Maldegem à M. Haché, Ingénieur en chef-Directeur de la Flandre orientale ; l'auto-route Bruxelles-Ostende à M. Claeys, Ingénieur en chef-Directeur de la Flandre occidentale, et enfin le redressement de la route n° 3 de Loncin à Battice, à M. Van Volsom, Ingénieur en chef-Directeur de la province de Liège.

Quant aux expropriations, elles sont réalisées grâce à la vigilance active des Comités d'Acquisitions, relevant du Département des Finances, dont les effectifs ont été renforcés et que président pour les deux Flandres M. Brouckaert ; pour Anvers, M. Van Meel ; pour Liège, M. Rapaille.

En fait, en Belgique, la réalisation des auto-routes n'a provoqué aucune modification dans la structure des services administratifs ordinaires.

Le 15 avril 1937.

BETONNEN PROEFPAAL, GEHEID, BELAST EN GETROKKEN OP DE VISSCHERSHAVEN TE OOSTENDE

VERSLAG

VAN

M. VERSCHAEVE

Ingenieur van Bruggen en Wegen.

PLAAT XIV.

Gedurende den bouw der nieuwe schutsluis en der aansluitingskaaimuren van de nieuwe visschershaven te Oostende, werden ter bepaling van het draagvermogen en van den trekweerstand der te heien palen proeven uitgevoerd.

Alle palen van de kaaimuren (type Christiani en Nielsen met voorwand in betondamplanken en hooggelegen fundeeringsplaat) hadden een vierkante doorsnede 0,40 × 0,40 m., waren bewapend met acht staven diameter 34 en waren tot 20 m. lang. De langste palen (20 m. lang) daalden met de punt tot op peil Z-14,00 ; hetzij 14 m. onder het peil van gemiddeld laag water bij gewone springtij. Het bouwterrein ligt op de visschers haven gemiddeld

op peil Z+7,25; de palen werden echter in den bouwput geheid, waarin later de muurplaat en het steunmuurtje van den kaai-muur werden gebetonneerd (fig. 1, 2 en 3) waarvan de bodem lag op peil Z+4,00. Het is op een dergelijke paal dat achtereenvolgens een proefheiging tot op peil Z—12,00, een proefbelasting, een verdere proefheiging, een tweede proefbelasting en tenslotte een trekproef werden uitgevoerd. De proefpaal werd ongeveer in 't midden van de bouwplaats geheid. Voorafgaandelijke boringen hadden ons reeds ingelicht over de natuur van den bodem (fig. 4).

Uit de grondboringen bleek, dat er boven peil Z—5,50 à Z—6,00 geen draagvermogende lagen te vinden zijn. Onder dit peil werden achtereenvolgens aangetroffen:

fijn zand tusschen peil Z—5,50 en peil Z—11,50;

slappe zandachtige klei tusschen peil Z—11,50 en Z—12,00 à Z—14,00;

grof zand onder Z—12,000 à Z—14,00, tot op groote diepte (\pm Z—30,00).

De slappe zandachtige kleilaag onder peil Z—11,50 heeft een tamelijk veranderlijke dikte en daarom werd besloten alle steekpalen te heien tot op peil Z—14,00, zoodanig dat de punt zeker in de grove zandlaag kwam te staan. Dit peil was trouwens noodzakelijk om aan den muur de vereischte verankering te geven onder den bodem der havengeul (Z—5,50 à Z—6,00). De trekpalen werden alleen geheid tot op peil Z—10,00 (fig. 2).

Het doel der proeven was dan ook hoofdzakelijk den weerstand der drie grondlagen onder peil Z—6,00 te bepalen; het draagvermogen van de paal na te gaan als de punt in deze grondlagen kwam te staan en aldus een bevestiging van de resultaten der grondboringen te verkrijgen.

I. — *Eerste proefheiging: 28 Mei 1936.*

Deze proefheiging beoogde in de eerste plaats de natuur van den bodem te verkennen tot op peil Z—12,00 om nadien het draagvermogen van de paal te bepalen, als de punt stond in de slappe zandachtige kleilaag.

In de volgende tabel zijn de uitslagen dezer proefheiging samengevat:

VERRICHTINGEN		Zakking	Peil van de paalpunt
Vertrekpunt			+ 4,60
Eigen gewicht + paalmuts + heiblok. . .		0,65	+ 3,95
1 ^e heireeks	32' slagen	4,45	— 0,50
2 ^e id.	30 id.	1,85	— 2,35
3 ^e id.	30 id.	1,70	— 4,05
4 ^e id.	30 id.	1,65	— 5,70
5 ^e id.	30 id.	0,60	— 6,30
6 ^e id.	30 id.	0,15	— 6,45
7 ^e id.	30 id.	0,20	— 6,65
8 id.	30 id.	0,12	— 6,77
9 ^e id.	30 id.	0,08	— 6,85
10 ^e id.	30 id.	0,10	— 6,95
11 ^e id.	30 id.	0,05	— 7,00
12 ^e id.	30 id.	0,05	— 7,05
13 ^e id.	30 id.	0,05	— 7,10
14 ^e id.	30 id.	0,04	— 7,14
15 ^e id.	30 id.	0,04	— 7,18
<i>Sputen</i> : (punt van sputen aan Z — 6,00); duur: 7 min.; 2 sputen.			
16 ^e heireeks	30 id.	0,07	— 7,15
<i>Sputen</i> : (punt aan Z — 7,50); duur: 4 min.; 2 sputen.			
17 ^e heireeks	30 slagen	0,48	— 7,73
18 ^e id.	30 id.	0,16	— 7,89
19 ^e id.	30 id.	0,12	— 8,01
20 ^e id.	30 id.	0,13	— 8,14

VERRICHTINGEN		Zakking	Peil van de paalpunt
21° heireeks	30 slagen	0,08	— 8,22
<i>Sputen</i> : (punt aan Z — 8,50) ; duur : 3 min. ; 2 sputen.			
22° heireeks	30 slagen	0,90	— 9,12
23° id.	30 id.	0,55	— 9,67
24° id.	30 id.	0,14	— 9,81
25° id.	30 id.	0,07	— 9,88
26° id.	30 id.	0,035	— 9,915
<i>Sputen</i> : (punt aan Z — 9,50) ; duur : 3 min. ; 2 sputen.			
27° heireeks	30 slagen	0,16	— 10,075
28° id.	30 id.	0,055	— 10,13
29° id.	30 id.	0,045	— 10,175
<i>Sputen</i> : (punt aan Z — 9,80) ; duur : 2 min. ; 2 sputen.			
30° heireeks	15 slagen	0,21	— 10,385
31° id.	15 id.	0,515	— 10,90
32° id.	15 id.	0,335	— 11,235
33° id.	15 id.	0,26	— 11,495
34° id.	15 id.	0,205	— 11,70
35° id.	15 id.	0,125	— 11,915

Fig. 5 geeft het heidiagram aan met de natuur van den bodem op die plaats volgens een grondboring in de onmiddellijke nabijheid, op 25 m. van de proefpaal. Uitgerekend volgens de hollandsche heiformule met zekerheidscoëfficiënt 6 moesten alle palen een draagvermogen hebben van 60 ton. Met het paalgewicht, blokgewicht, valhoogte, enz., gegeven op fig. 5 bedroeg de ver-

eischte stuit: 5 mm. voor den laatsten slag. Er werd dus aangenomen 7,5 cm. voor de laatste reeks van 15 slagen of 15 cm. voor de laatste reeks van 30 slagen.

De paal werd geheid zonder voorsputen totdat hij volledig op stuit kwam; zulks geschiedde reeds vanaf peil Z—6,45 tot op peil Z—7,18; waar de zakking alleen nog 4 cm. bedroeg voor een reeks van 30 slagen.

Dit stemt dus volledig met de grondboring overeen en bewijst de groote puntweerstand van de paal in de laag fijn zand.

Om den kop niet te vermorzelen werd de paal nu trapsgewijze voorgespotten. Daar er vroeger reeds kon vastgesteld worden dat de invloed van het sputen zich ongeveer 1 m. onder de punt deed gevoelen, kon het trapsgewijze dieper heien nauwkeurig geregeld worden.

Op die manier kwam de paal achtereenvolgens nog op volledige stuit op peil Z—8,22; Z—9,91 en Z—10,17. Aangezien de dikte van het fijn zand onder Z—10,17 gering was, werd nu voorzichtig voorgespotten met de punt der sputen op peil Z—9,80.

De eerste drie daarop volgende slagen gaven bijna geen inzinking (1 à 2 mm. per slag); dan begon echter de zakking te vermeederen zoodat de eerste vijftien slagen 21 cm. zakking veroorzaakten (30° heireeks).

De daarop volgende reeks van 15 slagen gaf 51,5 cm. De puntweerstand was dus volledig verdwenen. De dikte van de zandlaag boven de slappe zandachtige klei was te gering geworden om nog weerstand te bieden en werd dus doorgebroken. De paal kon nu gemakkelijk doorgeheid worden tot peil Z—11,915. De stuit werd niet bereikt. De punt van de paal stond in de slappe laag. Het draagvermogen berekend met de hollandsche heiformule zekerheidscoëfficiënt 6 bedroeg op dat oogenblik: 22 ton.

II. — *Eerste proefbelasting: 3 Juni 1936.*

Ongeveer een week na de proefheiging werd op de paal met de punt op peil Z—12,00 een proefbelasting uitgevoerd. Dit geschiedde volgens de schets gegeven in fig. 6; 90 ton ijzeren damplanken verzekerden den tegendruk op den hydraulischen vizel (foto 6bis). De belasting werd regelmatig verhoogd en na ieder

BELASTING		INZAKKING
	26 Ton	0,22 mm.
	0 »	»
	38 »	0,95 »
na 4 min.	32 »	»
	38 »	1,20 »
na 1 min.	38 »	1,45 »
	0 »	1,30 »
	44 »	1,75 »
na 3 min.	37 »	1,80 »
	0 »	1,50 »
	50 »	3,— »
na 3 min.	45 »	3,40 »
	0 »	3,20 »
	55 »	4,50 »
na 3 min.	47 »	4,75 »
	0 »	3,70 »
	60 »	6,35 »
na 3 min.	50 »	6,80 »
	0 »	5,70 »
	65 »	10,20 »
na 3 min.	50 »	10,70 »
	0 »	9,— »
	70 Ton	19,35 mm.

Fleximeters buiten dienst, de zakking van de paal gemeten bij middel van 2 meters.

na 3 min.	54 Ton	2,05 cm.
	0 »	1,85 »
	70 »	4,35 »
	77 »	5,— »
na 3 min.	70 »	5,2 »
	0 »	5,3 »
	70 »	5,75 »
na 3 min. pompen	70 »	6,1 »
id.	70 »	6,55 »
id.	77 »	7,15 »
id.	79 »	7,45 »
na 3 min.	70 »	7,75 »
na nog 3 min.	70 »	8,2 »
	0 »	8,25 »
	70 »	8,75 »
na 3 min. pompen	75 »	9,65 »
na 4 min. id.	77 »	11,5 »
na 3,5 min. id.	77 »	12,2 »
na 2 min.	59 »	12,45 »
	0 »	12,2 »

Datum : 3 Juni 1936.
 Paalpunt : begin aan (Z — 11,915)
 einde aan (Z — 12,037).

drukvermeerdering werd de paal opnieuw ontlast. De zettingen werden in 't begin nauwkeurig opgenomen bij middel van twee gevoelige pleximeters. Na een zetting van 2 cm. wanneer de eigenlijke indringing reeds begonnen was, werden de metingen bij middel van 2 meters uitgevoerd. De druk werd op den manometer van den vizel afgelezen. De inzakkingen in de voorgaande tabel aangegeven zijn het gemiddelde der twee lezingen.

Het diagram van fig. 7 is opgemaakt voor het gebied der eigenlijke zettingen tot een inzakking van 20 mm. Alleen dit gedeelte is belangwekkend voor het bepalen van het draagvermogen.

De paal werd aanstonds tot op zijn vermoedelijk draagvermogen belast, t.t.z. ongeveer 25 ton. Voor 26 ton was de zetting 0,22 mm., dus practisch nul.

Voor een belasting van 38 ton vermeerderde de zakking reeds gevoeligerwijze en het was moeilijk een konstante belasting te behouden zonder bijpompen. De paal bleef voortdurend langzaam zakken; een bewijs dat de paalpunt weinig weerstand onderzond.

Voor de zettingsgrens van 10 mm. bedroeg de belasting 50 ton.

Om den bodemweerstand volledig te overwinnen was er een belasting van 70 ton noodig.

Om zich te vergewissen dat de punt van de paal volledig in de zandachtige kleilaag stond werd hij 12 cm. dieper in den bodem gedreven. De kracht daartoe vereischt schommelde tusschen 70 en 77 ton.

Het draagvermogen berekend met de normaal aangenomen zekerheidscoëfficiënten werd dus vastgesteld op:

$$1/2 \text{ van de belasting der zettingsgrens: } \frac{50}{2} = 25 \text{ ton;}$$

$2/5$ van de belasting, die den bodemweerstand volledig overwind = $2/5 \times 70 \text{ ton} = 28 \text{ ton}$.

De toelaatbare belasting is dus ongeveer 25 ton zooals het te voorzien was na de eerste proefheiging.

III. — Tweede proefheiging: 7 Juli 1936.

Deze proefheiging had ten doel de paal met de punt vast te zetten in de laag grof zand onder de slappe zandachtige kleilaag.

Op de paal werd vooraf een verlengstuk gebetonneerd; zijn nieuwe lengte bedroeg 20,60 m. en zijn gewicht 8,2 ton. Hetzelfde heitoestel en dezelfde heiblok van 6,35 ton werden gebruikt als voor de eerste proefheiging.

Vanaf de eerste slagen stond de paal practisch op stuit; de vaste zandlaag was dus aanstonds bereikt en lag op deze plaats dus ietwat onder peil Z—12,00.

Volgens de hollandsche heiformule (zekerheidscoëfficiënt 6) was voor een draagvermogen van 60 ton een stuit vereischt van 4,5 mm. per slag; hetzij 14 cm. voor de laatste reeks van 30 slagen. De paal kon enkel een 25 cm. verdiept worden niettegenstaande het heftig spuiten. Het grove zand zette zich dus bijna oogenblikkelijk opnieuw rond de punt vast. De laatste reeks van 30 slagen gaf 4 cm. zakking (spuiten terzelfdertijd) en aldus bereikte men peil Z—12,28.

IV. — *Tweede proefbelasting: 1 September 1936.*

Deze proefbelasting werd uitgevoerd op dezelfde wijze als de eerste (fig. 6). De tegendruk op den hydraulischen vizel werd ditmaal verzekerd door een overlant van 150 ton betondamplanken (doorsnede 0,50 × 0,50 m.; lengte 17 m.).

De resultaten dezer proefbelasting zijn samengevat in de volgende tabel.

Aangezien de paal volledig op stuit stond, werd hij aanstonds tot boven de 40 ton belast. De inzakking was practisch nul. Men mag niet uit het oog verliezen dat in de zettingen aangegeven in de tabel de elastische verkortingen van de betonpaal begrepen zijn.

De belasting bleef daarenboven na het pompen telkens goed konstant. Dit bewijst dat de puntweerstand, door het grove zand geboden heel groot was.

Fig. 8 geeft daarvan een duidelijk beeld.

Een zettingsgrens van 10 mm. werd eerst bij een belasting van 121 ton bereikt. De bodemweerstand was eerst door een belasting van 140 ton gebroken. Met de hierboven reeds aangegeven zekerheidscoëfficiënten kan een dergelijke paal zonder

bezwaar 60 ton dragen $\left(\frac{120}{2} = 60 \text{ ton } \frac{2}{5} \times 140 = 56 \text{ ton} \right)$.

BELASTING	INZAKKING
44 Ton	0,65 mm.
0 »	0,42 »
50 »	0,94 »
0 »	0,32 »
60 »	1,28 »
0 »	0,55 »
70 »	2,— »
0 »	0,78 »
82 »	2,68 »
0 »	1,23 »
93 »	3,9 »
0 »	2,06 »
105 »	6,09 »
na 1 min.	6,25 »
0 »	4,25 »
120 »	10,32 »
na 2 min.	11,90 »
na 3 min.	12,15 »
0 »	9,54 »
127 »	19,54 »
na 1 min.	20,6 »

Fleximeters worden buiten dienst gesteld, de afstand wordt met een meter afgemeten.

na 1 min.	20,6 mm.
135 Ton	26,8 »
na 1 min.	31,6 »
na 2 min.	32,55 »
bijpompen tot 135 »	38,3 »
voortdurend bijpompen tusschen 135 en 140 Ton	
na 3 min.	38,3 »
na 5 min.	45,8 »
na 6 min.	46,8 »
bodemweerstand gebroken.	

Datum : 1^a September 1936.

Paalpunt : begin aan (Z — 12,28).
einde aan (Z — 12,326).

V. — *Trekproef: 18 September 1936.*

De trekproef werd uitgevoerd, zooals geschets op fig. 9 en op de foto (fig. 9bis), bij middel van twee hydraulische vizels, door eenzelfde pomp gevoed. De uitgeoefende krachten werden

door twee ijzeren DIN liggers van 1 m. hoog en 17 m. lang en door opblokkingen op den bodem overgedragen. De trekkracht werd uitgeoefend op de 8 bewapeningsijzers diameter 34 van de paal. De stijging werd ook hier bij middel van twee gevoelige fleximeters gemeten ten opzichte van twee vergelijkingslatten. De metingen waren aldus volledig onafhankelijk van de elastische verlenging der bewapeningsijzers, van de vormveranderingen der DIN liggers, enz. De volgende tabel duidt klaar de stijging van de paal aan in functie van de uitgeoefende trekkracht. De paal werd op trek belast totdat een geringe stijging waarneembaar werd :

TREKKRACHT	STIJGING
53 Ton	4,4 mm.
0 »	3, — »
65 »	5,5 »
0 »	4, — »
75 »	15, — »
0 »	12, — »
80 »	41,5 »
0 »	35, — »
90 »	108, — »
0 »	104, — »
70 à 75 »	155, — »
0 »	152, — »

Datum : 18 September 1936.

Paalpunt : begin (Z — 12,326).

einde (Z — 12,174).

De belasting werd daarna tragsgewijze verhoogd en telkens werd opnieuw ontlast (zie diagram fig. 10). Voor een stijging van 10 mm. was er een trekkracht van ongeveer 70 ton noodig. De bodemweerstand begaf volledig bij een trekkracht van 90 ton.

De *toelaatbare trekkracht* op een dergelijke paal met een doorsnede (0,40 × 0,40 m.) en een heilengte van 16,5 à 17 m. mag dus geraamd worden op ongeveer 35 ton.

Besluiten.

Uit de hierboven beschreven proeven mag men dus besluiten dat ze volledig de vooruitzichten bevestigd hebben, geboden door de grondboringen en dat alle palen op die plaats geheid tot op peil Z—14,00 ten minste 60 mogen dragen. Hoogst belangwekkend is hier de vaststelling, dat dezelfde paal met practisch dezelfde heilengte (1° en 2° proefbelasting) alleen 25 ton kan dragen zonder puntweerstand en meer dan 60 ton met puntweerstand, dus meer dan het dubbel. De puntweerstand speelt dus een aanzienlijke rol bij het bepalen van het draagvermogen. Het fijn zand bied een tamelijk groote puntweerstand ; de slappe zandachtige kleilaag eronder biedt weinig puntweerstand en de grove zandlaag is practisch niet doordringbaar zelfs niet na een heftig spuiten.