



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Droge Infrastructuur
Afdeling Tunnelbouw

combinatie caland tunnel
CCT TUNNEL

GINA en OMEGA profiel
Opdrijven, Transport, Afzinken en
Onderstromen Calandtunnel

Documentnummer:

R-CCT-TZ-C- 20.1

Combinatie Caland Tunnel:

p/a Neckarweg 25
3197 KX Botlek

04		29 maart 2000	CCT-OTAO 	RJV 	S.v. Vliet 	
Rev.		Datum	Opgesteld door	Gecontroleerd QA	Accord CCT	Accord BD

PP5803.03A

GINA en OMEGA profiel

Opdrijven, Transport, Afzinken en Onderstromen Calandtunnel

Interne controle CCT-OTAO

	Paraaf	Datum
Opgesteld		29/3/00
Detailcontrole		29/3/00
Eindcontrole		29/3/00

Document : GINA en OMEGA profiel
Documentnr : R-CCT-TZ-C- 20.1
Versie : 04
Datum : 29 maart 2000

PROJECTTEAM CCT-OTAO:

M. Smitt

Kopienr. :

DISTRIBUTIELIJST
(bij distributie status C)

Kopienr.	Naam	Functie
00	Origineel	Archief
01	M. Smitt	Projectleider OTAO-team
02	D. de Groot	Technisch adviseur OTAO-team
03	B. Louis	Constructeur OTAO-team
04	J. Geel	Constructeur OTAO-team
05	M. van de Luijtgaarden	Werkvoorbereider OTAO-team
06	R. Goetheer	Werkvoorbereider OTAO-team
07	R.J. Vriesendorp	QA
08	Bouwdirectie	
09	Bouwdirectie	
10	Bouwdirectie	
11	Bouwdirectie	
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		

INHOUDSOPGAVE

DISTRIBUTIELIJST

1	INLEIDING.....	3
2	ONTWERPGEGEVENS TBV BEREKENING GINA EN OMEGA AFDICHTINGSPROFIELEN	4
2.1	Uitgangspunten bij keuze GINA en OMEGA profiel:.....	4
2.2	Geometrische gegevens	4
2.3	Drukoppervlak	4
2.4	Gegevens waterstanden Calandkanaal	5
2.5	Soortelijk gewicht water Calandkanaal.....	5
2.6	Geometrische kopvlakafwijkingen/toleranties en temperatuur effecten.....	6
2.7	Levensduur tunnel.....	7
3	BEREKENING GINA-PROFIEL.....	8
4	BEREKENING OMEGA-PROFIEL EN KLEMSTRIPPEN	9-

BIJLAGEN

- 1 Gegevens GINA-profiel
- 2 Gegevens OMEGA-profiel
- 3 Overzicht besteksposten en bepalingen

1 INLEIDING

In navolging van besteksnr. 424520 betreffende het rubber afdichtingsprofiel (GINA) en besteksnr. 574010 betreffende het aanbrengen van een tweede waterkering in de zinkvoegen (OMEGA), in combinatie met bepaling 42 86 02 stellen wij voor de navolgende rubberprofielen toe te passen:

Bestekspostnr.	Type profiel	Naam en type produkt
424520	GINA-profiel	GINA Afdichtingsprofiel type TB ETS-130/160
574010	OMEGA-profiel	OMEGA Afdichtingsprofiel type OS-360/100

Beide rubbers zijn produkten van de firma Trelleborg Bakker te Ridderkerk.

Als uitgangspunten voor deze keuze hebben gediend:

- bestekspostnummers 424520 en 574010
- technische bepaling 42 86 02
- Ontwerpnota OTAO doc. nr. R-CCT-TZ-C-01.1 versie 02

De voor het GINA en OMEGA-profiel geldende uitgangspunten en randvoorwaarden zijn als ontwerpgegevens weergegeven in hoofdstuk 2. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de berekening van het GINA-profiel weergegeven. Hoofdstuk 4 geeft de berekening van het OMEGA-profiel, inclusief de klemstrippen.

In de bijlagen 1 en 2 zijn de nadere gegevens omtrent het GINA- en OMEGA-profiel weergegeven, zoals tekeningen met doorsneden van beide profielen, aanzichten van het kopvlak van de tunnelementen met GINA- en OMEGA-raam, details van de bevestiging van het GINA-profiel, alsmede details van de klemstrippen van het OMEGA-profiel. Bijlage 3 geeft een samenvatting van de hiervoor genoemde bestekspostnummers en bepalingen.

Wijzigingen revisie 3:

Wijzigingen aangebracht naar aanleiding van opmerkingen volgens brief met kenmerk CAL-DUA-996678.

- Toelichting c.q. verduidelijking beschouwing kopvlakafwijkingen en temperatuur effecten in paragraaf 2.6
- Parameter drukoppervlak in de berekening van hoofdstuk 3 is nader toegelicht in paragraaf 2.3
- Berekening van hoofdstuk 4 aangepast aan nieuw type klemstrip.
- Afbeelding klemstrip en klemstrippositie in bijlage 2 aangepast.

2 ONTWERPGEGEVENS TBV BEREKENING GINA EN OMEGA AFDICHTINGSPROFIELEN

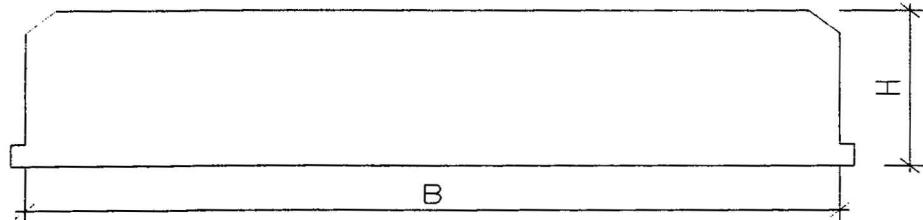
In deze paragraaf worden de aspecten beschreven welke de input vormen voor de berekening die ten grondslag ligt aan de keuze voor het toe te passen GINA en OMEGA profiel.

2.1 Uitgangspunten bij keuze GINA en OMEGA profiel:

- Het GINA profiel moet na indrukking tijdens het afzinken bij de laagste waterstand in het kanaal, overeenkomstig met LW_{10jr} , voldoende indrukking hebben om de waterdichting bij de hoogste te verwachten waterstand tijdens de afzinkperiode (HW_{100jr}) te kunnen garanderen.
- Het GINA profiel moet extra kunnen vervormen zonder overbelast te worden.
- Het OMEGA profiel moet een waterafdichting kunnen garanderen bij een waterstand overeenkomstig met HW_{1000jr} (ontwerpuitgangspunt totale tunnelontwerp tec).

2.2 Geometrische gegevens

- Aantal tunnelementen: 6
- Lengte tunnelementen: $L = 114$ m
- Staalomranding: IPE 500



Nr	Voeg naam	Breedte TE B [m]	Hoogte TE H [m]	Niveau ok vloer [m] NAP	Opm
1	LHW – TE a1	33.550	8.540	-12.343	
2	TE a5 – TE b1	33.550	8.540	-17.473	
3	TE b5 – TE c1	33.550	8.540	-22.599	
4	TE c5 – TE d1	33.550	8.540	-24.952	
5	TE d5 – TE e1	33.550	8.540	-21.855	
6	TE e5 – TE f1	33.550	8.540	-16.720	sluitvoeg
7	TE f5 - LHO	33.550	8.540	-11.595	

2.3 Drukoppervlak

De totale kracht op het GINA-profiel wordt verkregen door de gemiddelde hydrostatische druk in het midden van de tunneldoorsnede te vermenigvuldigen met het oppervlak waarop de hydrostatische druk werkt. Voor het drukoppervlak wordt de netto waarde genomen, die wordt bepaald door de tun-

nelafmetingen te reduceren tot de hartlijn van het GINA-profiel. Immers: in de in te drukken zinkvoeg heerst over een gedeelte tot aan (theoretisch) het hart van het GINA-profiel een alzijdige waterdruk, die dezelfde waterdruk aan de achterzijde van het tunnelelement weer opheft. De resulterende hydrostatische waterdruk werkt dus op het oppervlak binnen de theoretische hartlijnen van het GINA-profiel. Derhalve is de bepaling van de gemiddelde kracht voor bijvoorbeeld voeg 4 als volgt:

- Joint 4, minimum force: $F_{wmin} = (20.682 - 2.25) \times 8.04 \times 33.05 \times 10.1 = 49468 \text{ kN}$
- Deze waarde is weer terug te vinden in de berekening in hoofdstuk 3.

2.4 Gegevens waterstanden Calandkanaal

Voor de te hanteren waterstanden in de berekening dient een onderscheid te worden gemaakt tussen het GINA en het OMEGA profiel. Immers het GINA profiel krijgt zijn eerste indrukking tijdens een zeer kortdurende periode, waarbij tevens geldt dat tijdens de afzinkoperaties geen sprake zal zijn van extreem HW, aangezien de tunnelelementen dan ook zelfs niet onder de stempels door kunnen varen. De berekening van het GINA-profiel volstaat derhalve met de controle bij de HW_{100jr} -waarde. Het OMEGA-profiel echter wordt aangemerkt als een onderdeel van de definitieve constructie en dient daarom wél met de bijbehorende maximale waarde (HW_{1000jr}) van de waterstand te worden gecontroleerd.

Er gelden daarom de volgende waarden:

Maximale waterstand:

Permanente belasting:	$HW_{5\%}$	= 1.88 +NAP	(met een overschrijdingskans van 5%)
Bijzondere belasting:	HW_{10jr}	= 4.01 +NAP	(met een overschrijdingskans van 1 x 10 jr)
Tbv GINA-profiel:	HW_{100jr}	= 4.82 +NAP	(met een overschrijdingskans van 1 x 100 jr)
Tbv OMEGA-profiel	HW_{1000jr}	= 5.81 +NAP	(met een overschrijdingskans van 1 x 1000 jr)

Minimaal:

Permanente belasting:	$LW_{5\%}$	= 1.26 -NAP	(met een overschrijdingskans van 5%)
Bijzondere belasting:	LW_{10jr}	= 2.25 -NAP	(met een overschrijdingskans van 1 x 10 jr)
Tbv GINA-profiel:	LW_{10jr}	= 2.25 -NAP	(met een overschrijdingskans van 1 x 10 jr)

Gemiddelde waterstand GWS = 0.05 +NAP

Maximale waterspiegeldaling a.g.v. scheepvaart bedraagt: 0.1 m (tijdelijke situatie onderstromen).

Bronnen: Bestek BDD-3320-01 art. 04: Waterstanden van deel 2.1: Algemene gegevens
Hydro-meteo informatiebundel; no. 1; Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam; sept. 1996

2.5 Soortelijk gewicht water Calandkanaal

γ_w, min	= 9.91 kN/m ³	(= 1010 kg/m ³)
γ_w, max	= 10.06 kN/m ³	(= 1025 kg/m ³)

2.6 Geometrische kopvlakafwijkingen/toleranties en temperatuur effecten

Bij de keuze van het GINA-profiel moet rekening worden gehouden met het mogelijk optreden van een aantal geometrische kopvlakafwijkingen en -toleranties, alsmede een aantal temperatuur effecten. Deze paragraaf gaat in op deze aspecten. Per aspect wordt de maximale en minimale tolerantie weergegeven.

De genoemde positieve waarden voor mogelijke geometrische afwijkingen betekenen een extra indrukking van het GINA-profiel boven de gemiddelde waarde bij de gegeven omgevingscondities. De genoemde negatieve waarden gelden voor een extra ontspanning van het GINA-profiel boven de gemiddelde waarde. Hierbij moet vervolgens nog worden opgeteld de extra indrukking respectievelijk ontspanning als gevolg van uitzetting en krimp. Aan het einde van deze paragraaf is een overzicht gegeven van de berekende waarden voor de geometrische afwijkingen en temperatuursinvloeden, die als input dient voor de berekening van het GINA-profiel, zoals weergegeven in hoofdstuk 3.

Geometrische kopvlakafwijkingen/toleranties

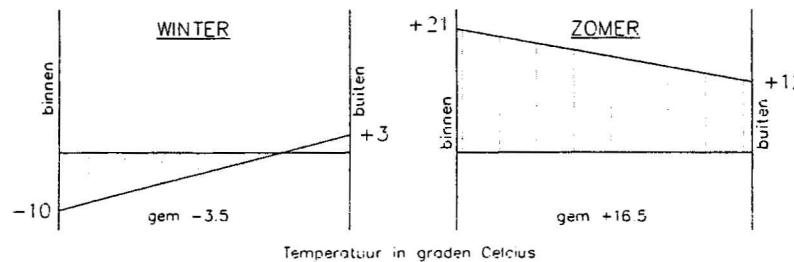
1. De maximale afwijking van de stalen voegomranding (IPE) ten opzichte van het gemiddelde vlak van het raam: +/- 3 mm. Bij twee tegenover elkaar liggende voegomrandingen is dat dan: +/- 6 mm.
2. De maximale afwijking van de gemiddelde vlakken van twee tegenover elkaar liggende zinkvoegomrandingen direct na afzinken van het tunnelelement bedraagt 10 mm. Dit komt overeen met een afwijking van het secundaire eind van de theoretische as van circa 35 mm.
Een eventuele correctie van deze secundaire voegvlakpositie door middel van kwispelen met vijzels in de voeg betekent dan een ontspanning van het GINA profiel van circa 8 mm en een indrukking van circa 2 mm. Er is hierbij van uitgegaan dat het rotatiepunt zich op circa $\frac{1}{4}$ van de breedte vanaf het vijzelpunt bevindt.
3. Een kopvlakrotatie om de horizontale y-as als gevolg van ongelijke zetting.
Uitgaande van de maximale hoogtetolerantie van +/- 20 mm betekent dit een maximaal hoogteverschil van 40 mm over de lengte van het tunnelelement. De ontspanning cq indrukking als gevolg hiervan bedraagt dan:

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot h_{eff} \cdot \tan \alpha$$

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot 8040 \cdot \frac{40}{114000} = 1.5 \text{ mm}$$
4. Na het plaatsen van de sluitvoegwiggen treedt een ontspanning op van maximaal 10 mm. Per voeg rekenen op 3 mm.

Lineaire temperatuureffecten

5. De gemiddelde temperatuurgradient die de betonconstructie ondervindt als gevolg van het verschil zomer en winter bedraagt: $dT = 20^\circ\text{C}$.



Het gemiddeld minimum bedraagt -3.5°C , het gemiddeld maximum bedraagt $+16.5^\circ\text{C}$.

Uitgaande van een referentietemperatuur van +10°C bedraagt de krimp en uitzetting als gevolg van de temperatuurwisselingen:

- Algemeen:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T \quad \text{met } \alpha = 10 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$$

- Temperatuur krimp vanaf referentietemperatuur:

$$\Delta L = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 114000 \cdot -13.5 = -90 \text{ mm} \quad \text{- dit is } -15 \text{ mm per GINA}$$

- Temperatuur uitzetting vanaf referentietemperatuur:

$$\Delta L = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 114000 \cdot +6.5 = +45 \text{ mm} \quad \text{- dit is } +7.5 \text{ mm per GINA}$$

(Ref: doc.nr.CAL.OC.003 Ontwerpuitgangspunten Civiele Techniek van TEC)

Samenvatting geometrische kopvlakafwijkingen/toleranties en temperatuureffecten

Totaaloverzicht toleranties kopvlakken agv geometrische afwijkingen en temperatuur			
Aspect nr	Omschrijving tolerantie	Extra indrukking	Extra ontspanning
1	afwijkingen stalen voegomranding	+ 6.0 mm	- 6.0 mm
2	kwispelen : hor. om z-as	+ 2.0 mm	- 8.0 mm
3	ongelijkmatige zetting : vert. om y-as	+ 1.5 mm	- 1.5 mm
4	ontspanning agv sluitvoegwiggen	+ 0 mm	- 3.0 mm
5	temperatuur effect krimp/uitzetting	+ 7.5 mm	-15.0 mm
	Totalen :	+17.0 mm	- 33.5 mm

Deze totaalwaarden zijn weer terug te vinden in de input van de berekening in hoofdstuk 3 en zijn tevens weergegeven in het kracht-indrukking diagram van hoofdstuk 3.

2.7 Levensduur tunnel

In de berekeningen wordt een levensduur van de tunnel aangehouden van 100 jaar.

3 BEREKENING GINA-PROFIEL

Rapport	: TB ED 99087	Onderwerp	: Tunnelafdichtingen
Datum	: 2 juli 1999	Product	: Gina afdichting
Revisie	: 0	Project	: Calandtunnel
Datum	: 2 juli 1999	Klant	: Combinatie Caland Tunnel
File	: \ED1999\99087	Klant On.	:
Art. nr.	:	TB On.	:
Door	: E. Brakenhoff	Aan	: M. Smitt, CCT
Checked	: H. Kramer	Info	:

Referentie: Bespreking 2 juli 1999 met de heren C.Zandbergen, M. Smitt, H. Kramer en E. Brakenhoff.

INLEIDING

Naar aanleiding van ons gesprek op 2 juli 1999 doen wij hierbij toekomen ons rapport ED 99087, waarin de keuze van de afdichting type Gina wordt toegelicht.

UITGANGSPUNTEN GINA

Uitgangspunt bij de selectie van de profielen is uw schrijven "Ontwerpgegevens tbv Gina en Omega Afdichtingsprofielen" van 28 juni 1999.

Overige uitgangspunten zijn:

Het kopschot wordt vervaardigd van IPE 500 balken die op de buitenzijde van de tunnel aansluiten. De Gina is op het hart van de IPE balk gepositioneerd. Het Omega raam zal aan de binnenzijde van het IPE raam bevestigd worden.

Bij de ontwerpberekeningen van de Gina is aangehouden de laagwaterstand 2m25-NAP met een overschrijdingenkans van 1x10 jaar en de hoogwaterstand 4m82+NAP met een overschrijdingenkans van 1x100 jaar.

Voor het soortelijk gewicht van het zeewater is 1010 resp 1025 kg/m³ aangehouden.

SELECTIE GINA

Bij gebruik van Gina ETS-130/160 is de indrukking van het profiel t.g.v. de waterdruk met soortelijk gewicht van 1010 resp 1025 kg/m³ bij voeg 4 75,7 mm resp. 75,9 mm en bij voeg 7 57,7 mm resp. 58,0 mm.

Uit de berekeningen volgt dat, rekening houdend met de toepassingsspecificaties, voor zowel de ondiepste (7) als de diepste (4) voeg het Gina afdichtingsprofiel type TB ETS-130/160 voldoet, zie ook bijlage A en B. Het afdichtingsraam heeft 90 en 135 graden hoeken met een afrondingsstraal 400 mm.

KLEMCONSTRUCTIE

Tevens is bijpassende klemconstructie doorgerekend en goedgekeurd.

CALCULATION PROGRAMME FOR TUNNEL SEALS

file: H:\berekpro\afdicht\Gina
revision: 2
date: 17-jul-98

Date 2-jul-99

Project	Calandtunnel
Client	CC tunnel
Save als projectfile:	c:\ Calandtunnel

This programme presents

- 1 General Information and Questionnaire
- 2 Waterdepth joints
- 3 Selection of Gina Seal
- 4 Force Compression Curves Gina Seals
- 5 Tunnel Misalignment Correction
- 6 Gina Clamping Strip system
- 7 Omega Selection
- 8 Omega Clamping System
- 9 Omega Area of Application
- 10 Gina and Omega Selection

This questionnaire to be completed by client.

HHW-level	4.82	m
HW-level	4.82	m
Medium-level	0.05	m
LW-level	-2.25	m
LLW-level	-2.25	m

Number	Joint No or Name	Width	Height	Depth CL Medium
1	LHW-TEa1	33.050	8.040	8.073
2	TEa5-TEb1	33.050	8.040	13.203
3	TEb5-TEc1	33.050	8.040	18.329
4	TEc5-TEd1	33.050	8.040	20.682
5	TEd5-TEe1	33.050	8.040	17.585
6	TEe5-TEf1	33.050	8.040	12.450
7	TEf5-LHO	33.050	8.040	7.325
8	H			
9	I			
10	J			
11	K			
12	L			
13	M			
14	N			
15	O			
16	P			
17	Q			
18	R			
19	S			
20	T			
21				
22				
23				
24				
25				

Gapvariations:

effect of temperature
creep and shrinkage concrete
smoothness
total

	larger gap	smaller gap
	15	7.5
	18.5	9.5
	33.5	17 mm

Relaxation
Tunnel lifetime

6	%
100	years

SELECTION PROGRAMME FOR ETS TUNNELSEALS

revision: 2
date: 17-jul-98

Joint number	4
Width of seal	33.05 m
Height of seal	8.04 m
Joint length	82.18 m
Smoothness tolerance -	33.5 mm larger gap
Smoothness tolerance +	17 mm smaller gap

Waterlevel cl LW	18.432 m during immersion
Maximum waterlevel cl HW	25.502 m after immersion

Waterdensity	1.01 kg/dm ³
Required safety factor on pressures	2.5

Relaxation	6 %
Tunnel lifetime	100 years
Restload after relaxation	54 %

ETS
130-160

DURING IMMERSION:

Compression for balance	Adapt compr mm	75.74
Hydrostatic force	until kN <---	49468
Gina reaction load	Gina-Hydr=0 kN <---	49468
Difference Gina-Hydrostatic	Doelzoeken in Extra-->	0
Gina load per meter	kN/m	601.94
Contact pressure	N/mm ²	5.50
Safety tunnelunderside immersion		24.27
Check safety factor at immersion		OK

Rest pressure after relaxation	N/mm ²	2.95
--------------------------------	-------------------	------

Maximum compression	mm	92.74
Check max compression		OK

AFTER IMMERSION:

Max waterlevel	m	25.502
Safety at max waterlevel + relx		9.91
Check safety at max waterlevel		OK

Minimum compression	mm	42.24
Pressure at min compression + relx	N/mm ²	2.4
Safety at max waterlevel + relx		7.96
Check safety at max waterlevel		OK

SELECTION PROGRAMME FOR ETS TUNNELSEALS

revision: 2
date: 17-jul-98

Joint number	7
Width of seal	33.05 m
Height of seal	8.04 m
Joint length	82.18 m
Smoothness tolerance	- 33.5 mm larger gap
Smoothness tolerance	+ 17 mm smaller gap
Waterlevel cl	LW
Maximum waterlevel cl	HW
Waterdensity	1.01 kg/dm ³
Required safety factor on pressures	2.5
Relaxation	6 %
Tunnel lifetime	100 years
Restload after relaxation	54 %

ETS
130-160

DURING IMMERSION:

Compression for balance	Adapt compr mm	57.73
Hydrostatic force	until kN <---	13620
Gina reaction load	Gina-Hydr=0 kN <---	13620
Difference Gina-Hydrostatic	Doelzoeken in Extra-->	0
Gina load per meter	kN/m	165.74
Contact pressure	N/mm ²	4.50
Safety tunnelunderside immersion		48.99
Check safety factor at immersion		OK
Rest pressure after relaxation	N/mm ²	2.42
Maximum compression	mm	74.73
Check max compression		OK

AFTER IMMERSION:

Max waterlevel	m	12.145
Safety at max waterlevel + relx		14.79
Check safety at max waterlevel		OK
Minimum compression	mm	24.23
Pressure at min compression + relx	N/mm ²	2.3
Safety at max waterlevel + relx		13.95
Check safety at max waterlevel		OK

SELECTION PROGRAMME FOR ETS TUNNELSEALS

revision: 2
date: 17-jul-98

Joint number	7
Width of seal	33.05 m
Height of seal	8.04 m
Joint length	82.18 m
Smoothness tolerance	- 33.5 mm larger gap
Smoothness tolerance	+ 17 mm smaller gap
Waterlevel cl	LW
Maximum waterlevel cl	HW
Waterdensity	1.025 kg/dm ³
Required safety factor on pressures	2.5
Relaxation	6 %
Tunnel lifetime	100 years
Restload after relaxation	54 %

ETS
130-160

DURING IMMERSION:

Compression for balance	Adapt compr mm	58.02
Hydrostatic force	until kN <--	13823
Gina reaction load	Gina-Hydr=0 kN <--	13823
Difference Gina-Hydrostatic	Doelzoeken in Extra-->	0
Gina load per meter	kN/m	168.20
Contact pressure	N/mm ²	4.50
Safety tunnelunderside immersion		48.27
Check safety factor at immersion		OK

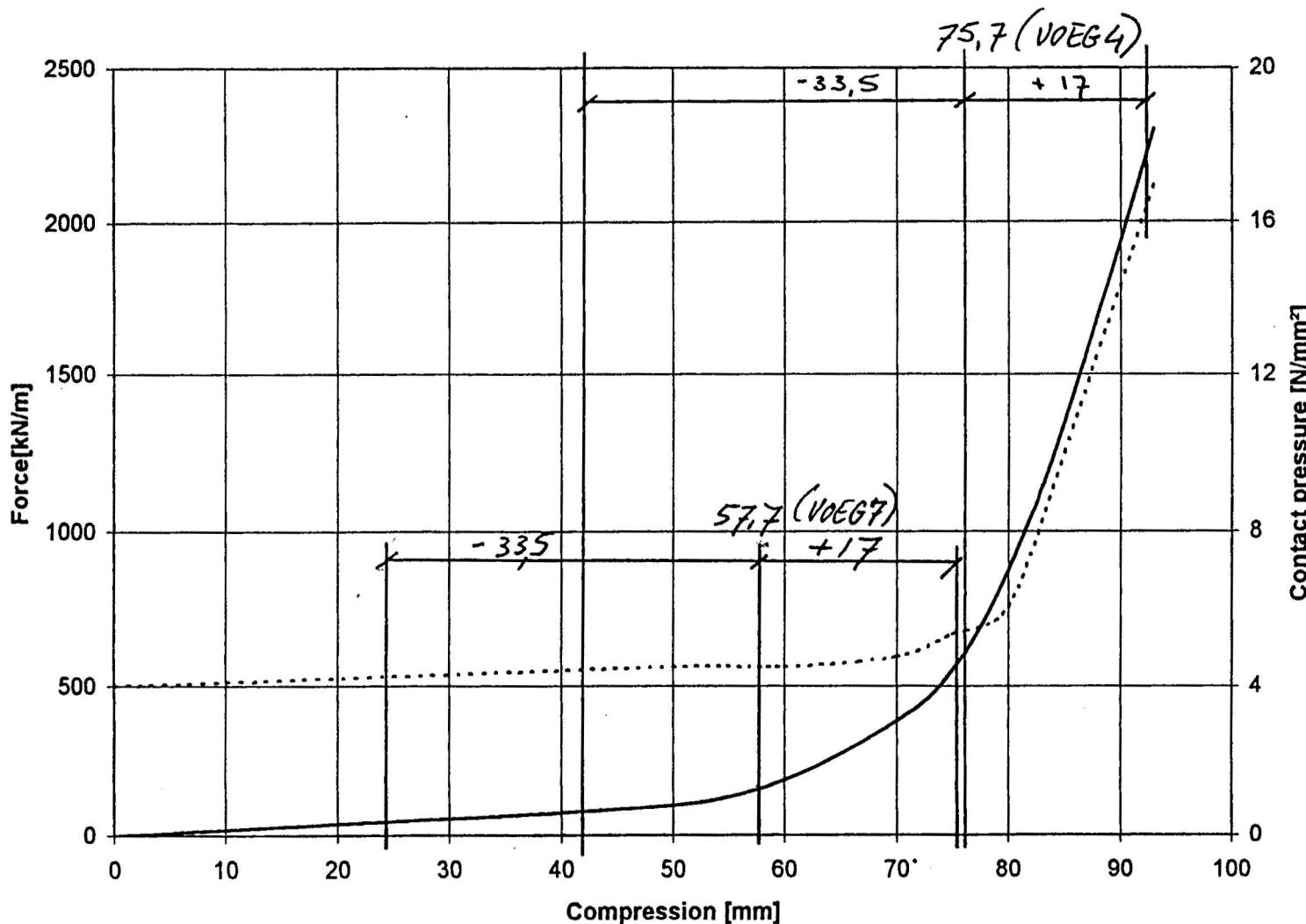
Rest pressure after relaxation N/mm² 2.42

Maximum compression mm 75.02
Check max compression OK

AFTER IMMERSION:

Max waterlevel	m	12.145
Safety at max waterlevel + relx		14.58
Check safety at max waterlevel		OK
Minimum compression	mm	24.52
Pressure at min compression + relx	N/mm ²	2.3
Safety at max waterlevel + relx		13.75
Check safety at max waterlevel		OK

Force/contact pressure-compression graph
Gina ETS-130/160



Tolerance on compression ± 10%

TRELLEBORG
ENGINEERED SYSTEMS

BJÄLAGE B

96110

4 BEREKENING OMEGA-PROFIEL EN KLEMSTRIPPEN

Rapport	: TB ED 99088
Datum	: 2 juli 1999
Revisie	: 2
Datum	: 20 augustus 1999
File	: \ED1999\99088
Art. nr.	:
Door	: E. Brakenhoff
Checked	: H. Kramer

Onderwerp	: Tunnelafdichtingen
Product	: Omega afdichting
Project	: Calandtunnel
Klant	: Combinatie Caland Tunnel
Klant On.	:
TB On.	:
Aan	: M. Smitt
Info	:

COMBINATIE CALANDTUNNEL	
INGEK.	25 AUG. 1999
WAGENF. 00	557136
30.06	
HU	
HWV	
WW	
COT	
ADM	
ALL	
MS4	
VSP	
AA Report ED 99045,	
00	

Referentie: Bespreking 6 juli 1999 met de heren C.Zandbergen, M. Smitt, H. Kramer en E. Brakenhoff

INLEIDING

Naar aanleiding van ons gesprek op 6 juli 1999 doen wij hierbij toekomen ons rapport ED 99045, waarin de keuze van de afdichting type Omega en de inklemming wordt toegelicht.

UITGANGSPUNTEN OMEGA

Uitgangspunt bij de selectie van de profielen is uw schrijven "Ontwerpgegevens tbv Gina en Omega Afdichtingsprofielen" van 28 juni 1999.

Overige uitgangspunten zijn:

Het kopschot wordt vervaardigd van IPE 500 balken die op de buitenzijde van de tunnel aansluiten. De Gina is op het hart van de IPE balk gepositioneerd. Het Omega raam zal aan de binnenzijde van het IPE raam bevestigd worden.

Bij de ontwerpberekeningen van de Omega is aangehouden de hoogwaterstand 5m81+NAP met een overschrijdingsskans van 1x1000 jaar.

Voor het soortelijk gewicht van het zeewater is 1025 kg/m³ aangehouden.

Veiligheidsfactoren: 1 op 100 jaar bij statische belasting, factor 1,2
1 op 1000 jaar bij statische belasting, factor 1,0

SELECTIE OMEGA

Nadat de keuze van het Gina profiel is vast komen te staan, is de resulterende voegbreedte bepaald. Samen met de waterdrukken, bewegingen en de toepassingsspecificatie van Trelleborg Bakkers Omega afdichtingen is vastgesteld dat Omega type OS-360/100 voor alle voegen voldoet.

De 90 en 135 graden hoeken van het Omega raam zijn scherp.

INKLEMMING

Met het computerprogramma CALCULATION OMEGA CLAMPINGSTRIP SYSTEM, zie bijlage, zijn berekeningen uitgevoerd voor de diepste voeg, voeg 4, bij de max. waterstand bij 100 en 1000 jaar. Uit de berekeningen blijkt dat M24 klasse 8.8 bouten volstaan voor het inklemsysteem, zoals voorgesteld in tekening AA3-99-3155 rev. A.

This questionnaire to be completed by client.

HHW-level	5.81	m
HW-level	5.81	m
Medium-level	0.05	m
LW-level	-2.25	m
LLW-level	-2.25	m

Number	Joint No or Name	Width	Height	Depth CL Medium
--------	---------------------	-------	--------	--------------------

1	LHW-TEa1	33.050	8.040	8.073
2	TEa5-TEb1	33.050	8.040	13.203
3	TEb5-TEc1	33.050	8.040	18.329
4	Tec5-TEd1	33.050	8.040	20.682
5	TEd5-TEE1	33.050	8.040	17.585
6	TEe5-TEf1	33.050	8.040	12.450
7	TEf5-LHO	33.050	8.040	7.325
8	H			
9	I			
10	J			
11	K			
12	L			
13	M			
14	N			
15	O			
16	P			
17	Q			
18	R			
19	S			
20	T			
21				
22				
23				
24				
25				

Gapvariations:

effect of temperature
creep and shrinkage concrete
smoothness
total

	larger gap	smaller gap
	15	7.5
	18.5	9.5
	33.5	17 mm

Relaxation
Tunnel lifetime

6 %
100 years

SELCTION OMEGA SEALS

revision 0
date 20-aug-98

Add selected Omega
to table on sheet
10.Selection

Calculation of relation between size of Omega, flangeposition and resulting allowable pressure inside Omega.

Joint		4	/ 130-15
Gina gap (=height compressed Gina)		84.2 mm	{ 170-20
			240-40
			{ 250-40
			{ 270-50
Type Omega	KBR OS	360-100	Copy
Precompression	dx	0 mm	selected
		350-91	Omega type
		{ 360-100	
INPUT		\ 400-100	

Radius expansion wave	R0	105 mm
Half arc angle	alfa 0	90 ° (degr)
Gap opening in axial-dir	gapx	50.50 mm input
Movement in axial-dir	delta X	50.5 mm = gapx-dx
Movement in lateral-dir	delta Y	5.00 mm input
Movement in vertical-dir	delta Z	50.00 mm input
Number of plies (2 or 3)		2
Tensile strength plies	TS	145 N/mm
Safety factor	safety	2.5 -
Inside pressure	pi	0.31 N/mm²
		= 3.13 BAR
		= 30.51 mwk input
Specific weight water	sg	1.025 kg/dm³
		copy Joints

CALCULATION

Length of arc	L0	329.87 mm
Chord	l0	210.00 mm
Chord after movement	l	265.30 mm

for R= ----> lr= I should be
 147.5 mm 265.3 265.3 0.0
 adapt R until lr>=l dmv Doelzoeken

OK, CHORD < LENGTH OF ARC

Allowable inside pressure pi 0.39 N/mm²
 = 3.93 BAR
 = 38.36 mwk

OK, ALLOWABLE PRESSURE > INSIDE PRESSURE

Tension in plies at pi, Kts 46.1 N/mm
 Allowable tension in plies 58.0 N/mm
 OK, TENSION IN PLIES < ALLOWABLE TENSION

2-11-99

CALCULATION OMEGA CLAMPINGSTRIP SYSTEM
 Clamping strip type A = continuous strips with bolts outside flange

revision 0
 date 20-aug-98

JOINT D KBR OS 360-100

input	calculate
vvv	vvv

WATERPRESSURE:

Max waterdepth	<wd>	30,5	mwg
Waterpressure	<wp>		0,30512 N/mm ²
Safety factor on waterpressure	<sfp>	2,5	N/mm ²
Design pressure difference	<dpd>		0,7628 N/mm ²

RELAXATION OF OMEGA FLANGE:

Relaxationtime	<rxt>	100	years
Relaxation percentage	<rlxp>	6	%
Relaxation	<rlx>		0,46
Remaining reaction force	<rrf>		0,54

CONTACT PRESSURE ON OMEGA FLANGE:

Required contact press. clamping strip <pcs>		1,42	N/mm ² incl rlx
Strip width	<ws>	45	mm
Strip thickness	<ts>	15	mm
Required force per mm strip	<Fc>		63,95 N/mm incl rlx

WALL TENSION IN OMEGA (see file OMEGAGB):

Maximum elongation of Omega	<meo>	-25	mm
Max wall tension in Omega	<Fo>	14,39	N/mm

CLAMPING BY FRICTION:

Friction coeff rubber/steel	<f>	0,3	
Required clamping force	<rcf>		23,98 N/mm
Required clamping force per mm strip <Fc>			44,67 N/mm incl rlx

DESIGN STRIPOLOAD:

Max value from CONTACT or FRICTION load <mv>		63,95	N/mm
Total load on strip	<Ft>	78,34	N/mm
Choose design strieload dl > Ft	<dl>	79,00	N/mm

BOLT LOAD:

Distance bolt to cl strip	<dbo>	69	mm
Distance bolt to cl bar	<dbb>	39	mm
Bolt pitch	<bp>	200	mm
Safety factor on loads	<sfl>	1,5	
Required boltload <rbl> for		79,00	N/mm
Proposed 8.8 bolt diam-16/20/24/30		24	<dia> mm
Allowed tensile load (PT p F3/125)	<atl>		197,7 kN OK

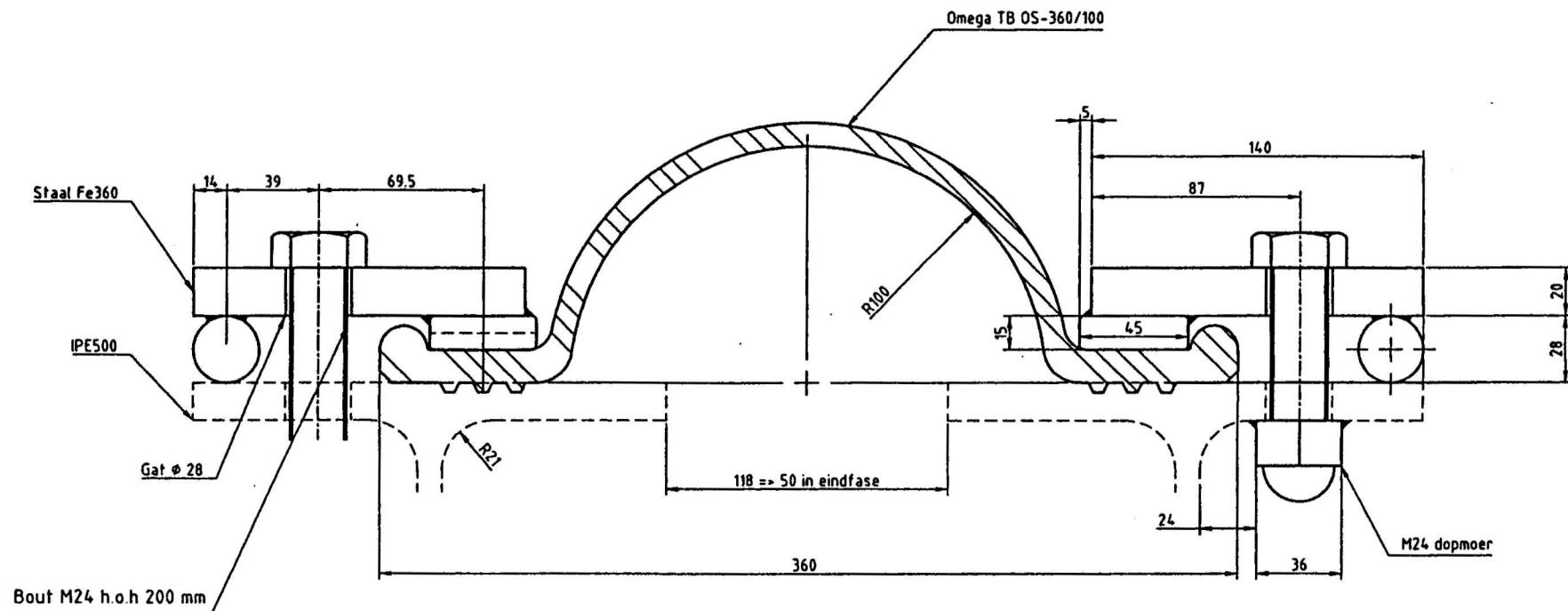
STEEL STRIP:

Steel strip material Fe 360/510	<ssm>	360	
Allowed tensile strength	<ats>		240 N/mm ²
Steel strip size	width	<ssw>	140 mm
	thickness	<sst>	20 mm
Bar diameter		<bd>	28 mm
Load at bolthole cl per mm strip <Fb>			266,91 N/mm
Load at bar cl	<Fbar>		173,52 N/mm
Shear tension in strip at bolthole cl <stbh>			13,01 N/mm ² incl safety
Allowed shear tension <ast>	58 % TS		139,2 N/mm ² OK

BENDING OF STEEL STRIP CROSS SECTION:

Bending mom.at bolthole cl per mm strip <Mss>		6767,36 Nmm/mm
---	--	----------------

Moment of resistance per mm strip <Wss> 58,67 mm³/mm
 Bending stress incl safety <bs> 173,03 N/mm² OK
BENDING OF STEEL STRIP BETWEEN BOLTS (see file IWS):
 Moment of inertia <Iss> 485733 mm⁴
 Deflection of steel strip <dss> 0,0164 mm
 Flange compr at 79,00 kN/m <fc> 6,6842 mm
 Flange compr between bolts <cbb> 6,6679 mm
 Flange reaction between bolts <rbb> 78,38 N/mm OK
 Bending moment incl safety <bم> 1334542 Nmm
 Bending stress incl safety <bs> 84,2 N/mm² OK
BENDING END OF STEEL STRIP:
 Length strip end <lse> 95 mm
 Deflection at end <dse> 0,2664 mm
 Flange compr at strip end <fce> 6,4178 mm
 Reactionforce at strip end <rse> 68,88 N/mm OK
 Bending moment incl safety <bم> 1204424 N/mm
 Bending stress incl safety <bse> 43,1 N/mm² OK



		 TRELLEBORG <small>ENGINEERED SYSTEMS</small>		Trelleborg Balken B.V. Verlengde Kerkweg 15 P.O. Box 4007, 2980 GA Ridderkerk NL Tel.: +31 180 496555 Fax: +31 180 430720/433080 E-mail: trelleborg.balken@vsn.nl Internet: www.trelleborg.com	
D	01-11-99	Schaal-Scale	: 1 : 2		Montagevoorstel TB OS-360/100
Rev.	Datum-Date	: 03-07-99			
	Getekend-Drawn	: EB			
	Ontwerp-Design	: HK			
	Gezien-Checked	: HK			
	Order no.	:			

The drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.

Tek. AA3-99-3155
Drwg. D

BIJLAGE 1

Gegevens GINA-profiel

1. GINA SEALS

In general Gina gaskets for immersed tunnels are used in combination with Omega seals. On drawing AA4-95-4236, general arrangement is shown of a typical Gina and Omega construction.

Product Specification

The supplier of the GINA seal has to show, by means of calculations and based on measured force-compression curves, that the selected GINA seal type satisfies, within specified margins, following application specifications:

1. Transfer of the hydrostatic loads at high water level within the maximum compression capacity of the GINA seal.
2. Sealing at all water levels for the total GINA compression range including gap variations due to smoothness of the tunnelfaces, rotation of the immersed tunnel element, creep and shrinkage of the concrete material and temperature effects.
3. Calculation of the restoring moments to re-align a misaligned tunnel element.
4. Calculation on the proper functioning of the GINA seal after re-alignment with respect to prevention of leakage at the gap opening side and prevention of overload on the gap closing side.
5. Above sealing properties should incorporate the relaxation effect of the rubber seal over the tunnel lifetime period.
6. The GINA flange construction should be able to withstand additional loads due to shear of the compressed GINA seal in case of differential tunnel settlement.

Three types of Gina gaskets are presented.

- Type ETS, produced according to the extrusion method.
- Type EOP, produced according to the extrusion method.
- Type TS, produced according to the mold vulcanisation process.

1.1. Extruded tunnelseals type ETS

Technical information is presented for the following Gina types:

ETS 130-160

ETS 180-220

ETS 200-260 SN

The presented information for the tunnelseals is based on the results of qualification tests done for "Rijkswaterstaat" of the Department of Traffic in The Netherlands during 1986, and on extensive testing with the ETS 220-260 SN for the Oresund Tunnel.

1.1.1. Dimensions

The main dimensions of the 3 types of ETS seal are given on the following figures:

ETS-130-160	AA4-96-4317
ETS-180-220	AA4-96-4318
ETS-200-260 SN	AA4-97-4062

1.1.2. Material

The tunnelseals are made of SBR rubber with a nominal hardness of approx. 65° ShA.

1.1.3. Force-compression curve

On the following figures the force-compression curves for the 3 types of tunnelseal are given, together with the contact pressure curves. The contact pressure is given in N/mm². For reference, 100 meter waterdepth equals 1 N/mm².

ETS-130-160	AA4-96-4323
ETS-180-220	AA4-96-4324
ETS-200-260 SN	AA4-96-4325

1.1.4. Corner pieces

The seals are vulcanized in straight lengths of max. 12 m. Corner pieces are vulcanized in the required radius and angle. The total seal is then composed from selected straight and curved elements by vulcanized joints.

The corner pieces are made in the following bending radii on the centerline of the seal:

	<u>Radius</u>
ETS-130-160	400 mm
ETS-180-220	500 mm
ETS-280-260 SN	500 mm

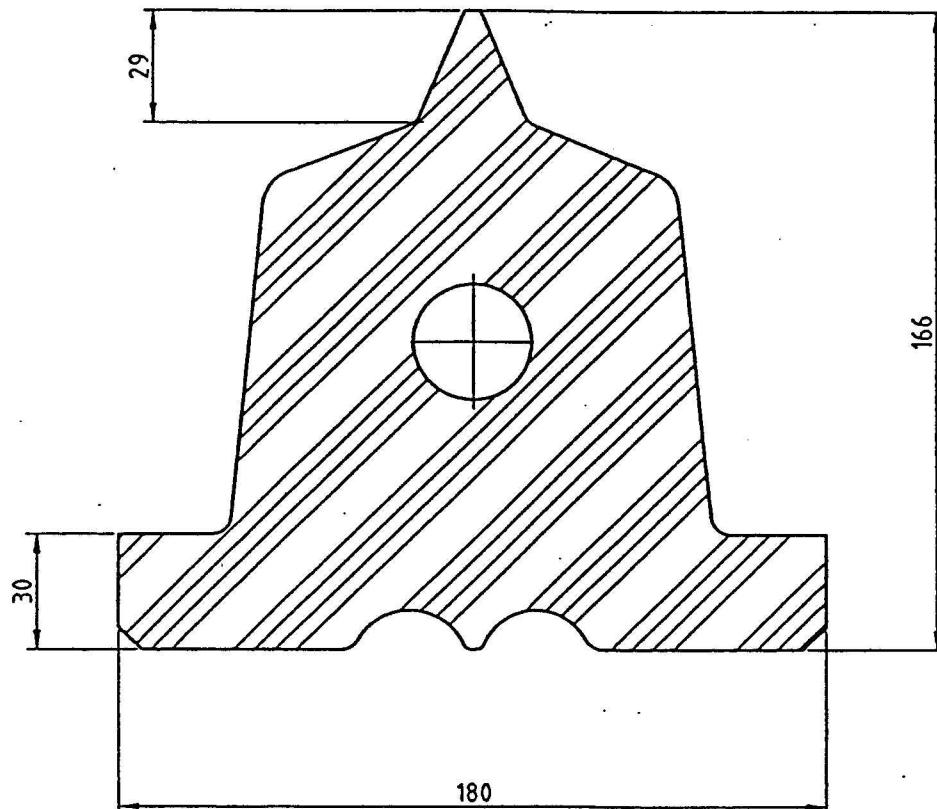
1.1.5. Weights

The tunnelseals have the following weights:

ETS-130-160	18.3 kgs/m
ETS-180-220	34.9 kgs/m
ETS-200-260 SN	42.4 kgs/m

1.1.6. Clamping strips and bolts

The seals are mounted to the tunnelends using bolted clamping strips. The typical sizes of strips and bolts for the 3 types of tunnelseal are given on figures AA3-96-3331A and AA3-96-3332A (for ETS 180-220 and 200-260 SN). When required, we can check the dimensions of the clamping system for specific cases.



TRELLEBORG  **BAKKER**
A MEMBER OF THE TRELLEBORG GROUP 

Trelleborg Bakker b.v.
Verlengde Kerkweg 15
Postbus 4007, 2980 GA Ridderkerk
Tel. : +31 180 495555
Fax : +31 180 430720/433080

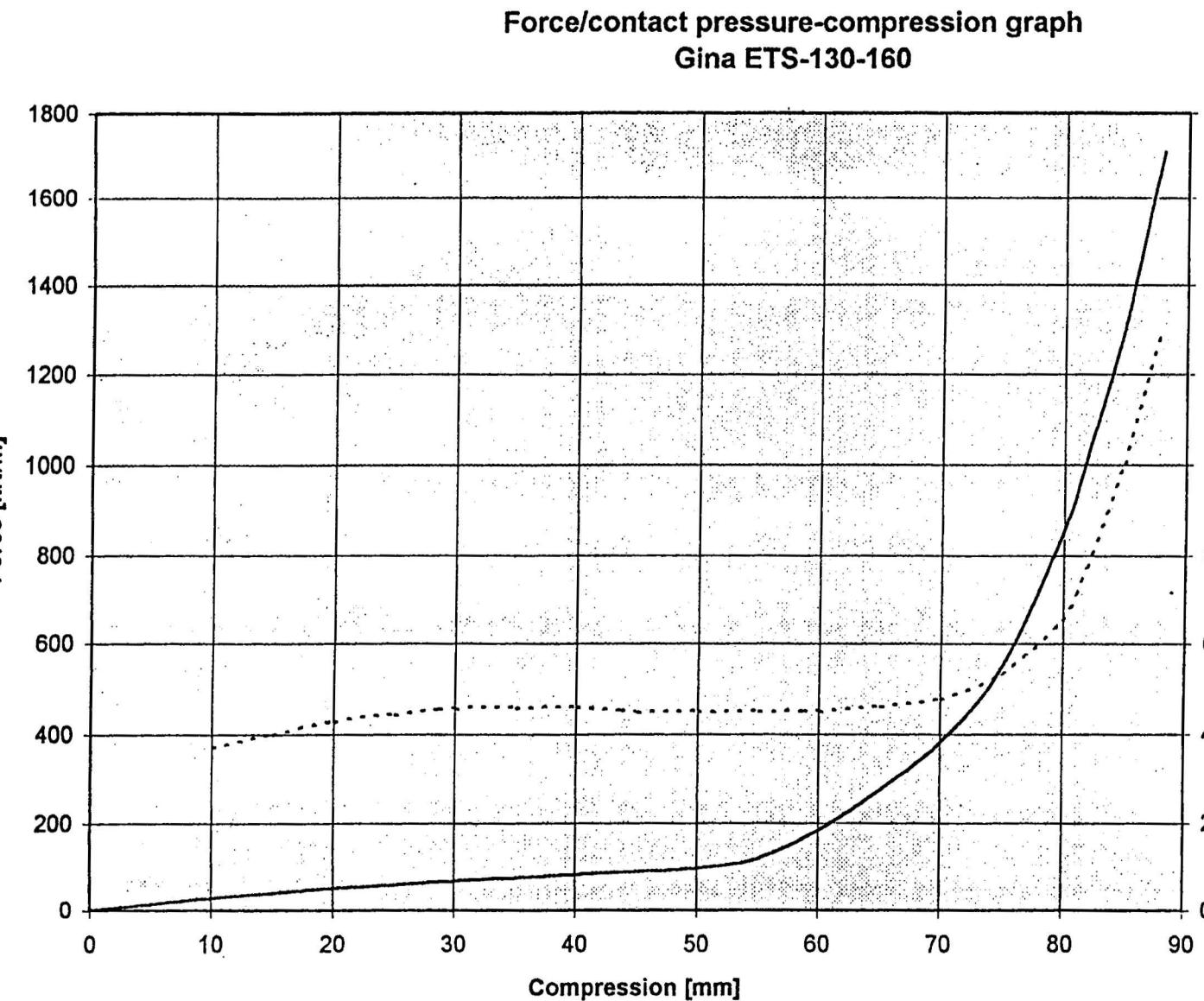
Rev.	Datum-Date	Schaal-Scale	: 1:2
		Datum-Date	: 06-12-1996
		Getekend-Drawn	: PdW
		Ontwerp-Design	:
		Gezien-Checked	: HK
		Order no.	:

This drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.

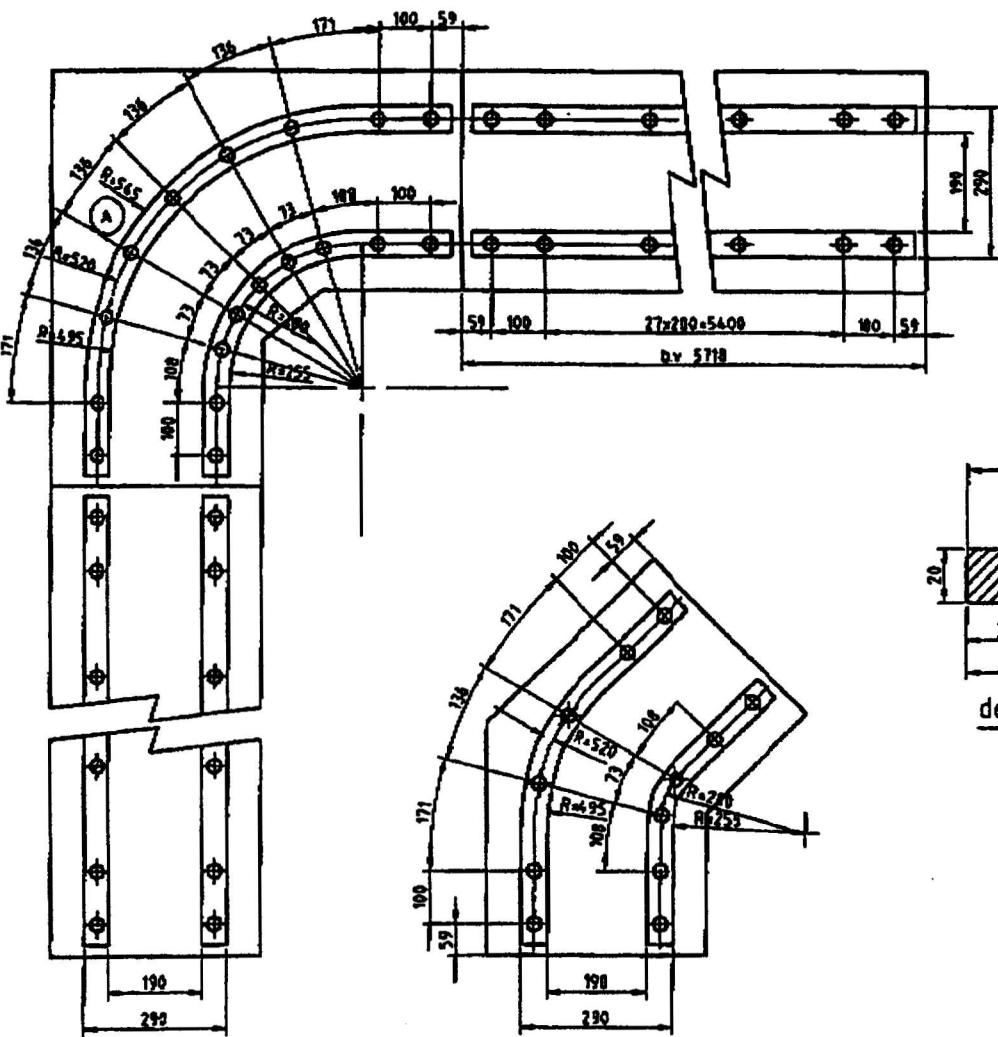


Tek.
Drwg. AA4-96-4317

Tunnel seal
TB-ETS-130/160

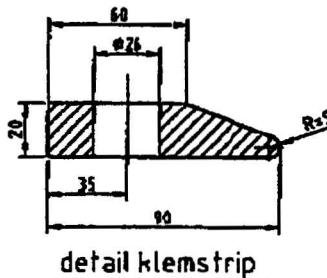


Tolerance on compression $\pm 10\%$

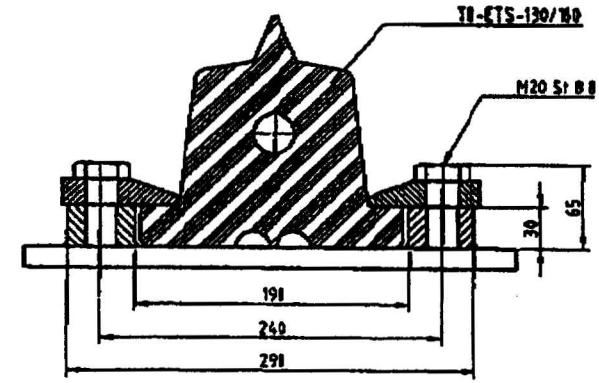


Hoek 90°

Hoek 135°



detail klemstrip

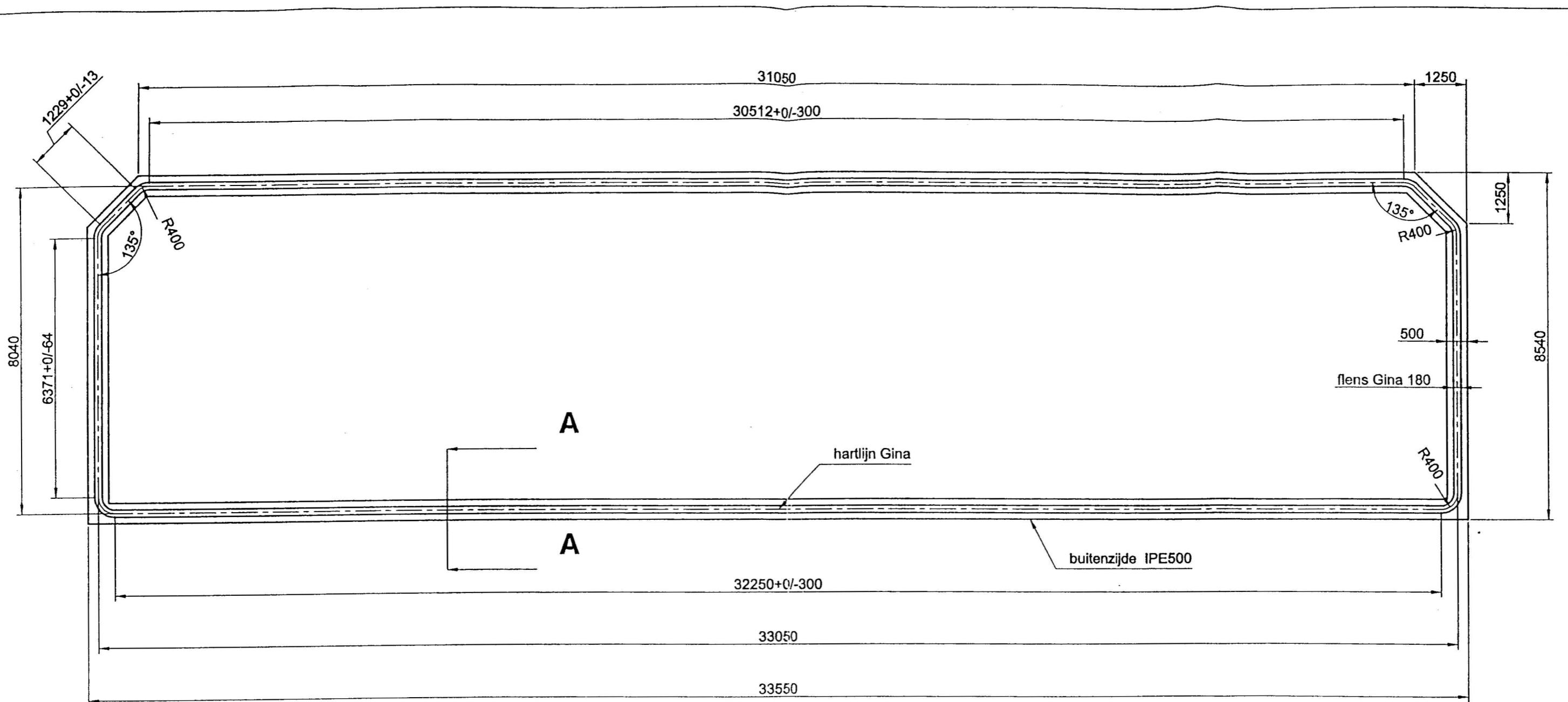


doorsnede inklemming

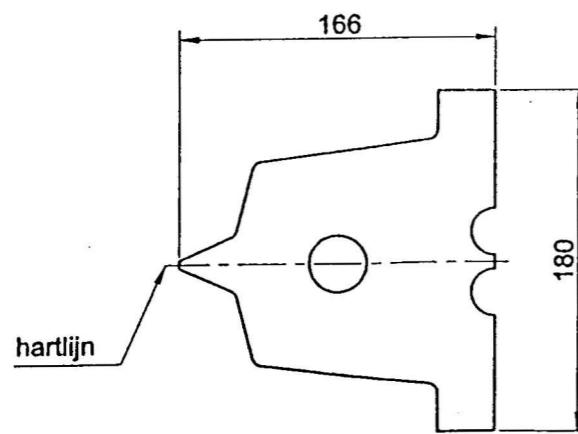
 TRELLEBORG <small>ENGINEERED SYSTEMS</small>		Trelleborg Sealing B.V. Verengste Herfeling 11 P.O. Box 4022, 2600 GA Ridderkerk NL Tel. : +31 162 488388 Fax : +31 162 482914/3200 E-mail: trelleborg.julian@wxs.nl Internet: www.trelleborg.com	
ev. Datum- Date	Schaal-Scale	: n.v.t.	Montagevoorstel TB ETS-130/160
	Datum-Date	: 28-03-00	
	Getekend-Drawn	: EB <i>[Signature]</i>	
	Ontwerp-Design	: EB <i>[Signature]</i>	
	Gezien-Checked	: HK	
	Order no.	: Calandtunnel	

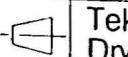
This drawing bears property for which we reserve all rights, relating thereto nothing to patent or computerized design. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior

Tek. A.A.G. van der Veen



Doorsnede A-A (1:4)



				Trelleborg Bakker B.V.		
		Verlengde Kerkweg 15 P.O. Box 4007, 2980 GA Ridderkerk NL		Tel. : +31 180 495555 Fax. : +31 180 430720/433080		
		E-mail: trelleborg.bakker@xs.nl		Internet: www.trelleborg.com		
		TRELLEBORG ENGINEERED SYSTEMS				
A	Rev. 03-07-1999	Schaal-Scale	: 1:100		Gina afdichtingsraam type TB ETS-130/160	
		Datum-Date	: 26-04-99			
		Getekend-Drawn	: EB			
		Ontwerp-Design	: EB			
		Gezien-Checked	: HK			
		Order no.	: Calandtunnel			
<p>This drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.</p>						
				Tek. Drawn	AA3-99-3101	
				A		

BIJLAGE 2

Gegevens OMEGA-profiel

2. OMEGA SEALS

Product Specification:

The supplier of the OMEGA seal has to show by means of calculations and measured force-compression curves on the OMEGA flange that at all water levels, the selected OMEGA seals satisfies following application specifications within agreed safety limits:

1. The construction of the OMEGA seal withstands the waterpressure, including the influence of the expected gap movements in three directions.
2. The clamp construction can keep the OMEGA flange in position and seal against waterpressures at the same time, for all gap movements.
3. The clamping and sealing function of the clamp construction should incorporate the relaxation effect of the rubber flange over the expected tunnel lifetime period.

2.1. Omega Seals Type OS

2.1.1. Dimensions

The main dimensions of the 9 types of Omega seal are given on the following figures:

OS-130-15	AA4-97-4245
OS-170-20	AA4-97-4246
OS-240-40	AA4-97-4247
OS-250-40	AA4-98-4020
OS-270-50	AA4-97-4318
OS-300-70	AA4-97-4248
OS-300-70FM	AA4-97-4249
OS-350-91	AA4-97-4319
OS-360-100	AA3-97-3273
OS-400-100	AA3-97-3274

The Omega seals are produced in a mould with dimensional tolerances according to ISO 3302-M4.

2.1.2. Materials

The Omega seals are made from SBR rubber with a hardness of approx. 65°ShA and nylon plies.

2.1.3. Pressures and movements

The Omega seal is used as a secondary seal to the main seal. The construction of the standard seal consists of 2 nylon plies with a SBR rubber cover on inside and outside.

The allowed movement of the Omega seal depends on the pressure difference over the seal and the strength of the plies.

In general the deformations in the Omega seal are caused by axial and vertical movements and rotation of the tunnel ends.

The vertical movement causes lateral deformation in the Omega seal in the sidewalls of the tunnel. Rotation around the vertical axis of the tunnel ends causes compression in one vertical Omega and elongation in the other vertical Omega in the tunnel wall. To increase the possibilities, the Omega seal can be mounted with precompression:

For a specific type of Omega and wall strength, the allowable movements can be calculated as a function of the water pressure (= tunnel depth).

In the attached figures from report TB ED 95296-0, allowable movements of the Omega seals are given for various water depths. The maximum water pressure is inclusive a safety factor of 2.5 on the breaking strength of the Omega wall construction.

These values are based on OMEGA seals with 2 nylon plies. The movement capacity at larger water depths can be improved by application of more plies. The Omega seals OS 360-100 and 400-100 can be supplied with 3 plies.

2.1.4. Corner pieces

The Omega seals can be provided with sharp corners in the following standard angles, measured on the inside of the total Omega seal:

150°

130°

120°

90°

For most sizes corner moulds are available.

When required, other angles are possible.

2.1.5. Clamping strips and bolts

The pressure difference over the Omega seal causes forces in the wall construction of the seal. The magnitude of these forces depend on the radius of the cross section of the seal. The radius can be calculated from the length of the seal from flange to flange and from distance between the 2 flanges.

The forces in the wall of the seal are transferred into the clamping system by a combination of clamping force due to the bolts and friction under the clamping strip. The recommended dimensions for the clamping strips and bolts are given on figure AA3-96-3330, 3329 and 3328.

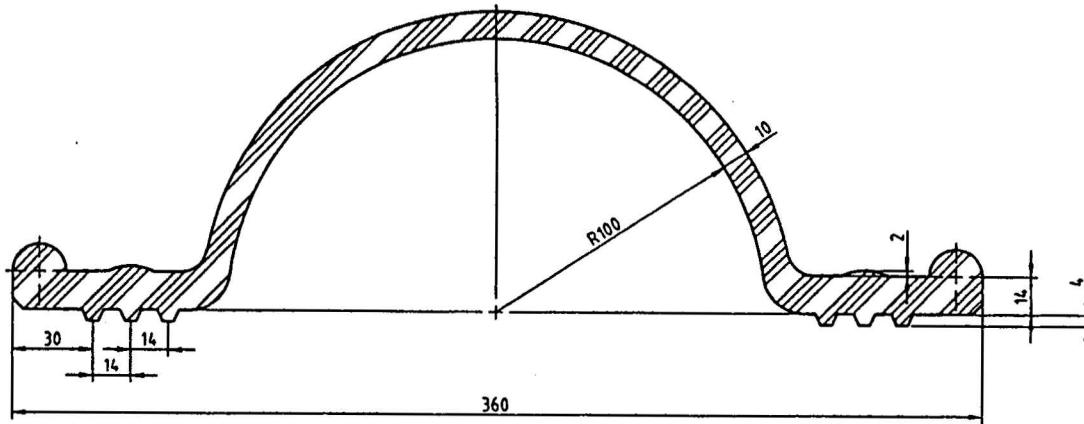
The clamping force is subject to relaxation as well. On attached figure from report TB ED 96296-0, the flange reaction force is given for both Omega seals. The relaxation of the flange is 5 to 6% per decade.

2.1.6. Weights

The weights of the Omega seals are:	OS-130-15	2,3 kg/m
	OS-170-20	2,9 kg/m
	OS-240-40	4,5 kg/m
	OS-250-40	4,7 kg/m
	OS-270-50	5,1 kg/m
	OS-300-70	5,4 kg/m
	OS-300-70 (FM)	5,4 kg/m
	OS-350-91	6,7 kg/m
	OS-360-100	7,1 kg/m
	OS-400-100	8,8 kg/m

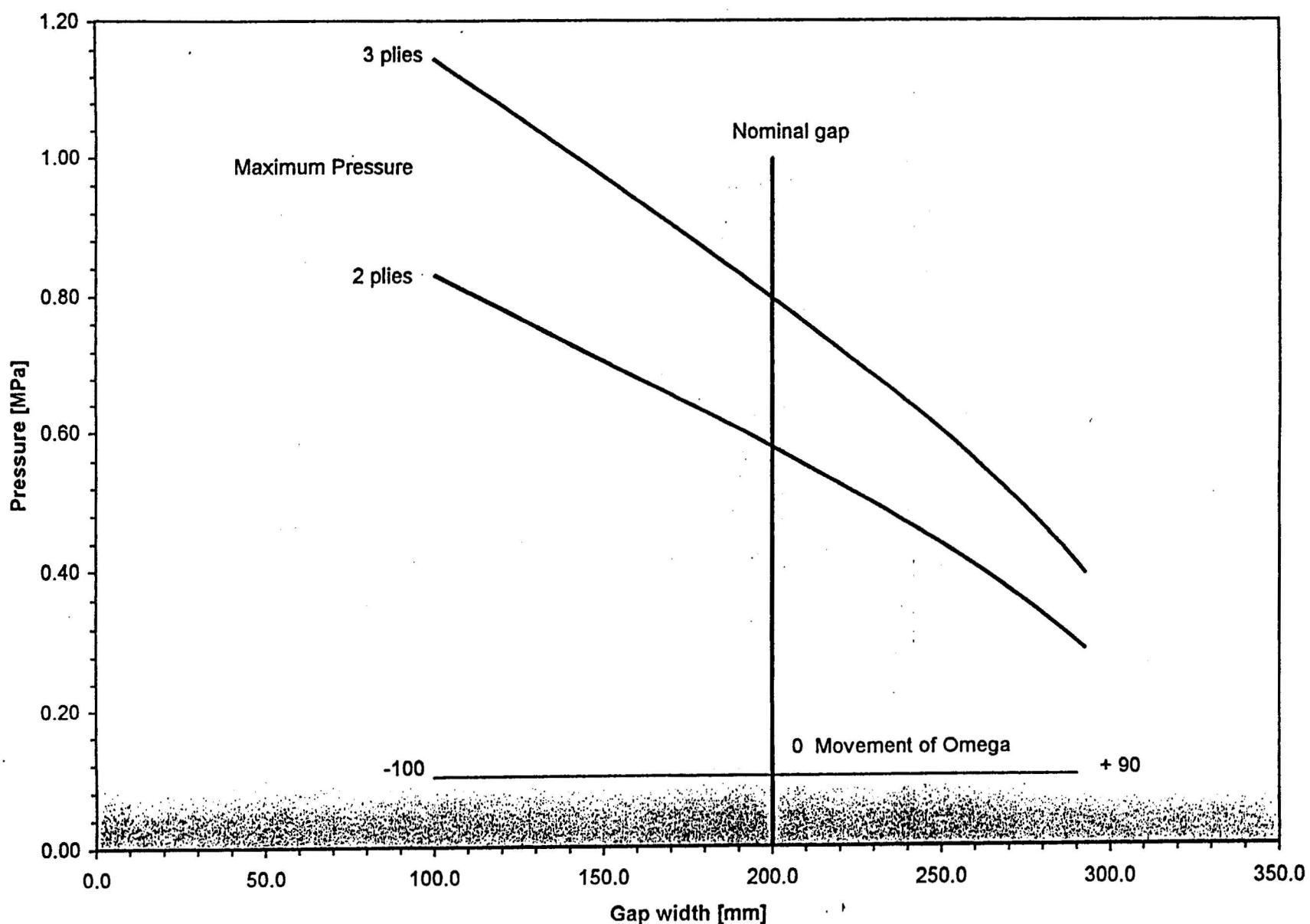
2.1.7. Omega closure joint

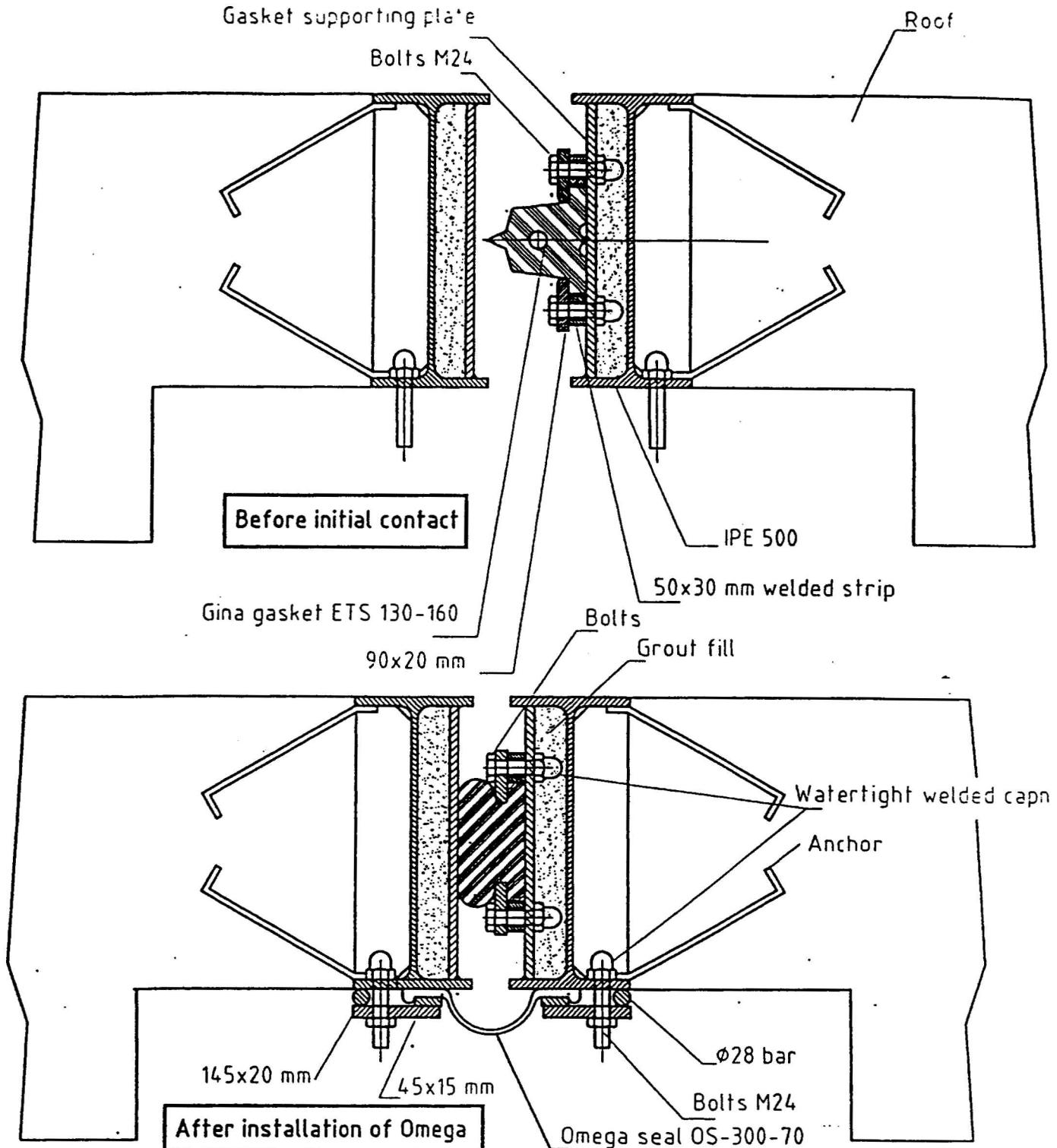
In general the Omega seal is placed inside the tunnel in a later phase, when e.g. cables are running through the tunnel or when a shear key is applied. To be able to mount the Omega seal, it has to be supplied in open condition and be closed by joint vulcanization in situ.



 TRELLEBORG <small>ENGINEERED SYSTEMS</small>		Trelleborg B.V. Verlengde Kerkweg 15 P.O. Box 4007, 2900 GA Ridderkerk NL Tel. : +31 180 485555 Fax : +31 180 430720/433080 E-mail: trelleborg.balken@wxs.nl Internet: www.trelleborg.com		
Rev. Datum-Date Getekend-Drawn Ontwerp-Design Gezien-Checked Order no.	Schaal-Scale : 1 : 2 Datum-Date : 08-10-1997 Getekend-Drawn : PdW Ontwerp-Design : HK Gezien-Checked : HK Order no. :			
	Omega Seal TB OS-360/100			
	 Tek. AA3-97-3273 Drwg.			
	<p>This drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.</p>			

OS-360/100 & OS-400/100, Length vs Pressure
Application range, including safety factor 2.5





TRELLEBORG  **BAKKER**

A MEMBER OF THE TRELLEBORG GROUP 

Trelleborg Bakker b.v.
Verlengde Kerkweg 15
Postbus 4007, 2980 GA Ridderkerk
Tel. : +31 180 495555
Fax : +31 180 430720/433080

Rev. Datum-Date

Schaal-Scale

: 1:10

Datum-Date

: 24-10-1995

Getekend-Drawn

: PdW

Gezien-Checked

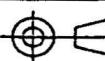
: HK

Order no.

: 

This drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.

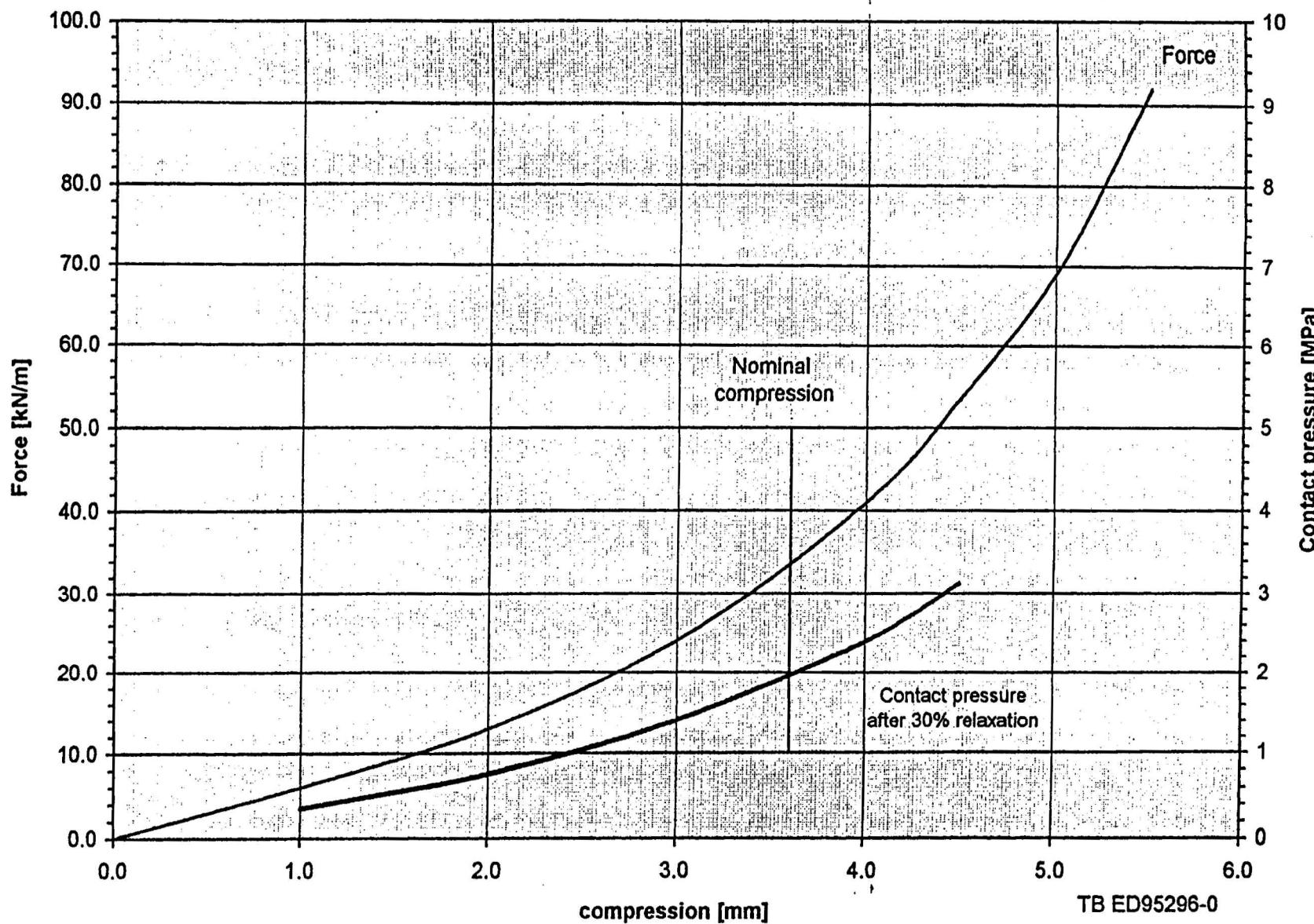
Gina ETS 130-160 and Omega OS 300-71
gaskets at Immersed tunnel join



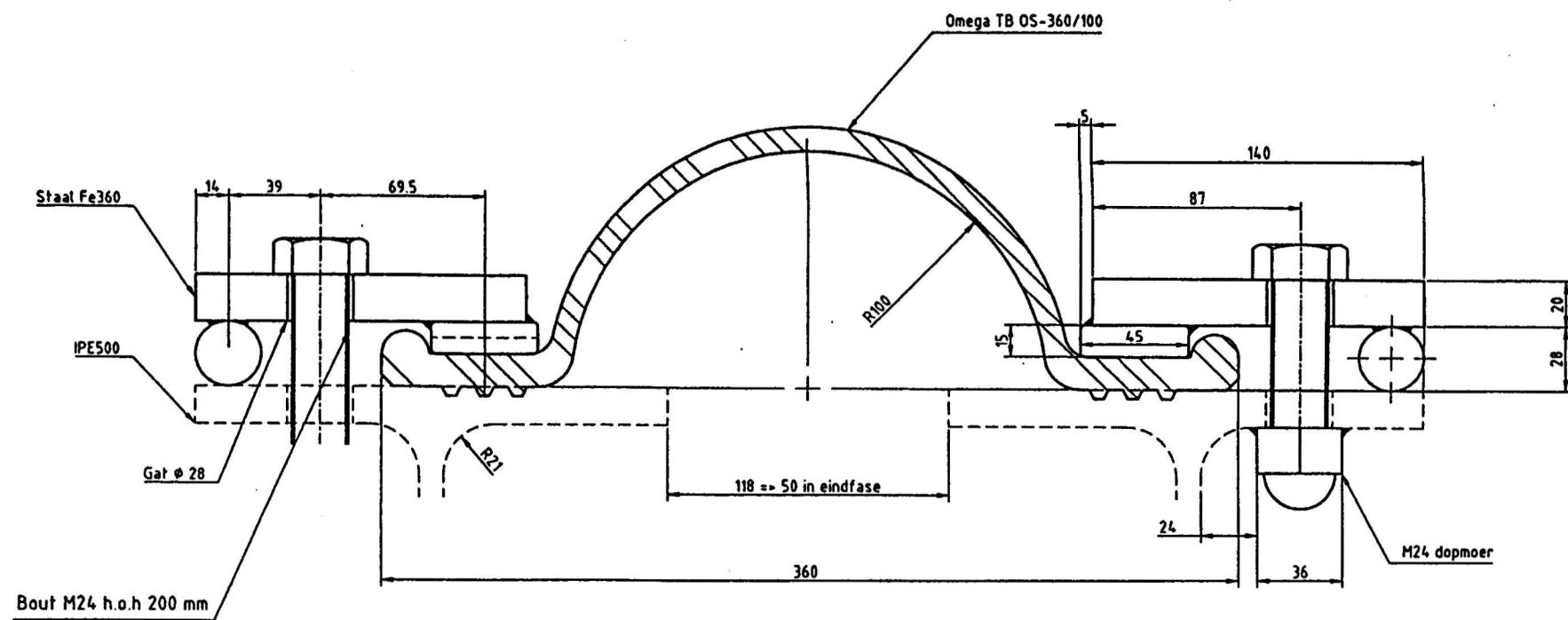
Tek.
Drwg. AA4-95-4236

Omega seals, Force-compression graph Flange

Omega seal type OS 240-45 and 300-70



TB ED95296-0



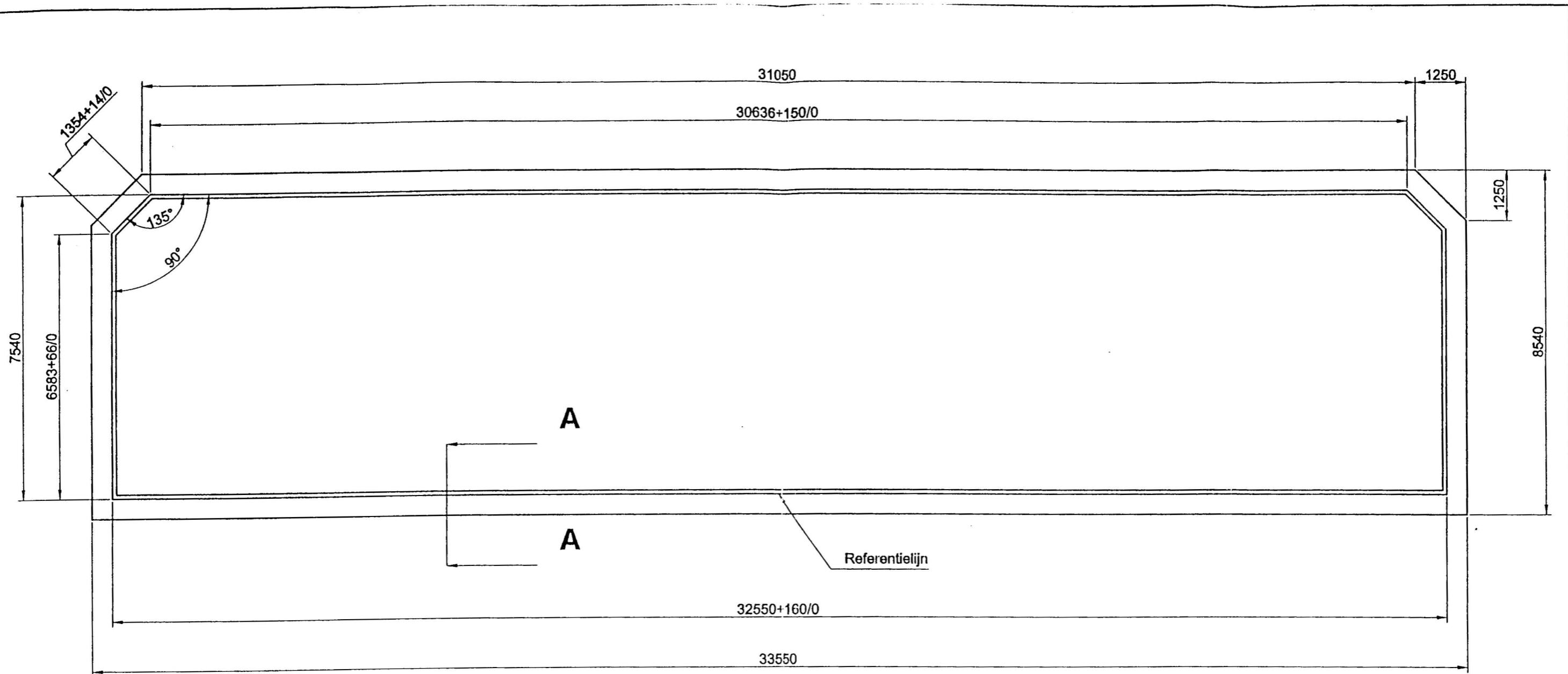
 TRELLEBORG <small>ENGINEERED SYSTEMS</small>		Trelleborg Bredbergs B.V. Verlengde Kerkweg 15 P.O. Box 4007, 2990 GA Ridderkerk NL Tel. : +31 180 495555 Fax. : +31 180 430720/433080 E-mail: trelleborg.bredbergs@wss.nl Internet: www.trelleborg.com	
Datum- Date:	Schaal-Scale	: 1:2	
01-11-99	Datum-Date	: 03-07-99	
	Getekend-Drawn	: EB	
	Ontwerp-Design	: HK	
	Gezien-Checked	: HK	
	Order no.		
D Rev.	Montagevoorstel		
	TB OS-360/100		

This drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior

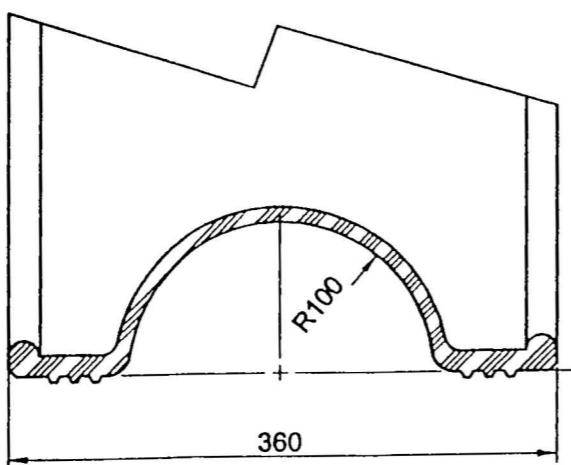


Tek.
Dnwn AA3-99-3155

D



Doorsnede A-A (1:20)



Referentielijn voor afmetingen


TRELLEBORG
ENGINEERED SYSTEMS

Trelleborg Bakker B.V.
Verlengde Kerkweg 15
P.O. Box 4007, 2980 GA Ridderkerk NL
Tel. : +31 180 495555
Fax. : +31 180 430720/433080
E-mail: trelleborg.bakker@wxs.nl
Internet: www.trelleborg.com

A	03-07-1999	Schaal-Scale	: 1:100
Rev.	Datum-Date		: 26-04-99
		Getekend-Drawn	: EB
		Ontwerp-Design	: EB
		Gezien-Checked	: HK
		Order no.	: Calandtunnel

This drawing is our property for which we reserve all rights, including those relating to patents or registered designs. It must not be reproduced or used otherwise or made available to any third party without our prior permission in writing.

Omega afdichtingsraam
type TB OS-360/100

Tek.
Drwg. AA3-99-3103

A

BIJLAGE 3

Overzicht besteksposten en bepalingen

424520	439999	Aanbrengen rubber afdichtingsprofiel. Betreft: de primaire afdichting van de tunnel-elementen a t/m f Rubberafdichtingsprofiel ("GINA") incl. klemstrippen en bouten Berekeningen en tekeningen volgens bestekspostnr. 820010	st	6.00	A	491.00
574010	422199	Afdichten zinkvoeg. Betreft: het afdichten van de zinkvoegen van vloer, wanden en dak in de zinksleuf. zie tek. 845, 846 en 847. voor details zie tek. 872	st	6.00	A	
574011	429999	Aanbrengen tweede waterdichting. Betreft: zinkvoegen in zinksleuf Tweede waterdichtingsprofiel met klemstrippen en draadeind en moer volgens berekening aannemer (zie bestekspostnr. 820010) Eisen volgens art 42.86.01 van deel 3 Tweede waterafdichting: (Q-profiel) R = 100 mm Uitvoering: alle staal onderdelen thermisch verzinkt	m			490.00

42 86 02 VOEGPROFIELEN T.B.V. ZINKVOEGEN

- 01 Het Omega profiel moet bestaan uit styreen-butadien-rubber met de volgende fysieke waarden:
- hardheid : $65 \pm 5^\circ$ shore
 - treksterkte : $> 17 \text{ N/mm}^2$
 - rek bij breuk : $> 500 \%$
 - veroudering na 7 dgn.
- bij 70° C
- | | |
|---------------|------------------------|
| hardheid | : $< 5^\circ$ |
| treksterkte | : $< 7 \text{ N/mm}^2$ |
| rek bij breuk | : $< 25 \%$ |
- blijvende vervorming na indrukking bij 23° C
- | | |
|------------------|-------------|
| gedurende 70 uur | : $< 20 \%$ |
|------------------|-------------|
- water absorptie vlg. NEN 5609 : $< 20 \text{ gr/m}^2$
- relaxatie : $< 6 \%/\text{decade}$
- 02 Voor het Omega-profiel geldt het volgende:
- de toleranties in de maatvoering van de profielen moeten voldoen aan:
in lengterichting een tolerantie van -0% en $+0.5 \%$
in breedterichting een tolerantie van -0% en $+1 \%$
 - het profiel voorzien van nylon inlagen, welke t.p.v. de flens worden omgeslagen, waardoor daar 4 lagen ontstaan.

Berekening Omega-profiel

Inhoud

gegevens
controle Omega-profiel
klemkracht Omega
indrukking Omega-flens
klemspanning Omega-flens-IPE-flens
veiligheid op waterdichting
veiligheid op flensslipkracht
verlenging Omega-profiel
aanspankracht bouten
boutkracht ir rechtdrukken klemstrip

Gegevens

Omega	type	OS-360/100
	R	100 mm
	d	200 mm
	relaxatie Omega	6,00 % per decade
	Afperskracht (HHW+1 m)	320 kN/m ² 0,32 N/mm ²

Klemstrip

onderklemstrip (45*15 mm)	45 mm
	15 mm
bovenklemstrip (140*20)	140 mm
	20 mm
staafdiameter (28)	28 mm

Bout

M24	A	353 mm ²
	kwal	8,8
	hoh	150 mm
	eindveld	150 mm
	alphared	1 (1 voor gerolde draad, 0,85 voor gesneden draad)

Peilen en waterbelastingen

GHW	1,50 m
HHW	3,75 m
Peil ok Omega	-26,50 m
Max bel water, (HHW+peil ok)	30,25 m
sg water	10,20
waterdruk	309 kN/m ² 0,31 N/mm ²

Wrijvingscoefficienten

wrijving rubber-staal	0,15-0,3	
wrijving tbv aanspankracht bouten	0,25	0,15

Veiligheden

gammainlagen	4
gammaslip	2,5
gammaslip100j	1
gammawaterdichtheid	2,5

Samenvatting controles

Maximale werkkracht op Omega tijdens afpersen	oke
Maximale werkkracht op Omega op waterdruk	oke
Maximale werkkracht op Omega op waterdruk, verplaatste Omega	oke

Veiligheid op waterdichting	oke
Veiligheid op flensslipkracht, fw=0,25, ga=2,50	oke
Veiligheid op flensslipkracht, fw=0,15, ga=1,00	oke

Veiligheid op boutbezwijken	oke
-----------------------------	-----

Controle Omega-profiel

maximaal toelaatbare werkkracht op Omega: $P_w = e * n * k / f * R =$	0,37 N/mm ²
e	0,77 coeff. inlagen
n	2 aantal inlagen
k	95 trekkracht inlagen
f	4 gamma
R	100 straal

max. trekkracht op Omega: $F = P * d / 2$ (toets op afpersdruk en waterdruk)

		F	
afpersen	P	0,32 N/mm ²	
	d	200 mm	32,0 N/mm
waterdruk	P	0,31 N/mm ²	30,9 N/mm
	d	200 mm	
	d _{max}	230 mm	35,5 N/mm

	F		controle		Finlagen toelaatbaar
Finlagen,toel. = $P_w * R =$	36,6 N/mm		32,0 <	36,6	oke
			30,9 <	36,6	oke
			35,5 <	36,6	oke

Klemkracht Omega

leemwrijving: 39 kN/m (gebaseerd op Finlagen en op slipkracht)

wrijving 0,25 Fklem= 156 kN/m

relaxatie Omega: 6,00 % per decade

t=100 jaar
aantal decades: $\log(100 * 365 * 24 * 60) =$ 7,72

relaxatie na 100 jaar: 0,46 %

benodigde klemkracht t=0
Fklem/(1-%)

Indrukking Omega-fiens

t=0 jaar Fklem=	291 kN	Indrukking=	6,30 mm	(bijlage)
t=100 jaar Fklem=	156 kN	Indrukking=	5,00 mm	

Klemspanning Omega-fiens-IPE-fiens

t=0 jaar	sigma = Fklem/(bklemstrip*1)=	6,46 N/mm ²
t=100 jaar	sigma = Fklem/(bklemstrip*1)=	3,47 N/mm ²

Veiligheid tegen waterafdichting

		gamma=	controle		gammawaterdichtheid
Fklem =	156 N/mm		5,06 >	2,5	oke
Fwater =	30,86 N/mm				

Veiligheid op fiensslipkracht

t=100 Fklem 156 kN
wrijving 0,25

Fslipopneembaar (Fklem*wrijv.*2)	78 kN/m
Uittrekkkracht water	30,86 kN/m
	controle

gamma 2,53 > 2,50 oke

wrijving 0,15

Fslipopneembaar (Fklem*wrijv.*2)	46,80 kN/m
	30,86 kN/m
	controle

gamma 1,52 > 1,00 oke

Verlenging Omega-profiel

(zie figuur)

max.trek inlagen	37 N/mm
max. waterdruk	0,31 N/mm ²
Rmax=Finlagen/Fwaterdruk=	118,54 mm
alfa/2pi=L/2piRmax	
L	314 mm
alfa	2,65 rad
s/2	115 mm
s	230 mm
maximaal toelaatbare verplaatsing in langsrichting tunnel	
s-d	30

Uitgaande van de ontwikkelde lengte van het omega-profiel en de bijhorende straal volgens de ketelformule, wordt bepaald hoe groot de verplaatsing mag zijn in lengterichting van de tunnelementen.

Aanspankracht bouten

Toegepaste bouten M24 kwal. 8,8
hoh 150 mm

$$\begin{array}{ll} \text{grenstrekkraft: } & F_t = 0.72 * f * A \\ A & 353 \text{ mm}^2 \\ f & 800 \text{ N/mm}^2 \\ & F_t = 203.3 \text{ kN} \end{array}$$

Boutkracht nodig voor klemkracht voor t=0
 $F_{span} = F_{klem} * (\text{arm bout}) / (\text{arm klem})$

arm tot middelpunt staaf					
arm bout	113				
arm klem	44				
Fspankr	746 kN/m				
		controle			
Fbout	112 kN/bout	<	203 kN/bout		oke
	(toets op boutbezwielen)				

Boutkracht nodig voor rechtdrukken klemstrip

stripgegevens

breedte onderstrip =	45 mm
hoogte onderstrip =	15 mm
breedte bovenstrip =	140 mm
hoogte bovenstrip =	20 mm
diameter staaf =	28 mm

striplengte samengestelde deel l =	1600 mm
eindveld le =	150 mm
boutafstand =	150 mm

maximale kromming: 16 mm striplengte)

Bepaling I samengesteld profiel tbv klemming.

	A	a	A*a	a tov onderkant staaf
1,00	675	21	13838	
2,00	2800	38	106400	
3,00	616	14	8621	
	4091		128858	

$$z = \text{som}(A*a)/\text{som}(A) = 31,50$$

	z-a	A*(z-a)^2	leigen	Iideeltotaal
1,00	11	81673	12656	94329
2,00	7	118306	93333	211639
3,00	17	188571	30172	218742
	Ixx = 524711 mm ⁴			

middenveld	q =	291 N/mm	(t=0)	fm = 5ql^4/384EI
eindveld	q =	291 N/mm	(t=0)	fe = ql^4/8EI

fm = 0,02 mm	doorbuiging te verwaarlozen
fe = 0,18 mm	doorbuiging te verwaarlozen

Uitgaande van de kromming van de strip volgt voor de benodigde extra kracht qe:

middenveld qm =	20 N/mm
eindveld qe =	291 N/mm

Per bout benodigd: q*hoh/1000 = 44 kN (gebaseerd op maximum q)

Totale benodigde boutkracht

Boutkracht voor leveren klemkracht:	111,96
Boutkracht voor rechtrekken strip:	43,59
	155,55 kN < 203,33 kN oke

Telefax / Faxtransmission

Tunnel Engineering Consultants

Aan / To

Directie UAV

SPOED

Office

Standaardruiter 13

Ter attentie van / Attended
de heer F. v.d. Heuvel

3905 PT Veenendaal

Telefax / Fax

P.O. Box 747

0181 - 27 69 56

3900 AS Veenendaal

Datum / Date

Telephone

23 augustus 2002

+31 (0)318-554 666

Onderwerp / Subject

Fax

Calandtunnel; klemberekening omega

+31 (0)318-552 644

Van / From

E-mail

Ir. P.H.M. Barten

info@tec-tunnel.com

Uw referentie / Your reference

URL

~~TEC-BIA 2002-210~~www.tec-tunnel.com

Onze referentie / Our reference

801.07.36V/PB/ML/F022149

Bijlagen / Enclosed

C.c.

BD RWS: A. Gerrits (faxnr. 030 - 289 74 18)

RvL/RH/PB/MI/TEC Archief

Aantal pagina's, inclusief deze / Total pages

1

**Indien u niet alle pagina's heeft ontvangen, verzoeken wij u contact met ons op te nemen.
If you have not received all pages, please contact us.**

Geachte heer Van den Heuvel,

Naar aanleiding van de nieuwe berekening van de klemstrippen voor het omegaprofiel (berekening d.d. 22 augustus 2002) waarin de vergrote eindlengte (122 mm) van de strippen wordt gecontroleerd, hebben wij de volgende opmerkingen:

- In tegenstelling tot de oorspronkelijke berekeningen en uitgangspunten (doc. Nr. R-CCT-TZ-C-20.1 versie 04 d.d. 29-3-2000) is de nieuwe berekening gebaseerd op de 1 x per 100 jaar waterstand (HW NAP+4.8 / LW NAP-2.25) i.p.v. de 1 x per 2000 jaar waterstand (HHW NAP+5.8 / LLW NAP-3.3). Ons inziens moet de 1 x per 2000 jaar waterstand aangehouden worden.
- In de nieuwe berekening zijn de parameters voor WALL TENSION IN OMEGA sterk gewijzigd t.o.v. de oorspronkelijke berekening. Voor deze parameters wordt verwezen naar file OMEGAGB. Deze file is bij ons niet bekend. De achtergrond van de gewijzigde parameters is onduidelijk.
- Waarschijnlijk als gevolg van deze gewijzigde parameters staat in de nieuwe berekening herhaaldelijk aangegeven dat strip en bouten niet accoord zijn:
 - Trekkraft in bouten (Allowed tensile load) voor zowel joint 7 als joint 4
 - Buigspanning in strip (bending stress incl. Safety) voor zowel joint 7 als joint 4
- Voor wat betreft het overstek: voor joint 4 wordt aangegeven dat de reactionforce at strip end (95,47 N/mm) onvoldoende (not OK) is. Wat is hiervoor als criterium aangehouden?

Hoogachtend,

Ir. R. van Limbergen,
Projectleider

*** TX RAPPORT ***

VERZENDING OK

TX/RX NR	4104
TEL. AANSLUITING	00181276956
SUB-ADRES	
ID AANSLUITING	DIR UAV
ST. TIJD	23/08 14:40
GEBR. T.	00'36
PAG.	1
RESULTAAT	OK



Tunnel Engineering Consultants

Telefax / Faxtransmission

Aan / To
Directie UAV

Ter attentie van / Attended
de heer F. v.d. Heuvel

Telefax / Fax
0181 - 27 69 56

Datum / Date
23 augustus 2002

Onderwerp / Subject
Calandtunnel; klemberekening omega

Van / From
Ir. P.H.M. Barten

Uw referentie / Your reference
801.07.36V/PB/ML/F022149

Bijlagen / Enclosed

C.c.
BD RWS: A. Gerrits (faxnr. 030 - 289 74 18)
RvL/RH/PB/MI/TEC Archief
Aantal pagina's, inclusief deze / Total pages
1

SPOED

Office
Slandaardruiter 13
3905 PT Veenendaal
P.O. Box 747
3900 AS Veenendaal
Telephone
+31 (0)318-554 666
Fax
+31 (0)318-552 644
E-mail
info@tec-tunnel.com
URL
www.tec-tunnel.com

Indien u niet alle pagina's heeft ontvangen, verzoeken wij u contact met ons op te nemen.
If you have not received all pages, please contact us.

Geachte heer Van den Heuvel,

Naar aanleiding van de nieuwe berekening van de klemstrippen voor het omegaprofiel (berekening d.d. 22 augustus 2002) waarin de vergrote eindlengte (122 mm) van de strippen wordt gecontroleerd, hebben wij de volgende opmerkingen:

- In tegenstelling tot de oorspronkelijke berekeningen en uitgangspunten (doc. Nr. R-CCT-TZ-C-20.1 versie 04 d.d. 29-3-2000) is de nieuwe berekening gebaseerd op de 1 x per 100 jaar waterstand (HW NAP+4.8 / LW NAP-2.25) i.p.v. de 1 x per 2000 jaar waterstand (HHW NAP+5.8 / LLW NAP-3.3). Ons inziens moet de 1 x per 2000 jaar waterstand aangehouden worden.
- In de nieuwe berekening zijn de parameters voor WALL TENSION IN OMEGA sterk gewijzigd t.o.v. de oorspronkelijke berekening. Voor deze parameters wordt verwezen naar file OMEGAGB. Deze file is bij ons niet bekend. De achtergrond van de gewijzigde parameters is onduidelijk.
- Waarschijnlijk als gevolg van deze gewijzigde parameters staat in de nieuwe berekening