
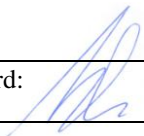




150kV-lijn Utrecht-Breukelen **Vervanging geleiders tussen mast 7 en 20**

Auteur : J. Jongejan, A.A.H.J. Ross
Datum : Doorwerth, 28 maart 2011
Referentie : ST100300-R02 JJ
Opdrachtgever : Stedin

Auteur:  datum 28 maart 2011 Gecontroleerd:  datum 28 maart 2011

Copyright © Petersburg Consultants B.V. Doorwerth the Netherlands. All rights reserved.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Petersburg Consultants B.V. is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

This document contains proprietary information that shall not be transmitted to any third party without written consent by or on behalf of Petersburg Consultants B.V. This also applies to file copying, wholly or partially.

INHOUD		blz.
1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Situatie	5
2.2	Normen, ontwerpregels en aanbevelingen	5
2.3	Geleidergegevens	5
2.4	Mechanische belastingen	5
2.4.1	Tracégegevens	5
2.4.2	Extra voorzieningen	6
2.4.3	Capaciteiten staalconstructie en fundering	6
2.4.4	Overige uitgangspunten	7
3	Controle masten	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Mast 20	8
3.2.1	Resultaat toetsing mastconstructie	9
3.2.2	Resultaat toetsing fundering	9
3.2.3	Conclusie toetsing mast	9
4	Elektrische eigenschappen	10
4.1	Stroombelastbaarheid	10
4.2	Externe spanningsafstanden	11
5	Magneetvelden en inductieve beïnvloeding	12
5.1	Magneetvelden	12
5.2	Inductieve beïnvloedig	13
6	Ontwerp halfverankering met V-fixatie	14
6.1	Dimensionering en elektrische sterkte	14
6.2	Mechanische sterkte	15
7	Hergerbuik klemmen en armaturen	16
7.1	Trillingsdempers	16
7.2	Draagklemmen	16
7.3	Keilafspanklemmen	17
8	Lijnparameters	18
9	Procedure vervanging geleiders	19
9.1	Uitgangspunten	19
9.2	Doorhangtabel veld 20-21 AMS630	19
9.3	Doorhangtabel velden mast 7 tot en met mast 20 AMS620	19
9.4	Montagevolgorde mast 20	19
10	Samenvatting en conclusie	21

1 INLEIDING

Eind 2009 is de nieuw gebouwde 150kV hoogspanningslijn Utrecht-Breukelen opgeleverd. Kort na oplevering ontving Stedin diverse klachten met betrekking tot geluidsoverlast. Na veld- en windtunnelmetingen blijkt met name het geleidertype in deze hoogspanningslijn (AMS630) onder bepaalde weersomstandigheden aanleiding te geven voor fluittonen. Aangezien dat minder geldt voor diverse andere geleidertypen, overweegt Stedin de bestaande geleiders te vervangen voor een type dat minder overlast veroorzaakt, te weten AMS620.

Stedin heeft de vervanging van de geleiders begrensd tot het traject tussen hoekmast 7 en steunmast 20 van de hoogspanningslijn. Naast de karakteristieke geluidsproductie van de geleider zijn reguliere onderwerpen zoals elektrische en mechanische belastbaarheid van belang als ook de impact van de modificaties op de omgeving, met name de magneetveldbelasting.

Als gevolg van de aanpassing van het geleidertype wijzigen karakteristieke eigenschappen van de hoogspanningslijn en moeten diverse ontwerpaspecten op hun merites worden beschouwd. In dit rapport worden de volgende aspecten beschouwd:

- Mechanische sterkte van masten;
- Stroombelastbaarheid van de nieuwe geleiders;
- Magneetveldzones volgens de vigerende handreiking van RIVM;
- Beïnvloedingen van de hoogspanningslijn op buisleidingen van derden;
- Speciale hangkettingconstructies voor mast 20;
- Hergebruik van bestaand kettingmateriaal en trillingsdempers.
- Lijnparameters.
- Procedure voor de geleidervervanging in mast 20 met doorhangtabellen voor de bestaande en nieuwe geleiders;

verband met de grootten van trekbelastingen op de traversen en torsiebelastingen in het mastlichaam geldt als voorwaarde dat nooit meer dan een fase tegelijk op een traverse is afgespannen.

3.2.1 Resultaat toetsing mastconstructie

De mastconstructie is getoetst aan de EN50341 norm. De trek- en drukbelastingen zijn per staaf berekend en getoetst aan de capaciteit van die staaf of die verbinding. Voor elk bezwijkmechanisme is een unity check berekend. Bijlage 2 geeft de resultaten:

- In bijlage 2-1 is het resultaat van de toetsing grafisch weergegeven.
- In bijlage 2-2 is de toetsing in tabelvorm weergegeven.
- In bijlage 2-3 is de controle van de knikverkorters weergegeven.

Uit de toetsing blijkt dat de mast voldoende capaciteit heeft.

3.2.2 Resultaat toetsing fundering

De trek- en drukbelastingen op de fundering welke volgen uit de capaciteitsberekening van de mastconstructie zijn getoetst aan de capaciteit van de trekpalen volgens de CUR 2001-4 rekenregels.

In bijlage 1-4 is de controle van de fundering weergegeven. Hieruit blijkt dat de fundering voldoende capaciteit heeft.

3.2.3 Conclusie toetsing mast

Het bestaande ontwerp van de mast biedt voldoende capaciteit. Ook de trek- en drukcapaciteit van de fundering is voldoende.

5 MAGNEETVELDEN EN INDUCTIEVE BEÏNVLOEDING

5.1 Magneetvelden

In het ontwerp van de hoogspanningslijn zijn de magnetische fluxdichtheden nabij de hoogspanningslijn beschouwd. Verder wordt gesproken over magneetvelden.

Voor de vergunningprocedure van het geoptimaliseerd tracé tussen de voormalige masten 10 en 21 is rapport EN060302-R08 RRA rev A opgesteld. Dit rapport met bijbehorende berekeningen zijn opgesteld volgens de destijds geldende handreiking van RIVM versie 1.2 dd. september 2006 ten behoeve van het “geoptimaliseerde tracé” van de hoogspanningslijn ter hoogte van Maarssen. Deze tracé optimalisatie betrof het traject vanaf de oude mast 10 tot de oude mast 20. De geleiders worden vervangen vanaf de oude mast 7 (tevens bestaande mast 7) en de oude mast 21 (nieuwe mast 20).

Volgens de vigerende handreiking versie 3.0 uit juni 2009 moet een vereenvoudigde rekenwijze worden gevolgd waarin ondermeer het effect van de bliksemraden op de magneetveldzone is verwaarloosd. Hierdoor wijzigen de magneetveldzones ten opzichte van de eerder gerapporteerde zones. Omdat er sprake is van een magneetveldarme hoogspanningslijn en magneetveldzones op 5 meter moeten worden afgerond, kan de afwijking significant zijn. Tabel 4 geeft een overzicht van de in 2006 gerapporteerde magneetveldzones en de specifieke magneetveldzones volgens de definities in de vigerende handreiking van RIVM.

De wijziging van de rekenwijze leidt voor de Maarssense kant van de hoogspanningslijn tot magneetveldzones die passen binnen de voor de vergunningprocedure gerapporteerde magneetveldzones.

Tabel 4 Zonebreedten voor magneetvelden

Bestaande situatie volgens handreiking van RIVM versie 1.2 en rapport EN060302-R08 RRA			Bestaande situatie volgens handreiking van RIVM versie 3.0		
Veld	Zijde Zuid-West	Zijde Noord-Oost	Veld	Zijde Zuid-West	Zijde Noord-Oost
			Mast 7 -8	50	20
			Mast 8 -9	45	15
			Mast 9 -10	45	15
Mast 10-11	45 m	20 m	Mast 10-11	50	20
Mast 11-12	45 m	20 m	Mast 11-12	50	20
Mast 12-13	40 m	15 m	Mast 12-13	40	15
Mast 13-14	45 m	20 m	Mast 13-14	45	15
Mast 14-15	45 m	25 m	Mast 14-15	50	20
Mast 15-16	45 m	25 m	Mast 15-16	45	20
Mast 16-17	40 m	15 m	Mast 16-17	45	15
Mast 17-18	45 m	20 m	Mast 17-18	45	20
Mast 18-19	45 m	20 m	Mast 18-19	45	20
			Mast 19-20	50	20

Omdat de stroombelastbaarheid van de nieuwe geleiders (AMS620) niet wijzigt ten opzichte van de huidige (AMS630), de magneetveldzones voor deze hoogspanningslijn

berekend moeten worden voor stromen ter grootte van 50% van de stroombelastbaarheid en er overigens geen wijzigingen in steunpunten worden doorgevoerd, zijn de specifieke magneetveldzones voor de toekomstige situatie gelijk aan de in bovenstaande tabel gegeven magneetveldzones voor de bestaande situatie.

5.2 Inductieve beïnvloedig

Het wisselende magneetveld van de hoogspanningslijn is een bron voor elektrische beïnvloeding van de hoogspanningslijn op ondergrondse buisleidingen. In het ontwerp van de hoogspanningslijn is de elektrische beïnvloedig beschouwd op buisleidingen van Gasunie en PWN (respectievelijk de rapporten EN060301-R14 AM en EN060301-R13 AM). Aan één van de leidingen van Gasunie zijn extra maatregelen voorgesteld. Deze maatregelen waren nodig om te voldoen aan eisen voor corrosiebestendigheid in de oude situatie van de hoogspanningslijn. Na het treffen van deze maatregelen zou de buisleiding tevens voldoende beschermd zijn voor de huidige hoogspanningslijn.

Omdat corrosie een langdurig cumulatief proces is, is voor de toetsing van buisleidingen op corrosiebestendigheid gemiddeld bedrijf van de hoogspanningslijn bepalend met twee circuits in bedrijf. Voor de gemiddelde stroombelasting geldt normaliter 30% van de stroombelastbaarheid als uitgangspunt. Verder spelen afstanden tussen de fasen en buisleiding een rol.

Aangezien de stroombelastbaarheid en het doorhanggedrag met AMS620 beide niet wijzigen ten opzichte van AMS630, is herbeschouwing van elektrische beïnvloedig van de hoogspanningslijn op buisleidingen niet nodig. Omdat bovendien de nieuwe hoogspanningslijn in ruime mate magneetveldarmer is dan de oorspronkelijke hoogspanningslijn zijn ook met een eventuele opwaardering van de hoogspanningslijn extra maatregelen niet te verwachten.

6.2 Mechanische sterkte

Volgens opgave van de fabrikant zijn de kettingen geschikt voor trekkrachten tot 50kN en drukkrachten tot 35 kN. De grootste trek- en drukbelastingen treden volgens de norm EN50341 op bij extreme ijsafzetting met gecombineerde wind en extreme windlast:

- Extreme ijsafzetting met wind: maximale gewichtslast 18kN en maximale dwarsbelasting (windrichting loodrecht op de lijnen) 9kN;
- Extreme windbelasting: maximale gewichtsbelasting van 14 kN en maximale dwarsbelasting van 19 kN.

Tabel 6 geeft de belastingen per been in de halfverankering met V-fixatie. Bij extreme ijafzetting resulteert in elk been van de halfverankering een trekbelasting. Bij extreme windlast treedt een drukbelasting op. De partiele veiligheidsfactor voor de constructie bedraagt minimaal 4 voor trekkrachten en maximaal 12 voor drukkrachten. Dit voldoet ruim aan de eisen volgens de norm voor isolatoren (> 2).

Tabel 6

	extreem wind	-5°C+ys
totale treklast/been (kN)	8	13
totale druklast / been (kN)	3	-3

7.3 Keilafspanklemmen

Het klembereik van de keilafspanklemmen is met 32.5 – 33.4 mm net te klein voor AMS620. Los van de vraag of de keilafspanklemmen kunnen worden hergebruikt, wordt voorgesteld deze ten allen tijde te vervangen vanwege vastzittende keilen in klemhuizen en de kans op beschadiging van keil en/of klemhuis wanneer deze gedemonteerd worden. Dit betekent dat nieuwe keilafspanklemmen worden toegepast in mast 7, mast 11 en mast 15, ofwel 60 stuks. Voor nieuwe typen keilafspanklemmen geldt vervolgens:

- Specificaties overeenkomstig het oorspronkelijk ontwerp;
- Een test laten uitvoeren op de treksterkte van de combinatie met het toe te passen geleidertype en het te leveren afspanklemtype.

8 LIJNPARAMETERS

De toekomstige geleider zal elektrisch een fractie zwaarder worden belast als gevolg van een fractie hogere ohmse weerstand. De effecten hiervan op de lijnimpedanties is berekend door de waarden te geven bij gemiddelde temperaturen van 20°C en bij de extremen van 80°C. Tabellen 7a en 7b geven de situaties voor AMS630 en AMS620. Hieruit is op te maken dat de lijnparameters na uittwisseling van de geleiders nagenoeg niet wijzigen.

Tabel 7a Impedanties voor AMS630 tussen mast 7 en mast 20

Circuit	AMS630			
	Bedrijfsimpedantie		Homopolaire impedantie	
	Reëel (Ω)	Imaginair (Ω)	Reëel (Ω)	Imaginair (Ω)
Zuid @20°C	0.1238	0.8121	0.5177	2.9787
Noord @20°C	0.1228	0.809	0.5159	2.9951
Zuid @80°C	0.1521	0.8123	0.5474	2.9793
Noord @80°C	0.1509	0.8092	0.545	2.9956

Tabel 7b Impedanties voor AMS620 tussen mast 7 en mast 20

Circuit	AMS620			
	Bedrijfsimpedantie		Homopolaire impedantie	
	Reëel (Ω)	Imaginair (Ω)	Reëel (Ω)	Imaginair (Ω)
Zuid @20°C	0.1258	0.8138	0.5198	2.9806
Noord @20°C	0.1248	0.8107	0.5179	2.9969
Zuid @80°C	0.1547	0.814	0.5502	2.9812
Noord @80°C	0.1535	0.8109	0.5478	2.9974

- Voor het kappen van de geleider moet een zodanige locatie bepaald worden dat een persverbinder tussen de bestaande en toekomstige geleider gerealiseerd kan worden. Indien een persing op maaiveld wordt gemaakt, moet deze locatie zich bovendien op minimaal 100 meter afstand van de eerstvolgende steunmast (mast 19 en mast 20) bevinden.
- Breng een trekvaste persverbinding aan tussen de nieuwe en de bestaande geleider. Regel vervolgens de trek van de nieuwe geleider zodanig dat de trek in de bestaande geleider hersteld is (doorhangtabel in bijlage 3.1 inclusief eventuele correctie uit de verificatiemeting) en verwijder de tijdelijke afspanning.
- Na inregelen van de trek is de oorspronkelijke trek van de bestaande geleider hersteld. Monteer de halfverankeringsconstructie.
- Trek inregelen van de nieuwe geleider volgens de gegeven trek en doorhangen van bijlage 3.2. Na inregelen moet de halfverankering ongeveer 5 cm in de richting van mast 19 uitwijken.

10 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Vanwege geluidsoverlast dienen de geleiders tussen mast 7 en mast 20 in het 150 kV lijndeel Utrecht – Breukelen te worden vervangen door een ander type geleider. Dit heeft gevolgen voor het ontwerp van de hoogspanningslijn.

Door trekverschillen tussen de bestaande geleider en de nieuwe worden mast 7 en mast 20 belast met een extra trekbelasting. Mast 7 is als hoekmast hier tegen bestand. Mast 20 is als steunmast hier oorspronkelijk niet voor bedoeld. De staalconstructie en fundering van deze mast zijn hierop gecontroleerd. Uit de controle blijkt dat zowel de staalconstructie als de fundering voldoende capaciteit hebben.

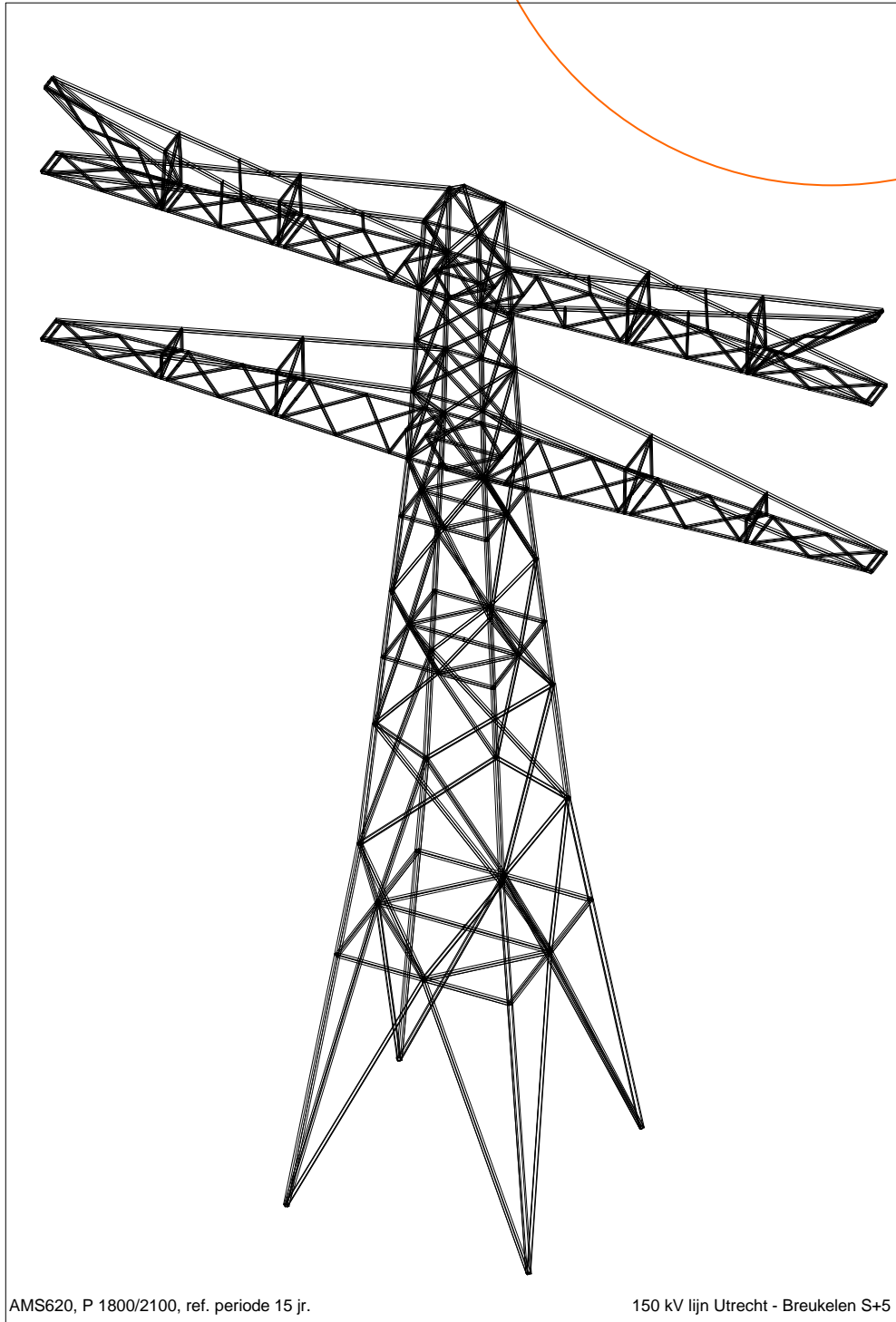
Naast de extra mechanische belasting van mast 20 zijn de volgende aspecten beschouwd:

- De stroombelastbaarheid wijzigt met de uitwisseling van de geleiders niet;
- Na vervanging van de geleiders voldoen alle externe spanningsafstanden ruim aan de norm;
- De magneetveldzones wijzigen met de uitwisseling van de geleiders niet;
- Inductieve beïnvloedig op buisleidingen wijzigt met de uitwisseling van de geleiders niet. Hierdoor is er geen aanleiding de situatie opnieuw te beschouwen;
- Bestaande kettingmaterialen en trillingsdempers kunnen worden hergebruikt met uitzondering van de bevestigingspiralen van de draagklemmen en de afspanklemmen.
- Voor mast 20 zijn nieuwe halfverankeringconstructies met V-fixaties ontworpen. Als uitgangspunt hiervoor dienen de V-kettingen met kunststof steunisolatoren die in verband met kleine lijnhoeken in twee steunmasten elders in de hoogspanningslijn al zijn toegepast. Vanwege deze nieuwe ophangconstructie is extra kettingmateriaal nodig, namelijk extra steunisolatoren met kettingmaterialen en een extra draagklem per fase.
- De elektrische lijnparameters wijzigen met de uitwisseling van de geleiders niet of nauwelijks.
- Voor de uitwisseling is een procedure op hoofdlijnen beschreven. Deze dient als basis voor het werkplan van de aannemer. Geadviseerd wordt te controleren in hoeverre het werkplan voldoet aan de richtlijnen in de procedure.

Bijlage 1-1. Grafische weergave controleberekening

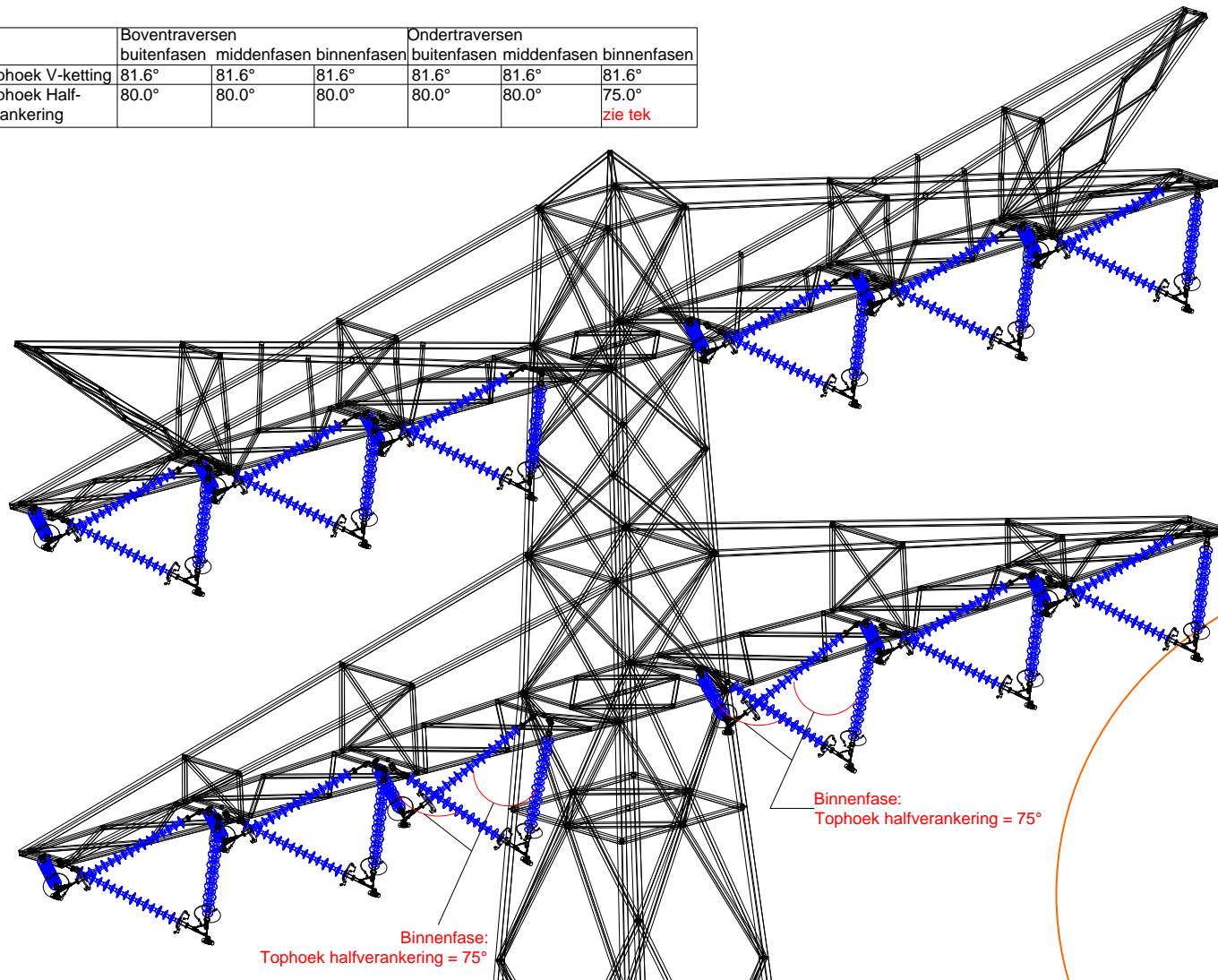
Onderstaand is een grafische weergave te zien van de controleberekening van de mastconstructie S+5 in de nieuwe situatie. Met behulp van kleurcodes is de mate van belasting weergegeven:

- zwart minder dan 90 % belast
- geel tussen 90 % en 100 % belast
- rood meer dan 100 % belast



BIJLAGE 2 Ontwerp halfverankering met V-fixatie

	Boventraversen			Ondertraversen		
	buitenfasen	middenfasen	binnenfasen	buitenfasen	middenfasen	binnenfasen
Tophoek V-ketting	81.6°	81.6°	81.6°	81.6°	81.6°	81.6°
Tophoek Halfverankering	80.0°	80.0°	80.0°	80.0°	80.0°	75.0° zie tek



Binnenfase:
Tophoek halfverankering = 75°

Binnenfase:
Tophoek halfverankering = 75°

WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PROJECT DIR.	Z:\Werk\Stedin\ST100300_ULW-KRK\Tekeningen	18-03-2011	FB	AR	AR

Petersburg
Consultants B.V.



PROJECT: ST100300	150kV lijn Utrecht-Breukelen		BLADNR.	WIJZ.
TEK.NR. Petersburg: ST100300-T01	Kettingtekeningen mast 20 Overzicht V-kettingen in halfverankering		1/3	-
SCHAAL:	EENHEID:	A3	TEK.NR.	-
n.v.l.	mm	+	=	

BIJLAGE 3 Doorhangtabellen

Bijlage 3.2 Toekomstige geleiders AMS620, traject mast 7 tot mast 20

Doorhangtabellen: final situatie;
blad 3 uit 3

Mastnummer	:	11	12	13	14	15
Masttype	:	HA+10	S+10	S+10	S+5	HB+5
Traversehoogte (m)	:	32.5	33.2	33.2	27.1	27.6
Hoogt.fundament (m)	:	-0.4	-0.7	-0.5	-0.7	-0.7
Veldlengte (m)	:	420.	267.	344.	345.	
Lijnhoek (°)	:	167.				160.
Kettinglengte (m)	:	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0
Tophoek (°)	:		0.0	0.0	0.0	
Kettinggew. (kg/dr)	:	200.0	150.0	150.0	150.0	200.0

	eerste mast					laatste mast		
	(kN)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN)
-20.°C	37.4	0.38	10.10	4.10	6.85	6.77	0.33	37.4
-18.°C	37.0	0.38	10.23	4.15	6.95	6.87	0.34	36.9
-16.°C	36.5	0.38	10.37	4.21	7.04	6.96	0.34	36.4
-14.°C	36.0	0.39	10.50	4.26	7.13	7.05	0.35	36.0
-12.°C	35.6	0.39	10.63	4.32	7.23	7.15	0.35	35.5
-10.°C	35.2	0.40	10.76	4.38	7.32	7.24	0.36	35.1
-8.°C	34.7	0.40	10.89	4.43	7.41	7.33	0.36	34.6
-6.°C	34.3	0.41	11.03	4.49	7.51	7.42	0.36	34.2
-5.°C	34.1	0.41	11.09	4.51	7.55	7.47	0.37	34.0
-5.°C+ys	48.0	0.43	12.57	5.15	8.62	8.53	0.38	47.5
-4.°C	33.9	0.41	11.16	4.54	7.60	7.52	0.37	33.8
-2.°C	33.5	0.42	11.29	4.60	7.69	7.61	0.37	33.4
0.°C	33.2	0.42	11.42	4.65	7.79	7.70	0.38	33.0
2.°C	32.8	0.43	11.55	4.71	7.88	7.79	0.38	32.6
4.°C	32.4	0.43	11.68	4.76	7.97	7.88	0.38	32.2
6.°C	32.1	0.44	11.80	4.82	8.06	7.97	0.39	31.8
8.°C	31.8	0.44	11.93	4.87	8.16	8.07	0.39	31.5
10.°C	31.4	0.44	12.06	4.93	8.25	8.16	0.40	31.1
12.°C	31.1	0.45	12.18	4.98	8.34	8.25	0.40	30.8
14.°C	30.8	0.45	12.31	5.04	8.43	8.34	0.40	30.5
16.°C	30.5	0.46	12.43	5.09	8.52	8.43	0.41	30.1
18.°C	30.2	0.46	12.56	5.14	8.61	8.52	0.41	29.8
20.°C	29.9	0.47	12.68	5.20	8.70	8.61	0.42	29.5
22.°C	29.6	0.47	12.80	5.25	8.79	8.70	0.42	29.2
24.°C	29.3	0.47	12.93	5.30	8.88	8.79	0.42	28.9
26.°C	29.1	0.48	13.05	5.36	8.97	8.88	0.43	28.6
28.°C	28.8	0.48	13.17	5.41	9.06	8.96	0.43	28.4
30.°C	28.6	0.49	13.29	5.46	9.15	9.05	0.44	28.1
32.°C	28.3	0.49	13.41	5.51	9.24	9.14	0.44	27.8
34.°C	28.1	0.50	13.53	5.57	9.33	9.23	0.44	27.6
36.°C	27.8	0.50	13.64	5.62	9.41	9.32	0.45	27.3
38.°C	27.6	0.50	13.76	5.67	9.50	9.40	0.45	27.1
40.°C	27.4	0.51	13.88	5.72	9.59	9.49	0.46	26.8
45.°C	26.8	0.52	14.17	5.85	9.81	9.70	0.47	26.2
50.°C	26.3	0.53	14.45	5.98	10.02	9.92	0.48	25.7
55.°C	25.8	0.54	14.73	6.10	10.24	10.13	0.48	25.2
60.°C	25.3	0.55	15.00	6.23	10.45	10.34	0.49	24.7
65.°C	24.9	0.56	15.28	6.35	10.66	10.54	0.50	24.2
70.°C	24.5	0.57	15.54	6.48	10.86	10.75	0.51	23.7
75.°C	24.1	0.57	15.81	6.60	11.07	10.95	0.52	23.3
80.°C	23.7	0.58	16.07	6.72	11.27	11.15	0.53	22.9
85.°C	23.4	0.59	16.32	6.84	11.47	11.35	0.54	22.5
90.°C	23.0	0.60	16.57	6.96	11.67	11.54	0.55	22.1

BIJLAGE 3 Doorhangtabellen

Bijlage 3.2 Toekomstige geleiders AMS620, traject mast 7 tot mast 20

Initial doorhangtabellen: draad ingeklemd
blad 2 uit 3

	15	16	17	18	19	20
Mastnummer	: 15	16	17	18	19	20
Masttype	: HB+5	S+10	S+5	S+5	S+5	S+5
Traversehoogte (m)	: 27.6	33.2	27.1	27.1	27.1	27.1
Hoogt.fundament (m)	: -0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-1.1
Veldlengte (m)	: 394.	250.	323.	322.	367.	
Lijnhoek (°)	: 160.					
Kettinglengte (m)	: 3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1
Tophoek (°)	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80/75
Kettinggew. (kg/dr)	: 200.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0

	eerste mast						
	(kN)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-20.°C	: 44.9	0.26	7.36	2.98	4.99	4.98	6.43
-18.°C	: 44.2	0.27	7.48	3.03	5.07	5.07	6.54
-16.°C	: 43.5	0.27	7.60	3.08	5.16	5.15	6.65
-14.°C	: 42.8	0.28	7.72	3.13	5.24	5.23	6.75
-12.°C	: 42.2	0.28	7.84	3.18	5.32	5.32	6.86
-10.°C	: 41.5	0.28	7.97	3.23	5.41	5.40	6.97
-8.°C	: 40.9	0.29	8.09	3.28	5.49	5.48	7.08
-6.°C	: 40.3	0.29	8.21	3.33	5.58	5.57	7.19
-4.°C	: 39.7	0.30	8.34	3.38	5.66	5.65	7.29
-2.°C	: 39.1	0.30	8.46	3.44	5.75	5.74	7.40
0.°C	: 38.6	0.31	8.58	3.49	5.84	5.83	7.51
2.°C	: 38.0	0.31	8.71	3.54	5.92	5.91	7.62
4.°C	: 37.5	0.32	8.83	3.59	6.01	6.00	7.73
6.°C	: 37.0	0.32	8.96	3.64	6.10	6.08	7.84
8.°C	: 36.5	0.33	9.08	3.69	6.18	6.17	7.95
10.°C	: 36.0	0.33	9.20	3.75	6.27	6.26	8.06
12.°C	: 35.5	0.34	9.33	3.80	6.36	6.34	8.17
14.°C	: 35.0	0.34	9.45	3.85	6.44	6.43	8.28
16.°C	: 34.6	0.35	9.58	3.90	6.53	6.52	8.39
18.°C	: 34.2	0.35	9.70	3.95	6.62	6.60	8.50
20.°C	: 33.7	0.36	9.82	4.01	6.71	6.69	8.61
22.°C	: 33.3	0.36	9.95	4.06	6.79	6.78	8.72
24.°C	: 32.9	0.37	10.07	4.11	6.88	6.86	8.83
26.°C	: 32.5	0.37	10.19	4.16	6.97	6.95	8.94
28.°C	: 32.1	0.38	10.31	4.21	7.05	7.03	9.05
30.°C	: 31.8	0.38	10.43	4.26	7.14	7.12	9.16
32.°C	: 31.4	0.38	10.55	4.32	7.22	7.20	9.26
34.°C	: 31.1	0.39	10.67	4.37	7.31	7.29	9.37
36.°C	: 30.7	0.39	10.79	4.42	7.40	7.37	9.48
38.°C	: 30.4	0.40	10.91	4.47	7.48	7.46	9.58
40.°C	: 30.1	0.40	11.03	4.52	7.57	7.54	9.69
45.°C	: 29.3	0.41	11.32	4.65	7.78	7.75	9.95
50.°C	: 28.6	0.42	11.61	4.77	7.99	7.96	10.22
55.°C	: 27.9	0.44	11.90	4.90	8.20	8.17	10.47
60.°C	: 27.3	0.45	12.18	5.02	8.41	8.37	10.73
65.°C	: 26.7	0.46	12.46	5.14	8.62	8.58	10.98
70.°C	: 26.1	0.47	12.73	5.27	8.82	8.78	11.23
75.°C	: 25.6	0.48	13.00	5.39	9.02	8.97	11.48
80.°C	: 25.1	0.49	13.27	5.51	9.22	9.17	11.72
85.°C	: 24.6	0.50	13.53	5.63	9.42	9.37	11.96
90.°C	: 24.1	0.51	13.79	5.74	9.62	9.56	12.20

BIJLAGE 3 Doorhangtabellen

Bijlage 3.2 Toekomstige geleiders AMS620, traject mast 7 tot mast 20

Doorhangtabellen: final situatie;
blad 3 uit 3

	15	16	17	18	19	20
Mastnummer	: 15	16	17	18	19	20
Masttype	: HB+5	S+10	S+5	S+5	S+5	S+5
Traversehoogte (m)	: 27.6	33.2	27.1	27.1	27.1	27.1
Hoogt.fundament (m)	: -0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-1.1
Veldlengte (m)	: 394.	250.	323.	322.	367.	
Lijnhoek (°)	: 160.					
Kettinglengte (m)	: 3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1
Tophoek (°)	: 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80./75.
Kettinggew. (kg/dr)	: 200.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0

	eerste mast						
	(kN)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-20.°C	: 37.6	0.32	8.80	3.58	5.99	5.98	7.71
-18.°C	: 37.1	0.32	8.93	3.63	6.07	6.06	7.82
-16.°C	: 36.6	0.33	9.05	3.68	6.16	6.15	7.93
-14.°C	: 36.1	0.33	9.17	3.73	6.25	6.24	8.04
-12.°C	: 35.6	0.34	9.30	3.78	6.33	6.32	8.15
-10.°C	: 35.2	0.34	9.42	3.84	6.42	6.41	8.26
-8.°C	: 34.7	0.35	9.55	3.89	6.51	6.49	8.37
-6.°C	: 34.3	0.35	9.67	3.94	6.60	6.58	8.47
-5.°C	: 34.0	0.35	9.73	3.97	6.64	6.62	8.53
-5.°C+ys	: 47.5	0.37	11.12	4.56	7.63	7.60	9.76
-4.°C	: 33.8	0.36	9.79	3.99	6.68	6.67	8.58
-2.°C	: 33.4	0.36	9.91	4.04	6.77	6.75	8.69
0.°C	: 33.0	0.36	10.04	4.10	6.86	6.84	8.80
2.°C	: 32.6	0.37	10.16	4.15	6.94	6.93	8.91
4.°C	: 32.2	0.37	10.28	4.20	7.03	7.01	9.02
6.°C	: 31.9	0.38	10.40	4.25	7.12	7.10	9.13
8.°C	: 31.5	0.38	10.52	4.30	7.20	7.18	9.24
10.°C	: 31.2	0.39	10.64	4.35	7.29	7.27	9.34
12.°C	: 30.8	0.39	10.76	4.41	7.38	7.35	9.45
14.°C	: 30.5	0.40	10.88	4.46	7.46	7.44	9.56
16.°C	: 30.2	0.40	11.00	4.51	7.55	7.52	9.66
18.°C	: 29.8	0.41	11.12	4.56	7.63	7.61	9.77
20.°C	: 29.5	0.41	11.24	4.61	7.72	7.69	9.88
22.°C	: 29.2	0.42	11.35	4.66	7.80	7.77	9.98
24.°C	: 28.9	0.42	11.47	4.71	7.89	7.86	10.09
26.°C	: 28.6	0.42	11.59	4.76	7.97	7.94	10.19
28.°C	: 28.4	0.43	11.70	4.81	8.06	8.02	10.29
30.°C	: 28.1	0.43	11.81	4.86	8.14	8.11	10.40
32.°C	: 27.8	0.44	11.93	4.91	8.22	8.19	10.50
34.°C	: 27.6	0.44	12.04	4.96	8.31	8.27	10.60
36.°C	: 27.3	0.45	12.15	5.01	8.39	8.35	10.71
38.°C	: 27.1	0.45	12.27	5.06	8.47	8.43	10.81
40.°C	: 26.8	0.45	12.38	5.11	8.55	8.52	10.91
45.°C	: 26.3	0.46	12.65	5.23	8.76	8.72	11.16
50.°C	: 25.7	0.47	12.93	5.35	8.96	8.92	11.40
55.°C	: 25.2	0.49	13.19	5.47	9.16	9.11	11.65
60.°C	: 24.7	0.50	13.46	5.59	9.36	9.31	11.89
65.°C	: 24.3	0.50	13.72	5.71	9.56	9.50	12.13
70.°C	: 23.8	0.51	13.97	5.83	9.76	9.69	12.36
75.°C	: 23.4	0.52	14.22	5.94	9.95	9.88	12.59
80.°C	: 23.0	0.53	14.47	6.06	10.14	10.07	12.82
85.°C	: 22.6	0.54	14.72	6.17	10.33	10.25	13.05
90.°C	: 22.3	0.55	14.96	6.29	10.52	10.44	13.27