

WI: 322297

BIBLIOTHEEK
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht

HOMMEMA VAN 1825 B.V.

(H.R. Utrecht nr. 39949)

WIJK BIJ DUURSTEDÉ

FRANKENWEG 2, POSTBUS 23
3960 BA WIJK BIJ DUURSTEDÉ

Telefoon : 03435 - 1614*

Telex : 47486

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT
NR. 23410 BDU bgl.

AARDINGSSYSTEMEN

BLIKSEMBEVEILIGING

KATHODISCHE BESCHERMING

Z3410
bgl.



NEDERLAND — BELGIË — WEST-DUITSLAND — DENEMARKEN



HOMMEMA VAN 1825 B.V. - WIJK BIJ DUURSTEDEN

Postbus 23 - Frankenweg 2
3960 BA WIJK BIJ DUURSTEDEN
Nederland

Telefoon : 03435 - 1614* (doorlopend bereikbaar)
Telex : 47486 homab nl
(Handelsregister Utrecht nr. 39949)

Betreft: Installaties voor beveiliging tegen blikseminslag
op de tweede oeververbinding aan de IJssel bij Kampen.

Voor relatie: Rijkswaterstaat
Direktie Bruggen
Postbus 285,
2270 AG VOORBURG.
T.a.v. De Weledede Heer
P.W.J.G.J.N. Treffers, afd. elektro.

HOMMEMA-ontwerpnummer: 0652/5

Datum: 9/2-'81.

Behandeld door Afdeling Verkoop : Hr. Feitsma.
Afdeling Ontwerpen: Hr. Mendel.

Op de in deze technische omschrijving gespecificeerde installaties voor beveiliging tegen blikseminslag, respectievelijk op de montage daarvan, is het volgende van toepassing:

HOMMEMA van 1825 B.V. is gedurende de montage van de installaties tot een bedrag van f.1.000.000,-- tegen aansprakelijkheid verzekerd via een speciaal ten behoeve van onze werkzaamheden geredigeerde beurspolis.

De Montageleiding van HOMMEMA van 1825 B.V. is verantwoordelijk voor het naleven van de veiligheidsmaatregelen zoals die op de achterzijde van dit blad zijn afgedrukt.

De Technische Dienst van HOMMEMA van 1825 B.V. is belast met de controle op een korrekte uitvoering van de omschreven installaties voor beveiliging tegen blikseminslag. Oplevering vindt bij voorkeur plaats in samenwerking met de opdrachtgever.

Uittreksel uit monteursinstructie:

De in dienst van Hommema van 1825 B.V. zijnde leidinggevende monteurs zijn verantwoordelijk voor het opvolgen van de veiligheidsvoorschriften door de onder hun toezicht werkende monteurs en hulp-monteurs. Zij moeten hierbij zelf het voorbeeld geven en hebben er in het bijzonder op te letten, dat aan het onderstaande de hand wordt gehouden.

- A. Personeelsleden beneden de 18 jaar mogen geen hoogte - werkzaamheden verrichten, of, zonder dat er toezicht wordt uitgeoefend, worden belast met de uitvoering van laswerkzaamheden.
- B. Roken is niet toegestaan op plaatsen waar gevaar bestaat voor brand of explosie en evenmin op plaatsen waar van de zijde van de principaal een rookverbod geldt.
- C. Bij uitvoering van las- en soldeerwerkzaamheden moeten brandblusmiddelen in de direkte nabijheid van de plaats waar gewerkt wordt aanwezig zijn.
- D. Elektrische handgereedschappen mogen alleen gebruikt worden in dubbel geïsoleerde uitvoering.
- E. Klimmaterialen moeten regelmatig op deugdelijkheid worden gecontroleerd; het beklimmen van schoorstenen en het verrichten van takelwerk mag uitsluitend worden verricht met gebruikmaking van veiligheidsgordels.
- F. Het gebruik van veiligheidshelmen, het bouwen van steigers en het toepassen van overige veiligheidsmaatregelen geschiedt in overleg met de Montageleiding.
- G. Veiligheids- en andere voorschriften, die van de zijde van de principaal of door de overheid zijn uitgevaardigd, moeten worden opgevolgd.

1 e vervolgblad technische omschrijving installatie voor beveiliging tegen blikseminslag op de tweede oeververbinding aan de IJssel te Kampen.

Datum: 9/2-'81 Ontwerpnummer: 0652/5

ALGEMEEN.

Beveiliging	Bij het ontwerpen van de installaties voor beveiliging tegen blikseminslag is er naar gestreefd, dat de beveiligingsgraad zodanig is dat ook bliksemontladingen van extreem lage - op zichzelf gevaarlijke - en extreem hoge stroomsterkten, zonder dat deze schade aan de beveiliging of aan het te beveiligen objekt veroorzaken, worden opgevangen en naar aarde worden afgevoerd.
Ontwerp	Het ontwerp van de installaties is gebaseerd op de "HOMMEMA" bedrijfsnormen. De op het werk van toepassing zijnde bedrijfsnormbladen zijn in de omschrijving vermeld en bijgevoegd.
Voorschriften en richtlijnen	Zowel het ontwerp als de uitvoering van de installaties in details voldoen aan de officiële richtlijnen volgens de norm "Bliksemafleiderinstallaties NEN 1014", 4e druk, van het Nederlands Normalisatie Instituut.
Installatie-tekening	De omvang van de installaties is aangegeven op bijgaande schetsmatischetekeningen.
Symbolen	De betekenis van de op de installatietekening voorkomende symbolen is omschreven op normblad B.1.1/2.
Materiaal	Voor de installaties wordt gebruik gemaakt van elektrolytisch koperdraad met een doorsnede van 50 mm ² . (Din 1787/40500-4/1766, E-Cu F20. Treksterkte tussen 22 en 25 kg/mm ² . Maximale rekgrens: 10 kg/mm ²). Zie normblad A 2.1/4.
Montage	De leidingen die zichtbaar zijn, worden vóór de montage getordeerd. (Nederlands oktrooi no. 98643).
opvangersonderingen	De plaatsen waar opvangersonderingen worden aangebracht zijn op de tekening aangegeven. De opvangersonderingen worden vervaardigd uit koper-stafmateriaal Ø 16 mm en steken ca. 100 cm. boven hun onmiddellijke omgeving uit.
verbindingen	Ten einde overgangsweerstanden in het leidingstelsel van de installaties te vermijden, worden de verbindingen tussen de leidingen onderling uitgevoerd met gebruikmaking van speciale persverbindingstukken, welke met hydraulisch persgereedschap (werkdruk 12 ton) worden gemonteerd. Door deze werkwijze is tevens het gevaar voor brand, dat bestaat bij het aanbrengen van lasverbindingen, geëlimineerd. (Zie Kema-rapport nr. III 11961-69 op de normbladen B 3.1/7).

2 e vervolgblad technische omschrijving installatie voor beveiliging tegen
blikseminslag op de tweede oververbinding aan de IJssel te Kampen.

Datum: 9/2-'81

Ontwerpnummer: 0652/5

afstand der bevestigingen	Zowel de horizontale als de hellende en de verticale leidingen worden bij "HOMMEMA"-installaties bevestigd met een maximum onderlinge afstand der leidinghouders van 100 cm.
te beveiligen gebouwonderdelen	Voor het goed functioneren van een installatie voor beveiliging tegen blikseminslag is het noodzakelijk dat metalen- en uitstekende gebouwonderdelen in het beveiligingssysteem worden opgenomen. Aan de hand van de beschikbare gegevens is een en ander door ons op de installatietekeningen aangegeven.
afgaande leidingen	<p>De installaties worden met de aarde verbonden d.m.v. afgaande leidingen.</p> <p>De afgaande leidingen zijn in het zicht geprojecteerd en zullen in overleg met de opdrachtgever exakt worden bepaald.</p>
bevestiging aan de wanden	Leidingen welke vanaf de grond zichtbaar zijn worden bij "HOMMEMA"-installaties zoveel mogelijk gemonteerd met een afstand van 5 mm. tot het vlak waarop zij worden aangebracht, zodat storende schaduwwerking is uitgesloten. Dit geschiedt door middel van leidinghouders als afgebeeld op normblad B 2.1, welke zoals is aangegeven worden bevestigd.
bescherm-buizen	De afgaande leidingen worden bij de begane grond tegen mechanische beschadiging beschermd. Ter voorkoming van zelfinductie wordt hiervoor gebruik gemaakt van buizen uit kunststof met een lengte van 2 meter . (Normblad B 2.8).
meetkoppelingen	Om naderhand zowel de weerstand in het bovennet als de aardverspreidingsweerstand te kunnen meten, worden de beschermbuizen voorzien van losneembare meetkoppelingen. (Normblad B 2.8)
aardings-systeem	De afgaande leidingen worden aangesloten op vertikaal in te brengen aardelektroden, elk met een lengte van 15 meter. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van "HOMMEMA"-diepteaarding van het type KG 1M Cu 2, in de uitvoering 50 mm ² , volgens normblad A 2.5 (Zie ook normblad A 3.1/26: Kema-rapport nr. II

Fysische gegevens

atoomgewicht: 63,54

atoomnummer: 29

structuur van het vrije atoom (elektronenverdeling):

 $(1s)^2, (2s)^2, (2p)^6, (3s)^2, (3p)^6, (3d)^{10}, (4s)^1$

soortelijk gewicht bij 20° C: 8,94

smeltpunt: 1083° C

kookpunt: 2595° C

smeltwarmte: 50,5 cal/g

soortelijke warmte bij 20° C: 0,092 cal/g. °C

warmtegeleidingsvermogen bij 20° C: 0,941 cal/cm².cm.°C.sec.

lineaire uitzettingscoëfficiënt:

tussen 0° - 100° C	0,0000170 per °C
0° - 300° C	0,0000176 per °C
0° - 500° C	0,0000186 per °C
0° - 1000° C	0,0000203 per °C

warmtegeleidingsvermogen versus temperatuur: zie fig. 1

krimp bij het stollen: 4,9%

elektrochemisch aequivalent, voor Cu⁺: 0,659 mg/A.sec.elektrisch geleidingsvermogen bij 20° C: 60m/Ω.mm²

berekend t.o.v. de koperstandaard: 103%

elektrische weerstand bij 20° C: 0,14983 Ω per meter-gram of
1,671 micro-ohm.cm

elektrische weerstand versus temperatuur: zie fig. 1

magnetische susceptibiliteit bij 18° C: $-0,086 \times 10^{-6}$ cgskristalstructuur: vlak gecentreerd kubisch,
roosterafstand $a = 3,608$ kX,
dichtste atoombenadering 2,537 kX,
slipvlak (111).

Mechanische eigenschappen

treksterkte	zacht gegloeid	$\pm 23 \text{ kgf/mm}^2$
rek dp 5	" "	$\pm 50 \%$
proportionaliteitsgrens	zacht gegloeid	$2\text{--}3 \text{ kgf/mm}^2$
hardheid	" "	$\pm 50 \text{ Vickers}$
elasticiteitsmodulus	zacht gegloeid	$10000\text{--}11000 \text{ kgf/mm}^2$
treksterkte	hard	$\pm 45 \text{ kgf/mm}^2$
rek dp 5	"	$1\text{--}5 \%$
proportionaliteitsgrens	hard	$\pm 23 \text{ kgf/mm}^2$
hardheid max.		$\pm 130 \text{ Vickers}$
elasticiteitsmodulus	hard	$\pm 12500 \text{ kgf/mm}^2$

mechanische eigenschappen beneden 0° zie fig. 2a

mechanische eigenschappen bij hogere temp. zie fig. 2b

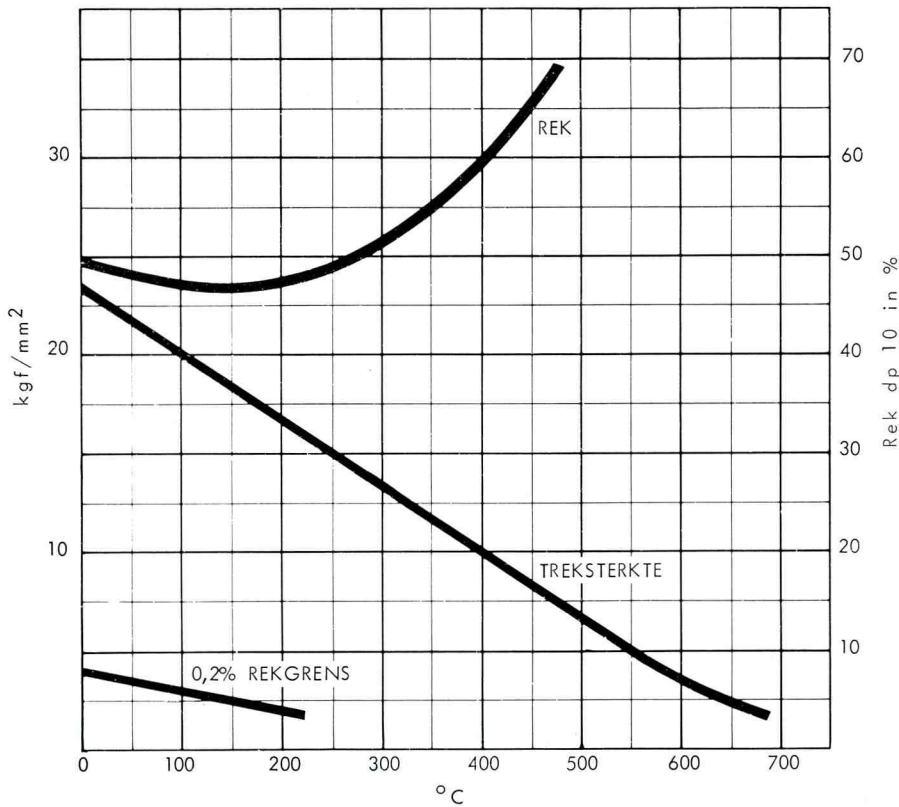


FIG. 2b MECHANISCHE EIGENSCHAPPEN VAN UITGEGLOEID KOPER BIJ HOGERE TEMPERATUREN

FIG. 1
WARMTEGELEIDINGS-
VERMOGEN
EN ELEKTRISCHE
WEERSTAND
VERSUS TEMPERATUUR,
VAN ZUIVER
KOPER.

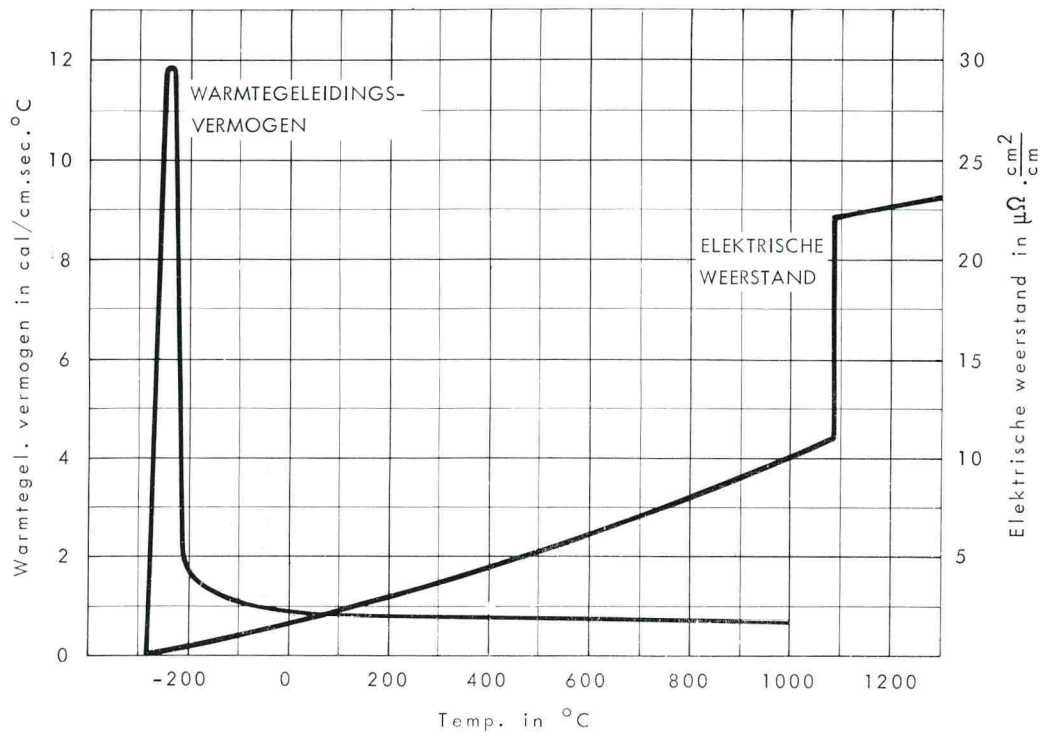
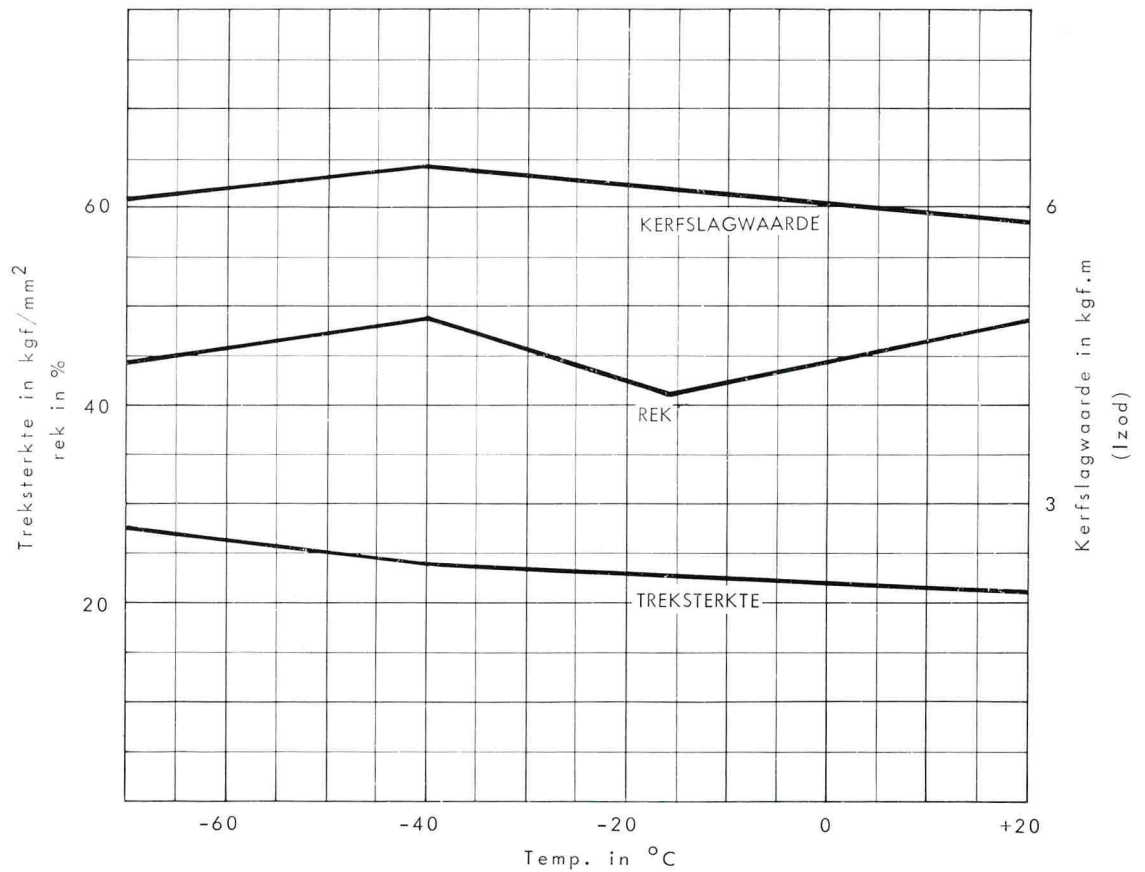


FIG. 2.
MECHANISCHE
EIGENSCHAPPEN
VAN ELEKTROLYTISCH
KOPER
BENEDEN 0° C.



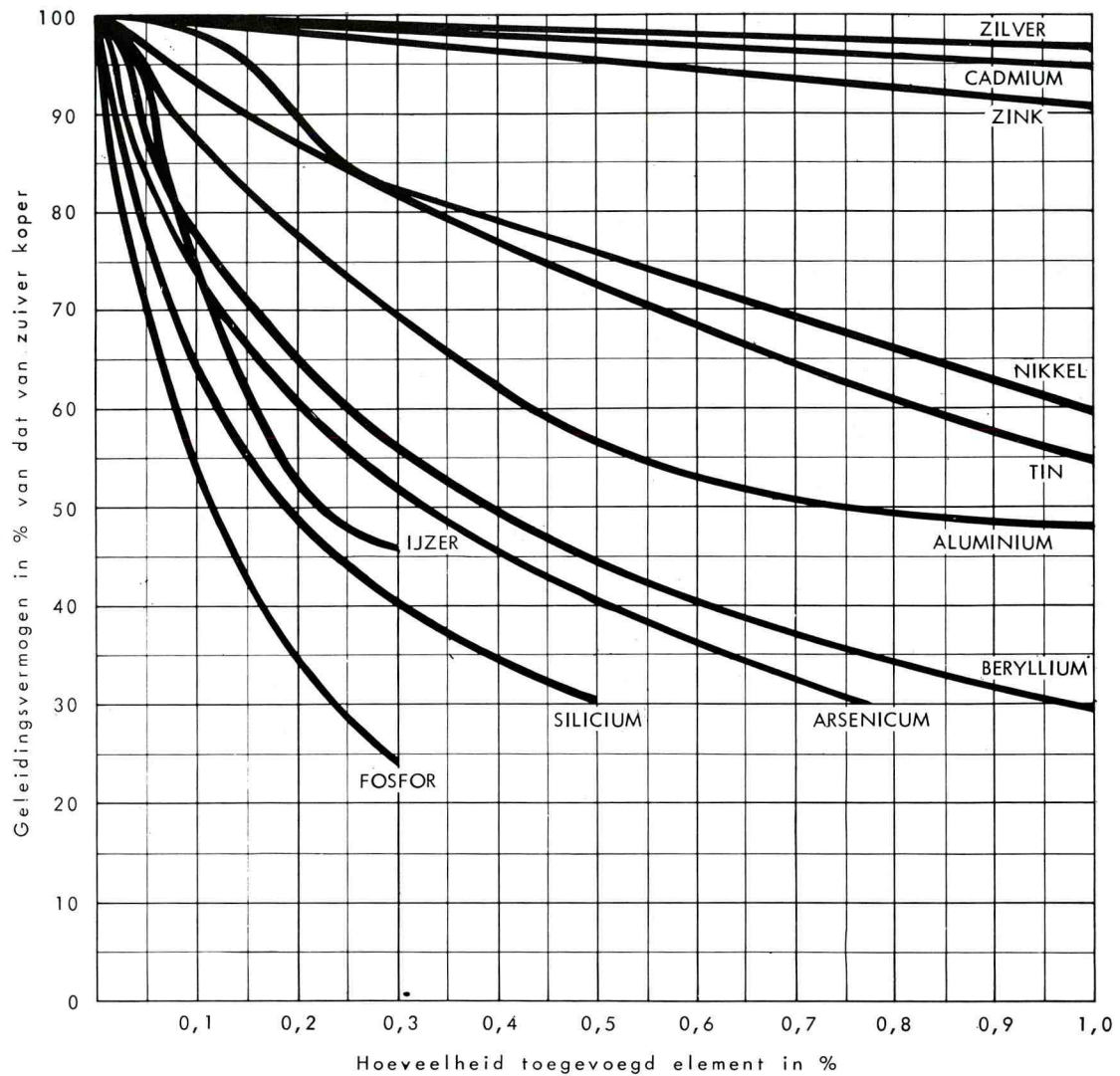
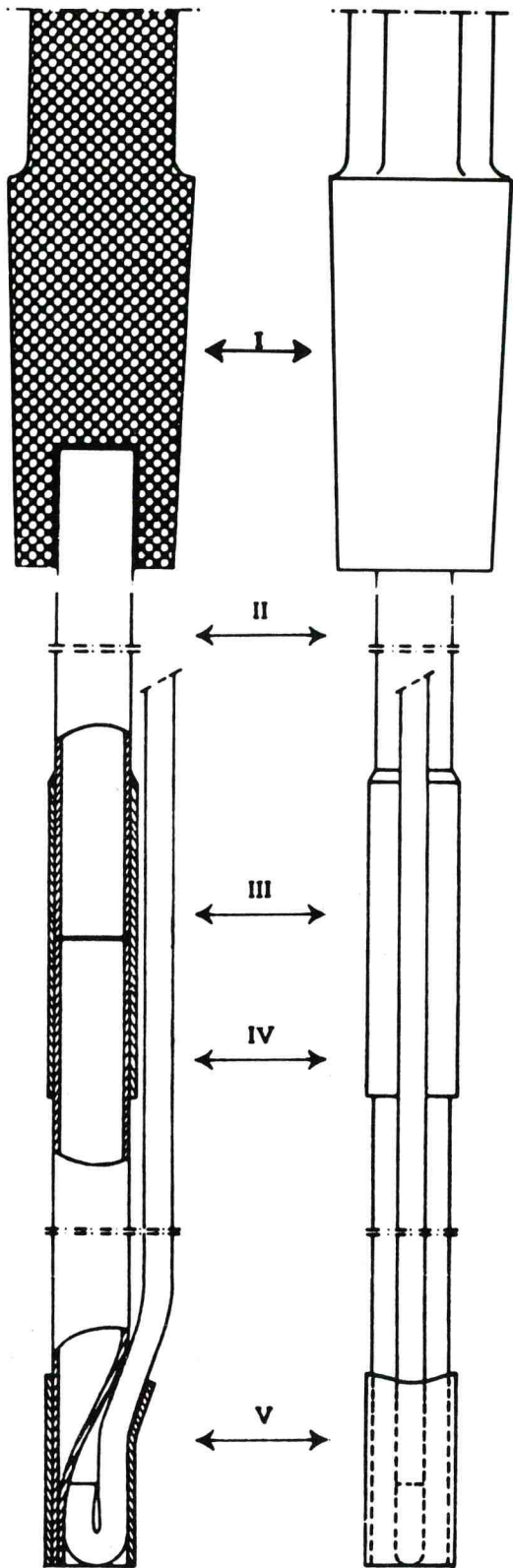


FIG. 3 INVLOED VAN VREEMDE ELEMENTEN OP HET ELEKTRISCH GELEIDINGSVERMOGEN VAN KOPER

AARDINGSSYSTEMEN

Konstrukties en Materialen



T O E P A S S I N G :

Aardelektrode voor elektrische licht- en krachtinstallaties, bliksembeveiligingsinstallaties, afvoer statische ladingen.

M A T E R I A A L :

- I Slagkop.
- II Stalen buis, DIN 2441, 17,2 mm \varnothing uitwendig, 11,4 mm \varnothing inwendig, voor het indrijven van de ononderbroken elektrodedraad.
- III Verbindingsstuk, DIN 2391, 21 mm \varnothing uitwendig, 17 mm \varnothing inwendig, aangelast voor verlenging van de indrijfbuis.
- IV Ononderbroken elektrodedraad, bestaande uit een koperdraad van :
 25 mm²
 50 mm²
 70 mm²
 of 100 mm², enz.
- V Kleminrichting elektrodedraad.

Specificatie elektrodedraad :

DIN 1787/40500 - 4/1766, E-CuF20
 Treksterkte tussen : 22-25 kg/mm²
 Maximale rekgrans : 10 kg/mm²

M O N T A G E :

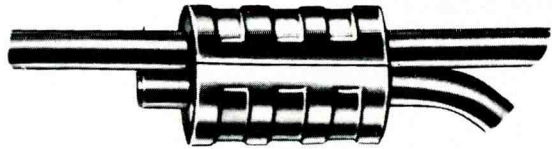
Nagaan of geen kabels e.d. door het indrijven beschadigd kunnen worden. De elektrodekonstruktie met persluchthamer indrijven. De aardweerstand per 3 meter opmeten en de waarde op weerstandtabel vastleggen. De elektrode na het inbrengen zo mogelijk naar het punt van aansluiting voeren.

Ned. Octrooi Nr. 120.179

HOMMEMA

Aardelektrode
 Type KG 1M Cu2

BLAD
 No.
 A. 2.5



BURNDY

1. TOEPASSING.

De C-vormige aftakverbinders „Crimpit” worden gebruikt voor het aftakken en afspannen van bovengrondse leidingen, aardleidingen, aardnetten enz. Ze zijn geschikt voor 2 geleiders, zowel massief als samengesteld.

2. MATERIAAL EN UITVOERING.

De verbinders zijn vervaardigd van zuiver electrolytisch koper. Door de C-vormige uitvoering is aftakken van een doorgaande geleider mogelijk. De dikwandige uitvoering garandeert een stabiele verbinding met een geringe overgangsweerstand.

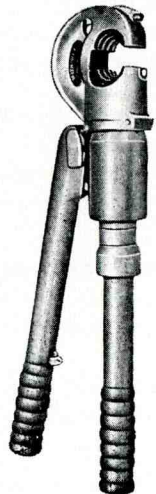
3. MONTAGE.

De verbinders kunnen met de mechanische handtang type YMR10C10 (t/m 6 mm² mass.), de mechanische handtang type MD6 (t/m 50 mm²) en de hydraulische handtang of voelpomp type Y35 aangebracht worden.

Type MD6 heeft een vaste groef „BG” waarin een deel der verbinders zonder toepassing van een matrijs kan worden gekrompen. Voor de overige verbinders heeft de MD6, evenals type Y35, eenvoudig verwisselbare matrijzen.

HOMMEMA werkt uitsluitend met de hydraulische handtang Y35.

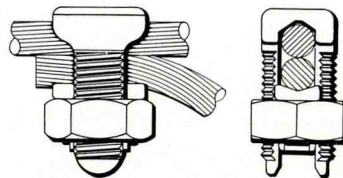
Hydraulische handtang.
werkdruk: 12 ton.



HOMMEMA

**Aftakverbinder
Type YC - C**

**BLAD
No.
A. 2.7**

BURNDY**1. TOEPASSING.**

De moerklemmen type KS worden gebruikt voor het aftakken en afspannen van bovengrondse leidingen, bij aardleidingen, aardnetten enz. Ze zijn geschikt voor twee of meer geleiders, zowel massief als samengesteld.

2. MATERIAAL.

De klemmen zijn vervaardigd van siliciumbronslegeringen met een hoog koper- en een laag zinkgehalte, waardoor de volgende eigenschappen genoemd kunnen worden:

- a. Hoog electrisch geleidingsvermogen
- b. Goed bestand tegen corrosie
- c. Grote mechanische sterkte.

Om „vreten” te voorkomen zijn zowel de gespleten bout als de moer en het drukstuk vervaardigd uit bronslegeringen van verschillende samenstelling, zodat de Rockwell hardheid van de verschillende onderdelen dan ook bedraagt:

bout : 70 B
moer : 83 B
drukstuk : 55 B

3. VERVAARDIGING.

Daar de kwaliteit van bronslegeringen sterk toeneemt bij koud vervormen, worden de klemmen koud gestampt en voorzien van koud gerolde draad.

4. UITVOERING.

De klemmen zijn voorzien van een onverliesbaar drukstuk, dat evenals de verbindingsbrug tussen beide benen van de bout is afgerond om beschadiging van de geleiders te voorkomen. Het drukstuk is verder zodanig bewerkt dat een grote kracht nodig is om de geleider uit de klem te trekken.

De schroefdraad heeft een zeer geringe hellingshoek waardoor loslopen van de moer niet mogelijk is.

5. MONTAGE.

De klemmen kunnen zonder speciaal gereedschap worden gemonteerd. Door de relatief grote afmetingen van de moer en de hardheid van het materiaal wordt voorkomen dat de hoeken van de moer tijdens montage worden beschadigd.

Het koppel, dat tijdens montage gemiddeld wordt uitgeoefend bedraagt ca. 30% van de breuksterkte van de klem, zodat een ruime veiligheidsmarge aanwezig is.

Dankzij materiaalkeuze en uitvoering kan de klem na de demontage weer opnieuw worden gebruikt, zelfs na jarenlang verblijf in een corrosieve omgeving.

6. OVERGANGSWEERSTANDEN.

Doordat bout en moer niet „vreten” en door het gladde oppervlak van de flanken van het draadprofiel wordt het aandraaimoment in de grootst mogelijke klemkracht omgezet, waardoor de overgangsweerstand tussen beide geleiders zeer laag is, en een grote hoeveelheid energie in de klem wordt gebracht.

Dankzij deze opgeslagen energie zal de klemkracht, en dus ook de overgangsweerstand zelfs bij langdurig wisselende belastingen stabiel blijven, dit mede doordat de uitzettingscoëfficiënt van het materiaal van de klem gelijk is aan die van koper.

7. TYPEN.

Naast type KS bestaat ook type KS-3. Deze klem heeft langere benen en kan daardoor 3 in plaats van 2 geleiders met maximale doorsnede opnemen.

BLAD
No.

A. 2.8

Aftakklem
Type KS

HOMMEMA

BURNDY

The type KC or K2C is especially useful for grounding one or two wires to steel sections, fence posts, lighting standards, transformers and sub-station steel. It is also used for connecting one or two wires, or cable taps, to bus bars. Type KC shown at left accommodates one cable, and type K2C shown at right accommodates two cables.

Le type KC ou K2C est particulièrement recommandé dans les applications de mise à la terre d'un ou de 2 câbles sur un profil métallique (tôle en acier, piquet de clôture, cuve de transformateur). Le KC est utilisé avec un seul câble, tandis que le K2C est utilisé avec 2 câbles.

Die Erdungsverbinder der Typen KC und K2C sind besonders geeignet für Erdungen von Eisenprofilen, Blitzableitern, Transformatoren usw. Sie können ebenfalls eingesetzt werden für Verbindungen von ein oder zwei Leitern oder Kabelabzweigen zu Flachschielen. Die Type, auf der linken Seite abgebildet nimmt einen Leiter auf, während die auf der rechten Seite abgebildete Type K2C für zwei Leiter bestimmt ist.

De typen KC of K2C worden speciaal toegepast voor het af-aarden van staalkonstrukties, transformatoren enz. Ze vinden ook toepassing voor railverbindingen van kabels. Door het losdraaien van de moer, welke is voorzien van een onverliesbaar drukstuk, kan de kabel tussen de benen van de KC worden losgenomen en kunnen metingen worden ver-richt.

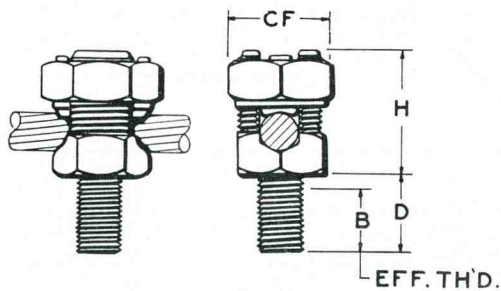
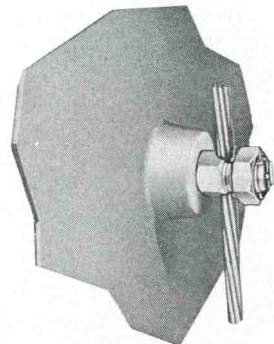
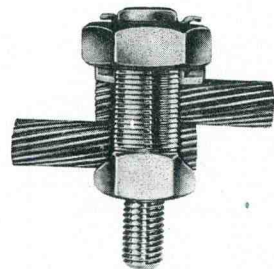


Fig. 1

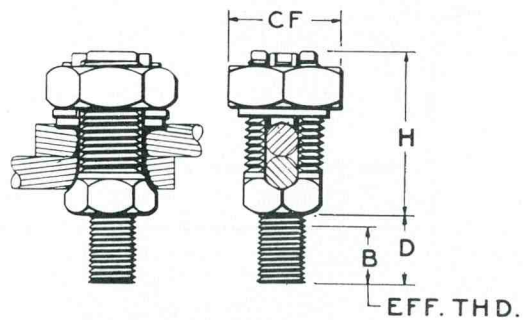


Fig. 2

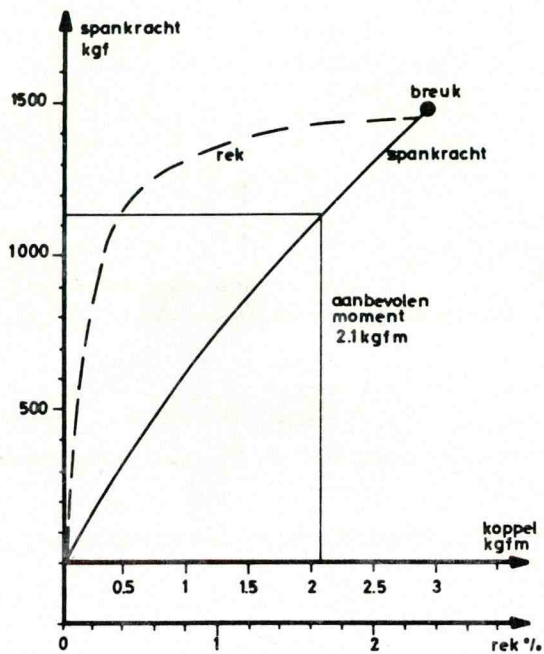
HOMMEMA

Aansluitklem Type KC - K2C

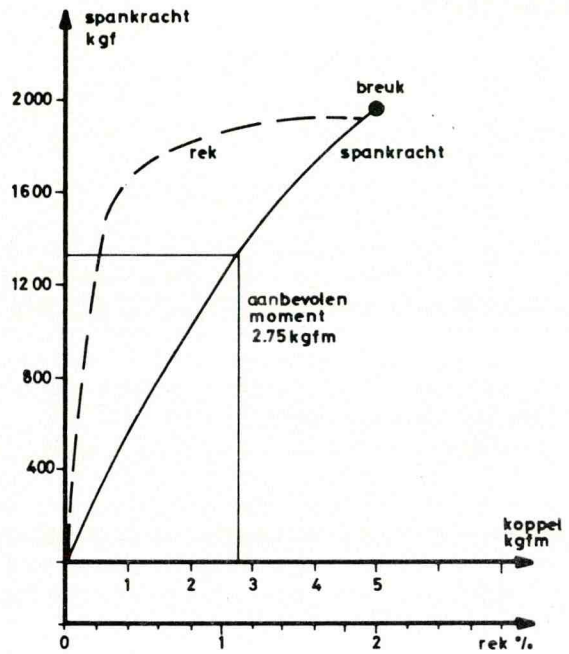
Voor bevestiging van kabel aan staalkonstrukties en rail
For cable to flat bar
Für Rundleiter auf Flächen
Raccordement d'un cable sur une surface plane

BLAD
No.
A. 2.9

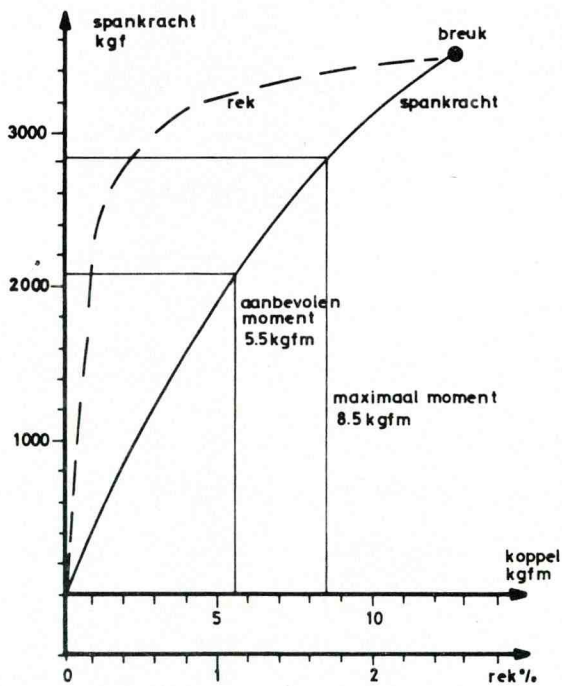
BURNDY



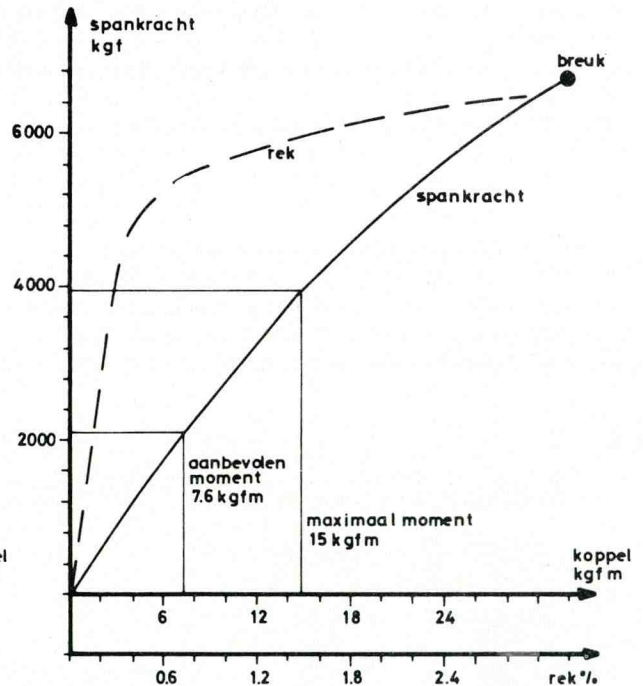
DURUM BOUT 5/16"



DURUM BOUT 3/8"



DURUM BOUT 1/2"



DURUM BOUT 5/8"

BURNDY

MATERIAUX UTILISES

Les connecteurs à boulons figurant dans ce catalogue, sont coulés à partir d'alliages de cuivre, possédant d'excellentes propriétés tant mécaniques qu'anti-corrosives. Certains éléments tels que phosphore, silicium, manganèse, aluminium, nickel, étain et zinc, sont nécessaires pour l'obtention d'un bronze alliant des caractéristiques mécaniques à une grande résistance à la corrosion. Ils réduisent malheureusement la conductivité électrique de celui-ci. Tenant compte de tous ces facteurs, BURNDY a développé 2 alliages qui diffèrent de par leurs propriétés spécifiques et dont le choix a été judicieusement retenu en fonction des conditions de service et du rôle exact de chaque élément d'un connecteur donné.

ALLIAGE 113L A ROLE ELECTRIQUE

Cet alliage est utilisé pour les raccords devant assurer un transfert de courant. De par leur conception, leur large épaisseur de parois et les importants efforts de clamage, la conductivité relative (rapport entre la conductivité du raccord et celle d'une égale longueur de conducteurs à connecter), de tels raccords est généralement supérieure à 100%.

A titre d'information, cet alliage sera utilisé pour la fabrication des raccords NT, NS, NE, NA...

VERBINDER-MATERIAL

Die meisten in diesem Katalog aufgeführten Verbinder sind aus gegossenen Kupferlegierungen hergestellt und mit Durium-Schrauben versehen. Das reine Kupfer wird legiert, um eine große mechanische Festigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit zu erzielen. Obwohl die Legierung in den meisten Fällen bessere Eigenschaften als reines Kupfer besitzt und somit einen Vorteil mit sich bringt, wird die elektrische Leitfähigkeit leider vermindert. Phosphor, Silizium, Mangan, Aluminium, Nickel, Zinn und Zink sind die hauptsächlichen Komponenten der Legierung, die eine Verminderung der Leitfähigkeit hervorrufen. BURNDY verwendet für die gegossenen Schraub-Verbinder zwei Arten von Kupferlegierungen, um den mechanischen und elektrischen Anforderungen der jeweiligen Verbindung zu entsprechen, deren Wahl vom Verwendungszweck des Verbinders abhängt.

DIE BURNDY-KUPFERLEGIERUNG 113L

Die BURNDY-Kupferlegierung 113L ist eine Bronze mit hohem Kupferanteil und wird dort verwendet, wo einmal gute Leitfähigkeit und zum anderen mechanische Festigkeit verlangt wird, d.h. wo der Stromfluß durch den Verbinder erfolgt. Da die Verbinder aus dickwandigen gegossenen Teilen bestehen, sind sie stark genug, um den hohen Klemmdruck, der durch die Bolzen erzielt wird, aufzunehmen. Außerdem beträgt die relative Leitfähigkeit des Verbinders im allgemeinen mehr als 100% verglichen mit einem gleich langen zugehörigen

CONNECTOR MATERIAL

Most connectors represented in this catalog are made out of cast copper alloy and assembled with bolts. Indeed, pure copper is alloyed to increase the mechanical strength and the resistance to corrosion. Unfortunately, although alloying is a definite advantage for improving most properties of pure copper, it reduces the electrical conductivity. The most important components considering their effectiveness in reducing conductivity are : phosphorus, silicon, manganese, aluminium, nickel, tin and zinc. With a view to meet the material requirements for electrical connectors, BURNDY developed two cast alloys with specific properties. Their choice depends on the application for which the connector is intended.

HIGH COPPER BURNDY ALLOY 113L

This alloy is used whenever a combination of current transfer ability and mechanical strength is required. This means each time that a current transfer through the connector is encountered. Since these connectors have cast cross sections heavy enough to take full advantage of the clamping pressure exerted by the bolts, the relative conductivity is generally more than 100% in comparison with an equal length of joined conductors. Practically, this material is used for NT, NS, NE, NA... connectors.

HOMMEMA

Informations Techniques
Technische Angaben
Technical Information

BLAD
No.
A. 2.11

BURNDY

- Le faible pourcentage de ZINC (3,5%) de cet alliage lui confère une excellente résistance au **STRESS CORROSION**. Ce phénomène de corrosion intergranulaire — tension interne associée à une exposition corrosive — s'observe fréquemment sur des alliages de cuivre contenant plus de 20% de zinc.
- Le très faible pourcentage de **phosphore** réduit seulement la conductivité électrique à 19 Siemens ($m/\Omega\ mm^2$). Il est à noter que la valeur 17,5 Siemens a été reconnue excellente pour des connecteurs électriques.
- L'alliage 113L est très **ductile**, c.-à-d. qu'il peut se déformer plastiquement sans aucun risque de cassure. Cet avantage permet l'obtention de raccords dont les gorges viennent épouser exactement la forme du conducteur.
- Son coefficient de dilatation linéaire est égal à celui du cuivre. Il y aura donc **respiration synchrone** en cas d'échauffements des conducteurs (court-circuit ou surcharge du réseau).

ALLIAGE 330 A ROLE MECANIQUE

Cet alliage est utilisé pour des raccords ou parties de raccords requérant de fortes pressions de clamage. C'est notamment le cas de raccordement de barres plates en cuivre où sont utilisées les clames du type HFB. Dans une telle connexion, le transfert du courant se fait à travers les barres et non pas par le connecteur. On retiendra donc que l'alliage 330 répond avant tout à des critères mécaniques.

- La présence de silicium et d'aluminium accroît considérablement les **caractéristiques mécaniques**.
- Excellente résistance au **STRESS CORROSION**, cet alliage ne reformant pas de zinc.
- Son coefficient de dilatation linéaire est pratiquement égal à

gen Leiter. Diese Legierung wird in erster Linie für die Verbinder-Typen NT, NS, NE und NA verwendet.

- Der geringe Zinkgehalt dieser Legierung (3,5%) gewährleistet eine hohe **Korrosionsfestigkeit**, insbesondere gegen die Haarriss-Korrosion, die im allgemeinen bei hohen Zugbeanspruchungen in Verbindung mit Witterungseinflüssen bei Kupfer-Zink-Legierungen, die über 20% Zink enthalten, auftritt.
- Der außerordentlich niedrige Gehalt an **Phosphor** verringert die elektrische Leitfähigkeit nur auf 19 Siemens ($m/\Omega\ mm^2$), wobei eine Leitfähigkeit von 17,5 Siemens schon als sehr gut anzusehen ist.
- Die **Elastizität** der Legierung 113L ist ausgezeichnet. Durch diesen Vorteil passen sich die Verbinder dem entsprechenden Leiter sehr gut an.
- Der thermische Ausdehnungskoeffizient ist gleich dem des Kupfers, wodurch bei Erwärmung, hervorgerufen durch Überlast und Kurzschlußströme, eine **synchrone Ausdehnung** zwischen Leiter und Verbinder stattfindet.

BURNDY-LEGIERUNG 330

Die Legierung 330 ist eine Bronze-Legierung mit hoher Festigkeit und findet hauptsächlich dort Anwendung, wo die Verbinder als Bauglieder dienen und nur geringe Leitfähigkeit gefordert wird. Ein typisches Beispiel ist die HF-Klemme. Die Stromübertragung erfolgt hierbei nicht über die Klemme, sondern durch die Kontaktfläche der beiden sich überlappenden Kupferschienen. Um einen niedrigen Übergangswiderstand zu erzielen, müssen die beiden Schienen mit einem verhältnismäßig hohen Druck zusammengehalten werden. Die hohe Festigkeit der Legierung 330 erfordert keine besonders schwere Ausleitung der Verbinder.

- Durch den geringen Silizium- und Aluminium-Anteil wird die **mechanische Festigkeit** dieser Legierung wesentlich erhöht.
- Hohe **Korrosionsfestigkeit**, insbesondere gegen Haarriss-Korrosion, da kein Zinkgehalt.

- The low ZINC contents of this alloy (3.5%) results in an excellent resistance to **STRESS CORROSION**, a phenomena generally associated with outdoor expose under tensile stress of copper-zinc alloys containing over 20% zinc.
- The extremely low amount of **phosphorus** only reduces the electrical conductivity to 19 Siemens ($m/\Omega\ mm^2$) which is unusually high for an electrical connector material.
- The copper alloy 113L is very **ductile** which is the ability of a material to deform plastically without fracturing. This advantage allows to obtain connectors with sufficient elasticity for fitting exactly the shape of the conductor through tight wrapping.
- The thermal expansion coefficient is equal to the one of copper which allows the connector to **breathe in synchronization** with the conductors in the case of a serious overload or short-circuit.

HIGH STRENGTH BURNDY ALLOY 330

This alloy is used for connectors or connector parts which are essentially structural members thus applications which require high strength together with little or no conductivity. A typical example is the HFB-clamp used on copper flat bars. Most of the current passes through the contact surfaces of the two overlapped bars. However, in this case, a high strength is required to provide the necessary clamping force for obtaining low contact resistance between the bars. The alloy 330 provides this strength without making the clamp unnecessarily heavy.

- The small amounts of Silicon and Aluminium increase the **mechanical strength** of this alloy.
- High resistance against **STRESS CORROSION**. No zinc contents.

BLAD No. A. 2.12	Informations Techniques Technische Angaben Technical Information	HOMMEMA

BURNDY

celui du cuivre. Il y a donc **respiration synchrone** entre les éléments clamés et par conséquent aucune fatigue additionnelle en cas de surcharge ou de court-circuit.

- Grâce à ses propriétés **mécaniques élevées** — dureté et charge de rupture — de très fortes pressions de clamage peuvent être appliquées, sans risque de déformation des éléments du connecteur.

BOULONNERIE DURIUM

- Le Durium est une dénomination commerciale utilisée par BURNDY en 1927 pour la première fois dans l'histoire de la connexion électrique et qui couvre tous les articles **en bronze au silicium** utilisés en boulonnerie.
- Le bronze au Silicium possède une charge de rupture et une limite élastique élevées, voir tableau ci-après. La longueur de la partie filetée est d'au moins 50 mm. Les boulons de plus faible longueur sont filetés sur toute leur longueur.
- De par sa composition de bronze allié au silicium, son comportement en atmosphères corrosives ou en eau de mer est excellente.
- D'importants efforts de clamage peuvent être développés

- Der thermische Ausdehnungskoeffizient ist gleich dem des Kupfers, wodurch wiederum bei Erwärmung eine **synchrone Ausdehnung** zwischen Leiter und Verbinder stattfindet.

- Durch die **hohe mechanische Festigkeit** der Legierung kann man hohe Klemmkräfte anwenden, ohne daß sich die Verbinderelemente verformen. Diese Legierung wird hauptsächlich für Verbinder, die als Bauelemente keinen Strom führen, verwendet.

DURIUM-BRONZE-SCHRAUBEN

Durium ist eine eingetragene Handelsbezeichnung der Firma BURNDY für eine **Silizium-Bronze-Legierung** mit einer hohen Zugfestigkeit und Streckgrenze (siehe Tabelle). Schrauben bis zu einer Länge von 50 mm sind ganz mit Gewinde versehen, Schraubenlängen über 50 mm haben eine Gewindelänge von zwei Zoll (50 mm).

- Aufgrund der chemischen Zusammensetzung ist diese Legierung antimagnetisch und sehr widerstandsfähig gegen korrosive Einflüsse, wie Seewasser und Gase sowie gegen hohe Temperaturen.

- Bei den Durium-Schrauben können **sehr hohe Drehmomente** an-

- Thermal expansion coefficient is practically equal to the copper which allows again **the connector to breathe** by temperature changes.

- The high mechanical strength and the elevated hardness assure a **very high clamping force** without bending the connector which makes this alloy very suitable for structural members.

DURIUM HARDWARE

Durium is the BURNDY trade name covering a silicon bronze alloy suitable for hardware. **Silicon bronze** has a high tensile and yield strength, see table hereafter. Bolts up to 50 mm long are fully threaded, larger bolts are only threaded for 50 mm.

- This material has a high resistance to corrosive influences such as extreme temperatures, atmospheric conditions, sea water and gases and is non-magnetic due to its chemical composition.

PROPRIETES DES BRONZES BURNDY
EIGENSCHAFTEN DER BURNDY-LEGIERUNGEN FÜR BRONZE-VERBINDER
PROPERTIES OF BURNDY MATERIAL FOR BRONZE CONNECTORS

Propriétés	Eigenschaften	Properties	113L	330	Durium
Conductivité électrique en Siemens (m/Ω mm²)	Elektrische Leitfähigkeit in Siemens (m/Ω mm²)	Electrical conductivity in Siemens (m/Ω mm²)	19	5,4	—
Poids spécifique à 20 °C (kg/dm³)	Dichte bei 20 °C (in kg/dm³)	Density by 20 °C (in kg/dm³)	8,8	7,7	8,5
Température de fusion en °C	Schmelzpunkt (in °C)	Melting point (in °C)	1040	1010	1014
Coefficient de dilatation linéaire (1/°C x 10⁻⁴)	Linearer Ausdehnungskoeffizient (in 1/°C x 10⁻⁴)	Linear coefficient of thermal expansion (in 1/°C x 10⁻⁴)	17,2	16,5	17,2
Charge de rupture (kg/mm²)	Zugfestigkeit (in kg/mm²)	Tensile strength (in kg/mm²)	19,7 – 21	47 – 49	66
Limite élastique (kg/mm²)	Streckgrenze (in kg/mm²)	Yield strength (in kg/mm²)	11,2 – 12,6	14,7 – 16,2	42
Allongement (en % sur 5 cm)	Dehnung (in % bei 5 cm)	Elongation (in % by 5 cm)	18 – 30	6 – 12	12
Dureté Rockwell F	Rockwell Härte F	Rockwell Hardness F	55 – 65	75 – 85	91
Module d'élasticité (kg/mm²)	Elastizitätsmodul (in kg/mm²)	Modulus of elasticity (in kg/mm²)	10,5 x 10³	11,2 x 10³	11,9 x 10³

HOMMEMA

Informations Techniques
Technische Angaben
Technical Information

BLAD
No.
A. 2.13

BURNDY

par cette boulonnerie sans risque d'arracher la tête du boulon grâce au pressage à froid de cette dernière.

- Les filets sont roulés (et non taillés) à froid, ceci élimine tout effet d'entaille et permet au métal de travailler au plein taux de fatigue du métal de base; d'autre part les flancs de filets bien lisses convertissent au maximum en effort de clamage, le couple de serrage appliqué.

Le coefficient de dilatation linéaire du Durium est pratiquement égal à celui de cuivre et des alliages BURNDY, ce qui assure à un connecteur installé une pression de clamage constante quels que soient les changements de température.

gewendet werden. Da die Festigkeit aller Bronzen durch Kaltbearbeitung wesentlich erhöht wird, werden die Bolzenköpfe kalt geformt und nehmen daher große Zugkräfte auf. Das Gewinde ist ebenfalls kalt gerollt und nicht geschnitten, wodurch die Gewindeflanken ein hohes Drehmoment aufnehmen können.

- Der thermische Ausdehnungskoeffizient von Durium entspricht dem von Kupfer und anderen BURNDY-Kupferlegierungen. Somit findet bei Erwärmung nicht nur zwischen Leiter und Verbinder, sondern auch zwischen den Verbinder-elementen und den Schrauben eine gleiche Ausdehnung statt, d.h. der Klemmdruck bleibt konstant.

- Important clamping force can be applied. Indeed, the strength of all bronzes is greatly increased by cold working and for this reason, the Durium bolts are cold headed. As a result, the bolt head can be submitted to high tension efforts before the head is broken.

Moreover, the threading is cold stamped and not cut which increases the strength of the bolt body.

- The thermal expansion coefficient of the Durium alloy is practically equal to the one of copper and the BURNDY alloys assuring a constant pressure on the conductor by temperature changes.

BOULONNERIE DURIUM — DURIUM BOLZEN — DURIUM HARDWARE				
Couples de serrage — Anzugsmoment — Tightening torque				
Dimension Gewinde Nennmaß Bolt size	Ø Correspondant Corresponding Ø Übereinstimmend Ø mm	Couple recommandé Zulässiges Anzugsmoment Tightening torque kgm	Force de clamage correspondante Klemmkraft Corresponding clamp force kg	Largeur de l'écrou Schlüsselweite Nut cross flat mm
1/4 – 20	6,4	1,1	600	11,0
5/16 – 18	7,9	2,1	1050	12,7
3/8 – 16	9,4	2,75	1350	14,3
7/16 – 14	11,2	3,1	1800	17,5
1/2 – 13	12,7	5,5	2050	19,0
5/8 – 11	15,6	7,6	2200	23,8
3/4 – 10	19	10	2400	28,6

COUPLE DE SERRAGE DES ELEMENTS « Q » ZULÄSSIGES ANZUGSMOMENT DER TYPEN « Q » « Q » ELEMENTS TIGHTENING TORQUES		QA - B ; Q2A ; Q3A . . .
Numéro du raccord Klemmen Nr. Connector No.	Couple recommandé Zulässiges Anzugsmoment Tightening torque	kgm
8C	0,6	
4C	1,1	
1C	1,4	
26	1,7	
28	2,3	
31	2,9	
34	3,5	
40	4,0	
44	4,6	
46	5,2	
48	5,7	
Par exemple Zum Beispiel For instance	QA4C-B	a le numéro 4 hat die Nr. 4 has number 4

BURNDY**DURIUM**
Corrosion Resistance

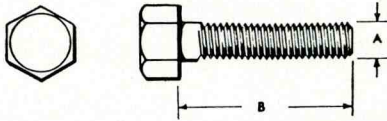
The following list is indicative of the general character and type of chemicals and solutions to which Durium offers good corrosion resistance:

ACETATES
ACETIC ACID
ACETONE
ALCOHOLS
ALKALINE INKS
ALUMINUM SULPHATE
ALUM SOLUTIONS—*all strengths—hot or cold.*
BEER—*other than storage for long periods.*
BORIC ACID
BRINE SOLUTIONS—*all strengths—hot or cold; neutral or acidified with hydrochloric acid.*
CALCIUM CHLORIDE—*all strengths—hot or cold.*
CALCIUM HYPOCHLORITE—*all strengths—cold.*
CARBOLIC ACID
CARBON TETRACHLORIDE—*other than hot in the presence of moisture.*
CAUSTIC LIME
CAUSTIC POTASH
CAUSTIC SODA SOLUTIONS—*all strengths up to 50%—hot or cold.*
CITRIC ACID—*hot or cold.*
COMMERCIAL FERTILIZERS
COPPER SULPHATES—*neutral or acidified—cold.*
CORROSIVE INDUSTRIAL AND NATURAL WATERS
CRESOL
DRY CHLORINE
FATTY ACIDS
FERROUS SULPHATE—*neutral or acidified.*
FORMIC ACID
GASOLINE
HYDROCHLORIC ACID—*all strengths—cold; in the absence of air—hot; up to 20% at 70° C in the absence of steam and air.*
HYDROCYANIC ACID SOLUTION—*room temperature.*
HYDROFLUORIC ACID—*up to 18%—cold.*
ILLUMINATING GAS
LACTIC ACID—*edible or dark—hot or cold.*
MAGNESIUM CHLORIDE

MILK OF LIME
NATURAL GAS
ORGANIC SALTS AND SOLUTIONS
OXALIC ACID—*cold, and in saturated solution at 100° C.*
PHENOL
SEA WATER—*hot or cold.*
SEWAGE
SODIUM ACID SULPHATE—*pickling solutions—hot or cold.*
SODIUM CHLORIDE—*neutral or acidified.*
SODIUM SILICATE
SUGAR SOLUTIONS
SULPHITE SOLUTIONS—*hot or cold—as used in pulp mills.*
SULPHUR DIOXIDE
SULPHURIC ACID—*cold up to 95%; hot up to 50%—in absence of oxidizing agents.*
SULPHURIC ACID VAPORS—*in battery rooms.*
SULPHUROUS ACID
TANNING LIQUORS—*cold.*
TARTARIC ACID—*hot or cold.*
ZINC CHLORIDE—*all strengths up to 70° Be.—hot or cold.*
ZINC SULPHATE—*all strengths—hot or cold.*

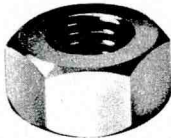
HOMMEMA**Corrosiebestendigheid
van Burndy materialen****BLAD
No.**

A. 2.15

BURNDY**DURIUM HARDWARE****DURIUM BOLT**

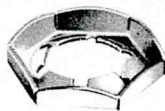
Burndy Durium Bolts combine great strength with excellent corrosion resistance. Bolts up to 2 inches long are fully threaded; longer bolts are threaded for 2 inches. Heads have American Standard dimensions, and the threads are per American National Coarse Series, Class #2 fit. In table below "X" denotes bolt size carried in stock.

LENGTH B	DIAMETER (A)—THREADS PER INCH						
	1/4"-20	3/8"-18	1/2"-16	5/8"-14	3/4"-13	7/8"-11	1"-10
1/2"	X	X	X	..	..	..	..
3/4"	X	X	X	..	..	..	..
1"	X	X	X	..	X	..	..
1 1/4"	X	X	X	..	..	..	..
1 1/2"	X	X	X	..	X	..	..
1 3/4"	X	X	X	..	..	..	..
2"	X	X	X	X	X	X	..
2 1/4"	X	X	X	X	X	X	X
2 1/2"	X	X	X	X	X	X	X
2 3/4"	X	X	X	X	X	X	X
3"	X	X	X	X	X	X	X
3 1/4"	..	X	X	X	X	X	X
3 1/2"	..	..	X	X	X	X	X
3 3/4"	..	..	X	..	X	X	X
4"	X	X	X	..	X	X	X
4 1/2"	X	X	X	..	X	X	X
5"	..	..	X	..	X	X	X
5 1/2"	..	..	..	..	X	X	X
6"	..	..	..	..	X	X	X

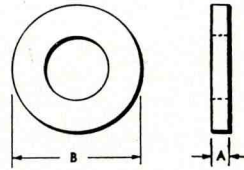
DURIUM NUT

DURIUM NUT—Burndy Durium hexagon regular nuts are non-magnetic and are made to American Standard dimensions. American National Coarse Series threads, #2 fit.

PALNUT—A bronze sheet metal nut with a single thread engagement. Used in a manner similar to jam nuts. The springy fingers add locking action to the ordinary jamming action of the nut.

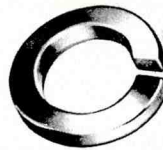
PALNUT

FOR BOLT SIZE	1/4"-20	3/8"-18	1/2"-16	5/8"-14	3/4"-13	7/8"-11	1"-10
	X	X	X	..	X	X	X

BURNDY**DURIUM FLAT WASHER**

High strength Durium Flat Washers are non-magnetic and free from galvanic action when in contact with copper. Conform to SAE standards.

BOLT SIZE	DIMENSIONS IN INCHES	
	A	B
1/4"	1/16	5/16
3/8"	1/8	13/16
1/2"	3/16	1 1/4
5/8"	1/4	1 1/2
3/4"	5/16	1 3/4
7/8"	3/8	1 7/8
1"	7/16	2 1/8

DURIUM LOCKWASHER

Durium spring type lockwasher has high resiliency and exerts constant pressure on the face of the nut, thus preventing vibration from loosening the nut.

FOR BOLT SIZE	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
	X	X	X	X	X

SHAKEPROOF LOCKWASHERS**Internal****External**

Durium Shakeproof Lockwashers are available with either internal teeth or external teeth, as illustrated here. The teeth are twisted slightly and present biting edges which grip the nut and the part being clamped, thus preventing the nut from backing off.

FOR BOLT SIZE	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
	X	X	X	X	X

SEE LATEST PRICE SHEET FOR PRICES AND DISCOUNTS

**BLAD
No.**

A. 2.16

**Burndy-boutbevestigings-
konstrukties**

HOMMEMA

N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen

TELEFOON (085) 45 70 57*

A R N H E M

UTRECHTSEWEG 310

No. II 3073 - 66

Cd: 10

RAPPORT

betreffende het onderzoek naar het gedrag van een aantal aardingsmaterialen in verschillende grondsoorten.



ARNHEM, 16 maart 1966.

Copyright KEMA

Openbaarmaking of verveelvoudiging van de inhoud van dit rapport in enige andere vorm dan door volledige en letterlijke weergave van het rapport in zijn geheel, met inbegrip van de tekst aan de voet der bladzijden en in de taal waarin het rapport is gesteld, is zonder onze schriftelijke toestemming niet geoorloofd.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.

A. 3.1

DC/dN
II

R A P P O R T

betreffende het onderzoek naar het gedrag van een aantal aardingsmaterialen in verschillende grondsoorten.

In opdracht van de N.V. Hommema van 1825 te Wommels werd een onderzoek uitgevoerd naar het gedrag van een aantal aardingsmaterialen in verschillende grondsoorten.

1. Doel.

Doel van het onderzoek was een inzicht te verkrijgen betreffende de corrosie en de bedrijfszekerheid van de onderzochte aardingssystemen en de te aarden voorwerpen.

2. Aard en herkomst van de bij het onderzoek betrokken materialen.

Bij het onderzoek waren twee aardingssystemen en twee te aarden materialen betrokken. Het eerste aardingssysteem bestond uit een massieve koperen staaf met een diameter van 8 mm. Het tweede aardingssysteem bestond uit een koperdraad met een diameter van 5,6 mm, die met zijn uiteinde aan een stalen buis met een diameter van 22 mm was verbonden. De stalen buis wordt in de grond gedreven waarbij de koperdraad meegetrokken wordt. De draad blijft tijdens het bedrijf met de onderkant van de stalen buis verbonden, zodat mag worden verwacht, dat het ijzer invloed blijft uitoefenen op de potentiaal van het aardingssysteem t.a.v. de omringende grond.

Met deze aardingssystemen werden stalen pijpen met een diameter van 22 mm en loden pijpen met een diameter van 33 mm geaard. Met de beschreven materialen werden de volgende combinaties samengesteld:

1. Staal, geaard met koper;
2. Lood, geaard met koper;
3. Staal + lood, geaard met koper;
4. Staal, geaard met koper + ijzer;
5. Lood, geaard met koper + ijzer;

Deze combinaties zijn schematisch weergegeven in figuur no. 1.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

BLAD
No.
A. 3.2

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

HOMMEMA

De hiervoor benodigde materialen werden geleverd door de N.V. Hommema.

Met elk van de hierboven genoemde materiaalcombinaties werden proeven uitgevoerd in zes verschillende grondsoorten, waarvan de herkomst in onderstaand overzicht is vastgelegd:

1. zilte zeeklei uit de Braakman bij Biervliet
2. niet zilte zeeklei uit Philippine
3. beluchte rivierklei uit Kesteren
4. anaerobe rivierklei uit Zevenaar
5. löss uit Klimmen
6. laagveen uit Stolkwijk.

3. Onderzoek van de grondsoorten.

Van de hierboven genoemde grondsoorten werd de pH, de specifieke bodemweerstand en de redox-potentiaal bepaald. Deze bepalingen werden uitgevoerd in de monsters in de toestand van ontvangst, bij het begin van de proeven na het op peil brengen van het vochtgehalte, en na het beëindigen van de proeven.

Voor de bepaling van de pH werd een glaselectrode en een calomet-electrode in de grond gestoken waarna op de gebruikelijke wijze de pH kon worden bepaald. De specifieke weerstand van de grond werd bepaald door een geijkte metaal met uitwendige elektroden in de grond te steken en tussen de twee elektroden de weerstand te bepalen. De redox-potentiaal werd afgeleid uit het spanningsverschil tussen een in de grond gestoken calomelelectrode en een platina elektrode. De resultaten van deze metingen werden vastgelegd in tabel 1, 2 en 3.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.
A. 3.3

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L I

pH van de verschillende grondsoorten

soort	bij ontvangst	begin proef	eind proef
zilte zeeklei	7,38	7,04	7,12
niet zilte zeeklei	7,55	7,48	7,09
beluchte rivierklei	7,21	7,14	6,86
anaerobe rivierklei	6,84	6,98	6,93
löss	6,58	6,49	6,82
laagveen	4,15	4,12	4,56

T A B E L II

specifieke weerstand van de grondsoorten in Ohm. cm

soort	bij ontvangst	begin proef	eind proef
zilte zeeklei	180	140	180
niet zilte zeeklei	5.200	2.600	4.700
beluchte rivierklei	12.500	1.400	2.000
anaerobe rivierklei	3.900	1.900	2.700
löss	7.000	4.600	1.400
laagveen	710	630	920

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

BLAD
No.
A . 3.4

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

HOMMEMA

T A B E L I I I

redox-potentiaal van de grondsoorten in mV.

soort	bij ontvangst	begin proef	eind proef
zilde zeeklei	172	21	312
niet zilte zeeklei	498	154	151
beluchte rivierklei	539	326	261
anaerobe rivierklei	196	396	-83
löss	572	457	258
laagveen	601	404	403

Uit tabel no. 1 blijkt, dat tijdens de proeven bij geen van de grondsoorten belangrijke veranderingen in de pH zijn opgetreden. Zoals te verwachten was is het laagveen zuur; de pH ligt tussen 4,1 en 4,6. De overige grondsoorten kunnen vrijwel neutraal worden genoemd met pH-waarden van 6,5 tot 7,5.

De specifieke bodemweerstand van deze grondsoorten zijn opgenomen in tabel no. 2. Van alle grondsoorten vertoonde de bodemweerstand na toevoeging van gedestilleerd water een min of meer belangrijke daling. Kennelijk wordt de ionengeleiding in de grond verbeterd door opvulling van de tussenruimten met water. Na afloop van de proeven bleek de bodemweerstand weer te zijn toegenomen. Wellicht is deze toename te verklaren uit het inklinken van de grond. De zilte zeeklei heeft uiteraard de laagste specifieke bodemweerstand (200 — 140 Ohm.cm). Het laagveen heeft een matige weerstand van 1000 - 600 Ohm.cm. De overige grondsoorten hebben hoge bodemweerstand (10.000 - 2.000 Ohm.cm).

Bij een specifieke bodemweerstand van meer dan 10.000 Ohm.cm bestaat in het algemeen weinig gevaar voor corrosie. Bij een specifieke bodemweerstand van minder dan 100 Ohm.cm moet de grond agressief worden genoemd. In het tussenliggende gebied is in vele klei- en veengronden in Nederland de grond agressief bij een lage redox-potentiaal.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.
A. 3.5

Uit de in tabel 3 weergegeven redoxpotentiaalmetingen blijkt dat de anaerobe rivierklei bij het begin van de proef minder anaeroob is geweest dan bij het eind van de proef. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de tijdens de monsterneming moeilijk te vermijden beluchting. Na het vullen van de emmers en toevoeging van gedestilleerd water kwam dit verschijnsel nog sterker tot uiting dan na de monsterneming. Bij het eind van de proeven na een verblijf van ruim 200 dagen in de emmers onder afsluiting van de lucht was de klei echter weer sterk anaeroob geworden. Dit laatste kon worden bevestigd door een kleine hoeveelheid anaerobe klei te mengen met verdund zoutzuur. Hierbij werd een zwakke maar duidelijke geur waargenomen van zwavelwaterstof, hetgeen duidt op de aanwezigheid van sulfiden.

Als richtlijn voor de beoordeling van de bepaalde redoxpotentialen kan worden gesteld dat bij een redoxpotentiaal van minder dan 100 mV een ernstige kans bestaat op anaerobe corrosie. Bij een redoxpotentiaal van 400 mV is de kans op anaerobe corrosie zeer klein geworden.

4. Onderzoek naar het gedrag van de materiaalcombinaties.

De onder punt 2 beschreven materiaalcombinaties worden onderzocht door plastic emmers met de betreffende grondsoorten te vullen en vervolgens de te aarden pijpen en de hiervoor gebruikte aardingsystemen in de grond aan te brengen. In elke emmer werd slechts één combinatie geplaatst, zodat wederzijdse beïnvloeding uitgesloten was. In totaal werden dertig emmers in gebruik genomen (5 combinaties in 6 grondsoorten). De grond in de emmers werd tijdens het onderzoek door toevoeging van gedestilleerd water zo vochtig gehouden, dat het grondwaterpeil bij de oppervlakte van de grond was gelegen. Teneinde bij de anaerobe grond een overmatig contact met de lucht te voorkomen werd deze grond afgedekt met een laag paraffine.

Na het indrijven van de staven of pijpen werd 1 uur gewacht alvorens de verbinding tussen de te aarden materialen en de aardingsystemen tot stand te brengen. Vanaf dit moment werd de verbinding met het aardings-systeem niet meer verbroken.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

**BLAD
No.**

A. 3.6

**K E M A-rapport
Aardingsystemen
Type KG 1M Cu2**

HOMMEMA

Ook tijdens de periodieke stroommetingen werd hiervoor zorg gedragen door de verbindingsdraden pas los te nemen nadat deze overbrugd waren door een ampèremeter met een lage weerstand. Het tijdstip van het tot stand komen van de verbinding werd als beginpunt van de corrosieproef beschouwd.

De resultaten van de periodieke stroommetingen tijdens het verloop van de corrosieproef werden vastgelegd in de tabellen no. 4, 5, 6 7, 8 en 9.

Zoals uit de in deze tabellen verzamelde gegevens blijkt, kon gedurende de eerste veertien dagen bij alle combinaties en in alle grondsoorten een geleidelijke en vaak belangrijke vermindering van de stroomsterkte worden vastgesteld. Na deze periode traden in het algemeen geen sterke veranderingen meer op.

Bij een vergelijking van de gegevens uit de derde kolom met die van de tweede kolom blijkt, dat in alle grondsoorten de anodische stroom in het staal belangrijk groter is, als dit staal behalve met koper tevens met lood is verbonden. Hieruit kan worden afgeleid, dat het lood in deze combinatie kathodisch is, hetgeen in overeenstemming is met de inhoud van de kolommen no. 6 en 7.

De in de vierde kolom vastgelegde resultaten zijn verkregen aan een materiaalcombinatie (zie figuur 1), waarbij het (anodische) ijzeroppervlak weliswaar is verdubbeld, maar waarbij de stroom werd gemeten tussen de ene stalen electrode en het koper van het gecombineerde aardingssysteem. De te verwachten stroomsterkte op de meetplaats zou daarom moeten liggen tussen een gelijke waarde in kolom 2 en de helft daarvan. De gemeten stroom was echter lager dan de helft van de in kolom 2 vermelde waarden en bleek zelfs van tijd tot tijd negatief te zijn. Dit kan slechts worden verklaard door aan te nemen, dat de stalen pijpen, die deel uitmaakten van de gecombineerde aardingselectroden, minder edel waren dan de te aarden stalen pijpen.

De in kolom no. 5 vermelde stroomsterkten, gemeten aan met koper geaard lood, zijn lager dan de in kolom no. 2 vastgelegde stroomsterkten welke waren gemeten aan met koper geaard staal. Dit betekent echter niet, dat de aantasting van het lood door deze stroom eveneens minder is.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA**K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2****BLAD
No.**

A. 3.7

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

Het aequivalentgewicht van lood is 3,7 x dat van ijzer, zodat per coulomb ten opzichte van ijzer 3,7 x zoveel lood wordt aangetast.

De in kolom 6 en in kolom 7 vermelde resultaten zijn gemeten aan lood, dat in beide gevallen verbonden was met staal en met koper. Het verschil lag slechts in de uitvoering met een gecombineerde aardingselectrode of met afzonderlijke elektroden. Afgezien van de normale schommelingen blijken de vermelde resultaten elkaar dan ook wederzijds redelijk te dekken.

Teneinde een beter overzicht te verkrijgen betreffende de aantasting van de geaarde materialen tengevolge van de anodische stroom werd voor elke staaf of pijp het materiaalverlies berekend uit de naar deze staaf gestroomde totale hoeveelheid electriciteit. Uit dit materiaalverlies werd de gemiddelde wanddiktevermindering tengevolge van de anodische stroom berekend. De resultaten hiervan werden weergegeven in tabel no. 10. De in deze tabel vermelde resultaten dienen slechts voor een onderlinge vergelijking en mogen niet als het werkelijke resultaat van de aantasting worden beschouwd. De werkelijke aantasting kan tengevolge van een niet gelijkmatige polarisatie en een daarmede gepaard gaande niet gelijkmatige stroomverdeling over het anodisch oppervlak plaatselijk vele malen dieper zijn.

Zoals uit de in tabel no. 10 verzamelde resultaten blijkt, werd bij het beschreven corrosie-onderzoek zowel staal als lood anodisch aangetast als deze materialen afzonderlijk met koper zonder meer waren geaard. Werden echter staal, koper en lood met elkaar verbonden dan werd onder de gegeven omstandigheden het lood kathodisch. De gemiddelde aantasting van het staal tengevolge van de anodische stroom werd echter door de verbinding met het lood belangrijk sterker dan bij met koper geaard staal zonder verbinding met lood en wel, onder de geometrische verhoudingen bij de proef, ongeveer evenredig met de vergroting van het kathodisch oppervlak.

Gedurende het verloop van de corrosieproef werden van tijd tot tijd de beide boven de grond uitstekende einden van de gecombineerde aardingsystemen met elkaar verbonden, waarbij de stroomsterkte in deze verbinding werd gemeten.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

BLAD No. A . 3.8	K E M A-rapport Aardingssystemen Type KG 1M Cu2	HOMMEMA

Hierbij bleek dat in alle gevallen tot aan het einde van de corrosieproef geen stroom en dus ook geen spanningsverschil kon worden aangetoond. Hieruit volgt, dat de elektrische verbinding tussen de beide delen van de gecombineerde aardingssystemen tot aan het einde van de proef in alle grondsoorten gehandhaafd bleef.

5. Onderzoek van de staven na afloop van de corrosieproef.

Nadat de verschillende aardingssystemen onder de hierboven beschreven omstandigheden gedurende 204 dagen in bedrijf waren geweest, werd tussen de koperdraad en de stalen pijp van de gecombineerde aardingssystemen de weerstand gemeten. In overeenstemming met de tijdens de corrosieproef geconstateerde afwezigheid van potentiaal-verschillen tussen deze delen bleek de weerstand steeds lager te zijn dan de meetgrens van $\frac{1}{2}$ Ohm.

De staven werden uit de grond gehaald en onder stromend water zodanig gereinigd, dat de grondresten werden verwijderd zonder de gevormde corrosieprodukten aan te tasten. Het uiterlijk van de zo gereinigde staven werd weergegeven in de figuren no. 2, 3, 4, 5, 6 en 7.

Met uitzondering van de materialen, die zich in de anaerobe rivierklei hadden bevonden, werden op alle staven en buizen de meeste corrosieprodukten aangetroffen op de plaats, waar zich de oppervlakte van de grond had bevonden. Dit verschijnsel was bij de anaerobe rivierklei niet opgetreden, waarschijnlijk door de afsluiting van de oppervlakte met een laag paraffine.

De corrosieprodukten van het lood bezaten een witte kleur. De corrosieprodukten van het ijzer waren bruin gekleurd. Het koper was slechts in geringe mate plaatselijk aangetast onder vorming van groene corrosieprodukten. Deze waren in hoofdzaak op of bij de oppervlakte van de grond gevormd. De stalen buizen, die zich in de veengrond hadden bevonden, bezaten een afwijkend uiterlijk. Het oppervlak was grotendeels vrij van corrosieprodukten. Waarschijnlijk tengevolge van het zure karakter van de veengrond hadden zich geen corrosieprodukten op het staal afgezet en was het oppervlak geëst. Het afwijkende oppervlak is goed zichtbaar in figuur no. 7.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.
A. 3.9

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

Teneinde de diepte van de aantasting te kunnen beoordelen, werden de corrosieproducten van de verschillende onderdelen verwijderd, waarna de diepte van de vrijgekomen putten werd gemeten. De resultaten van deze metingen werden vastgelegd in tabel no. 11.

Nu blijken de elektroden het sterkst te zijn aangetast dicht onder de oppervlakte van de grond. Dit is een gevolg van een sterke daling van de zuurstofconcentratie vlak onder het grondoppervlak. Daar de hierbij betrokken stromen een plaatselijk karakter dragen, konden zij niet in de reeds beschreven stroommetingen worden betrokken.

De sterke aantasting vlak onder het grondoppervlak werd niet aangetroffen bij de elektroden in de anaerobe grond, daar deze grond van de lucht was afgesloten.

Bij een vergelijking van de in tabel 11 vermelde resultaten met de uit de anodische stroom berekende gemiddelde diepte van de aantasting blijkt, dat de gevonden putten vele malen dieper zijn dan de berekende gemiddelde waarde, doordat zich lokale elementen hebben gevormd, zoals o.a. de hierboven beschreven zuurstofcel.

6. Conclusie.

In opdracht van de N.V. Hommema van 1825 te Wommels werd een onderzoek uitgevoerd naar het gedrag van een aantal aardingssystemen in verschillende grondsoorten. De resultaten van dit onderzoek kunnen worden samengevat in de volgende punten:

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

**BLAD
No.**

A. 3.10

**K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2**

HOMMEMA

1. Invloed van de tijd op de galvanische stromen.

Tijdens het onderzoek werd de galvanische stroom tussen de verschillende onderdelen van de aardingssystemen gemeten. Hierbij bleek, dat bij alle onderzochte combinaties en in alle bij het onderzoek betrokken grondsoorten gedurende de eerste veertien dagen een geleidelijke en vaak belangrijke vermindering van de stroomsterkte optrad. Na deze periode konden geen sterke veranderingen meer worden vastgesteld en had de polarisatie kennelijk een min of meer stabiele toestand bereikt.

2. Invloed van de betrokken grondsoorten.

Staal in contact met koper of met koper en lood bleek anodisch te zijn. De gemeten anodestroom was het grootst in zilte zeelei, anaerobe rivierklei en laagveen. In de overige grondsoorten was deze stroom beduidend kleiner.

Het beschreven gedrag van staal in deze combinaties is in overeenstemming met het uit de specifieke bodemweerstand en redoxpotentialen te verwachten gedrag in de verschillende grondsoorten. De sterkste aantasting trad namelijk op bij de gemeten zeer lage bodemweerstand en bij de hogere bodemweerstand indien de redoxpotentiaal laag was.

Het lood, dat alleen met koper geaard was, bleek eveneens anodisch te zijn. De verschillen in de gemeten anodestromen voor de bij het onderzoek betrokken grondsoorten waren minder uitgesproken dan bij staal.

Het lood, dat geaard was met de gecombineerde aardelectrode (koper + staal), bleek echter kathodisch te zijn. De grootste kathodestroom trad op in de zilte zeelei en in het laagveen. Hieruit volgt dat de anodestroom, die bij de stalen inslagbuis optrad, in deze grondsoorten het grootst was.

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA**K E M A-rapport**
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2**BLAD**
No.
A. 3.11

3. Invloed van lood op de algemene aantasting van staal in kontakt met koper.

Bij een stalen buis, die met koper en lood was verbonden, bleek onder de beschreven proefomstandigheden de anodische stroom belangrijk groter te zijn dan bij een stalen buis, die alleen met koper was verbonden. De hieruit resulterende sterkere algemene aantasting van het staal is het gevolg van het anodische karakter van staal ten opzichte van lood in de bij het onderzoek betrokken grondsoorten.

4. Invloed van de stalen inslagbuis op de algemene aantasting van lood.

Bij de aarding van lood door middel van een koperstaaf was het lood anodisch. Indien echter het lood werd geaard door middel van een gecombineerd aardingssysteem, bestaande uit een met een stalen pijp verbonden koperdraad, dan werd het lood onder de beschreven proefomstandigheden kathodisch ten opzichte van het aardingssysteem. (zie punt 2). Daar putvormige aantasting van het lood is opgetreden kan echter niet van een afdoende kathodische bescherming van het lood worden gesproken onder de gegeven proefomstandigheden. De in het lood gevormde putjes moeten in die gevallen, waarin het lood kathodisch was, worden toegeschreven aan plaatselijke elementvorming.

5. Invloed van de stalen inslagbuis op de algemene aantasting van staal.

Bij de aarding van staal met behulp van het gecombineerde aardings-systeem werd onder de gegeven proefomstandigheden in alle grondsoorten, ten opzichte van de aarding met koper alleen, een duidelijke vermindering van de anodestroom van het te aarden object waargenomen. De invloed van het contact met de stalen inslagbuis zal in de praktijk uiteraard afhankelijk zijn van geometrische factoren, zoals de verhouding tussen het oppervlak van de aardelectrode en het oppervlak van het met de grond in contact staande deel van het te aarden object, en van de eigenschappen van de grond.

6. Gedrag van de zich onder de grond bevindende verbinding tussen de stalen inslagbuis en de koperdraad.

De zich onder de grond bevindende verbinding tussen de koperdraad en de stalen inslagbuis van de gecombineerde aardelectroden was bij alle onderzochte combinaties na een verblijf van 204 dagen in de natte grond nog in goede conditie.

N.V. tot Keuring van
Electrotechnische Materialen

De Directeur:
w.g. J. J. WENT

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

**BLAD
No.**

A. 3.12

**K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2**

HOMMEMA

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L No. 4

Proeven in zilte zeelei
Stroomsterkte naar het geaarde materiaal in mA

1 Tijd in dagen	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
0	1,80	2,50	0,25	1,00	-2,60	-1,30
0,04	0,19	1,36	0,01	0,16	-1,30	-0,62
0,08	0,15	1,25	-0,03	0,12	-1,12	-0,65
0,17	0,13	1,02	-0,04	0,09	-0,94	-0,71
0,3	0,12	0,83	-0,10	0,07	-0,75	-0,82
1,0	0,15	0,61	0,03	0,07	-0,50	-0,43
1,3	0,12	0,59	-0,01	0,05	-0,49	-0,38
2	0,16	0,55	-0,01	0,06	-0,41	-0,29
3	0,11	0,47	0,02	0,04	-0,32	-0,24
7	0,10	0,46	-0,04	0,14	-0,36	-0,22
10	0,15	0,46	0,02	0,04	-0,28	-0,18
14	0,09	0,30	-0,03	0,03	-0,22	-0,16
21	0,13	0,41	0,03	0,03	-0,17	-0,17
28	0,10	0,27	0,00	0,04	-0,14	-0,41
42	0,15	0,47	0,01	0,04	-0,28	-0,19
56	0,04	0,23	-0,01	0,01	-0,16	-0,13
77	0,11	0,22	-0,02	0,02	-0,15	-0,09
98	0,05	0,18	-0,03	0,02	-0,15	-0,08
126	0,03	0,15	0,04	0,02	-0,11	-0,09
154	0,02	0,07	-0,09	0,01	-0,05	-0,08
196	0,02	0,11	-0,03	0,00	-0,09	-0,09
204	0,02	0,30	-0,02	0,00	-0,27	-0,27

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.

A. 3.13

T A B E L No. 5

Proeven in niet-zilte zeelei

Stroomsterkte naar het geaarde materiaal in mA

1	2	3	4	5	6	7
Tijd in dagen	Staal, geaard met koper	Staal, naast lood geaard met koper	Staal, geaard met koper en ijzer	Lood, geaard met koper	Lood, naast staal geaard met koper	Lood, geaard met koper en ijzer
0	0,70	0,90	-0,30	0,41	-0,19	-0,23
0,04	0,26	0,55	-0,03	0,17	-0,31	-0,16
0,08	0,17	0,49	-0,03	0,12	-0,33	-0,21
0,17	0,10	0,42	-0,04	0,07	-0,32	-0,24
0,3	0,07	0,38	-0,04	0,05	-0,30	-0,25
1.0	0,07	0,32	-0,03	0,04	-0,26	-0,21
1,3	0,08	0,32	-0,04	0,04	-0,26	-0,22
2	0,09	0,29	-0,04	0,04	-0,22	-0,21
3	0,08	0,15	-0,04	0,04	-0,18	-0,19
7	0,11	0,18	0,00	0,05	-0,11	-0,16
10	0,06	0,22	-0,03	0,04	-0,14	-0,16
14	0,02	0,15	-0,03	0,01	-0,10	-0,13
21	0,03	0,12	-0,01	0,00	-0,09	-0,14
28	0,04	0,12	0,01	0,02	-0,08	-0,18
42	0,03	0,16	0,01	0,00	-0,10	-0,10
56	0,00	0,07	0,00	0,00	-0,05	-0,08
77	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,05	-0,06
98	0,00	0,04	-0,01	0,00	-0,04	-0,05
126	0,00	0,04	0,00	0,00	-0,03	-0,07
154	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,05	-0,08
196	0,01	0,07	0,00	0,00	-0,06	-0,07
204	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,04	-0,05

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L No. 6

Proeven in beluchte rivierklei
Stroomsterkte naar het geaarde materiaal in mA

1 Tijd in dagen	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
0	1,40	0,92	0,40	0,65	-0,21	-0,35
0,04	0,45	0,60	0,21	0,17	-0,40	-0,32
0,08	0,23	0,57	0,18	0,11	-0,44	-0,35
0,17	0,11	0,53	0,10	0,07	-0,45	-0,41
0,3	0,08	0,55	0,06	0,05	-0,46	-0,46
1,0	0,07	0,57	0,06	0,05	-0,47	-0,41
1,3	0,06	0,57	0,05	0,05	-0,49	-0,41
2	0,06	0,52	0,04	0,05	-0,46	-0,33
3	0,04	0,44	0,02	0,04	-0,41	-0,27
7	0,10	0,34	0,01	0,08	-0,28	-0,26
10	0,01	0,20	-0,02	0,05	-0,19	-0,22
14	0,02	0,09	-0,01	0,02	-0,08	-0,06
21	0,01	0,10	-0,04	0,00	-0,09	-0,06
28	0,00	0,12	-0,02	0,06	-0,09	-0,05
42	0,04	0,06	-0,02	0,02	-0,06	-0,08
56	0,01	0,07	-0,01	0,00	-0,07	-0,07
77	0,01	0,07	0,00	0,00	-0,06	-0,06
98	0,01	0,06	0,00	0,00	-0,06	-0,05
126	0,00	0,05	0,00	0,02	-0,05	-0,05
154	0,02	0,07	0,00	0,00	-0,07	-0,08
196	0,00	0,06	0,00	0,00	-0,05	-0,04
204	0,06	0,04	0,00	0,09	-0,04	-0,04

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.
A. 3.15

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L No. 7

Proeven in anaerobe rivierklei
Stroomsterkte naar het geaarde materiaal in mA

1 Tijd in dagen	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
0 0,04	1,05 0,40	1,80 0,68	0,40 0,21	0,65 0,30	0,33 -0,24	-0,29 -0,27
0,08 0,17	0,23 0,13	0,74 0,64	0,26 0,16	0,21 0,12	-0,30 -0,42	-0,36 -0,44
0,30 1,0	0,07 0,01	0,59 0,48	0,11 0,02	0,08 0,01	-0,47 -0,44	-0,50 -0,43
1,3 2	0,01 0,00	0,48 0,44	0,01 -0,01	0,01 0,00	-0,45 -0,41	-0,42 -0,30
3 7	0,00 0,05	0,53 0,52	-0,02 0,00	0,00 0,00	-0,25 -0,24	-0,22 -0,15
10 14	0,00 0,03	0,47 0,34	0,01 -0,02	0,04 0,04	-0,25 -0,19	-0,18 -0,14
21 28	0,07 0,04	0,20 0,17	-0,02 -0,01	0,04 0,03	-0,12 -0,11	-0,13 -0,09
42 56	0,03 0,03	0,12 0,09	0,01 0,00	0,02 0,03	-0,07 -0,06	-0,07 -0,06
77 98	0,03 0,04	0,09 0,07	0,01 0,00	0,01 0,02	-0,06 -0,05	-0,07 -0,06
126 154	0,03 0,06	0,08 0,09	-0,05 -0,06	0,01 0,01	-0,06 -0,08	-0,06 -0,08
196 204	0,10 0,11	0,10 0,09	-0,05 -0,04	0,01 0,01	-0,08 -0,08	-0,10 -0,10

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

BLAD
No.

A. 3.16

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

HOMMEMA

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L No. 8

Proeven in lössgrond
Stroomsterkte naar het geaarde materiaal in mA

1 Tijd in dagen	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
0 0,04	0,90 0,42	0,70 0,50	0,21 0,18	0,60 0,17	-0,17 -0,27	-0,04 -0,14
0,08 0,17	0,31 0,15	0,45 0,41	0,14 0,11	0,14 0,08	-0,32 -0,35	-0,19 -0,25
0,30 1,0	0,09 0,07	0,41 0,38	0,07 0,05	0,05 0,04	-0,36 -0,34	-0,30 -0,31
1,3 2	0,08 0,11	0,40 0,40	0,05 0,05	0,04 0,05	-0,34 -0,31	-0,32 -0,30
3 7	0,10 0,11	0,39 0,35	0,00 0,03	0,04 0,03	-0,31 -0,21	-0,30 -0,25
10 14	0,14 0,04	0,29 0,20	0,05 0,03	0,04 0,02	-0,24 -0,18	-0,24 -0,14
21 28	0,01 0,02	0,21 0,12	0,01 0,00	0,01 0,01	-0,19 -0,09	-0,12 -0,07
42 56	0,01 0,00	0,05 0,05	0,00 0,00	0,00 0,05	-0,04 -0,04	-0,05 -0,05
77 98	0,00 0,00	0,05 0,06	0,00 0,00	0,00 0,00	-0,05 -0,05	-0,04 -0,05
126 154	0,00 0,00	0,05 0,05	0,00 0,00	0,00 0,00	-0,05 -0,04	-0,05 -0,06
196 204	0,01 0,00	0,04 0,04	0,00 0,00	0,00 0,00	-0,04 -0,04	-0,06 -0,04

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.
Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.
A. 3.17

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L No. 9

Proeven in laagveen
Stroomsterkte naar het geaarde materiaal in mA

1 Tijd in dagen	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
0	5,00	5,60	1,46	4,00	-1,00	-2,70
0,04	0,33	2,20	0,68	0,29	-1,85	-2,00
0,08	0,24	2,20	0,59	0,19	-2,00	-2,10
0,17	0,17	2,00	0,40	0,11	-1,90	-1,75
0,30	0,13	1,70	0,15	0,07	-1,60	-1,40
1,0	0,07	0,90	0,15	0,05	-0,82	-0,67
1,3	0,08	0,80	0,13	0,05	-0,74	-0,63
2	0,06	0,62	0,09	0,05	-0,56	-0,47
3	0,06	0,44	0,03	0,04	-0,39	-0,38
7	0,08	0,25	-0,01	0,03	-0,19	-0,29
10	0,08	0,29	-0,01	0,04	-0,24	-0,24
14	0,05	0,19	0,00	0,02	-0,15	-0,40
21	0,05	0,17	-0,01	0,06	-0,14	-0,21
28	0,04	0,34	-0,02	0,05	-0,32	-0,47
42	0,04	0,10	0,02	0,02	-0,09	-0,28
56	0,02	0,42	0,03	0,02	-0,25	-0,26
77	0,02	0,12	0,02	0,01	-0,11	-0,08
98	0,03	0,13	0,02	0,01	-0,11	-0,14
126	0,05	0,28	0,02	0,00	-0,27	-0,14
154	0,09	0,44	0,03	0,00	-0,36	-0,37
196	0,07	0,35	-0,01	0,01	-0,29	-0,25
204	0,06	1,14	-0,01	0,02	-0,95	-0,81

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften, op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats gevonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

BLAD
No.
A. 3.18

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

HOMMEMA

AARDINGSSYSTEMEN

Serie: Technische Publikaties

T A B E L No. 10

Gemiddelde aantasting tengevolge van de
anodische stroom gedurende 204 dagen, in mikron

1 Grondsoort	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
Zilte zeeklei	2,6	9,5	0,4	1,4	0,0	0,0
Niet zilte zeeklei	0,5	3,4	0,0	0,3	0,0	0,0
rivierklei	0,6	3,4	0,0	0,9	0,0	0,0
Anaerobe rivierklei	2,4	5,7	0,1	1,2	0,0	0,0
Löss	0,4	3,2	0,2	0,6	0,0	0,0
Laagveen	2,0	12,9	0,6	0,8	0,0	0,0

T A B E L No. 11

Diepste aantasting, in mikron

1 Grondsoort	2 Staal, geaard met koper	3 Staal, naast lood geaard met koper	4 Staal, geaard met koper en ijzer	5 Lood, geaard met koper	6 Lood, naast staal geaard met koper	7 Lood, geaard met koper en ijzer
Zilte zeeklei	320	110	10	50	20	10
Niet zilte zeeklei	60	100	50	30	30	20
rivierklei	130	40	10	60	20	20
Anaerobe rivierklei	40	60	80	10	20	30
Löss	110	40	50	10	20	20
Laagveen	160	200	100	40	20	30

Dit rapport heeft niet betrekking op een volledig onderzoek volgens voorschriften,
op grond waarvan de KEMA materiaal goedkeurt dan wel daarvoor het recht tot het
gebruik van haar keuringsmerk verleent.

Voor zover het onderzoek aan de hand van andere voorschriften heeft plaats ge-
vonden, zijn deze in de aanhef van dit rapport vermeld.

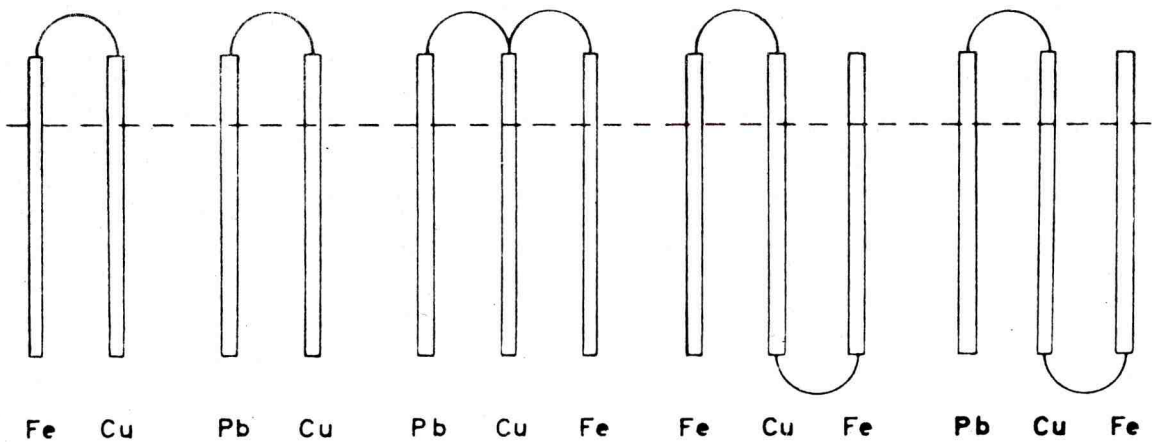
HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.

A. 3.19

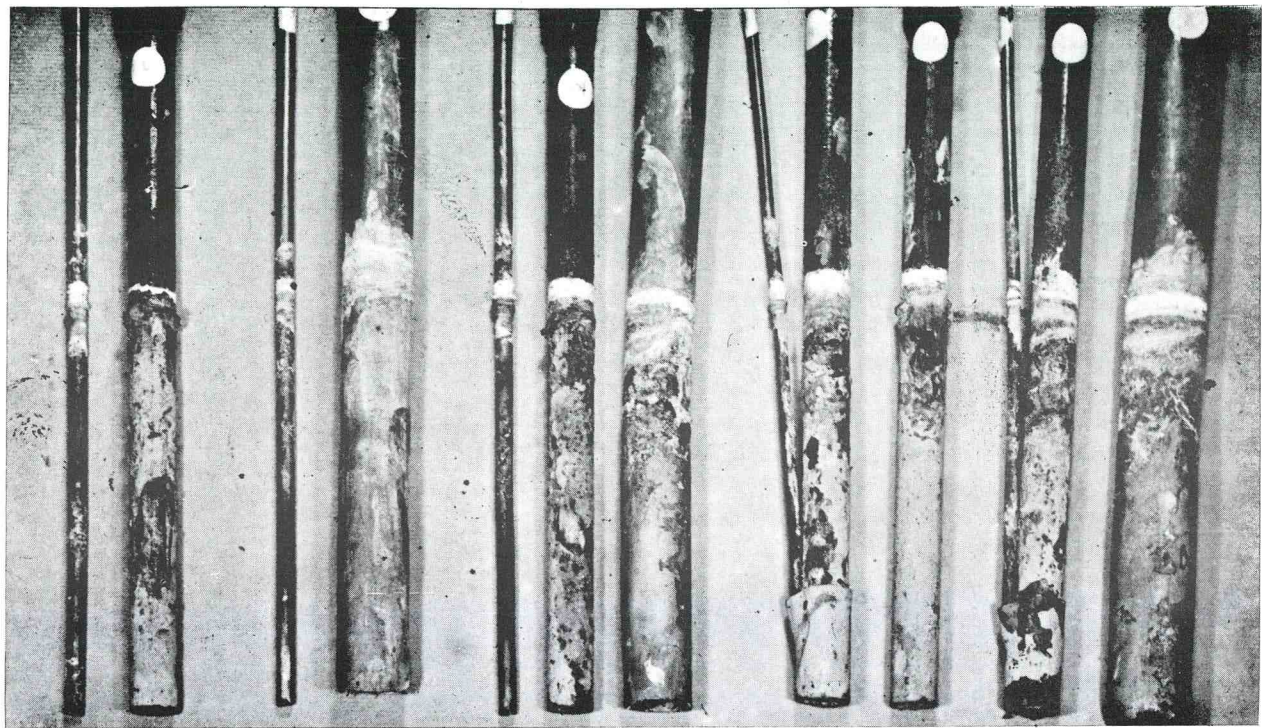
SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE VERSCHILLENDE COMBINATIES



Fe = Staal of ijzer
Pb = Lood
Cu = Koper

FIG.1

BLAD No. A. 3.20	K E M A-rapport Aardingssystemen Type KG 1M Cu2	HOMMEMA



Cu - Fe

Cu - Pb

Cu - Fe - Pb

Cu + Fe - Fe

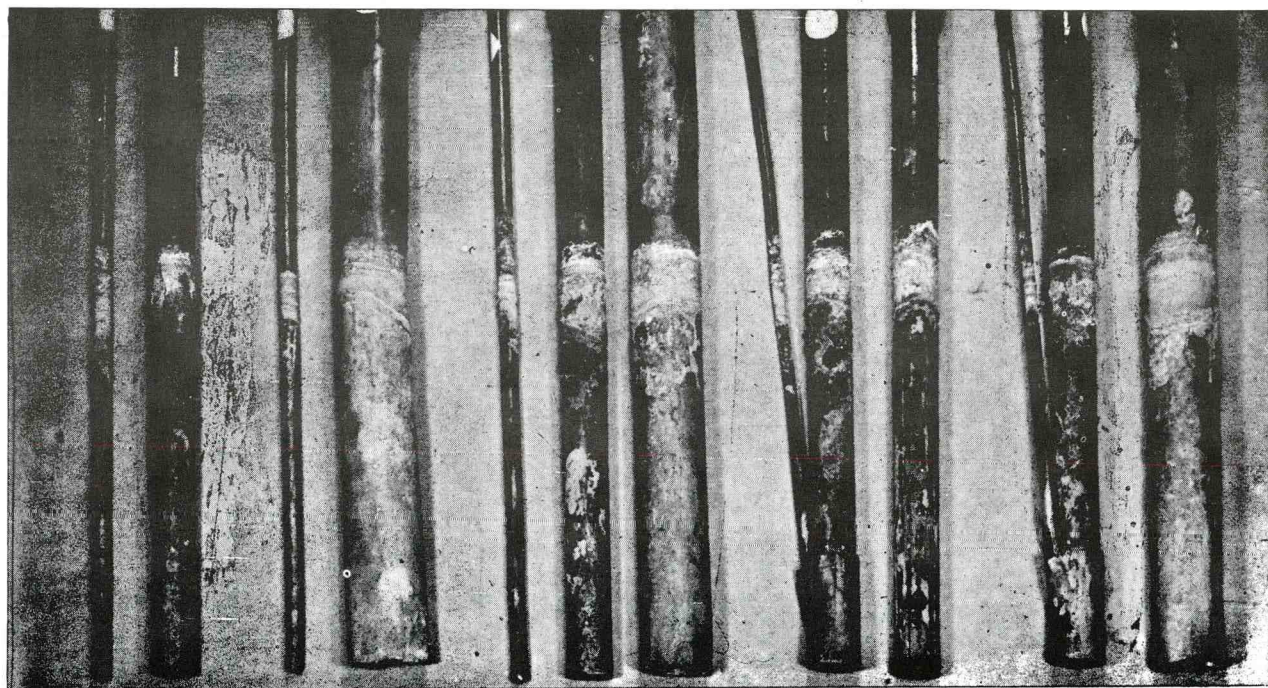
Cu + Fe - Pb

ZILTE ZEEKLEI

UITERLIJK VAN DE BUIZEN EN STAVEN NA EEN VERBLIJF VAN 204 DAGEN IN DE GROND

FIG. 2

<p>HOMMEMA</p>	<p>K E M A-rapport Aardingssystemen Type KG 1M Cu2</p>	<p>BLAD No. A. 3.21</p>
-----------------------	---	--



Cu - Fe

Cu - Pb

Cu - Fe - Pb

Cu + Fe - Fe

Cu + Fe - Pb

NIET ZILTE ZEEKLEI

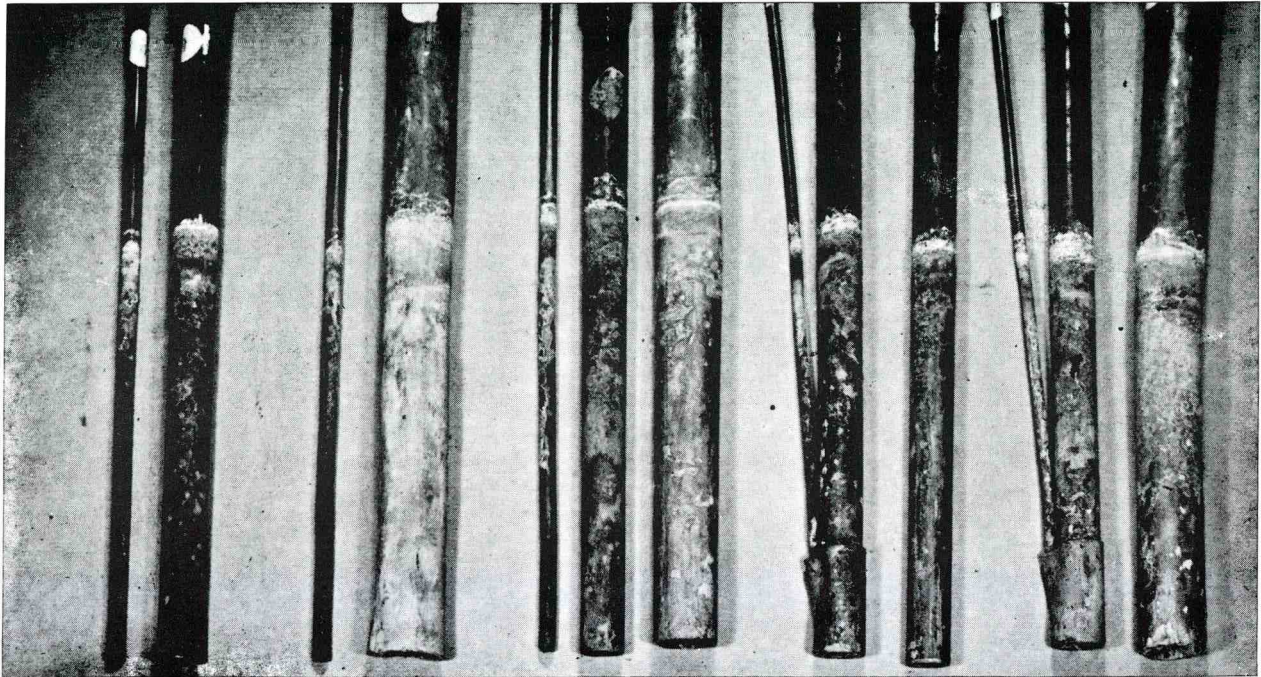
UITERLIJK VAN DE BUIZEN EN STAVEN NA EEN VERBLIJF VAN 204 DAGEN IN DE GROND

FIG. 3

**BLAD
No.**

A. 3.22

**K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2****HOMMEMA**



Cu - Fe

Cu - Pb

Cu - Fe - Pb

Cu + Fe - Fe

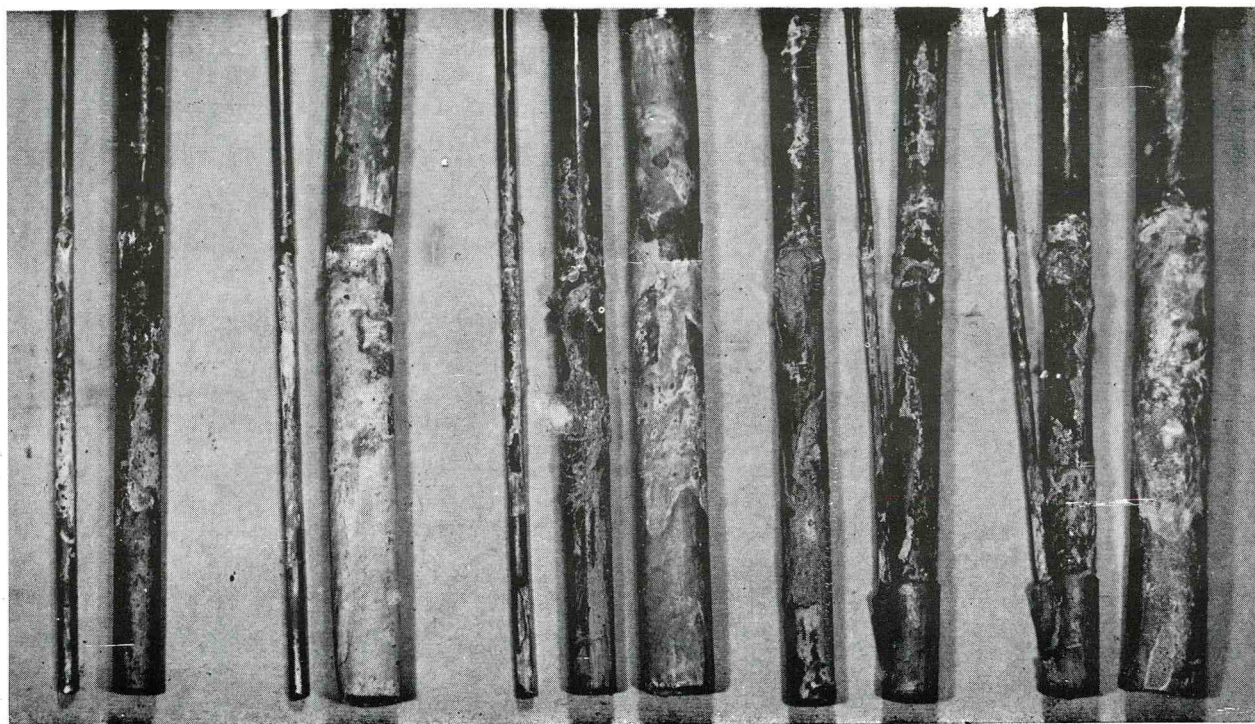
Cu + Fe - Pb

RIVIERKLEI

UITERLIJK VAN DE BUIZEN EN STAVEN NA EEN VERBLIJF VAN 204 DAGEN IN DE GROND

FIG. 4

HOMMEMA	K E M A-rapport Aardingssystemen Type KG 1M Cu2	BLAD No. A. 3.23



Cu - Fe

Cu - Pb

Cu - Fe - Pb

Cu + Fe - Fe

Cu + Fe - Pb

ANAEROBE RIVIERKLEI

UITERLIJK VAN DE BUIZEN EN STAVEN NA EEN VERBLIJF VAN 204 DAGEN IN DE GROND

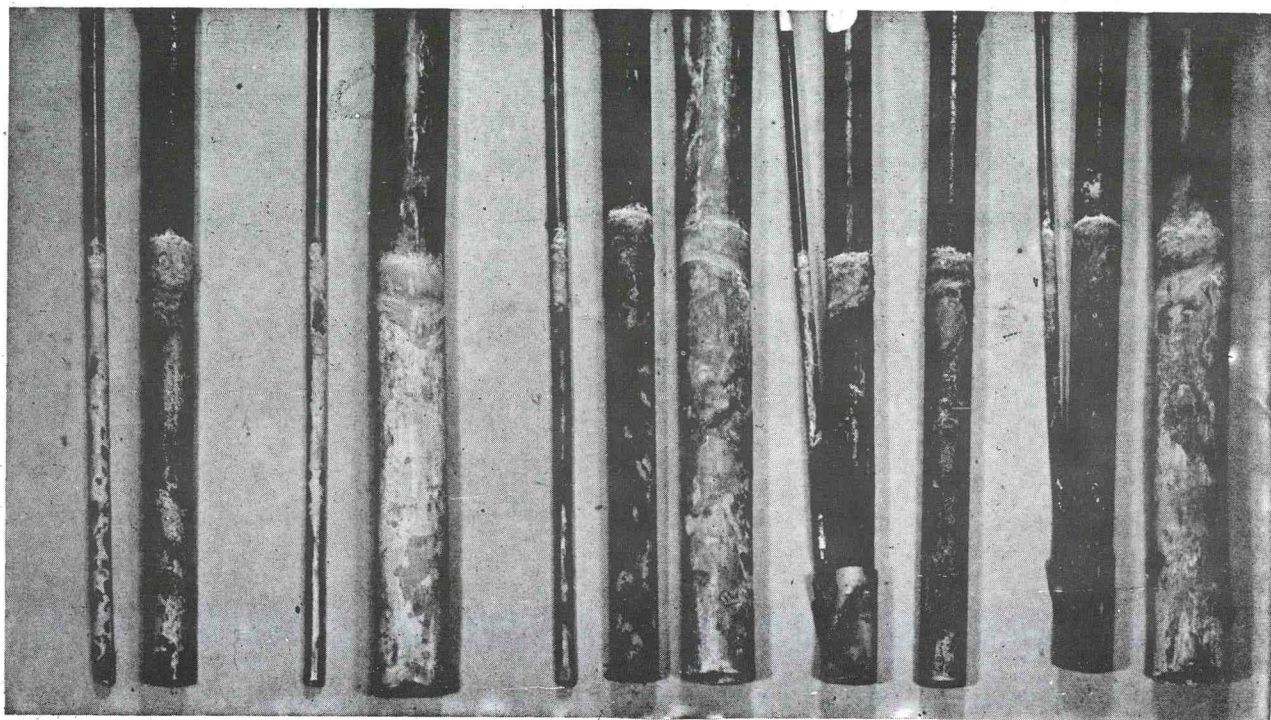
FIG. 5

BLAD
No.

A. 3.24

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

HOMMEMA



Cu - Fe

Cu - Pb

Cu - Fe - Pb

Cu + Fe - Fe

Cu + Fe - Pb

LÖSSGROND

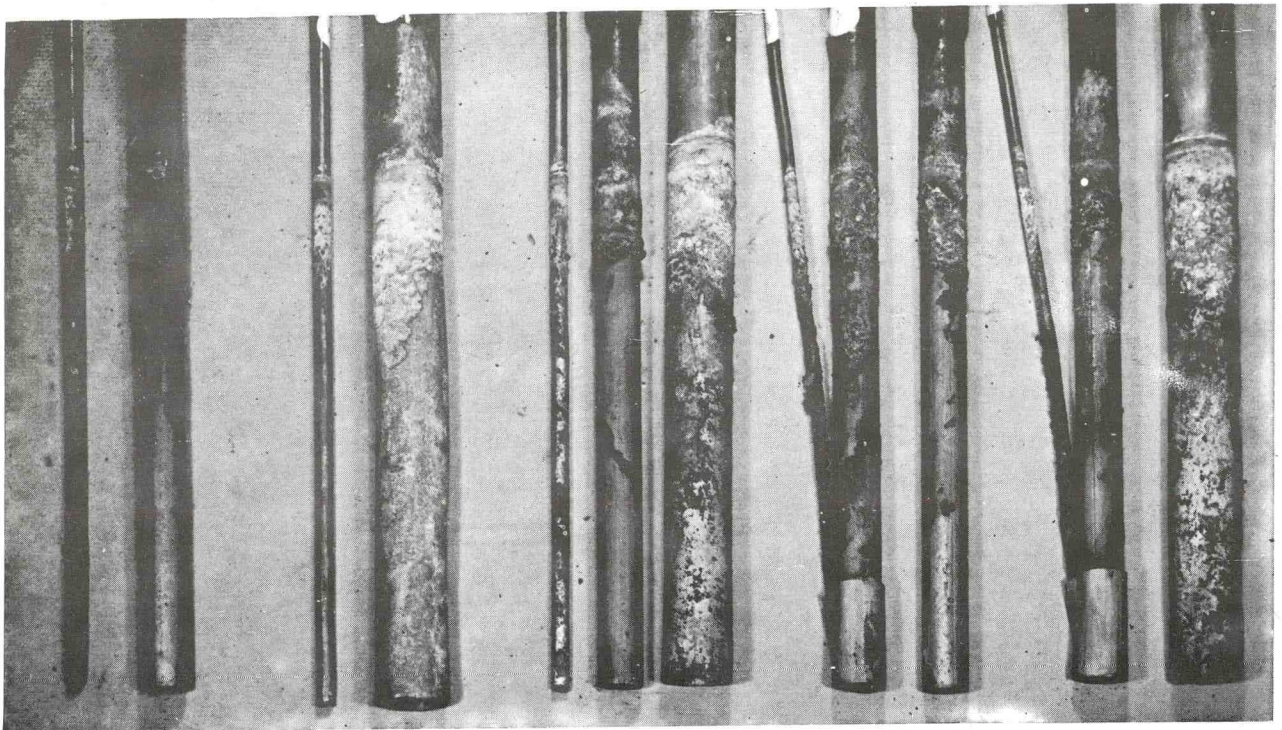
UITERLIJK VAN DE BUIZEN EN STAVEN NA EEN VERBLIJF VAN 204 DAGEN IN DE GROND

FIG.6

HOMMEMA

K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2

BLAD
No.
A. 3.25



Cu - Fe

Cu - Pb

Cu - Fe - Pb

Cu + Fe - Fe

Cu + Fe - Pb

VEENGROND

UITERLIJK VAN DE BUIZEN EN STAVEN NA EEN VERBLIJF VAN 204 DAGEN IN DE GROND

FIG. 7

**BLAD
No.**

A. 3.26

**K E M A-rapport
Aardingssystemen
Type KG 1M Cu2**

HOMMEMA

N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen

TELEFOON (085) 45 70 57*

A R N H E M

UTRECHTSEWEG 310

No. III

11961-69

RAPPORT

betreffende het onderzoek aan persverbindingen,
uitgevoerd in opdracht van de N.V. Hommema te Wijk bij Duurstede.



Copyright KEMA

ARNHEM, 31 december 1969

Cd: 10

Openbaarmaking of verveelvoudiging van de inhoud van dit rapport in enige andere vorm dan door volledige en letterlijke weergave van het rapport in zijn geheel en in de taal waarin het rapport is gesteld, is zonder onze schriftelijke toestemming niet geoorloofd.

De KEMA stelt zich niet aansprakelijk voor enige schade die het gevolg zou kunnen zijn van het gebruik maken van resultaten en/of informatie in dit rapport verwerkt.

HOMMEMA

K E M A-rapport
Persverbindingen

BLAD
No.

B. 3.1

R A P P O R T

betreffende het onderzoek aan persverbindingen, uitgevoerd in opdracht van de N.V. Hommema te Wijk bij Duurstede.

Met haar schrijven BH/LB d.d. 8 mei 1969 werd door de N.V. Hommema de opdracht verstrekt tot het onderzoek van een aantal persverbindingen, welke gebruikt worden voor verbindingen in leidingen van bliksemafleiderinstallaties.

Door de opdrachtgeefster werden 5 tweewegverbindingen, 5 driewegverbindingen en 5 vierwegverbindingen ter onderzoek ingezonden, zie de foto's 1 t/m 3.

De ronde koperen geleiders hadden een doorsnede van 49 mm².

Op verzoek van de opdrachtgeefster werd het onderzoek uitgevoerd op de volgende punten:

1. Bepaling van de weerstand der persverbindingen.
2. Beproeving met stroomstoten van 100 kA.
3. Mechanische beproeving.

Vóór het onderzoek werden de verbindingen van éénzelfde soort gemerkt met de letters A t/m E, terwijl de uitlopers van de verbindingen genummerd werden met 1 en 2 voor de tweewegverbindingen, 1 t/m 3, voor de driewegverbindingen en 1 t/m 4 voor de vierwegverbindingen (zie foto's 1 t/m 3). Op 70 mm vanaf het hart van de verbindingen werden centerpunten in de geleiders geslagen om een meetpunt ten behoeve van de weerstandsmeting vast te leggen.

1. Bepaling van de weerstand der persverbindingen.

De weerstand der persverbindingen werd bepaald volgens de spanningsverliesmethode bij belasting met een gelijkstroom van 10 A. Hierbij werd steeds gemeten tussen twee eerder genoemde centerpunten, zodat de lengte waarvan de weerstand werd bepaald steeds 140 mm bedroeg. Als vergelijking werd de weerstand bepaald van 140 mm geleider zonder verbinding.

BLAD
No.

B. 3.2

K E M A-rapport
Persverbindingen

HOMMEMA

De gevonden waarden zijn in tabel 1 vermeld.

Een beschouwing der cijfers leert, dat de weerstand der tweewegverbindingen het meest gelijkmatig is en praktisch gelijk aan die van een even lang draadstuk zonder verbinding.

Bij de drie- en vierwegverbindingen komen incidenteel hogere waarden voor, tot het dubbele van die der tweewegverbindingen.

2. Beproeving met stroomstoten van 100 kA.

Met behulp van een stootstroomcondensatorbatterij werden stroomstoten opgewekt; de stroomstoten hadden een golfvorm van 6/13,5/usec en bereikten een topwaarde van 100 kA (zie foto 4).

De tweewegverbindingen A t/m E, de driewegverbinding B tussen de punten 1-2 en 1-3 en de vierwegverbindingen D en E tussen de punten 1-4 en 2-3 werden elk afzonderlijk belast met 5 stroomstoten van zowel positieve als negatieve polariteit.

Na deze beproeving werden de weerstanden van de verbindingen, zoals sub 1 omschreven, weer bepaald. De resultaten zijn eveneens in tabel 1 vermeld.

Uit een beschouwing van de resultaten blijkt dat de overgangsweerstand van de tweeweg- en driewegverbindingen praktisch niet zijn veranderd. Bij de vierwegverbindingen werd voor enkele exemplaren een toename van de weerstand geconstateerd.

Houdt men rekening met de ongetwijfeld zware stootstroombelasting (10 stoten van 100 kA), dan lijkt de gevonden weerstandstoename aanvaardbaar.

3. Mechanische beproeving.

Alle persverbindingen werden aan een mechanische beproeving onderworpen. Hiertoe werden zij in een trekbank ingespannen. De trekkracht werd langzaam opgevoerd totdat breuk optrad. Bij de drieweg- en vierwegverbindingen werden de lassen in de verbindingstukken zoveel mogelijk onder een hoek belast, zodat zij gemakkelijk open scheuren indien zij ondeugdelijk zouden zijn. De hierbij verkregen resultaten zijn in tabel 2 samengevat.

Bij een beschouwing der resultaten blijkt dat er voor de vierwegverbinding C een lage waarde werd gevonden (45 en 35 kg). Deze verbinding bevatte echter ondeugdelijke lassen. De overige gevonden waarden zijn redelijk te noemen.

N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen

W.g. R. F. Goossens

Dit rapport bestond uit: 3 blz.

2 tabellen

4 foto's

BLIKSEMBEVEILIGING

Serie: Technische Publikaties

Tabel 1.

Weerstand van de persverbindingen in micro-ohm.

Type verbinding	Gemerkt met	Gemeten tussen de punten						Opmerkingen	
		1 - 2	2 - 3	3 - 4	1 - 4	2 - 4	1 - 3		
tweeweg- verbinding	A	51 52						vóór de stootstroomproef na de stootstroomproef	
	B	52 54						vóór de stootstroomproef na de stootstroomproef	
	C	53 53						vóór de stootstroomproef na de stootstroomproef	
	D	51 51						vóór de stootstroomproef na de stootstroomproef	
	E	50 50						vóór de stootstroomproef na de stootstroomproef	
	drieweg- verbinding	A	90	70				91	vóór de stootstroomproef
		B	90 90 82	63 78				81 82	vóór de stootstroomproef na de stootstroomproef
		C	82	65				79	vóór de stootstroomproef
D		81	73				81	vóór de stootstroomproef	
E		95	69				110	vóór de stootstroomproef	
vierweg- verbinding		A	53	58	60	53	52	58	vóór de stootstroomproef
	B	56	55	55	55	59	53	vóór de stootstroomproef	
	C	60	63	65	64	65	62	vóór de stootstroomproef	
	D	59	57	55	55	54	60	vóór de stootstroomproef	
	E	84	77	73	71	78	74	na de stootstroomproef	
		59	57	55	56	55	61	vóór de stootstroomproef	
		65	60	59	64	63	63	na de stootstroomproef	
	weerstand van 140 mm geleider zonder verbinding		op vier plaatsen gemeten werd respectievelijk gevonden: 48—48—49—49 micro-ohm						

BLAD
No.

B. 3.4

K E M A-rapport
Persverbindingen

HOMMEMA

Tabel 2.

Resultaten der mechanische beproeving.

Type verbinding	Gemerkt met	Getrokken tussen de punten	Breuk in kg	Opmerkingen
tweeweg- verbinding	A	1 - 2	980	draadbreek
	B	1 - 2	495	draad uit huls getrokken
	C	1 - 2	460	idem
	D	1 - 2	545	idem
	E	1 - 2	520	idem
drieweg- verbinding	A	1 - 2	210	geheel afgescheurd
	B	1 - 2	350	op las afgescheurd
		2 - 3	420	draad uit huls getrokken
	C	1 - 2	375	op las afgescheurd
		2 - 3	430	draad uit huls getrokken
	D	1 - 2	265	geheel afgescheurd
vierweg- verbinding	A	1 - 2	260	op las afgescheurd
		2 - 3	630	draadbreek
	B	1 - 2	445	op las afgescheurd
		4 - 3	290	op las afgescheurd
	C	1 - 2	45	las losgetrokken (slechte
		3 - 4	35	las losgetrokken las)
	D	1 - 2	390	geheel afgescheurd
	E	1 - 2	235	op las afgescheurd
		3 - 4	180	op las afgescheurd
draad zonder las			1280	



FOTO 1 Tweewegverbinding

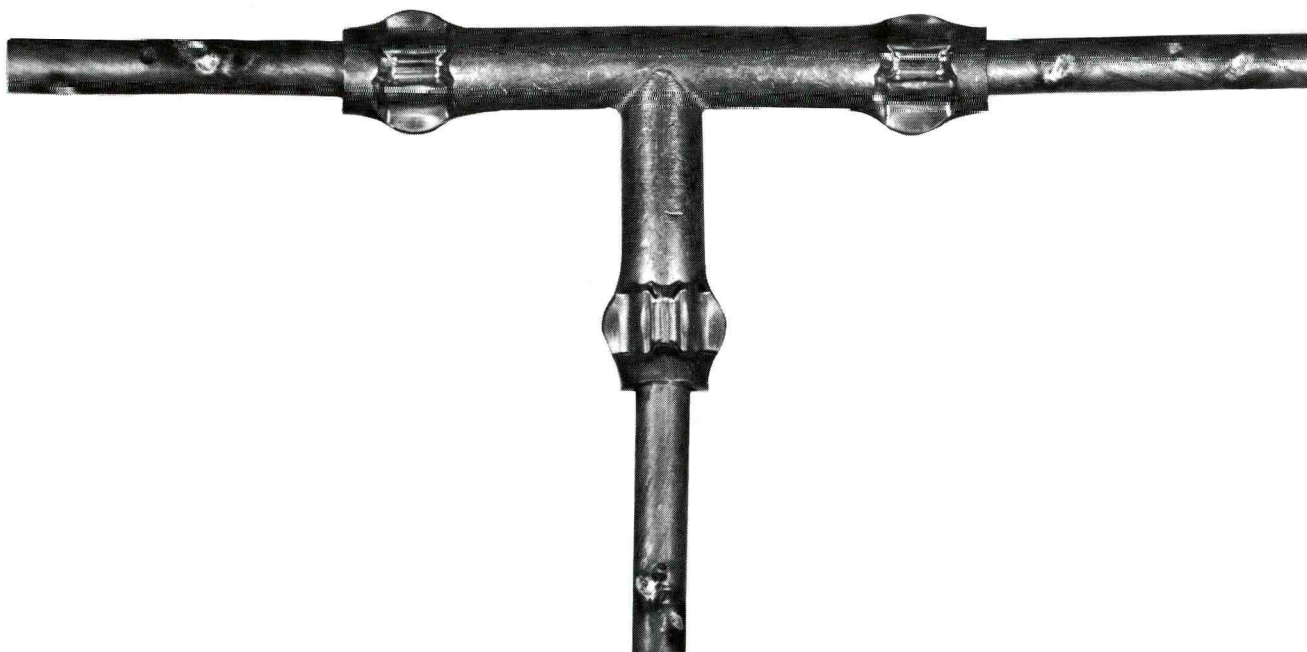


FOTO 2 Driewegverbinding

BLAD
No.
B. 3.6

K E M A-rapport
Persverbindingen

HOMMEMA

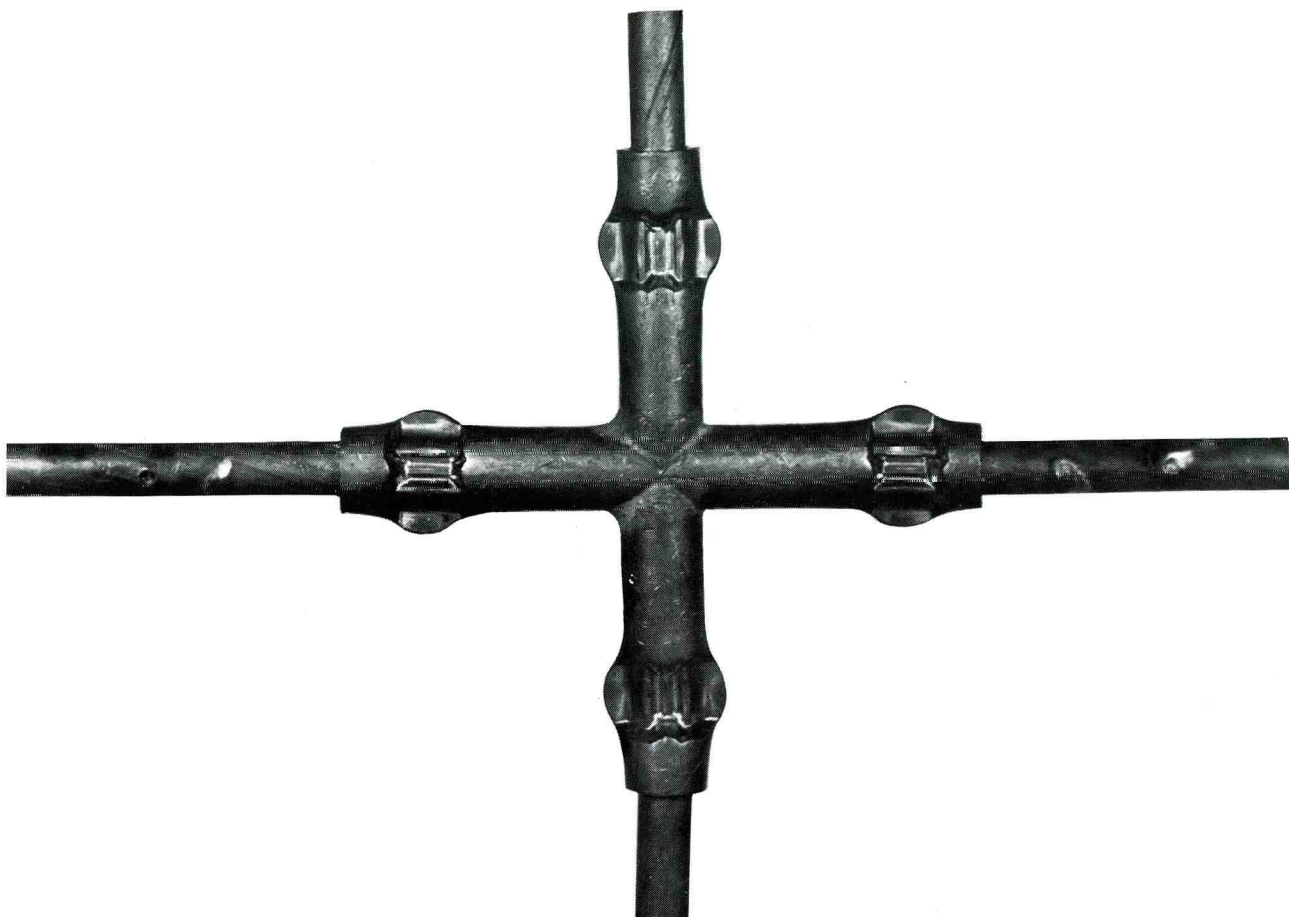


FOTO 3 Vierwegverbinding

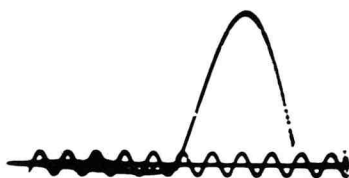

















FOTO 4 Golfvorm 6/13,5 μ sec.
Topwaarde 100 kA
Tijdbasis 250 kHz

BLIKSEMBEVEILIGING
Voorschriften en Richtlijnen

Omschrijving	Symbool	Omschrijving	Symbool
<u>GEBOUWONDERDELEN</u>		<u>AARDINGSSYSTEEM</u>	
Gebouwomtrek		Aarding, algemeen	
Staalconstructie		Verticale aardelektrode	
Betonijzer		Aarding via betonwapening	
Antenne		Koppelleiding, ringleiding of horizontale aardelektrode	
Hemelwaterafvoerbuiss			
Buisleiding			
Dakgoot			
Vlaggemast		<u>OPVANGINRICHTINGEN</u>	
Schoorsteen		Opvanger	
Tank		Beschermde opvanger	
<u>LEIDINGEN</u>		Metaal als opvanger	
Leiding in zicht			
Leiding uit zicht, bovengronds		<u>BEVESTIGINGSMATERIALEN</u>	
Geïsoleerde leiding, b.v.		Muurblokje	
Leiding met plaatselijke bescherming		Kunststofleidinghouder	
Leiding, van boven komend		Betonblok of geïsoleerde steun	
Leiding, naar beneden gaand		Kunststofvoetplaatsteun	
Leiding, van boven komend en doorgaand		Afstandsteun	
Soepele leiding		Panhaak	
Leiding niet behorend tot afleiderinstallatie, b.v.			

BLIKSEMBEVEILIGING

Voorschriften en Richtlijnen

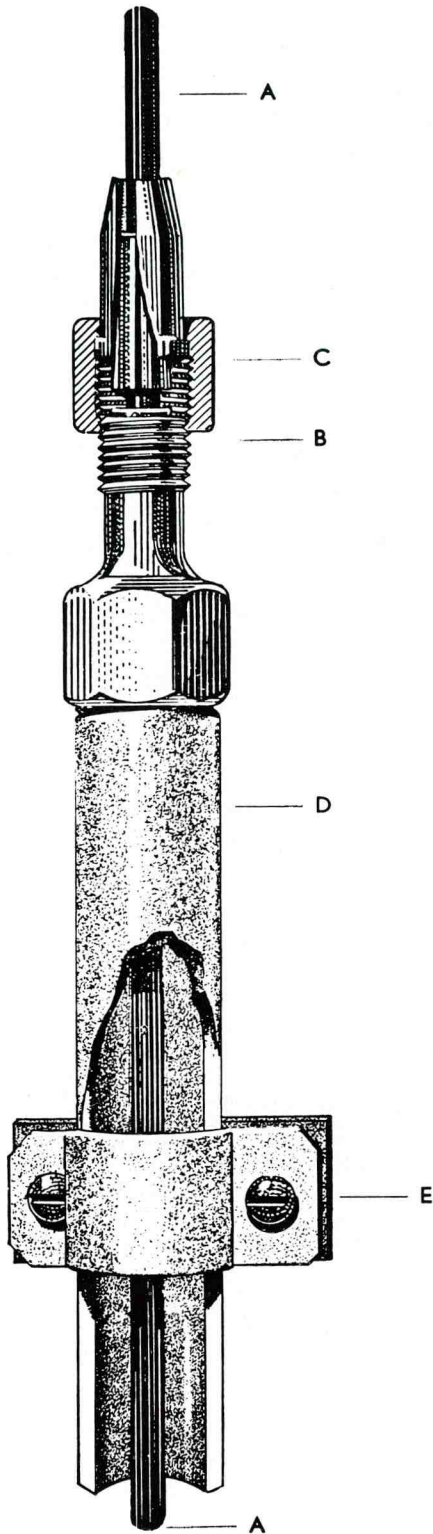
Omschrijving	Symbool	Omschrijving	Symbool
<u>VERBINDINGEN</u>		<u>OVERIGE ONDERDELEN</u>	
Vaste verbinding van leidingen		Beschermbuis	
Losneembare verbinding van leidingen		Dakdoorvoering	
Losneembare verbinding met nader te vermelden metalen deel		Gootdoorvoering	
Verbinding met staal-skelet		Meetput	
Verbinding met een boven het dak uitstekend en nader te vermelden metalen deel		Vonkbrug	
Aansluitplaat in beton		Overspanningsafleider	
Doorverbindingsstrip		Sleepborstel	
Meetkoppeling			

BLAD No. B. 1.2	Symbolen	HOMMEMA

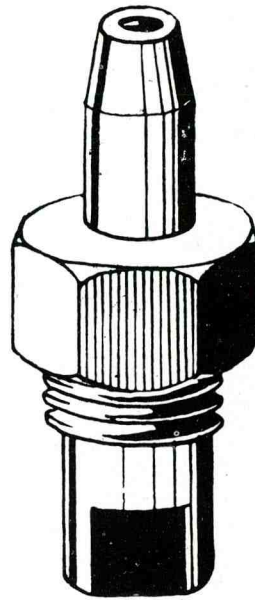
BLIKSEMBEVEILIGING		
Konstrukties en Materialen		
<div data-bbox="797 653 1292 1134"> </div> <div data-bbox="856 1220 1234 1515"> </div> <div data-bbox="873 1519 1252 1764"> </div> <div data-bbox="928 1769 1191 1977"> </div> <div data-bbox="177 893 637 1297"> </div> <div data-bbox="230 1374 419 1515"> </div> <div data-bbox="235 1623 425 1841"> </div>		
BLAD No. B. 2.1	Bevestigingssteun met expanderende plug	HOMMEMA

BLIKSEMBEVEILIGING

Konstrukties en Materialen



met beschermbuis



zonder beschermbuis

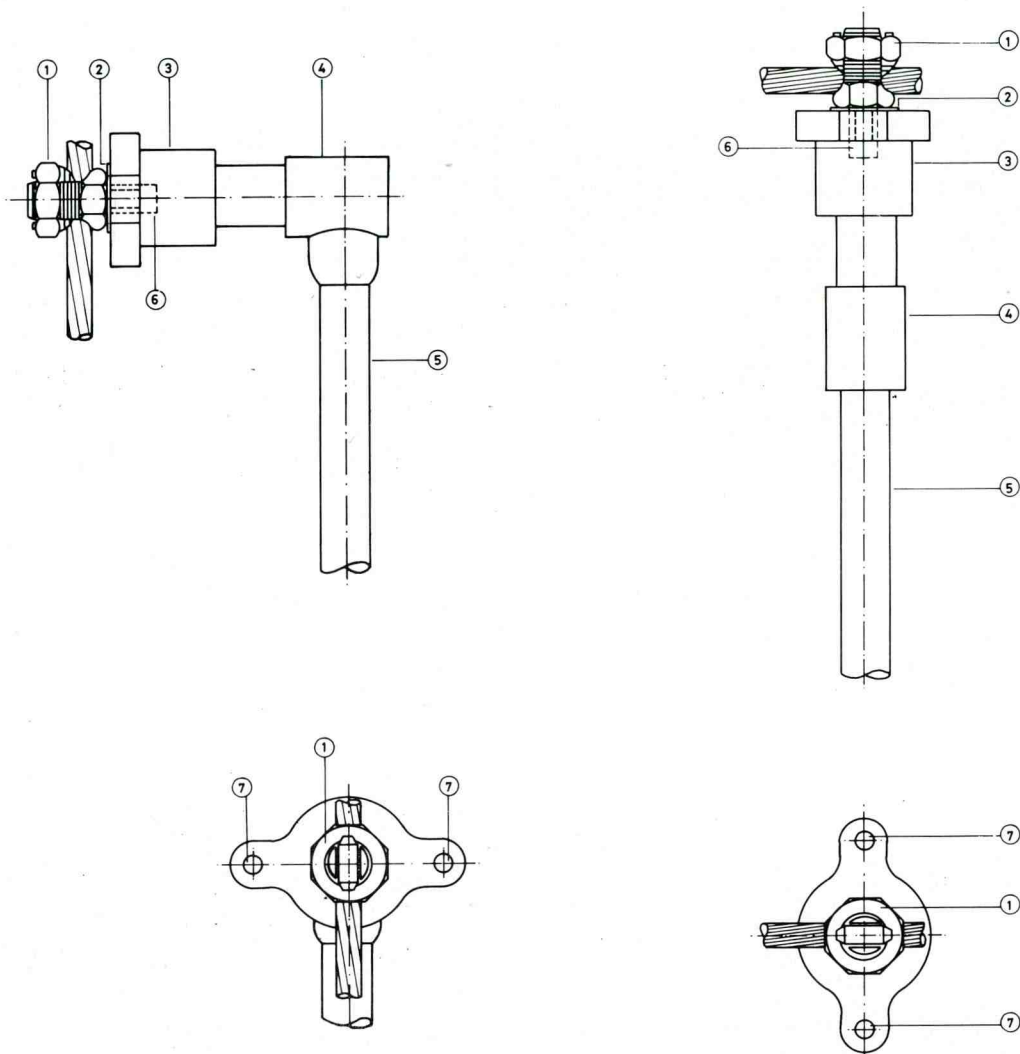
BLAD
No.
B. 2.8

Meetskoppeling

HOMMEMA

BLIKSEMBEVEILIGING

Konstrukties en Materialen



- 1 Leidingbevestiging type KC.
- 2 Veer- of sluitring.
- 3 Bronzen aansluitplaat.
- 4 Aluminothermische lasverbinding.
- 5 Staal, 10mmØ x 600mm.
- 6 Tapgat met UNC-draad. (Bij levering voorzien van afsluitstop)
- 7 Spijkergat voor bevestiging tegen de bekisting.

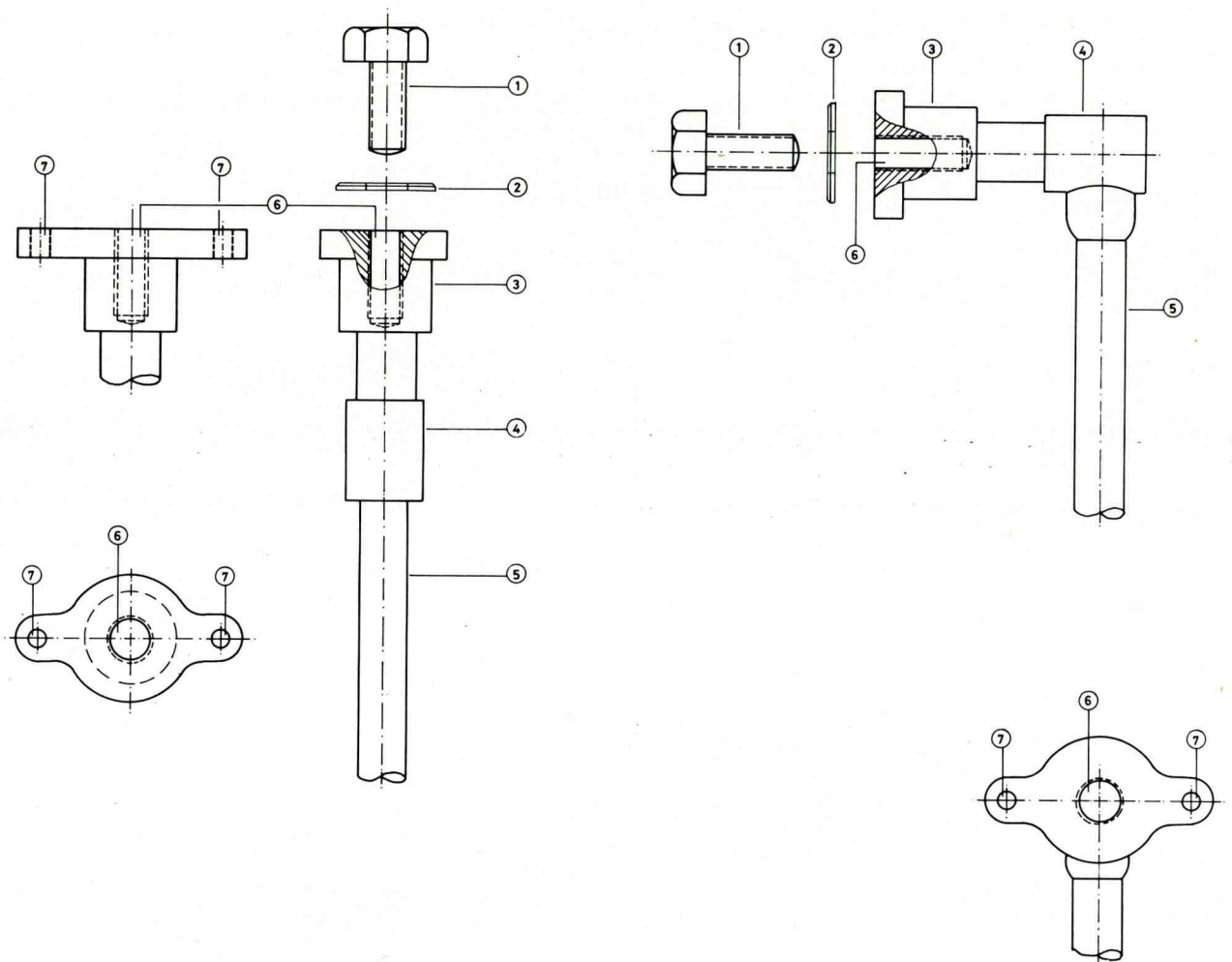
HOMMEMA

Burndy aardplaat

BLAD
No.
B. 2.9

BLIKSEMBEVEILIGING

Konstrukties en Materialen



- 1 Durium aansluitbout met UNC-draad.
- 2 Veer- of sluitring.
- 3 Bronzen aansluitplaat.
- 4 Aluminothermische lasverbinding.
- 5 Staal, 10mmØ x 600mm.
- 6 Tapgat met UNC-draad. (Bij levering voorzien van afsluitstop)
- 7 Spijker gat voor bevestiging tegen de bekisting.

BLAD

No.

B. 2.10

Burndy aardplaat

HOMMEMA

LEVERINGSVOORWAARDEN

der HOMMEMA van 1825 B.V. te WIJK BIJ DUURSTEDE

1. AANBIEDINGEN.

Alle aanbiedingen zijn, tenzij nadrukkelijk anders vermeld, steeds vrijblijvend. Overeenkomsten en aanvullingen daarop zijn eerst verbindend, nadat en voorzover deze schriftelijk zijn bevestigd. Aanbiedingen zijn gebaseerd op door de opdrachtgever gegeven inlichtingen, bouwtekeningen enz. Blijkt bij de levering, dat deze gegevens afwijken van de werkelijkheid, dan zijn wij gerechtigd voor eventueel meer of in andere vorm te leveren hoeveelheden een passende vergoeding te vragen.

Wij behouden ons het auteursrecht voor op de bij de aanbieding verstrekte ontwerpen, afbeeldingen, tekeningen en/of monsters. Deze blijven ons eigendom en mogen zonder onze schriftelijke toestemming niet worden gekopieerd, aan derden getoond of op andere wijze gebruikt. Indien de opdracht voor een werk niet aan ons wordt gegeven, zullen alle stukken en bescheiden, inclusief ontwerpen, afbeeldingen, tekeningen en monsters aan ons worden teruggezonden.

2. PRIJS VAN HET WERK.

De prijs voor de aanleg van een installatie of voor de uitvoering van werkzaamheden wordt in onze orderbevestiging vermeld, hetzij in een totale aanneemsom, hetzij in de vorm van eenheidstarieven of regietarieven. Tenzij uitdrukkelijk anders wordt vastgelegd, gelden de prijzen voor geheel bedrijfsvaardige oplevering inclusief lonen, sociale lasten, reis- en vertijfkosten, hak-, breek- en graafwerk, alle benodigde materialen en onderdelen, het beschikbaar stellen van gereedschappen, werktuigen, klim- en steigermateriaal, echter exclusief omzetbelasting.

Onze prijzen zijn gebaseerd op de op het moment van de aanbieding geldende kostprijzen, waarbij mede als elementen van de kostprijs worden beschouwd de valutaverhouding en rechten en/of belastingen. Indien de kostprijzen tussen het tijdstip van de aanbieding en het tijdstip van de levering c.q. prestatie als gevolg van oorzaken, waarop wij geen invloed hebben kunnen uitoefenen, een wijziging ondergaan, dan zal de aan de opdrachtgever te berekenen prijs met inachtneming van de wettelijke voorschriften dienovereenkomstig worden gewijzigd. Voor de vaststelling van deze prijswijziging zal worden uitgegaan van de dag(en), waarop de elementen van de kostprijs worden aangewend.

3. WACHTTIJDEN.

Wij behouden ons het recht voor, om de kosten van wachttijden voor onze monteurs en/of de kosten voor vergeefse ritten ten behoeve van een opdracht, voor zover die kosten buiten onze schuld ontstaan, aan de opdrachtgever in rekening te brengen.

4. AANSPRAKELIJKHEID.

Tenzij uitdrukkelijk anders wordt overeengekomen, wordt onze aansprakelijkheid uitsluitend beperkt tot het blote feit, dat onze ontwerpen en wijze van uitvoering voldoen aan de meest recente voorschriften, resp. richtlijnen van het Nederlands Normalisatie Instituut, welke betrekking hebben op de uit te voeren werkzaamheden. Voor de door de opdrachtgever of voor namens hem door derden gemaakte ontwerpen wordt door ons geen enkele aansprakelijkheid aanvaard.

De opdrachtgever is aansprakelijk voor alle schade, toegebracht aan de installatie of aan uitgevoerd werk, hetzij reeds opgeleverd, hetzij nog in aanbouw, gereedschappen en werktuigen enz. en de te monteren materialen en onderdelen, welke zich op het werk bevinden, tengevolge van brand, waterschade, ontvreemding, oorlogsmolest of welke oorzaak dan ook, alsmede voor schade, welke direct of later door het monteren en het gebruik van de installatie, gereedschappen, materialen en onderdelen, welke zich op het werk bevinden, ten aanzien van wie dan ook, ontstaan.

Wij zijn nimmer aansprakelijk voor de kosten van het herstellen van de fouten en gebreken aan een installatie, indien deze buiten onze schuld zijn ontstaan. Voor schade, veroorzaakt door derden aan reeds opgeleverde of nog in aanbouw zijnde installaties of werkzaamheden, is de opdrachtgever verantwoordelijk en zullen de kosten verbonden aan het repareren door de opdrachtgever rechtstreeks aan ons worden vergoed.

5. LEVERTIJD.

De in onze offertes vermelde levertijden zijn vrijblijvend. Tenzij anders schriftelijk is overeengekomen kan overschrijding van de opgegeven levertijd nimmer, ook niet na ingebrekestelling, aanspraak geven op schadevergoeding of voor de opdrachtgever een reden zijn niet aan de verplichtingen zijnerzijds te voldoen en/of de installatie te weigeren.

6. EXTRA KOSTEN, MEER- en MINDERWERK, WIJZIGING.

Wanneer de werkzaamheden door omstandigheden buiten onze schuld niet geregeld en niet zonder onderbreking kunnen geschieden, zijn wij gerechtigd de daaruit voortvloeiende meerdere kosten naar billijkheid aan de opdrachtgever in rekening te brengen en volledige betaling binnen 14 dagen te verlangen van het tot op het tijdstip van de onderbreking geleverde werk. Deze regeling geldt niet, indien wij ten tijde van het uitbrengen van onze aanbieding door de opdrachtgever van deze omstandigheden op de hoogte zijn gesteld of dat wij redelijkerwijze geacht kunnen worden van deze omstandigheid op de hoogte te zijn.

Wijzigingen in de oorspronkelijke opdracht, meer- en minderwerk zullen naar billijkheid worden verrekend.

7. ONUITVOERBAARHEID VAN HET WERK.

Indien tijdens de uitvoering van een werk zou blijken, dat als gevolg van niet bekende omstandigheden of van overmacht de opdracht niet dan gewijzigd of niet kan worden uitgevoerd, dan behouden wij ons het recht voor te vorderen, dat de opdracht zodanig wordt gewijzigd, dat de uitvoering van het werk mogelijk wordt, behoudens wanneer de uitvoering tengevolge van overmacht nimmer mogelijk zal zijn, in welk geval wij gerechtigd zullen zijn betaling te vorderen voor reeds verrichte werkzaamheden en gedane levering, vergoeding van gemaakte kosten en vergoeding

van onbruikbaar geworden materialen, ook in het geval dat de reeds verrichte werkzaamheden en leveringen van geen nut voor de opdrachtgever zouden zijn. De betaling zal in dit geval plaats vinden binnen 4 weken nadat de aanleg van de installatie niet verder zal kunnen worden uitgevoerd en de afrekening is ingediend.

Onder voormelde omstandigheden en overmacht worden mede verstaan en begrepen: alle onvrijwillige storingen of belemmeringen waardoor de uitvoering van de overeenkomst onmogelijk, kostbaarder of bezwaarlijker wordt gemaakt.

8. OPLEVERING.

Onder datum van oplevering van een installatie of van een deel ener installatie wordt verstaan de datum waarop de werkzaamheden door ons worden beëindigd, zodat naar ons beste weten de opdracht als uitgevoerd is te beschouwen. Deze dag is de uitgangsdatum voor de betalingskonditie, terwijl het uitvoeren van door de opdrachtgever of diens gemachtigde gewenste veranderingen of verbeteringen, hetzij tegen betaling, hetzij uit garantie-overwegingen, geen aanleiding voor de opdrachtgever mag zijn om de betaling naar een later tijdstip dan overeengekomen is uit te stellen, mits wij zorgen dat de gewenste veranderingen of verbeteringen terstond worden uitgevoerd.

Laten bouwkundige omstandigheden of het feit dat de opdrachtgever of diens gemachtigde op de dag van de oplevering niet aanwezig kunnen zijn niet toe dat direct overeenstemming over de uiteindelijke afwerking tot stand komt, dan geldt eveneens de dag van beëindiging der werkzaamheden als opleveringsdatum. Wij verplichten ons in dat geval alsnog zo spoedig mogelijk de gewenste veranderingen of verbeteringen uit te voeren.

9. BETALING.

Tenzij schriftelijk anders is overeengekomen gelden de volgende betalingskondities:

- Betalen zullen geschieden zonder enige aftrek of schuldvergelijking.
- Betaling voor orders tot Fl. 5.000,- zal geschieden binnen 14 dagen na de datum van oplevering.

- Bij orders boven Fl. 5.000,- zal de betaling geschieden in termijnen, n.l. 1/3 gedeelte van de aanneemsom bij de opdracht; 1/3 gedeelte van de aanneemsom zodra de helft van de werkzaamheden is uitgevoerd en 1/3 gedeelte van de aanneemsom binnen 14 dagen na de datum van oplevering.

Indien de aanneemsom vooraf niet nauwkeurig vast staat, zoals bij regiekontrakten en levering volgens eenheidstarieven en indien aangenomen kan worden, dat het totaal-bedrag hoger dan Fl. 5.000,- zal worden, behouden wij ons het recht voor nota's in te dienen op basis van een schatting van het totale bedrag met dien verstande, dat definitieve verrekening bij de oplevering van het werk zal plaats vinden.

- Indien de betaling niet ten dage van het vervallen van een termijn geschiedt, zijn wij gerechtigd op de opdrachtgever een kwitantie met 8 dagen zicht af te geven.

De daarop verschuldigde bankiers en/of inkassokosten komen voor rekening van de opdrachtgever, evenals eventuele kosten, waaronder begrepen de inkassokosten indien een inkassobureau en/of een juridische raadsman met de invordering zou moeten worden belast. Alsdan is tevens rente verschuldigd naar een rentevoet van 10% per maand, gerekend vanaf de vervaldag van de termijn.

Deze bepaling geldt evenzeer indien krediet is bedongen.

- De gevolgen van voorschriften of richtlijnen van welke autoriteit of instantie ook, welke voor ons bindend zijn en vastgesteld worden na het aangaan van de overeenkomst, welke het gebruik van de te leveren goederen zouden beperken of verhinderen, zijn voor rekening van de opdrachtgever.

10. OPTREDEN ALS ONDERAANNEMER.

Indien wij als onderaannemer optreden zal de hoofdaannemer geacht worden als opdrachtgever op te treden en de verplichtingen moeten nakomen als in deze voorwaarden zijn vastgelegd, ongeacht hetgeen deze is overeengekomen met zijn principaal.

11. EIGENDOM.

Ondanks de feitelijke levering van de installatie wordt de opdrachtgever eerst eigenaar door volledige betaling van al het verschuldigde.

12. GESCHILLEN.

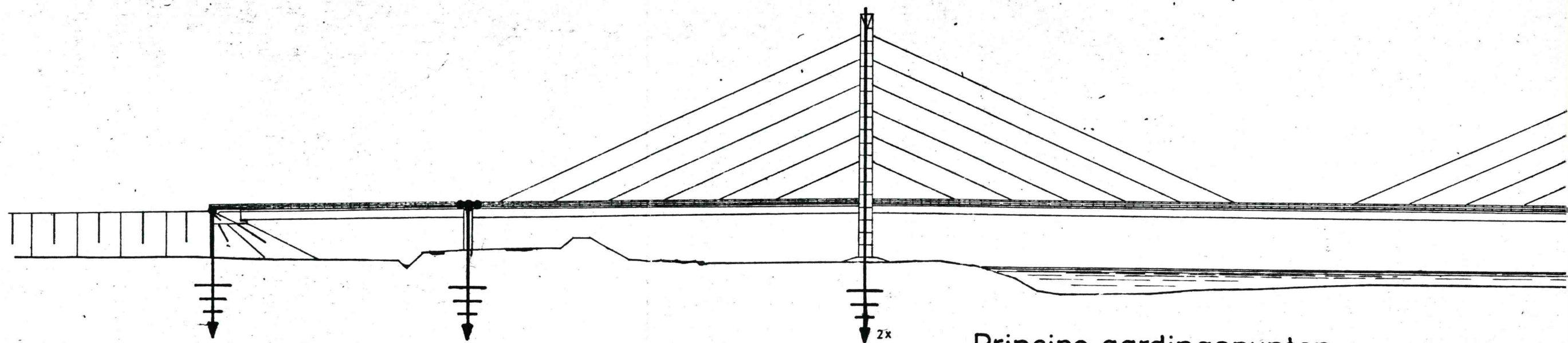
Voor de uitvoering van de overeenkomst tussen opdrachtgever en ons verklaren beiden domicilie te kiezen ter plaatse waar wij gevestigd zijn. Alle rechtsoverdrachten, voortvloeiende uit deze overeenkomst, zullen bij het Kantongerecht of de Arrondissementsrechtbank, waaronder onze plaats van vestiging ressorteert, worden aangebracht, tenzij wij besluiten de zaak aan te brengen bij de gewone rechter, binnen welks rechtsgebied de opdrachtgever woont.

Voordat een rechtsoverdracht is ingesteld, kunnen opdrachtgever en wij overeenkomen het tussen ons ontstane geschil in hoogste instantie te doen beslechten door drie arbiters. In dat geval zullen beide partijen een scheidsman aanwijzen, terwijl deze scheidslieden een derde arbiter zullen benoemen.

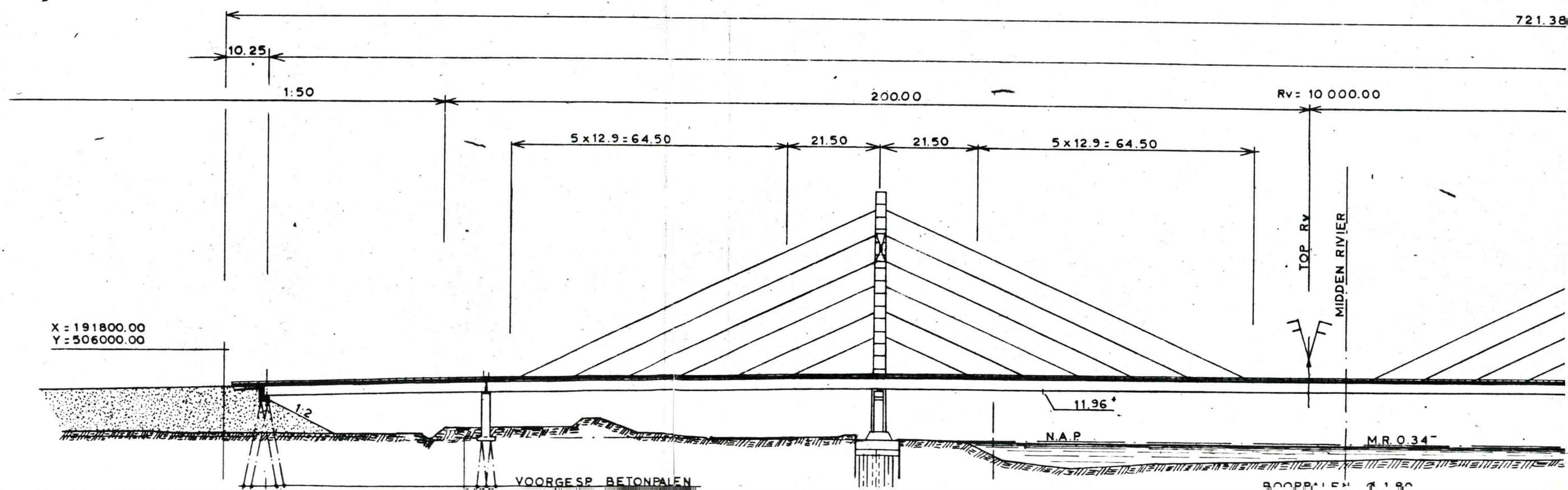
In het geval dat de beide scheidslieden over de benoeming van een derde arbiter niet tot overeenstemming kunnen komen, zal deze worden benoemd door de President van de Rechtbank in het arrondissement van onze vestigingsplaats op een daartoe door de meest gerede partij gedaan verzoek.

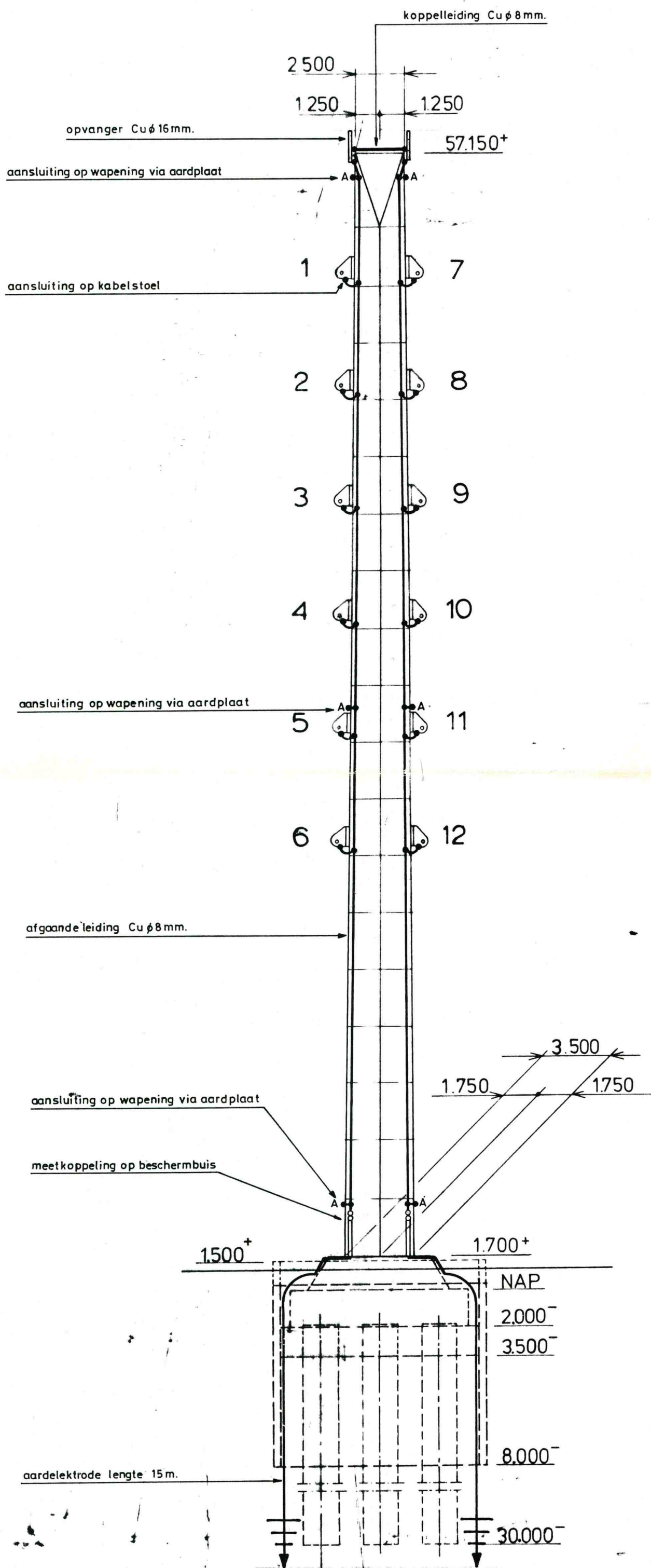
De in het ongelijk gestelde partij zal worden veroordeeld in de kosten der arbitrage tot een bedrag door de scheidslieden vast te stellen.

Onder deze kosten zullen ook begrepen zijn de kosten van de rechtsgeleerde raadsman van de in het gelijk gestelde partij, indien tenminste een dergelijke raadsman opgetreden is.



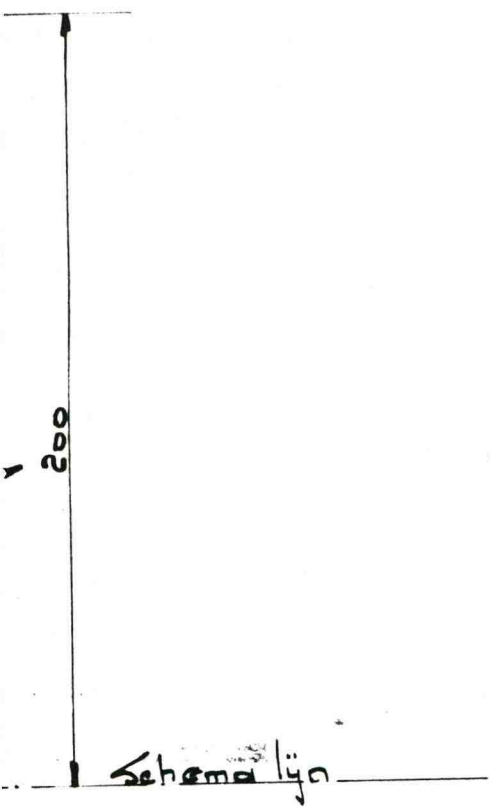
Principe aardingspunten



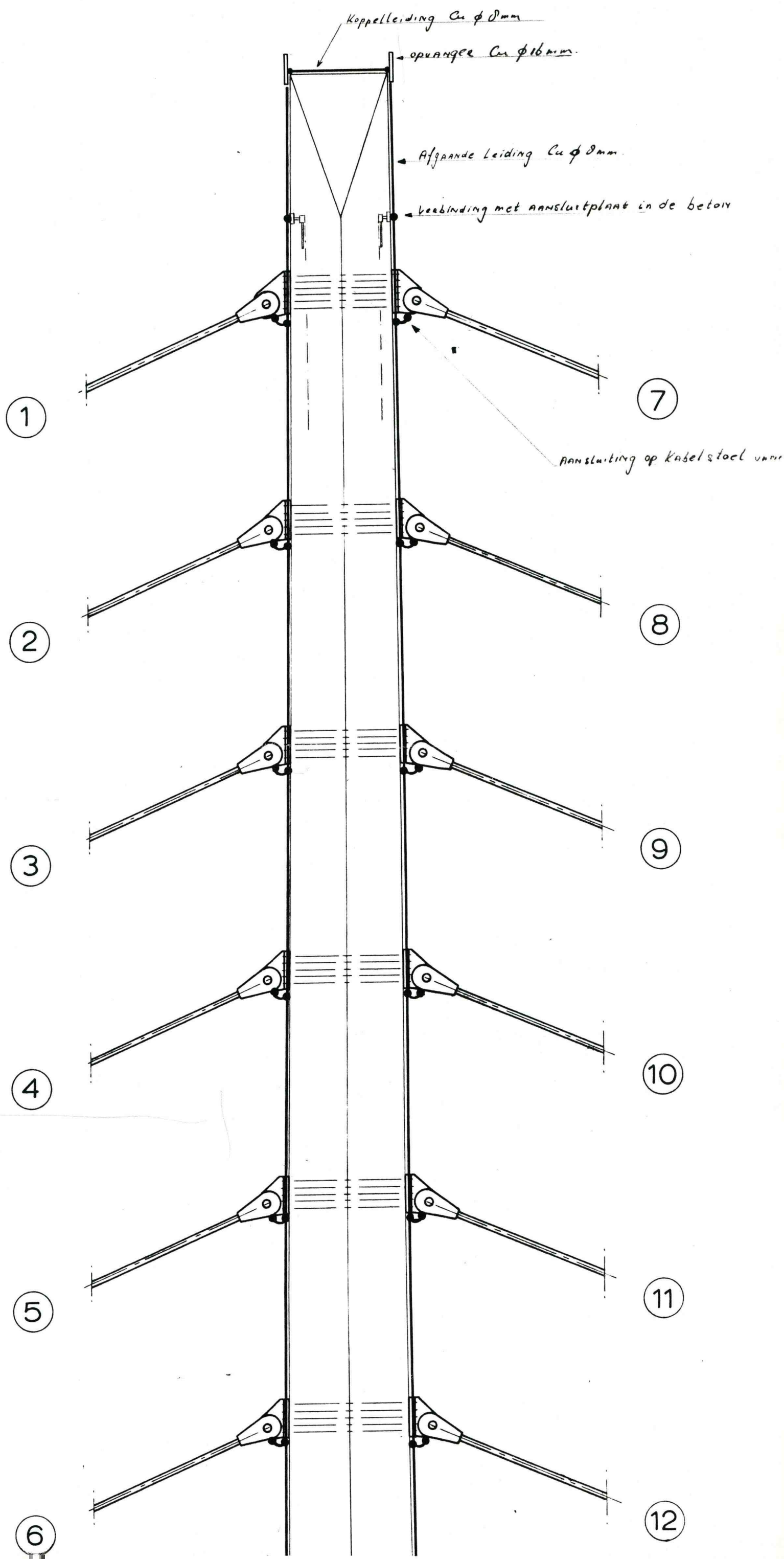


PYLOON.

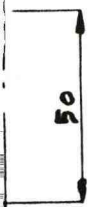
schaal 1:200



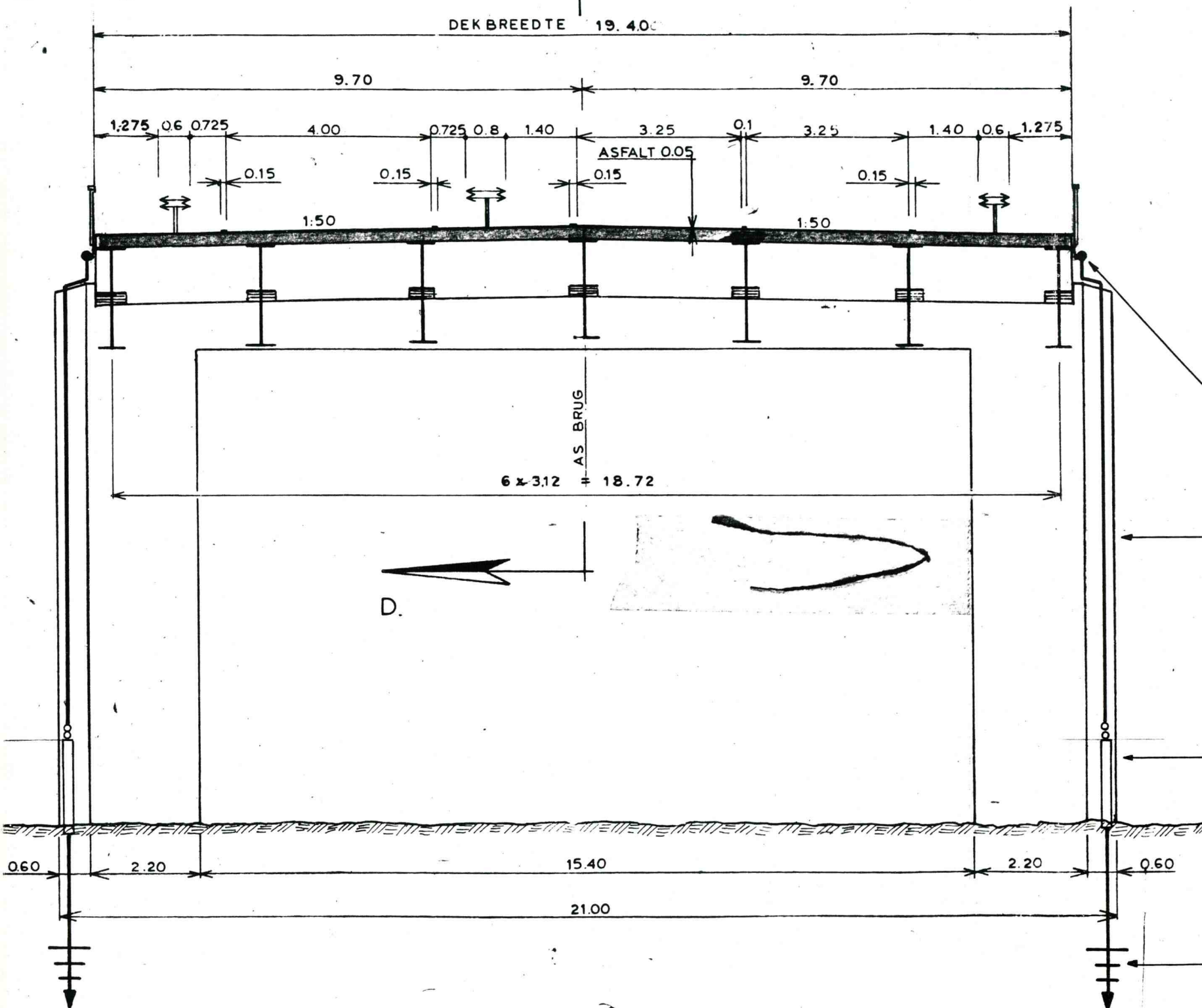
ring



vetten!]
 rken en als losse
 stopbout monteren!

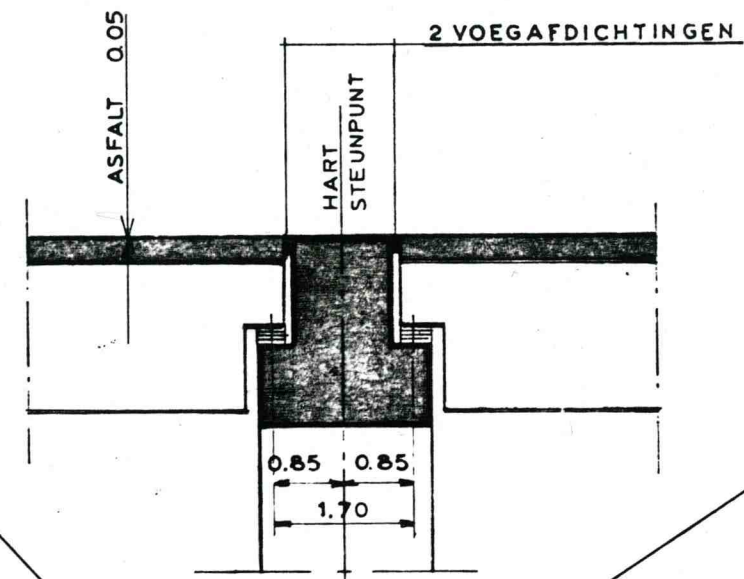


DOORSNEDE C-C.



DOORSNEDE D-D.

ZIJAANZICHT STP. 6

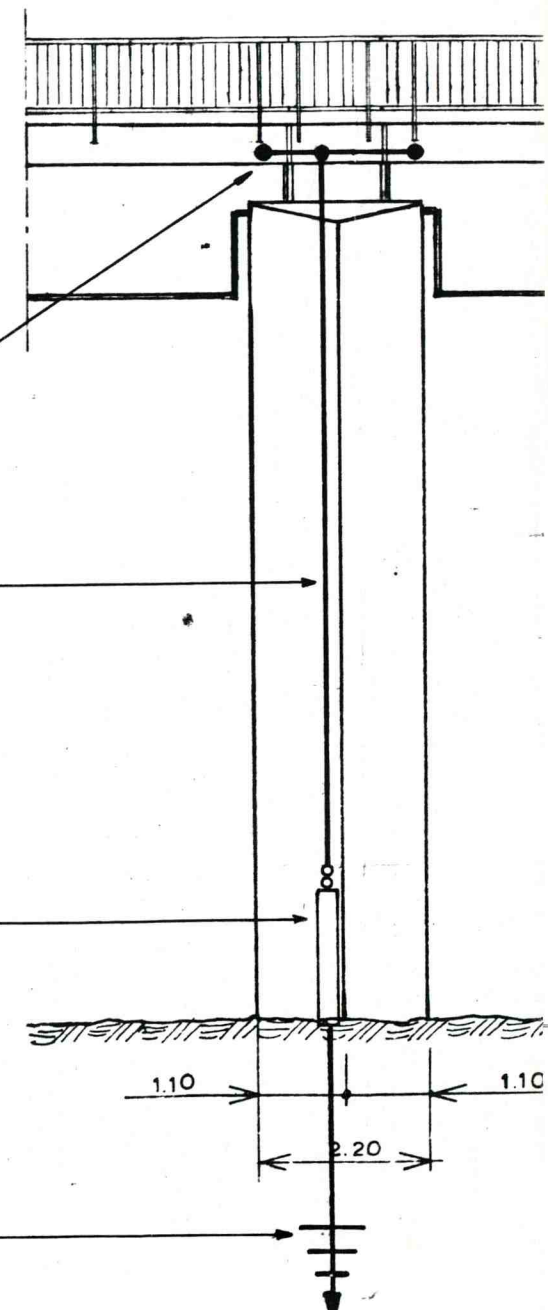


overbrugging losse brugdelen

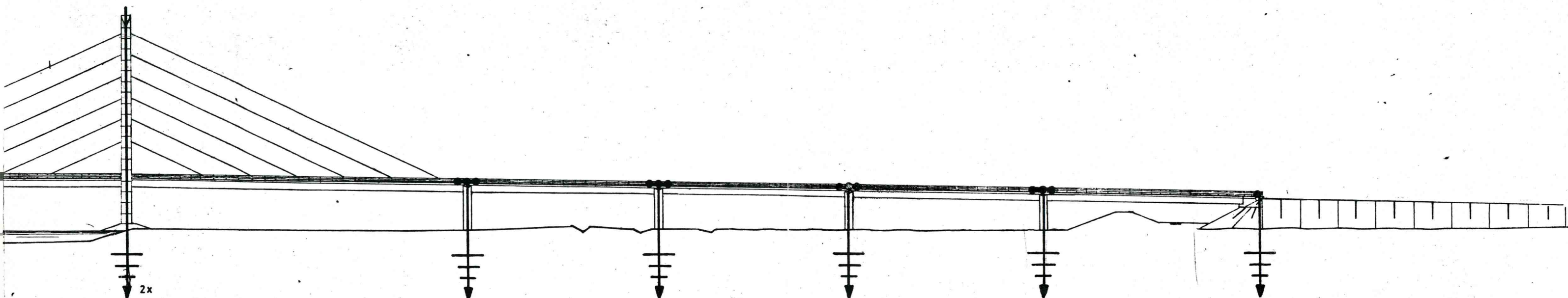
afgaande leiding Cu ϕ 8 mm

beschermbuis met meetkoppeling

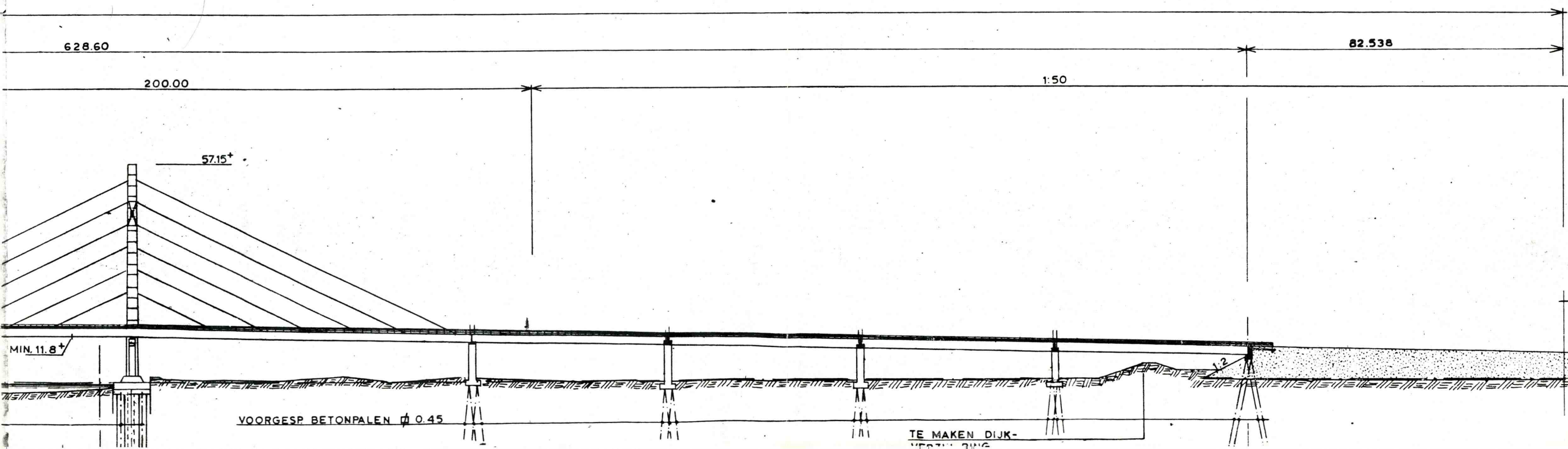
aardelektrode lengte 15 m.



ZIJAANZICHT.



DOORSNEDE A-A.





HOMMEVA VAN 1826 B.V. - Wijk bij Duurstede

Opname: Hugo Biss
Fotografische dienst
für Industrieaufnahmen
Zürich en Berlin, Schweiz.

