

Brush HMA B.V.



Verhuizing en herinrichting van proefstand Y9

Afstudeerscriptie



Nick Chegodayev
Student Elektrotechniek Haagse Hogeschool
Studentnummer 08024359

30 mei 2013

Brush HMA B.V.



Verhuizing en herinrichting van proefstand Y9

Afstudeerscriptie

Bestemd voor: HBO-Kennisbank

Opdracht:	Verhuizing en herinrichting van proefstand Y9
Document type:	Scriptie
Soort opdracht:	Afstudeeropdracht
Datum:	30-05-2013
Versie:	1.0
Documenteigenaar:	Nick Chegodayev
Studentnummer:	08024359
Klas:	ECA
Afstudeerbedrijf:	Brush HMA B.V.
Bedrijfsbegeleider:	Hans van Hengel Bart Geleijnse
Afstudeercoach:	Johan Woudstra Harrie Olsthoorn
Gecommitteerde:	dhr. M. Damen

Voorwoord

Dit verslag is een onderdeel van mijn afstudeerstage van de opleiding Elektrotechniek aan de Haagse Hogeschool in Delft.

Het verslag is geschreven om de lezer een gedetailleerd beeld te geven over de proefstand Y9 bij Brush HMA B.V. Het verslag is op een manier geschreven, zodat de lezer, zonder enige voorkennis of ervaring, begrijpt welke processen er hebben plaatsgevonden bij de keuzes van de verhuizing.

Allereerst wil ik de heren Hans van Hengel en Bart Geleijnse bedanken voor de goede en uitgebreide begeleiding tijdens mijn stage. Door Hans van Hengel heb ik veel geleerd over de gang van zaken binnen Brush en Bart Geleijnse heeft mij erg goed geholpen met mijn afronding van mijn stage. Tevens wil ik Herman Bosman, Mels Ouwens en Peter Maris bedanken voor de hulp die ze aanboden omtrent mijn verrichte werk. Ten slotte wil ik Johan Woudstra en Harrie Olsthoorn bedanken voor de begeleiding vanuit mijn opleiding.

Ridderkerk, 30-05-2013

N. Chegodayev

Samenvatting

Brush HMA B.V. is een grote speler betreffende onderhoud en reparatie van elektrische machines. Momenteel is Brush bezig om het productieproces te optimaliseren door activiteiten nog beter op elkaar aan te laten sluiten. Brush heeft besloten om gebouw Y9 in de nabije toekomst te gebruiken voor opslag. Hierbij dient de proefstand van gebouw Y9 te verhuizen naar gebouw Y8. Door gebrek aan ruimte op de begane grond van Y8 dient er wel nuttig en functioneel gebruik te worden gemaakt van de, voor de proefstand, beschikbare ruimte. De ruimte is echter te klein om de proefstand in zijn geheel op de begane grond te plaatsen. Hierdoor is er een tweede ruimte beschikbaar gesteld in de kelder van gebouw van Y8. De proefstand dient dus opgedeeld te worden in twee of meerdere delen. Er dient een verhuisvoorstel te worden gemaakt, zodat de verhuizing gerealiseerd kan worden.

De werking van de proefstand dient allereerst uitgezocht en gedocumenteerd te worden. Daarnaast dienen alle klemmenstroken te worden nagelopen en dienen hier de kabels van te worden uitgezocht. De type kabels worden tevens bepaald en in een kabellijst verwerkt. Voortst kan er gedacht worden aan de nieuwe indeling van de proefstand in gebouw Y8. Deze dient zo nuttig en functioneel mogelijk ingedeeld te worden in de daarvoor beschikbare ruimte. Hiervoor dienen alle kasten en machines te worden opgemeten en dienen er mogelijk enkele veranderingen plaats te vinden aan de proefstand. De nieuwe indeling dient verwerkt te worden in plattegronden en 3D-tekeningen. Tot slot worden aan de hand van de kabellijsten en plattegronden de kabelschema's gemaakt.

De indeling dient te voldoen aan de opgestelde eisen omtrent de veiligheid en arbowet. De type kabels worden bepaald volgens de NEN 1010 normen. Dit zal met behulp van het programma Kabel++ gebeuren, waarna het gecontroleerd wordt door de heer H.Bosman. Een voorstel van de indeling zal worden gemaakt met behulp van het programma Google Sketchup. De kabellijsten worden bijgehouden in een Excel sheet en worden vervolgens omgezet naar schema's met behulp van het programma Office Visio.

Deze documenten worden aan een installateur voorgedragen die de bekabeling van de proefstand vervolgens zal realiseren. De installateur heeft door deze informatie een beter beeld van de kabelverbindingen van de proefstand en heeft gelijk een overzicht van alle invoermogelijkheden van de kasten. Hierdoor kan de installateur sneller de kabellengtes bepalen. Daarnaast kan de installateur een redelijke schatting maken van de kabelgoten of -banen die gelegd moeten worden. De directie heeft een goed beeld van de nieuwe indeling en kan de verhuizing hiermee makkelijker leiden.

Uit de opdracht volgt dat de documentatie ter allertijde dient te worden bijgehouden, zodat er in de toekomst geen onduidelijkheden ontstaan van de werking van de proefstand. Het in bezit zijn van de correcte documenten kan soms cruciaal zijn voor het te verrichten werk. Nu de documentatie is geactualiseerd en het voorstel is ingediend kan de realisatie van de verhuizing plaatsvinden. Al met al is er te concluderen dat er aan de opdracht, inclusief gestelde eisen, is voldaan.

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	5
INLEIDING	7
1. OPDRACHTOMSCHRIJVING.....	8
2. CONTACTGEGEVENS.....	9
3. PROCEDURE REVISIE MACHINES.....	10
3.1 REVISIE VAN MACHINES.....	10
3.2 BEPROEVEN VAN MACHINES.....	10
3.2.1 Meetapparatuur.....	11
3.2.2 Vollast of nullast test.....	12
3.2.3 Machines aandrijven.....	12
4. SPECIFICATIES EN INDELING VAN PROEFSTAND Y9	13
4.1 MACHINEKAMER	13
4.1.1 Omvormerset.....	14
4.1.2 Draaistroomset.....	16
4.2 SCHAKELRUIMTE.....	17
4.2.1 HSTR	17
4.2.2 HVD1	18
4.2.3 RT2	19
4.2.4 RT1	20
4.2.5 TR1	20
4.2.6 DC1.....	21
4.3 BEDIENINGSRUIMTE	22
4.3.1 Lessenaar 1.....	23
4.3.2 Lessenaar 2.....	25
4.4 BEPROEVINGSRUIMTE.....	27
5. OVERZICHT AANSLUITINGEN	28
5.1 ONE LINE SCHEMA Y9	28
5.2 SOORTEN AANSLUITINGEN	29
5.2.1 HSTR-AC.....	29
5.2.2 HSTR-DC	32
5.2.3 SYNC. AC.....	32
5.2.4 GEN. G1/G2 - DC.....	34
5.2.5 GEN. G3 - DC.....	35
5.2.6 SYNC. / RT1 - AC	35
5.2.7 RT1 - DC.....	36
6. HERINRICHTING PROEFSTAND.....	37
6.1 BESCHIKBARE RUIMTE GEBOUW Y8	37
6.1.1 Eisen begane grond.....	37
6.1.2 Eisen kelder	38
6.2 MOGELIJKE UITBREIDINGEN EN VERBETERINGEN.....	39
6.2.1 Uitbreiding van aansluitingen	39
6.2.2 Keuze aansluitingen beperken.....	41
6.2.4 Voldoende werkruimte.....	43
6.2.5 Overzicht behouden bij het proefdraaien.....	44
6.3 DEFINITIEVE INDELING PROEFSTAND Y8.....	44
6.3.1 Indeling begane grond	44
6.3.2 Indeling kelder.....	46

7. BEKABELING PROEFSTAND	48
7.1 KLEMMENSTROKEN	48
7.2 KABELLIJSTEN	48
7.3 KABELKEUZE	49
7.4 KABELSCHEMA'S	50
7.4.1 <i>Begane grond</i>	50
7.4.2 <i>Kelder</i>	53
7.4.3 <i>Kruipruimte</i>	54
8. VERHUISPLAN.....	55
9. CONCLUSIE	57
10. AANBEVELINGEN	58
11. LITERATUURLIJST.....	59
BIJLAGE A – PLANNING AFSTUDEEROPDRACHT	60
BIJLAGE B - IEC ROUTINE TEST	62
BIJLAGE C - IEC TYPE TEST	64
BIJLAGE D - ONE LINE SCHEMA Y9	66
BIJLAGE E - ONTWERPVOORSTEL BLINDPANEEL	69
BIJLAGE F - ONE LINE SCHEMA Y8	71
BIJLAGE G - INDELING PROEFSTAND Y8 – BEGANE GROND.....	73
BIJLAGE H - INDELING PROEFSTAND Y8 – KELDER.....	76
BIJLAGE I - KABELLIJSTEN PROEFSTAND Y8	79
BIJLAGE J - KABELSCHEMA PROEFSTAND Y8 – BEGANE GROND	87
BIJLAGE K - KABELSCHEMA PROEFSTAND Y8 – KELDER.....	89
BIJLAGE L - KABELSCHEMA PROEFSTAND Y8 – KRUIPRUIMTE.....	91
BIJLAGE M - VERHUISPLAN	94
BIJLAGE N - DVD	97

Inleiding

Brush HMA B.V., dochter van het beursgenoteerde Britse Melrose plc, is een in Ridderkerk gevestigde producent en leverancier van hoogwaardige producten voor de energieopwekking. Zij ontwikkelt, bouwt en beproeft 4-polige generatoren tot uitgangsvermogens van 60 MW, welke gekoppeld worden aan gas- en stoomturbines. Daarnaast is Brush HMA B.V. een grote speler betreffende onderhoud en reparatie van elektrische machines. Momenteel is Brush bezig om het productieproces te optimaliseren door activiteiten nog beter op elkaar aan te laten sluiten. Hierdoor heeft Brush besloten om gebouw Y9 in de nabije toekomst te gebruiken voor opslag. Hierbij dienen veel machines, apparaten, maar ook de proefstand van gebouw Y9 te verhuizen.

Momenteel komen er regelmatig vragen vanuit de verkoopafdeling welke machines er wel of niet beproefd kunnen worden in Y9. Dit varieerde in het verleden nog al eens, omdat er wel eens “creatief” geschakeld werd. De huidige schema's van de proefstand in gebouw Y9 lopen ver achter op de werkelijkheid en de functionaliteit is tevens onduidelijk.

De verhuizing is een ideaal moment om de proefstand op orde te brengen en opnieuw in te richten. De huidige functionaliteit van de proefstand Y9 dient uitgezocht en zodanig beschreven te worden dat het binnen de organisatie duidelijk is welke machines beproefd kunnen worden. Tevens moeten enkele schema's geüpdate of gemaakt worden, omdat deze ontbreken of achterlopen op de werkelijkheid. Hier komen ook de benodigde kabelaansluitingen bij kijken. De proefstand dient tevens uitgebreid te worden om een speciaal type motor te kunnen beproeven. Behalve de normale veiligheidsafzetting en zwaailampen, gaat het ook om de veiligheid op het gebied van de elektrische schakelingen. Zijn deze gegevens eenmaal verwerkt dan dient de proefstand heringericht te worden in gebouw Y8. Bij de herinrichting dient er nuttig gebruik gemaakt te worden van de daarvoor beschikbare ruimte in Y8. De herinrichting dient praktisch, functioneel en veilig te zijn. Alle aanpassingen in het ontwerp van de proefstand dienen tevens te worden meegenomen in de documentatie. Hiermee moet de functionaliteit van de proefstand voor Brush overzichtelijker worden.

De scriptie is verdeeld in verschillende hoofdstukken. Allereerst wordt in deze scriptie de opdracht duidelijker geformuleerd. Vervolgens komen de contactgegevens van de betrokkenen partijen omtrent deze stage aan bod. In hoofdstuk 3 zal de procedure omtrent het reviseren van machines bij Brush aan bod komen. Vervolgens wordt er in hoofdstuk 4 ingegaan op de proefstand. Hierbij wordt de inrichting van de proefstand globaal omschreven. In het volgende hoofdstuk wordt dieper op de proefstand ingegaan en worden ook hierbij de beschikbare aansluitingen besproken van de proefstand. Vervolgens komt in hoofdstuk 6 de inrichting van de proefstand aan bod, gevolgd door de hiervoor gebruikte kabels in hoofdstuk 7. In hoofdstuk 8 komt het verhuisplan aan bod, gevolgd door in hoofdstuk 9 de conclusie en aanbevelingen. Tot slot volgen respectievelijk de literatuurlijst en de bijlage.

De doelgroep van deze scriptie is allereerst de opdrachtgever vanuit Brush HMA B.V. De opdrachtgever zal de scriptie als naslag werk gebruiken. De nadruk is dan ook gelegd op het zo volledig mogelijk documenteren van de proefstand. Ten tweede is dit rapport bedoeld voor diegene die belast zijn met de beoordeling vanuit de opleiding Elektrotechniek. Ten slotte is het rapport geschreven voor iedereen die geïnteresseerd is in de proefstand of het rapport gebruikt als naslagwerk voor zijn/haar te verrichten werk omtrent de proefstand.

1. Opdrachtomschrijving

De opdracht bestaat uit verschillende fasen, teweten, oriënteren, verificatie en validatie, ontwerp en realisatie. De opdrachtnemer doorloopt deze fasen volgens een planning, zie “bijlage A – Planning Afstudeeropdracht”. Hieronder worden deze fasen nader toegelicht.

De eerste fase betreft oriëntatie. Hierbij dient allereerst uitgezocht te worden welke informatie er beschikbaar is over de proefstand. Met de hoeveelheid beschikbare informatie wordt de omvang van de opdracht duidelijker. De beschikbare informatie is echter zeer beperkt. Er zijn slechts enkele kladbladen van de klemmenstroken beschikbaar van de proefstand. Daarnaast zijn er nog enkele werkingsschema's beschikbaar die niet of nauwelijks bijgehouden zijn beschikbaar. De volgende stap is het maken van een plan van aanpak met een strikte planning, zodat het te verrichte werk inzichtelijk wordt gedurende de stageperiode.

Verder betreft de tweede fase verificatie en validatie. Hierbij dient de beschikbare informatie over de proefstand te worden geanalyseerd. De beschikbare informatie is zeer beperkt dus is het van belang om uit te zoeken of deze informatie correct en bruikbaar is.

Voorts betreft de derde fase het ontwerpen. Hierbij worden documenten gemaakt die nodig zijn voor de realisatie van verhuizing van de proefstand. Deze documenten worden verwerkt en dienen als voorstel voor de verhuizing. De documenten die gemaakt dienen te worden zijn als volgt:

- One Line schema proefstand Y9
- Beproeivingsgegevens proefstand Y9
- Plattegronden van herinrichting
- One Line schema proefstand Y8
- Kabellijsten
- Kabelschema's
- Verhuisplan

Hierbij kunnen de volgende vragen aan de orde komen:

- Wat moet er verhuisd worden?
- Welke ruimte is er beschikbaar?
- Waar moet aan gedacht worden?
- Hoe dient de ruimte te worden ingericht?
- Wat is het nut van de One Line schema's?
- Welke kabels dienen er aangesloten te worden?
- Waarvoor dienen de kabellijsten en –schema's?

Ten slotte dienen de gemaakte documenten te worden geleverd aan de installateur. De installateur zal met behulp van de plattegronden, kabellijsten en kabelschema's een goede indruk moeten krijgen van het werk dat dient dat gedaan dient te worden. De installateur zal deze kabellijsten controleren en zal tevens de kabellengtes en ligging van de kabelgoten bepalen. Hieruit volgt een offerte voor het aanleggen van de benodigde kabels, kabelgoten en overig werk.

2. Contactgegevens

In dit hoofdstuk worden de opdracht betrokken partijen van deze opdracht beschreven.

1^e Contactpersoon opdrachtgever: Hans van Hengel
Opdrachtgevende instantie: Brush HMA B.V.
Locatieadres: Ringdijk 390b
Postcode: 2983 GS
Plaats: Ridderkerk
Telefoon: 06-51150280
E-mail: Hans.vanHengel@brush.eu

2^e Contactpersoon opdrachtgever: Bart Geleijnse
Locatieadres: Ringdijk 390b
Postcode: 2983 GS
Plaats: Ridderkerk
Telefoon: 06-53712667
E-mail: Bart.geleijnse@brush.eu

1e Contactpersoon hogeschool: Johan Woudstra
Locatieadres: Rotterdamseweg 137
Postcode: 2628 AL
Plaats: Delft
Kamer: Kamer 1.047
Telefoon: 015-2606318
E-mail: j.b.woudstra@hhs.nl

2e Contactpersoon hogeschool: Harrie Olsthoorn
Locatieadres: Rotterdamseweg 137
Postcode: 2628 AL
Plaats: Delft
Kamer: Kamer 1.047
Telefoon: 015-2606314
E-mail: h.j.m.olsthoorn@hhs.nl

Afstudeerder: Nick Chegodayev
Studentnummer: 08024359
Adres: Westpier 7
Postcode: 3331 MK
Plaats: Zwijndrecht
Telefoon: 06-11525709
E-mail: 08024359@student.hhs.nl

3. Procedure revisie machines

Brush ontvangt verschillende typen machines voor reparatie en inspectie. Het komt vaak voor dat alleen de lagers vervangen moeten worden, maar er kunnen ook andere voor de klant onbekende mankementen zijn. Deze machines dienen door de afdeling revisie daarom ook eerst te worden onderzocht. De reparatiehal Y9 reviseert echter alleen elektromotoren en generatoren. Bij het type Ex (Explosie veilige) machine is het verplicht om deze allereerst te testen, voordat deze uit elkaar wordt gehaald. Mocht de klant het nodig vinden dan kunnen overige typen machines, in overleg, ook eerst worden getest. Een uitleg van de procedure van de revisie van machines, zoals uitgevoerd door Brush, volgt hieronder.

3.1 Revisie van machines

De bedrijfsstrategie bij Brush is het werken volgens de zogenaamde Lean methode. De Lean methode bestaat uit een kringloop van stations die de machines bij binnenkomst moeten doorlopen. Hier wordt verder niet van afgeweken.

De machines worden eerst in station één gedemonteerd. Hier wordt gekeken of er eventuele schade is aan de machine en wordt dit vervolgens teruggekoppeld aan de klant. De klant krijgt dan een inschatting van de revisie en kosten. Geeft de klant de opdracht om de machine te reviseren dan gaat de machine naar het volgende station waar deze wordt schoongemaakt met een hogedruk spuit. Na het schoonmaken dient de machine goed gedroogd te worden. Dit gebeurt door middel van een oven of vacuümoven in station drie. Na het drogen volgt de inspectie. Hier wordt gecontroleerd of de machine nog aan bouwtekeningen en opgestelde eisen voldoet. Zo niet dan wordt ook dit teruggekoppeld aan de klant. In overeenstemming met de klant worden de defecte onderdelen gerepareerd of zo nodig vervangen. Bij vervanging dienen de onderdelen vaak te worden besteld, dit duurt meestal een paar dagen tot een week. In de tussentijd probeert de afdeling al het overige werk af te maken, zodat de machine gelijk in elkaar gezet kan worden bij ontvangst van de bestelde onderdelen. De rotor van de machine wordt bijvoorbeeld nog gebalanceerd en krijgt daarna een isolerende laklaag. Tenslotte wordt de machine getest en gekeurd in een proefstand, waaruit tevens een keuringsrapport volgt. Het testen en keuren wordt vaak met het bijzijn van de klant gedaan. Het gehele proces van binnenkomst tot keuren duurt gemiddeld anderhalve week. Afhankelijk van de bezetting wordt er in totaal ongeveer 1 tot 2 machines per week gereviseerd.

3.2 Beproeven van machines

Het beproeven van de machines geschiedt in een proefstand. Brush heeft drie verschillende proefstanden waar machines beproefd kunnen worden. In gebouw Y7 worden de middelgrote en zware machines beproefd. In gebouw Y9 worden vaak alleen de kleine machines beproefd, omdat de capaciteit te klein is voor de grote machines. Onder druk van de directie wordt er door de proefdraaiers alsnog gezocht naar creatieve oplossingen om deze grote machines te kunnen beproeven in de proefstand van Y9. Zo komt het wel eens voor dat machines creatief op toeren worden gebracht met een hijskraan.

De machines worden aan de hand van de, door de IEC, opgestelde norm voor routine test beproefd voordat ze terug naar de klant gaan. Deze norm beschrijft 15 proeven waaraan de gereviseerde machines moeten voldoen alvorens deze weer in gebruik genomen mogen worden, zie “bijlage B - IEC Routine test” voor een totaal overzicht. Gaat het om een machine

dat nieuw op de markt wordt gebracht (nieuwbouw) dan dient deze echter aan 21 proeven te voldoen, zie “bijlage C - IEC Type test” voor een totaal overzicht. Enkele van deze metingen, zijn:

- Weerstand meting (koud)
- Isolatie weerstand
- Kortsluit karakteristieken
- Nullast karakteristieken
- Trillingsmeting
- Hoogspanningstest

3.2.1 Meetapparatuur

Voor het testen van de machines is specifieke meetapparatuur nodig. In proefstand Y9 beschikt men over verschillende meetapparaten. Zo zijn er digitale multimeters en een oscilloscoop aanwezig. Men beschikt ook over apparatuur om trillingsmetingen te kunnen uitvoeren op de machines. Tevens is er een toerentalmeter en een infraroodcamera aanwezig.

De overige karakteristieken kunnen met de lessenaars worden bepaalt. Hiervoor worden verschillende stroom en spanningsmeters gebruikt. Deze indicatoren zijn echter niet nauwkeurig en dienen dus alleen ter indicatie. Om toch de precieze waarden af te lezen van de machines wordt hiervoor een speciaal meetapparaat, genaamd “Yokogawa”, gebruikt. De Yokogawa is een digitale 3-fasen vermogensmeter, waarmee het mogelijk is om de spanning, stroom, vermogen en frequentie te meten van de te beproeven machine. De fasen van de machines kunnen hiermee ook afzonderlijk worden gemeten.



Figuur 1: Digitale 3-fasen vermogensmeter - Yokogawa

3.2.2 Vollast of nullast test

De machines worden vaak in nullast getest. Hierbij wordt de eerder vermelde procedure gevolgd van testen. Alleen kleine machines kunnen (niet altijd) op vollast worden beproefd in de proefstand Y9. De capaciteit van de proefstand is echter te klein om de echte zware machines op vollast te beproeven. Tevens dient er een identieke machine aanwezig te zijn om als ballast te werken. Deze wordt soms door de klant meegeleverd.

De twee machines worden dan met een zogeheten “back to back¹” schakeling aangesloten. Hierbij worden de machines mechanisch aan elkaar gekoppeld en wordt het veld zo geregeld dat één machine als motor werkt en de ander als generator. Het door de generator opgewekte vermogen zal door de motor weer worden opgenomen en hierdoor zal de generator weer worden aangedreven. Alleen het verliesvermogen van deze machines zal uit het net worden onttrokken. Het verliesvermogen is vele male kleiner dan het vollast vermogen. Hierdoor kunnen twee identieke machines van elke grote, door middel van deze opstelling, worden getest onder vollast in de proefstand.

3.2.3 Machines aandrijven

Het opgang brengen van de machines wordt in de proefstand vaak door middel van een aandrijving gedaan. Deze aandrijfmotor brengt de machine dan op toeren voordat de machine van stroom wordt voorzien. Hierdoor zal de stroom die opgenomen wordt lager zijn dan wanneer deze vanuit stilstand wordt opgestart. De stroom die uit het net wordt onttrokken is afhankelijk van het aantal toeren.

De onttrokken stroom uit het net is bij nominale toeren bij een tweepoligemachine vele malen kleiner dan bij een laag toerental in nullast. Het nullastbeproeven van zware machines wordt door het aandrijven dus mogelijk. Dit gebeurt regelmatig in proefstand Y9. Hieronder zijn de, in praktijk ondervonden, opgenomen nullaststromen van de machines bij de bijhorende toeren weergegeven:

3000 rpm	20% Inom
1500 rpm	25% Inom
1000 rpm	40% Inom
750 rpm	55% Inom
500 rpm	62% Inom

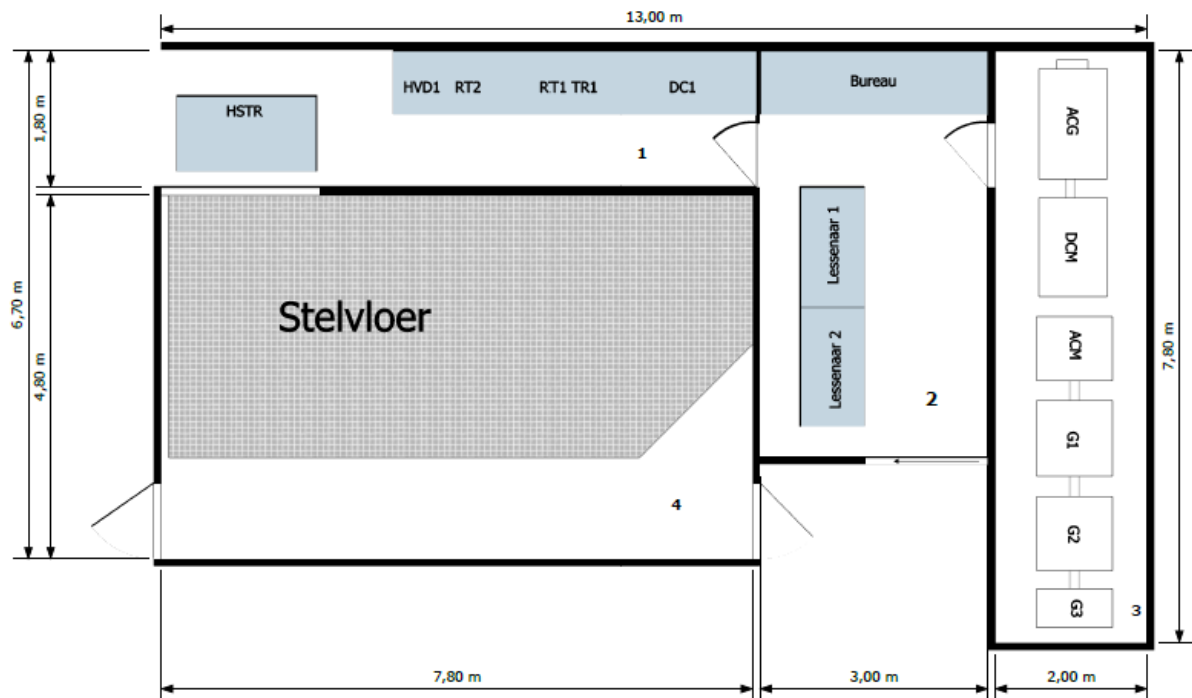
Tabel 1: Opgenomen nullaststromen van machines bij nullasttoerental

¹ Back to back schakeling, ook wel Hopkinson schakeling genoemd.

4. Specificaties en indeling van proefstand Y9

De proefstand is door de jaren heen meerdere malen aangepast, maar deze wijzigingen zijn niet of nauwelijks bijgehouden. De aanpassingen die wel gedaan zijn op de werkingsschema's, komen echter niet overeen met de huidige werkelijkheid. De schema's die voor de afdeling beschikbaar zijn, zijn gedateerd. Het is daarom ook onduidelijk hoe de proefstand daadwerkelijk in elkaar zit, welke apparaten er aanwezig zijn en tot welke vermogen er aan machines beproefd kan worden in de proefstand. In dit hoofdstuk wordt de indeling van de beschikbare hardware van de proefstand inzichtelijk gemaakt.

De proefstand van gebouw Y9 bestaat uit 4 ruimtes. De proefstand heeft een schakelruimte, een Bedieningsruimte, een afgesloten machinekamer en een beproevingsruimte met stelvloer. In het figuur hieronder is een plattegrond weergegeven van de proefstand in gebouw Y9. Deze tekening is tot stand gekomen door het simpelweg op te meten van alle kasten en machines in de proefstand. Deze maten zijn vervolgens verwerkt in het programma Google Sketchup.



Figuur 2: Plattegrond van proefstand Y9

De schakelruimte wordt in het figuur hierboven weergegeven met een "1". De Bedieningsruimte wordt weergegeven met een "2", machinekamer met een "3" en de beproevingsruimte met een "4".

4.1 Machinekamer

In deze ruimte staan generatoren en motoren die gebruikt worden voor het beproeven van de machines in de proefstand. Het gaat hierbij om de omvormerset en de draaistroomset. Dit zijn in totaal 6 machines. De indeling is terug te vinden in de plattegrond en in het One Line schema verder op in het verslag.

De machinekamer is een redelijk kleine ruimte met een oppervlakte van 15,6 m². De ruimte heeft dikke muren ter preventie van geluidsoverlast en draagt tegelijkertijd ook bij aan de veiligheid. Er zijn tevens drie ventilatoren aanwezig die aangezet kunnen worden mocht het in ruimte warm worden. Momenteel wordt deze ruimte ook gebruikt als opslagplaats. De machines hebben elk een eigen code gekregen en worden hieronder verder beschreven.



Figuur 3: Machinekamer van proefstand Y9

4.1.1 Omvormerset

De omvormerset bestaat uit een asynchrone motor van 132 kW en drie gelijkstroomgeneratoren. De naamplaatgegevens van de asynchrone motor zijn:

Naam:	Asynchrone motor (ACM)
Code	3AFC315M-4
Vermogen	132 kW
Spanning	220 – 380V / Y-Δ
Stroom	251 A
Toerental	1486 rpm
Frequentie	50 Hz
Cos φ	0.86
Gewicht	1093 kg
Koppel T	848 Nm



Tabel 2: Naamplaatgegevens ACM

De asynchrone motor drijft de drie generatoren aan. Twee van de drie generatoren zijn identiek (G1 en G2) en hebben een vermogen van elk 60 kW. Deze generatoren kunnen, met behulp van het DC1 paneel, in serie- of in parallel bedrijf worden ingesteld. De naamplaatgegevens van deze gelijkstroomgeneratoren zijn:

Naam:	Gelijkstroom generator (G1 en G2)
Code	SG 30/22
Vermogen	60 - 82 kW
Spanning	300-400 V
Stroom	205A
Toerental	1500-2000 rpm
<u>Bekrachtiging</u>	
Spanning	170 V
Stroom	2.25 A
	eigen veld max 300 V



Tabel 3: Naamplaatgegevens G1 en G2

De derde generator is kleiner en heeft een vermogen van 10 kW. De kleine generator wordt momenteel weinig gebruikt en heeft ook geen vaste verbinding naar de beproevingsruimte. De generator dient elke keer dus aangesloten te worden bij gebruik. De naamplaatgegevens van de generator G3 zijn:

Naam:	Gelijkstroom generator (G3)
Vermogen	10 kW
Spanning	220 V
Stroom	45 A
Toerental	1500 rpm
Koppel	63 Nm



Tabel 4: Naamplaatgegevens G3

4.1.2 Draaistroomset

De draaistroomset bestaat uit een gelijkstroommotor van 275 kW. Deze gelijkstroommotor drijft een synchrone generator van 335 kVA aan. Deze motor kan zowel op 1500 toeren als op 1800 toeren gebruikt worden. In de proefstand wordt deze motor echter alleen gebruikt voor 1500 toeren (50 Hz). De gelijkstroommotor heeft de volgende naamplaatgegevens:

Naam:	Gelijkstroommotor (DCM)
Code	NG 335 XL
Vermogen	275 kW
Spanning	450 – 500 VDC
Stroom	610 / 500 A
Toerental	1500-1800 rpm
Frequentie	50-60 Hz
Cos ϕ	0.8
Koppel T	1750 Nm
<u>Exciter</u>	
Veldspanning	150-200 VDC
Veldstroom	4.6-6.5



Tabel 5: Naamplaatgegevens DCM

De synchrone generator voedt de hoofdstroomtransformator (HSTR), waarmee machines tot 6 kV beproefd kunnen worden. Daarnaast kunnen machines in de beproevingsruimte rechtstreeks op deze synchrone generator aangesloten worden. Hiermee kunnen dan machines met een spanning van 380 V tot een vermogen van 335 kVA worden aangesloten. De naamplaatgegevens van de generator zijn:

Naam:	Synchrone generator (ACG)
Code	IEC 34-1 LLOYD'S
Vermogen	335 kVA , 268 kW
Spanning	380 V
Stroom	509 A
Toerental	1500 rpm
Frequentie	50 Hz
Cos ϕ	Cos ϕ = 0.8
Gewicht	1110 kg
Koppel T	45 Nm
<u>Bekrachtiging</u>	
Veldspanning	55 V
Veldstroom	2.5 A



Tabel 6: Naamplaatgegevens ACG

4.2 Schakelruimte

De schakelruimte is 7.80 meter lang en 1.80 meter breed en heeft een totale oppervlakte van circa 14m², zie figuur 3 voor een foto van de ruimte. De schakelruimte bevat de volgende kasten: HSTR, HVD1, RT2, RT1, TR1, DC1. De kasten bevatten allemaal verschillende componenten en hebben verschillende functies. Om toch een overzicht te geven van de schakelruimte, wordt de inhoud en functie van deze kasten hieronder nader omschreven.

De HSTR staat los van de andere kasten, zie plattegrond. De overige kasten staan tegen elkaar aan, omdat er bedrading tussen deze kasten nodig is. De diverse kabels lopen daarom ook onder de sokkels door. Op de voorkant van de kasten HVD1 en RT2 staat een schema getekend van de proefstand. Hierop zijn de afgaande velden en transformatoren weergegeven. Dit schema komt echter niet meer overeen met de werkelijkheid.



Figuur 3: Schakelruimte proefstand Y9

4.2.1 HSTR

Hierin bevindt zich een transformator (HSTR). Deze transformator heeft een vermogen van 215 kVA en heeft twee secundaire wikkelingen van 150 kVA. De eerste secundaire wikkeling heeft een wikkerverhouding van 1:2. Op deze wikkeling zit een gelijkrichter van 60 A aangesloten voor het beproeven gelijkstroommachines. De tweede wikkeling van de secundaire zijde van de transformator is regelbaar. De spanning is met behulp van Lessenaar 2 vast in te stellen op 0/1,5/3/6 kV.

De naamplaatgegevens van de transformator zijn:

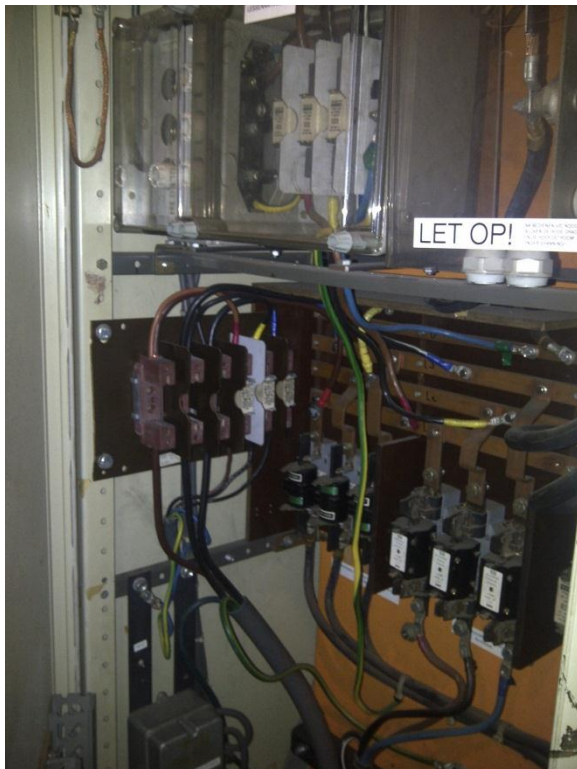
Naam:	Transformator HSTR
Code	ISMET
<u>Primair</u>	
Spanning	380 V
Vermogen	215 kVA
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	1,5-6 kV
Stroom	58-14,5 A
Spanning	380/380 V
Stroom	50/50 A



Tabel 7: Naamplaatgegevens HSTR

4.2.2 HVD1

In deze kast bevindt zich de hoofdverdeling (HVD1). Deze hoofdverdeling wordt gevoed vanuit het net. De hoofdverdeling kan met een schakelaar worden ingezet of afgeschakeld. Deze bevindt zich aan de zijkant van de kast. Vanuit de hoofdverdeling worden alle andere apparaten, machines en andere verdelingen gevoed. Daarnaast bevinden zich hier ook de zekeringen van de afgaande velden, zie figuur hieronder.



Figuur 4: Binnenzijde kast HVD1

4.2.3 RT2

In deze kast is een regelbare transformator RT2 van 69 kVA aanwezig, met daarbij horende relais voor sturing en metingen. Bovenop de kast staat een gelijkrichter GR1 van 440 A met een aparte koeling. De gelijkrichter voedt de 275 kW gelijkstroombmachine (DCM). Daarnaast kan de gelijkrichter rechtstreeks worden gebruikt als DC aansluiting. Aan de zijkant van de kast bevindt zich een schakelaar waarmee deze keuze gemaakt kan worden. De naamplaatgegevens van de transformator RT2 zijn:

Naam:	Transformator RT2
Code	DSU - ISMET
<u>Primair</u>	
Spanning	3x380 V
Vermogen	69 kVA
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	3x 0-400 V
Stroom	100 A



Tabel 8: Naamplaatgegevens RT2

De naamplaatgegevens van de gelijkrichter GR1 zijn:

Naam:	Gelijkrichter GR1
Code	
<u>Primair</u>	
Spanning	0-380 V
Stroom	440 A
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	0-540 Vdc
Stroom	536 A



Tabel 9: Naamplaatgegevens GR1

4.2.4 RT1

Deze kast (RT1) bevat een regelbare transformator van 69 kVA, dit is een zelfde transformator als in RT2. Daarnaast zijn er enkele relais voor sturing en metingen aanwezig.

Naam:	Transformator RT1
Code	DSU - ISMET
<u>Primair</u>	
Spanning	3x380V
Vermogen	69 kVA
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	3x 0-400 V
Stroom	100 A



Tabel 10: Naamplaatgegevens RT1

4.2.5 TR1

In deze kast is een scheidingstransformator (TR1) van 66 kVA aanwezig. De scheidingstrafo kan secundair worden ingesteld op 220 V of 380 V. Boven de scheidingstrafo bevinden zich twee relais voor de keuze van de richting van het draaiveld.

Naam:	Scheidingstrafo TR1
Code	TR1
<u>Primair</u>	
Spanning	3x380V
Vermogen	66 kVA
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	220 V / 380 V
Stroom	157 A / 100 A



Tabel 11: Naamplaatgegevens TR1

4.2.6 DC1

Deze kast (DC1) bestaat uit drie delen en dient voornamelijk voor de regeling van de machines in de machinekamer. Het eerste gedeelte dient als toegang voor zowel TR1 als de overige delen van DC1. Ook hang hier een paneel met meerdere relais. Deze relais kunnen gebruikt worden om machines tot 18 kW te kunnen beproeven. De aansluitingen bevinden zich aan de voorkant van de kast. Dit zijn twee aansluitingen tot 18 kW en twee tot 5 kW. Het in- en uitschakelen van de aansluitingen (en daarbij horende relais) kan met behulp van Lessenaar 1.



Figuur 5: Buitenkant kast DC1



Figuur 6: HOLEC GMMS 416-11-BBB

Het tweede gedeelte van DC1 bevat een gelijkspannings-overstroombeveiliging van het type: HOLEC GMMS 416-11-BBB. Deze is instelbaar van 400 tot 2000 A en heeft een afschakeltijd van 15 ms per 1000 A. Daarnaast zijn er enkele spanningsmeters en stroommeters aanwezig voor de DC motor (DCM). Deze bevinden zich aan de voorkant van de kast.



Figuur 7: Besturing omvormersets



Figuur 8: Relais S1 t/m S4

Het laatste gedeelte heeft aan de voorkant enkele hendels, waarmee het mogelijk is om de voedingsbron van de DC motor (DCM) te selecteren. Hierbij worden de relais aangesproken die zich in de kast bevinden, zie figuur 7 en 8 hierboven. Met de hendels heeft de gebruiker de keus om de DC motor (DCM) te voeden uit de AC/DC omvormer (ACM + G1 + G2) of uit de gelijkrichter GR1. Tevens is er een andere hendel aanwezig om de generatoren (G1 en G2) in serie of in parallel te zetten.

4.3 Bedieningsruimte

De bedieningsruimte is voorzien van twee lessenaars, twee voorraadkasten en twee bureaus om aan te werken. Met de lessenaars kunnen de diverse machines in de machinekamer en werkvloer worden gemeten en bedient. Dit geldt ook voor de kasten in de schakelruimte.



Figuur 9: Bedieningsruimte



Figuur 10: HVD2

Boven de twee bureaus bevindt zich een verdeling HVD2, zie figuur 10. Deze verdeling wordt gevoed uit HVD1. Hierin zijn tevens de zekeringen opgenomen voor de lessenaars, verlichting en andere bediening- en meetapparatuur. Zo is er tevens een noodstop aanwezig, deze ontkoppeld HVD2 van HVD1. Hierdoor wordt de voeding van de lessenaars onderbroken, waardoor de voedingen, velden en bijhorende relais van de machines worden onderbroken. De functie van de lessenaars worden hieronder nader besproken.

4.3.1 Lessenaar 1

Deze lessenaar is bedoeld voor het bedienen en meten van de omvormerset en transformator RT1 en regeltrafo TR1. De lessenaar heeft twee panelen namelijk een bovenpaneel met meetindicatoren en drukknoppen en een onderpaneel met diverse variac's en schakelaars, zie figuur hieronder.



Figuur 11: Lessenaar 1

4.3.1.1 Bovenpaneel

Het bovenpaneel van de lessenaar is in secties opgedeeld, deze zijn weergegeven met een label bovenin. Deze secties bevatten verschillende spannings- en stroomindicatoren en drukknoppen. Hieronder volgt een beknopte overzicht van deze secties (*van links naar rechts*) met bijhorende indicatoren en drukknoppen:

1. Netvoeding
 - a. Indicatiemeter (Ampere)
 - b. Noodstop (in/uit)
2. Generatoren 120 kW G1/G2
 - a. Drukknoppen generator G1 en G2 (in/uit)
 - b. Indicatiemeter generator (Volt/Ampere)
 - c. Indicatielamp stand generatoren (serie/parallel)
3. Generator 10 kW G3
 - a. Indicatiemeter generator G3 (Volt/Ampere)
 - b. Drukknoppen generator G3 (in/uit)
 - c. Indicatiemeter compoundveld G3 (Volt/Ampere)
 - d. Drukknoppen compoundveld G3 (in/uit)
4. Veld - groen
 - a. Meting vreemdveld groen (Volt /Ampere)

5. Veld - blauw
 - a. Meting vreemdveld blauw (Volt /Ampere)
6. Transformator - TR1
 - a. Secundaire stand scheidingstrafo TR1 (220 V/380 V)
7. Gelijkrichter G3
 - a. Meting gelijkrichter G3 (Volt/Ampere)
8. Regeltrafo RT1
 - a. Regeltrafo RT1 (in/uit)
 - b. Regeltrafo RT1 (hoogstestand/laagstestand)
 - c. Indicatiemeter RT1 (Ampere)
 - d. Draaiveld (rst/rts/uit)
9. Veld - rood
 - a. Metin vreemdveld rood (Volt/Ampere)

4.3.1.2 Onderpaneel

Het onderpaneel bevat enkele variacs en schakelaars. De schakelaars dienen voor het in- en uitschakelen van de velden (groen en blauw). Het rode veld is ontkoppeld. Met de variacs kunnen deze velden worden geregeld. Hieronder volgt een beknopte overzicht van de bedieningschakelaars en variacs van het onderpaneel:

1. Veld – groen
 - a. Spanningsregeling veld groen (variac)
 - b. DC schakelaar (in/uit)
 - c. Keuzeschakelaar trafovoeding (net/geregeld)
 - d. Keuzeschakelaar spanningsniveau (0/55/110/250 V)
2. Veld – blauw
 - a. Spanningsregeling veld blauw (variac)
 - b. Keuzeschakelaar spanningsniveau (170/340 V)
 - c. Keuzeschakelaar trafovoeding (net/geregeld)
 - d. Keuzeschakelaar veld (AC/DC)
 - e. Keuzeschakelaar DC (in/uit)
3. Aansluiting SYNC. / RT1 – AC
 - a. Keuzeschakelaar (S1) 18 kW – (in/uit)
 - b. Keuzeschakelaar (S2) 18 kW – (in/uit)
 - c. Keuzeschakelaar (S3) 5 kW – (in/uit)
 - d. Keuzeschakelaar (S4) 5 kW – (in/uit)

Er zijn tevens enkele variacs ontkoppeld:

4. Vreemdveld - DC generator 120 kW
 - a. Spanningsregeling DC generator (variac)
5. Veld – Rood
 - a. Spanningsregeling veld rood (variac)

4.3.2 Lessenaar 2

Deze lessenaar is bedoeld voor het bedienen en meten van de draaistroomset, transformatoren RT2 en HSTR. De lessenaar heeft twee panelen namelijk een bovenpaneel met meetindicatoren en drukknoppen en een onderpaneel met diverse variacs en schakelaars, zie figuur hieronder.



Figuur 11: Lessenaar 2

4.3.2.1 Bovenpaneel

Het bovenpaneel van de lessenaar is in secties opgedeeld, deze zijn weergegeven met een label bovenin. Deze secties bevatten verschillende spannings- en stroomindicatoren en drukknoppen. Hieronder volgt een beknopte overzicht van deze secties (*van links naar rechts*) met bijhorende indicatoren en drukknoppen:

1. Transformator HSTR
 - a. Meting gelijkrichter GR2 (Volt/Ampere)
 - b. Drukknoppen gelijkrichter GR2 (in/uit)
 - c. Drukknoppen trapstand HSTR (1,5/3/6 kV/uit)
2. Vreemd veld – rood
 - a. Indicatiemeter (Volt/Ampere)
3. Draaistroomset
 - a. Indicatiemeter (Volt/Ampere)
 - b. Keuzeschakelaar draaiveld generator ACG (rst/rts/uit)
 - c. Keuzeschakelaar generator ACG (in/uit)
 - d. Keuzeschakelaar automatischspanningsregeling (in/uit)

4. Aansluiting SYNC. AC
 - a. Keuzeschakelaar (in/uit)
5. Draaistroomset
 - a. Indicatiemeter generator ACG (frequentie)
 - b. Drukknoppen voeding motor DCM (omvormerset/gelijkrichter GR1)
 - c. Drukknoppen gelijkrichter GR1 (in/uit)
 - d. Drukknoppen stand transformator RT2 (hoger/lager)
 - e. Indicatielamp motorveld (aan/uit)
 - f. Drukknoppen motorveld (DCM/ACG)
 - g. Indicatiemeter regeltrafo RT2 (Ampere)
6. Vreemd veld – groen
 - a. Spanningsmeting 0-250 V
 - b. Stroommeting – 24 A
7. Vreemd veld – blauw
 - a. Spanningsmeting 0-340 V
8. PT-100
 - a. Indicatiemeting temperatuur machine

4.3.2.2 Onderpaneel

Het onderpaneel bevat enkele variacs en schakelaars. De schakelaars dienen voor het in- en uitschakelen van de velden (groen en blauw). Met de variacs kunnen deze velden worden geregeld. Hieronder volgt een beknopte overzicht van de bedieningschakelaars en variacs van het onderpaneel:

1. Vreemd veld – rood (ontkoppeld)
 - a. Spanningsregeling veld rood (variac)
2. Generator ACG
 - a. Spanningsregeling generator ACG (variac)
3. Vreemd veld – groen
 - a. Spanningsregeling veld groen (variac)
 - b. Keuzeschakelaar DC (in/uit)
 - c. Keuzeschakelaar trafovoeding (in/uit)
 - d. Keuzeschakelaar spanningsniveau (0/55/110/250 V)
4. Vreemd veld – blauw
 - a. Keuzeschakelaar spanningsniveau (170/340 V)
 - b. Keuzeschakelaar trafovoeding (net/geregeld)
 - c. Keuzeschakelaar voeding (AC/DC)
 - d. Keuzeschakelaar DC (in/uit)

4.4 Beproeversruimte

In de beproevingsruimte worden de diverse machines getest. De beproevingsruimte heeft een oppervlakte van circa 37 m². De beproevingsruimte heeft geluidsisolerende muren, wel zijn er enkele gaten gemaakt voor eventuele ventilatie. Daarnaast heeft de beproevingsruimte een verschuifbaar dak dat bestaat uit vier platen. De platen dragen extra bij aan de voorkoming van geluidsoverlast. De beproevingsruimte kan tevens worden afgesloten, zodat onbevoegd personeel deze ruimte niet kan betreden als de machines beproefd worden.



Figuur 13: Beproeversruimte



Figuur 14: Machine opstarten m.b.v. aandrijving

Er is een stelvloer aanwezig, waarop machines geplaatst kunnen worden. De stelvloer is zo ontworpen dat elk type machine vast gemaakt kan worden. Met behulp van speciale aansluitingen kunnen deze machines tevens op hoogte ingesteld worden. Deze hulpstukken kunnen op elke plaats in de speciale groeven van de stelvloer worden vastgezet.

De machines kunnen op twee manieren worden opgestart: rechtstreeks (zelfstartend) of met behulp van een aandrijving, zie figuur 14. Afhankelijk van het type machine, vermogen en toerental, wordt hier de keus uit gemaakt. Over het algemeen geldt dat de kleinere machines rechtstreeks aangesloten kunnen worden. Wil men zwaardere machines beproeven dan worden deze vaak aangedreven met een gelijkstroommachine, zie figuur hierboven. De machine wordt dan met een koppelsaangesloten op de as van de gelijkstroommotor. Hierbij wordt een scherm, ter bescherming, over de koppeling geplaatst. De naamplaatgegevens van de gebruikte gelijkstroommotor zijn:

Naam:	Gelijkstroommotor
Code	92-32-900 / NG 400 L
Vermogen	340 kW
Spanning	440 VDC
Stroom	879 A
Toerental	1300 rpm
Veldspanning	220 VDC
Veldstroom	9.85 A



Tabel 12: Naamplaatgegevens Gelijkstroommotor

5. Overzicht aansluitingen

Aangezien er verschillende soorten machines beproefd moeten worden is het essentieel om de geschikte aansluitingen hiervoor te hebben in de proefstand. De proefstand beschikt dan ook over meerdere aansluitingen, voor zowel AC als DC machines. Afhankelijk van het toerental kunnen machines tot 1.4 MVA in de proefstand worden beproefd, de zwaardere machines worden in gebouw Y7 beproefd. Omdat het voor de afdeling niet duidelijk is welke type machines (denk aan: vermogen, spanning, toeren) beproefd kunnen worden, zal er nader worden ingegaan op de werking van de proefstand. De werking van de proefstand zal allereerst inzichtelijk worden gemaakt, en daarna zal er toegelicht worden welke soorten machines per aansluiting beproefd kunnen worden.

5.1 One Line schema Y9

Door middel van het One Line schema wordt de indeling van de huidige de proefstand allereerst inzichtelijk gemaakt, zie “bijlage D - One Line schema Y9”. Dit schema geeft, in een oogopslag, de (elektrische) werking van de proefstand weer. Alle verbindingen en koppelingen, zowel kabelverbindingen en askoppelingen, worden met één lijn weergegeven in dit schema. De DC-motor (DCM) die de generator (ACG) aandrijft is dus verbonden met een lijn in het schema. Zo worden ook alle relais, die bestuurd kunnen worden, met het symbool van een schakelaar weergegeven.

Deze symbolen zijn dan ook voorzien van een codering, deze zijn momenteel niet terug te vinden in de proefstand. De symbolen die gebruikt zijn, zijn zo gekozen zodat de werking van de proefstand versimpeld weergegeven wordt. De besturingsknoppen voor de relais zijn bijvoorbeeld teruggebracht naar een symbool voor maar één schakelaar. De codering van de besturingsknoppen, zoals het in het schema weergegeven is in “bijlage D - One Line schema Y9”, worden nog gewijzigd en verwerkt in de nieuwe schema voor de herinrichting van de proefstand voor gebouw Y8. De nieuwe en definitieve codering is verderop in de scriptie terug te vinden in het One Line schema van gebouw Y8.

Het doel van dit schema is de proefstand inzichtelijker maken voor de proefdraaier (en overig personeel). Hiermee moet het zichtbaar zijn welke handelingen er verricht moeten worden om de desbetreffende aansluiting operatief te krijgen. De complexe werkelijkheid van de proefstand is dus enigszins teruggebracht naar een vereenvoudigde weergave.

Als er een machine beproefd dient te worden dan kan er gebruik gemaakt worden van het One Line Schema. Hierop zijn alle schakelaars te zien die bediend kunnen worden om het desbetreffende veld (aansluiting) in te kunnen zetten. De proefdraaier heeft daarnaast een overzicht van de daarbij horende machines en apparaten en de beveiligingen die aan kunnen spreken bij het gebruik van de aansluitingen. Een globaal overzicht van de aansluitingen in de proefstand wordt hiermee verkregen. De proefdraaier weet echter nog niet of de machine die beproefd moet worden ook geschikt is voor deze proefstand. Om deze reden wordt er in het volgende paragraaf bepaald welke machines er per aansluiting beproefd kunnen worden.

5.2 Soorten aansluitingen

De proefstand heeft momenteel zeven aansluitingen voor het beproeven van machines. Deze aansluitingen zijn geschikt voor wisselspanning of gelijkspanning. De aansluitingen zijn voorzien van een nieuwe codering:

1. HSTR-AC
2. HSTR-DC
3. SYNC. AC
4. SYNC. / RT1 – AC
5. RT1 – DC
6. GEN. G1/G2 – DC
7. GEN. G3 – DC

Per aansluiting kan bepaald worden welke type machines er beproefd kunnen worden. Per aansluiting zal hieronder het theoretische maximale naamplaatvermogen worden benaderd dat beproefd kan worden. Dit vermogen is, zoals al eerder vermeld is, afhankelijk van het type machine dat wordt beproefd. Tevens geeft dit ook geen garantie dat de type machine werkelijk beproefd kan worden. Het komt namelijk wel eens voor dat het vermogen dat berekend is in werkelijkheid niet het maximum is dat beproefd kan worden. Wederom is dit afhankelijk van het type machine. Het maximale vermogen dat per aansluiting hieronder wordt berekend is daarom ook alleen een indicatie. Daarnaast wordt deze waarde vergeleken met de eerder voorgekomen beproevingen. Blijkt er in praktijk toch een zwaardere machine te zijn beproefd dan worden deze indicatiegegevens hierop aangepast. Met behulp van tabel 1 uit hoofdstuk 3 kan dit naamplaatvermogen worden benaderd.

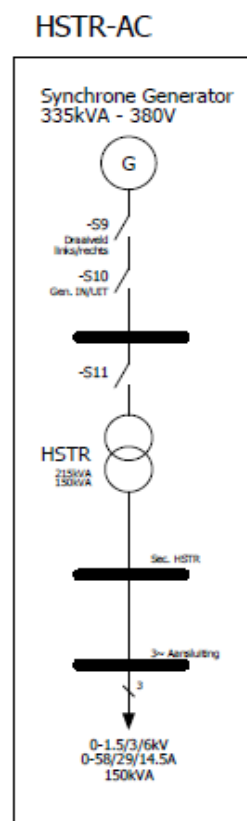
5.2.1 HSTR-AC

In het figuur hiernaast is de aansluiting HSTR-AC schematisch weergegeven. De transformator HSTR krijgt zijn energie uit de synchrone generator (ACG). Afhankelijk van het veld (instelbaar m.b.v. lessenaar 2) en het aantal omwentelingen per minuut (regeling m.b.v. DCM) kan het gewenste spanningsniveau en frequentie worden ingesteld op de aansluiting.

De transformator (DY5) heeft een maximaal vermogen van 215 kVA en heeft twee secundaire wikkelingen van 150 kVA. De transformator heeft drie trapstanden, waarmee de (secundaire) spanning ingesteld kan worden op 1.5 kV, 3 kV of 6 kV. Deze keuze kan gemaakt worden met een standenschakelaar op lessenaar 2. Er zijn drie losse kabels aangesloten op de secundaire kant van de transformator, zodat AC-machines kunnen worden beproefd. Het naamplaatvermogen dat maximaal beproefd kan worden is afhankelijk van het type machines.

Het maximale vermogen van de aansluiting bedraagt:

- $S = 150 \text{ kVA}$ [1]



Figuur 15: Schematische weergave aansluiting HSTR-AC

Met behulp van de onderstaande formule kan de bijbehorende fasestroom worden berekend van de transformator:

$$\bullet \quad I_{max} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot E_{sec}} \quad [2]$$

Wordt deze formule ingevuld dan volgt hieruit dat de transformator bij een secundaire spanning van 1.5 kV een stroom kan leveren van 58 A. Bij een spanning van 3 kV is dit een stroom van 29 A en bij 6 kV een stroom van 14.5A, zie tabel 13.

Vermogen Trafo	150 kVA
I _{max} (1,5/3/6 kV)	58/29/14.5 A

Tabel 13: Maximale stroom op de aansluiting HSTR-AC

Een machine dat vanaf nul wordt opgestart, heeft ongeveer 70% nodig van de I_{nom} om aan te kunnen lopen. Dit houdt in dat een machine met 500 rpm van 1.5 kV tot een maximale naamplaatstroom (I_{max}) kan worden beproefd van:

$$\bullet \quad I_{max} = \frac{I_{nom} \cdot 100}{I_{nom\%}} \quad [3]$$

$$= \frac{58 \cdot 100}{70} = 82.9 \text{ A}$$

Het vermogen van de machine mag maximaal 215 kVA bedragen. Wordt er echter gekozen om de machines aan te drijven dan kan er met dezelfde aansluiting een zwaardere machine worden beproefd. Een 500 rpm machine die eerst op toeren wordt gebracht en daarna pas aangesloten wordt, neemt een stroom van ongeveer 62% I_{nom} op. Dit houdt in dat de maximale naamplaatstroom in dit voorbeeld toeneemt naar:

$$\bullet \quad I_{max} = \frac{I_{nom} \cdot 100}{I_{nom\%}} \quad [4]$$

$$= \frac{58 \cdot 100}{62} = 93.5 \text{ A}$$

Hieruit volgt dat bij een spanning van 1.5 kV een motor van maximaal 243 kVA aangesloten kan worden met een maximale stroom van 93.5 A. De transformator kan tot 58 A leveren bij 1.5 kV (150 kVA), maar uit het bovengaande blijkt dat dit voldoende is om machines tot 243 kVA aan te kunnen laten lopen. Wel moet er rekening mee gehouden worden dat elke machine anders is (andere lagers, etc.) en dat dit alleen een benadering is. De overige machines (750/1000/1500/3000 rpm) zijn op dezelfde manier berekend en in tabel 14 samengevoegd. De gegevens zijn tevens aangepast aan de in praktijk ondervonden resultaten. Zo is in het bovengenoemde voorbeeld een I_{max} genomen van 75 A, maar in praktijk zijn er ook machines beproefd tot 77 A. Thermisch gezien kan de transformator kortstondig ook worden overbelast om op toeren te komen.

De bovengenoemde methode is toegepast om tot een benadering te kunnen komen voor de aansluiting. Daarnaast zijn deze gegevens aangepast naar de in praktijk voorgekomen beproevingen. In praktijk is bijvoorbeeld gebleken dat 500 rpm machines maar maximaal 200 kVA mogen bedragen in plaats van 215 kVA. De tabel hieronder geeft mede door de gegevens uit de praktijk een goede indicatie voor de mogelijke beproevingen met de HSTR-AC aansluiting. Deze gegevens zijn gecontroleerd en goedgekeurd door de proefdraaiers en directie. In de proefstand zal een lijst aanwezig zijn met beproevingsgegevens van alle aansluitingen.

Aansluiting HSTR-AC				Zelfstartend	
Indicatie van de maximale naamplaatgegevens van de te beproeven machines				Aangedreven	
Toeren	500 rpm	750 rpm	1000 rpm	1500 rpm	3000 rpm
Max. Naamplaat Vermogen	200 kVA 240 kVA	230 kVA 270 kVA	260 kVA 375 kVA	650 kVA 700 kVA	650 kVA 1000 kVA
Imax Naamplaat (1.5 kV)	77 A 93 A	88 A 104 A	100 A 145 A	125 A** 270 A**	125 A** 300 A**
Imax Naamplaat (3 kV)	38 A 46 A	44 A 52 A	50 A 72 A	125 A 135 A	125 A 180 A**
Imax Naamplaat (6 kV)	19 A 23 A	22 A 26 A	25 A 36 A	60 A 67 A	60 A** 96 A
*De bovengenoemde gegevens zijn de maximaal te beproeven gegevens van de machines die aangesloten kunnen worden op de HSTR-AC aansluiting. Deze "maximaal te beproeven gegevens" zijn richtlijnen voor de desbetreffende aansluiting van de proefstand. Per machine kan in het overzicht gekeken worden of deze aansluiting geschikt is voor de te beproeven machine. In praktijk hangt het af van de aanlooptijd en stroom van de machine.					
**Opmerking: Het naamplaatvermogen is lager dan weergegeven dan bij Max. Naamplaat Vermogen. De nullaststroom is afhankelijk van de magnetisatie van de stator. Lichte rotoren zijn makkelijker te beproeven. Met olie smering gaat het beproeven moeilijker i.v.m. de oliefilm. Deze machines (met dit naamplaatvermogen) worden nog zelden in deze proefstand beproefd.					

Tabel 14: Indicatie naamplaatgegevens van de maximaal te beproeven machines

Nogmaals moet er rekening gehouden worden dat dit alleen een indicatie is van deze aansluiting. In de praktijk is ondervonden dat machines van 1.5 kV bij 1500 en 3000 toeren met een vermogen van 700 kVA respectievelijk 1000 kVA niet kunnen worden beproefd. De capaciteit van de proefstand is hier te klein voor. Wel kan het zijn dat machines met een lager vermogen, met dezelfde toeren, beproefd kunnen worden. Daarnaast kunnen machines van 1.5 kV bij een toerental van 1000 rpm met een vermogen van circa 375 kVA alleen beproefd worden als deze een lichte rotor hebben.

In de tabel kan dus snel gekeken worden of de aansluiting geschikt is voor de te beproeven machine. Liggen de naamplaatgegevens onder het maximum van het tabel dan is de machine uit de praktijkervaring te beproeven. Is dit echter hoger, dan zal dit waarschijnlijk niet mogelijk zijn. Het is dan aan de proefdraaiers om het alsnog te proberen of om deze machine in een andere proefstand te beproeven.

5.2.2 HSTR-DC

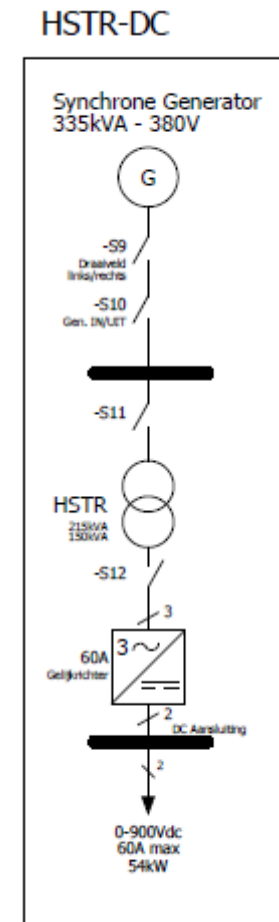
In het figuur hiernaast is de aansluiting HSTR-DC schematisch weergegeven. De transformator HSTR krijgt zijn energie wederom van de synchrone generator (ACG). Het gaat dit keer wel om een gelijkstroom aansluiting. Hiervoor wordt een gelijkrichter gebruikt van 60 A. De gegevens van de aansluiting zijn:

Aansluiting / HSTR - DC	
Naamplaatgegevens van de te beproeven machines	
Vermogen Trafo secundair	150 kVA
Spanning gelijkrichter	0-900 VDC
I _{max} Naamplaat (0-900 VDC)	Tot 60 A
Max. Naamplaat Vermogen	Tot 54 kW*
*Opmerking: Maximale vermogen van de te beproeven machines	

Tabel 15: Gegevens van de te beproeven machines

De maximaal te beproeven vermogen van machines met deze aansluiting is:

$$\begin{aligned}
 P_{max} &= P_{max} * E \\
 &= 60 * 900 = 54 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \quad [5]$$



Figuur 16: Schematische weergave aansluiting HSTR-DC

De gelijkrichter kan echter wel kortstondig worden overbelast tot 20%.

5.2.3 SYNC. AC

Deze aansluiting wordt rechtstreeks gevoed vanuit de synchrone generator. De generator kan een vermogen van 335 kVA leveren met een spanning van 380 V en stroom van 509 A. Deze aansluiting is voorzien van drie losse kabels voor het beproeven van AC-machines. De naamplaatgegevens van de te beproeven machines zijn wederom afhankelijk van de type machines, het toerental en de manier van beproeven, zie tabel 1 van hoofdstuk 3.

Vb 1: Een machine heeft ongeveer 70% nodig van I_{nom} om aan te kunnen lopen. Dit houdt in dat met deze aansluiting een machine met 500 rpm van 380 V, 509 A, tot een maximale naamplaatstroom (I_{max}) kan worden beproefd van:

$$\begin{aligned}
 I_{max,1} &= \frac{I_{nom} * 100}{I_{nom\%}} \\
 &= \frac{509 * 100}{70} = 727 \text{ A}
 \end{aligned}
 \quad [6]$$



Figuur 17: Schematische weergave aansluiting SYNC. AC

Het vermogen dat hierbij hoort kan worden berekend met:

$$\begin{aligned} \bullet \quad P_{max,1} &= I_{max,1} * E * \sqrt{3} \\ &= 727 * 380 * \sqrt{3} = 478 \text{ kVA} \end{aligned} \quad [7]$$

Vb 2: Een 500 rpm machine die eerst op toeren wordt gebracht en daarna pas aangesloten wordt, neemt een stroom van ongeveer 62% I_{nom} op. Dit houdt in dat de maximale stroom van de machines, in dit voorbeeld, toeneemt. Evenzo neemt het vermogen toe dat beproefd kan worden.

$$\begin{aligned} \bullet \quad I_{max,2} &= \frac{I_{gen} * 100}{I_{nom\%}} \\ &= \frac{509 * 100}{62} = 821 \text{ A} \end{aligned} \quad [8]$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad P_{max,1} &= I_{max,2} * E * \sqrt{3} \\ &= 821 * 380 * \sqrt{3} = 540 \text{ kVA} \end{aligned} \quad [9]$$

De praktijk leert dat machines met een hoger toerental makkelijker te beproeven zijn dan machines met een lager toerental. Machines van 500 rpm en 750 rpm worden tegenwoordig veel minder gebruikt en worden daarom ook zelden nog gereviseerd door Brush. Toch worden deze gegevens in tabel 16 opgenomen. Met behulp van de in praktijk bekende gegevens is dit verder aangevuld.

Aansluiting SYNC. AC				Zelfstartend	
Maximale naamplaat gegevens van de te beproeven machines*				Aangedreven	
Toeren	500 rpm	750 rpm	1000 rpm	1500 rpm	3000 rpm
Max. Naamplaat Vermogen	475 kVA 540 kVA	500 kVA 600 kVA	600 kVA 660 kVA	650 kVA 1,2 MVA	560 kVA 1,4 MVA
Imax Naamplaat (380 V)	720 A 820 A	760 A 910 A	910 A 1000 A	985 A 1800 A	850 A 2125 A
*De bovengenoemde gegevens zijn de maximaal te beproeven gegevens van de machines die aangesloten kunnen worden op de SYNC-AC aansluiting. Deze maximaal te beproeven gegevens zijn richtlijnen voor de desbetreffende aansluiting van de proefstand. Per machine kan in het overzicht gekeken worden of deze aansluiting geschikt is voor de te beproeven machine. In praktijk hangt het af van de aanlooptijd en stroom van de machine.					
**Opmerking: **Opmerking: Het naamplaatvermogen is lager dan weergegeven dan bij Max. Naamplaat Vermogen. De nullaststroom is afhankelijk van de magnetisatie van de stator. Lichte rotoren zijn makkelijker te beproeven. Met olie smering gaat het beproeven moeilijker i.v.m. de oliefilm. Deze machines (met dit naamplaatvermogen) worden nog zelden in deze proefstand beproefd.					

Tabel 16: Gegevens van de te beproeven machines

Hieruit volgt dat machines tot 1.4 MVA aangedreven beproefd kunnen worden in nullast bij deze aansluiting. Dit is vele malen hoger dan het werkelijke vermogen van de scynrhone generator

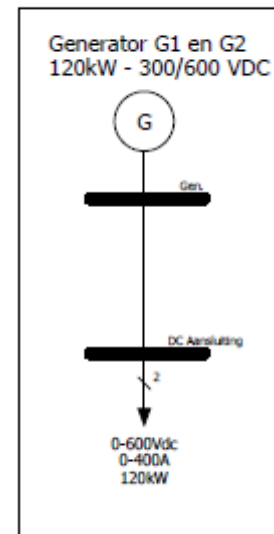
5.2.4 GEN. G1/G2 - DC

Deze aansluiting is rechtstreeks verbonden aan de twee identieke generatoren G1 en G2, zie figuur hiernaast. De naamplaatgegevens van deze generatoren zijn:

Generator G1 Vermogen	60 kW*	Generator G2 Vermogen	60 kW*
Inom	200 A	Inom	200 A
Spanning	300 VDC	Spanning	300 VDC
<u>Bekrachtiging G1</u>		<u>Bekrachtiging G2</u>	
Spanning	170 V	Spanning	170 V
Stroom	2.25 A	Stroom	2.25 A
*Opmerking: Generator kan tot 82 kW leveren bij 2000 toeren. De generatoren worden echter op 1500 rpm aangedreven.			

Tabel 17: Naamplaatgegevens van G1 en G2

GEN. G1/G2 - DC



Figuur 18: Schematische weergave aansluiting GEN. G1/G2 - DC

De generatoren worden aangedreven op 1500 toeren en leveren gezamenlijk een vermogen van 120 kW. De generatoren kunnen in serie of parallel worden aangesloten. In serie leveren de generatoren een spanning van 600 VDC met een stroom van 200 A. In parallel bedrijf is dit 300 VDC met een stroom van 410 A. De gegevens voor deze aansluiting zijn:

<u>Aansluiting / GEN. G1/G2 – DC</u>	
Maximale naamplaat gegevens van de te beproeven machines	
Max. Naamplaat Vermogen	120 kW
Motor Spanning	0-600 VDC*
Imax Naamplaat (300/600 VDC)	200 A / 400 A
*Opmerking: Generatoren in serie 600 VDC. Parallel 300 VDC	

Tabel 18: Indicatie te beproeven vermogen op aansluiting GEN. G1/G2 – DC

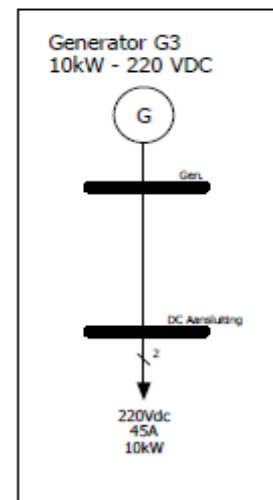
5.2.5 GEN. G3 - DC

Deze aansluiting is rechtstreeks aangesloten op de generator G3 en is geschikt voor kleine gelijkspanningsmachines met een vermogen tot 10 kW. De aansluiting is in het figuur hiernaast weergegeven. De gegevens voor deze aansluiting zijn:

<u>Aansluiting / GEN. G3 – DC</u>	
Maximale naamplaat gegevens van de te beproeven machines	
Max. Naamplaat Vermogen	10 kW
Imax Naamplaat (220 VDC)	45 A

Tabel 19: Indicatie aansluiting GEN. G3 – DC

GEN. G3 - DC



**Figuur 19: Schematische weergave
GEN. G3 - DC**

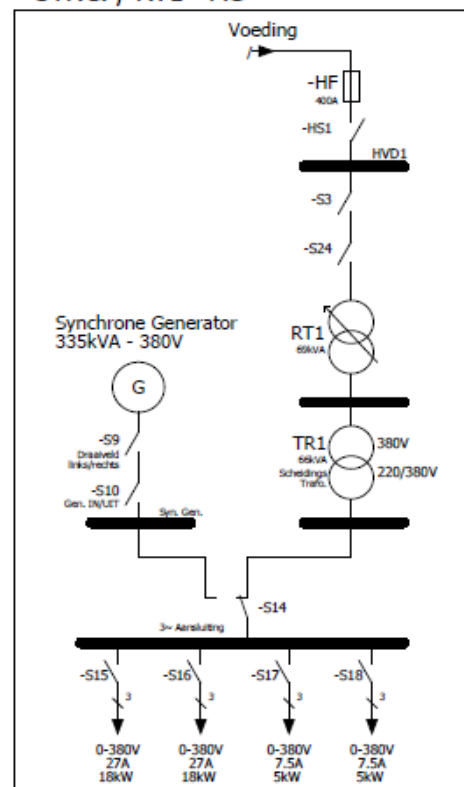
5.2.6 SYNC. / RT1 - AC

Door middel van een keuze schakelaar op de RT1 kast kan de voeding van deze machines worden gekozen. De gebruiker heeft de keus uit de synchrone generator ACG of uit de transformator TR1. Er bevinden zich in totaal vier relais waar machines op aangesloten kunnen worden. Deze relais kunnen bediend worden met behulp van schakelaars S1 t/m S4 op Lessenaar 1. Er kunnen in totaal twee machines tot 18 kW en twee machines tot 5 kW worden beproefd met behulp van deze aansluiting relais. De schematische weergave van de aansluiting is in het figuur hiernaast weergegeven. De maximale naamplaatgegevens van de te beproeven machines zijn:

<u>Aansluiting / SYNC. / RT1 – AC</u>			
Maximale naamplaat gegevens van de te beproeven machines			
Max. Naamplaat Vermogen	2 x 5 kW	Max. Naamplaat Vermogen	2x 18kW
I_{max} Naamplaat (380 V)	7.5 A	I_{max} Naamplaat (380 V)	27 A

Tabel 20: Indicatie aansluiting SYNC. / RT1 – AC

SYNC. / RT1 - AC



**Figuur 20: Schematische weergave
SYNC. / RT1 – AC**

5.2.7 RT1 - DC

Het gaat hier om een gelijkstroom aansluiting. Deze aansluiting wordt gevoed vanuit transformator RT1 en scheidingstrafo TR1. De gegevens van de aansluiting zijn:

Generator	RT1	Generator	TR1
Generator Vermogen	69 kVA	Generator Vermogen	66 kVA
I _{max}	181/105 A	I _{max}	100 A
Spanning	220/380 V	Spanning	380/380 V

Tabel 21: Naamplaatgegevens RT1 en TR1

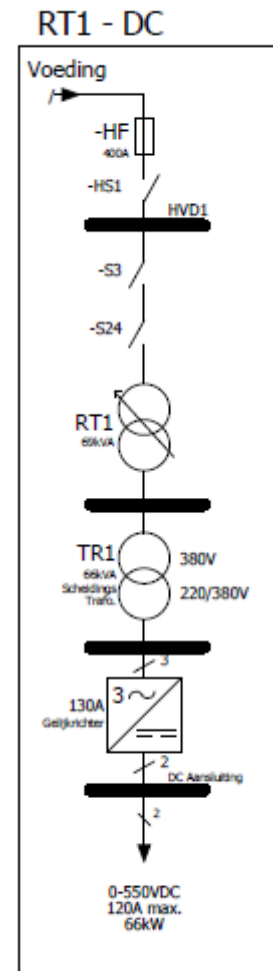
Gelijkrichter	GRT1
Spanning	0-550 VDC
Stroom	130 A

Tabel 22: Naamplaatgegevens gelijkrichter GRT1

Hieruit volgt dat de maximale aan te sluiten vermogen 66 kVA bedraagt. De beproevingsgegevens van deze aansluiting zijn:

Aansluiting / RT1 – DC	
Maximale naamplaat gegevens van de te beproeven machines	
Max. Naamplaat Vermogen	66 kVA
I _{max} Naamplaat (0-550 VDC)	120 A

Tabel 23: Indicatie aansluiting RT1-DC



Figuur 21: Schematische weergave RT1 – DC

6. Herinrichting proefstand

De proefstand dient verhuisd te worden van gebouw Y9 naar gebouw Y8. Door gebrek aan ruimte op de begane grond van Y8 dient er wel nuttig en functioneel gebruik te worden gemaakt van de, voor de proefstand, beschikbare ruimte. De ruimte is echter te klein om de proefstand in zijn geheel op de begane grond te plaatsen. Hierdoor is er een tweede ruimte beschikbaar gesteld in de kelder van gebouw van Y8. De proefstand dient dus opgedeeld te worden in twee of meerdere delen. Bij voorkeur worden de schakelkasten en machines in de kelder geplaatst en de overige apparatuur op de begane grond. De proefstand dient efficiënt ingericht te worden, rekening houdend met de volgende eisen:

- De indeling dient te passen in de daarvoor beschikbare ruimtes
- De nieuwe indeling dient praktisch en functioneel te zijn
- De geluidscabine en lessenaars dienen boven in Y8 te komen
- Er dienen minimaal 4 stelplaten aanwezig te zijn in de geluidscabine
- Er dient voldoende loop- en werkruimte te zijn, zowel boven als in de kelder van Y8
- De machines dienen vanwege de geluidsoverlast in de kelder van Y8 geplaatst te worden
- De machines en overige kasten dienen makkelijk onderhouden te kunnen worden
- Schakelingen dienen zich zoveel mogelijk boven te bevinden
- Er dient een noodstop aanwezig te zijn in de kelder van Y8
- De extra aansluiting voor het beproeven van MIVB motoren dient opgenomen te worden in de indeling
- De vaste aansluiting LSTR-660/880 dient opgenomen te worden in de indeling
- Eventuele verbeteringen aan de proefstand moeten doorgevoerd worden

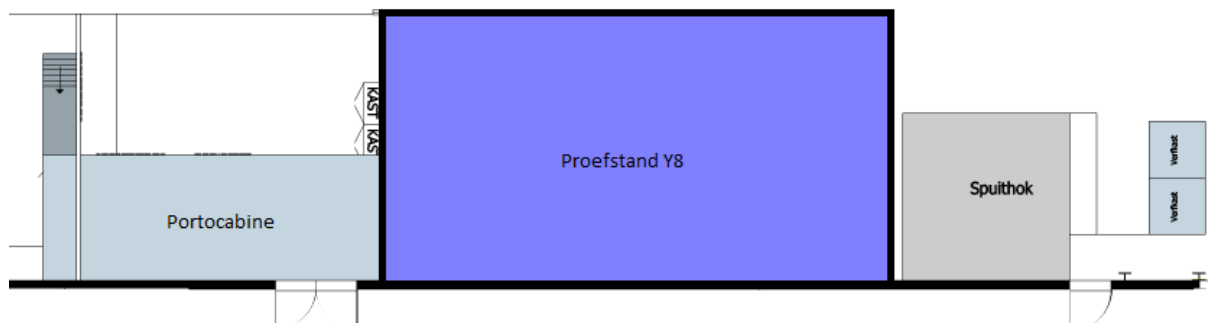
6.1 Beschikbare ruimte gebouw Y8

De huidige proefstand in Y9 is groter dan op de begane grond beschikbare ruimte in gebouw Y8. De proefstand zal in zijn geheel niet passen op de begane grond. Een optie van de directie is om een gedeelte, bij voorkeur de machines, in de kelder te plaatsen en de proefstand zo in te richten dat deze wel past. Daarnaast dienen de apparaten, machines en kasten op een logische en praktische wijze te worden ingericht. Naast de eerder genoemde eisen dient de indeling van de proefstand nog aan andere eisen te voldoen, deze worden hieronder nader beschreven.

6.1.1 Eisen begane grond

De beschikbare ruimte op de begane grond in Y8 voor de proefstand is 6,4 m bij 12,5 m. Deze ruimte bevindt zich tussen een spuitcabine en een nooduitgang. In verband met de schadelijke stoffen van de spuitcabine dient de werkruimte van de proefdraaiers ver verwijderd te zijn van de spuitcabine. De ruimte is tevens kleiner dan de huidige ruimte in gebouw Y9, hierdoor zal de proefstand niet in zijn geheel op de begane grond passen.

De inrichting dient zowel praktisch als veilig te zijn. Daarnaast dient er voldoende ruimte te zijn in de proefstand om te kunnen lopen en normaal te kunnen werken. Er dient tevens gedacht te worden aan de mogelijke vluchtroutes bij calamiteiten. Het verschuifbare dak dient tevens functioneel te zijn. Daarnaast dienen er minimaal vier stelplaten aanwezig te zijn in de beproevingsruimte.

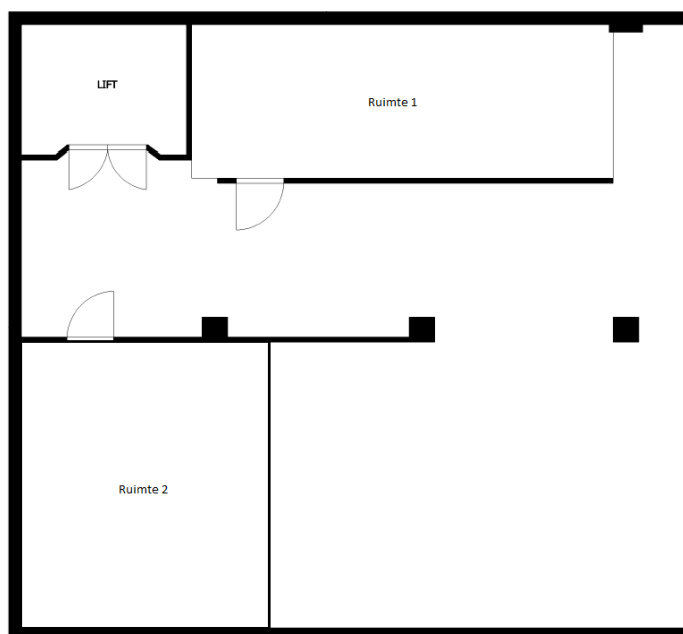


Figuur 22: Beschikbare ruimte voor proefstand Y8 – begane grond

6.1.2 Eisen kelder

In de kelder van Y8 zijn er twee ruimtes voor de proefstand beschikbaar. De eerste ruimte bevindt zich rechts van de lift en heeft de volgende afmetingen: 2.9 m bij 8.2 m. De tweede ruimte bevindt zich tegenover de lift en heeft de volgende afmetingen: 5.5 m bij 5.3 m.

De voorkeur is om de proefstand in de kleinste ruimte in te delen, zodat de overige ruimte gebruikt kan worden voor opslag van goederen. De indeling van de proefstand dient praktisch en functioneel te zijn. Er dient tevens genoeg loop- en werkruimte te zijn. Daarnaast moet er gedacht worden aan de mogelijke vluchtroutes bij calamiteiten. Een noodstop is hierbij onvermijdelijk. De machines dienen zo opgesteld te worden dat deze makkelijk kunnen worden onderhouden. Dit houdt in dat er rondom de machines werkruimte beschikbaar dient te zijn. Daarnaast dienen deze machines makkelijk weggereden te kunnen worden. Ten slotte dient de ruimte afgesloten te worden voor onbevoegd personeel.



Figuur 23: Beschikbare ruimte voor proefstand Y8 – kelder

6.2 Mogelijke uitbreidingen en verbeteringen

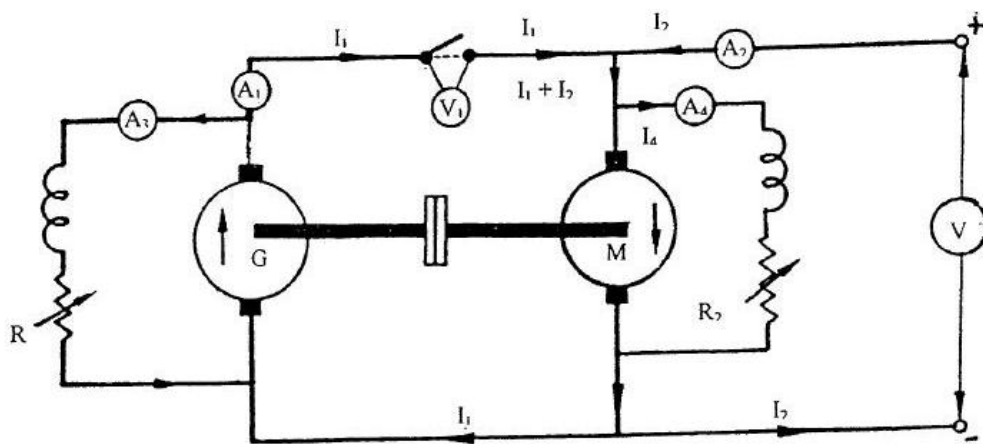
De verhuizing biedt naast de herinrichting ook de gelegenheid om te kijken naar mogelijke verbeteringen en/of uitbreidingen van de proefstand. Zo zijn er ook enkele aspecten die voor problemen kunnen zorgen. Hiervoor dienen er enkele aspecten verbeterd of uitgebreid worden aan de proefstand. Deze mogelijke uitbreidingen en/of verbeteringen komen hieronder aan bod.

6.2.1 Uitbreiding van aansluitingen

De directie heeft besloten om twee aansluitingen toe te voegen aan de proefstand. Het gaat hierbij om de volgende twee aansluitingen: MIVB en LSTR-660/880.

6.2.1.1 MIVB

Brush B.V. wil binnenkort starten met het beproeven van tractiemotoren in de proefstand. Het beproeven van deze machines, in de proefstand, is echter nog niet mogelijk. Deze machines moeten namelijk in vollast worden getest. Hiervoor zijn twee identieke machines nodig waarbij het serieveld kan worden geregeld. De twee machines (350 V, 1200 A, 420 kW) worden dan met een zogeheten “back-to-back” schakeling aangesloten, zie figuur hieronder. In het figuur hieronder wordt echter niet het serieveld geregeld. Bij de tractiemotoren is dit wel nodig, de aansluiting is dus net anders.



Figuur 24: Hopkinson schakeling³

Bij een back-to-back schakeling worden de machines mechanisch aan elkaar gekoppeld en wordt het veld zo geregeld dat één machine als motor werkt en de ander als generator. Het door de generator opgewekte vermogen zal door de motor weer worden opgenomen en hierdoor zal de generator weer worden aangedreven. Alleen het verliesvermogen van deze machines zal uit het net worden onttrokken. Het verliesvermogen is vele male kleiner dan het vollast vermogen. Hierdoor kunnen twee identieke machines van elke grootte door middel van deze opstelling worden getest onder vollast in de proefstand.

² Back to back schakeling, ook wel Hopkinson schakeling genoemd.

³ Losses, efficiency and testing of D.C. machines, Ministry of Science and Technology - Myanmar, http://www.most.gov.mm/techuni/media/EP_03061_6.pdf, geraadpleegd op 24-3-2013

Het serieveld en de aansluiting van het verliesvermogen moeten tegelijkertijd in de gaten worden gehouden. Het beproeven van de machine op deze manier vergt dus veel ervaring van de proefdraaier. De back-to-back opstelling is een goedkope, maar moeilijke manier van het beproeven van machines in vollast. Een makkelijkere, maar duurdere methode is het gebruik maken van elektronische regelsystemen.

Om de back-to-back te realiseren dient er een nieuwe aansluiting te komen in de proefstand. Deze aansluiting is voorzien van een transformator en een gelijkrichter. De transformator en is tevens gezekeerd met 3x125 A gG-patronen. Deze patronen dienen te worden vervangen door 3x225 A gFF-patronen (500 V), zodat de MIVB machines beproefd kunnen worden. De kenplaatgegevens van de MIVB transformator zijn:

Naam:	Transformator MIVB
<u>Primair</u>	
Spanning	3x380V
Vermogen	125 kVA
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	3x60 V
Stroom	1203 A



Tabel 24: Naamplaatgegevens MIVB transformator

De kenplaatgegevens van de bijhorende gelijkrichter zijn:

Naam:	Gelijkrichter MIVB
Code	MIVB-GR
Stroom	1280 A
Spanning	165 VDC



Tabel 25: Naamplaatgegevens MIVB gelijkrichter

6.2.1.2 LSTR - 660/880

Deze aansluiting wordt momenteel wel gebruikt, maar dit is geen vaste aansluiting. De transformator dient elke keer aangesloten te worden voor gebruik. Deze aansluiting zal worden doorgevoerd als vaste aansluiting bij de nieuwe indeling. Het gaat hierbij om een transformator van 750 kVA met vijf trapstanden. Deze transformator wordt gebruikt voor het beproeven van 660 V of 880 V asynchrone machines. De kenplaatgegevens van de transformator zijn:

Naam:	Transformator LSTR-660/880
Code	LSTR-660/880
<u>Primair</u>	
Spanning	875 V
Vermogen	750 kVA
Frequentie	50 Hz
<u>Secundair</u>	
Spanning	399/438/495/666/685 V
Stroom	1085/988/875/650/632 A



Tabel 26: Naamplaatgegevens LSTR-660/880 transformator

6.2.2 Keuze aansluitingen beperken

De proefstand is voorzien van enkele aansluitingen. Hier zijn tevens twee aansluitingen bijgekomen (MIVB en LSTR-660/880). In de huidige situatie is het mogelijk om meerdere aansluitingen tegelijk te gebruiken, waardoor het voor het overig personeel vaak onduidelijk is welke aansluitingen onder spanning staan.

Door de gelijktijdigheid van de aansluitingen te beperken en door deze met signalering te voorzien, kan deze onduidelijkheid worden vermeden. Het voorstel is om dit door middel van een blindpaneel te doen. Het blindpaneel is praktisch en geeft snel een overzicht van de aansluitingen. Daarnaast wordt de keuze van de aansluitingen beperkt tot maximaal 3 (voorgaand 6). Hieronder volgt een beknopte omschrijving van het voorstel van het blindpaneel.

Het blindpaneel is voorzien van een 6 standenschakelaar waarmee het mogelijk is om uit de aansluitingen te kiezen van kast LS11. Tevens kan met een andere schakelaar de keuze gemaakt worden tussen 220 V en 380 V, bij de scheidingstrafo TR1. Ook is het mogelijk om de generator ACG in automatisch bedrijf te zetten. Daarnaast heeft het blindpaneel enkele signaleringslampjes voor algemene storingen en de aansluitingen. Ten slotte ook een spanning- en stroomindicatie van de motor DCM, zie “bijlage E - Ontwerpvoorstel blindpaneel”.

6.2.3 Schakelproblemen

In de huidige situatie is het mogelijk om tijdens het beproeven van een machine, tegelijkertijd een andere aansluiting te gebruiken voor een andere beproeving. Hierbij kan de proefdraaijer gewoon de lessenaars en schakelkasten bedienen, zodat de andere aansluiting gebruiksklaar is. Door de opdeling van de proefstand, in de nieuwe situatie, zal dit echter moeilijker worden voor de proefdraaijer. De proefdraaijer dient hiervoor enkele schakelingen te verrichten op zowel de kasten als de lessenaars. Deze kasten bevinden zich nu echter in de kelder. De proefdraaijer heeft nu niet de mogelijkheid om een extra machine te beproeven. De proefdraaijer mag de proefstand niet onbewaakt achter laten als er een beproeving plaatsvindt. Dit zal het werk van de proefdraaijer aanzienlijk belemmeren.

Een oplossing voor dit probleem is om eerst de benodigde schakelingen te verrichten en dan pas de machines te beproeven. Dit lost het probleem alleen op als beide machines tegelijk worden aangesloten. Is een van de twee machines op een later of eerder tijdstip binnen gekomen dan levert dit weer bovengenoemde problemen op bij het proefdraaien. Een tweede oplossing is om hulp in te schakelen van een tweede proefdraaijer die dan de nodige schakelingen beneden verricht terwijl de ander boven aanwezig blijft. Tenslotte kan de proefstand ook zo worden ingericht dat de schakelingen gewoon op de begane grond plaats kunnen vinden.

In overleg is er gekozen om de schakelhandelingen toch op de begane grond te laten plaatsvinden, omdat er niet altijd een tweede proefdraaijer aanwezig is. Om dit te realiseren dienen de kasten zo te worden ontworpen dat de schakelingen boven functioneel zijn. Hiervoor zijn drie nieuwe kasten aangeschaft. Deze kasten worden door de heren M.Ouwens en P.Maris (de proefdraaijers) ontworpen en ingericht. De inrichting van de drie nieuwe kasten wordt hieronder kort beschreven.

6.2.3.1 LS11

In deze kast staan de benodigde relais voor de aansluitingen: LSTR-660/880 , HSTR-AC, HSTR-DC, SYNC. AC, MIVB. Deze zijn aangesloten op een rail, die in verbinding staat met de generator ACG in de kelder. Daarnaast is er een doorvoer beschikbaar voor de aansluiting SYNC. / RT1 – AC. Tevens worden er enkele smeltpatronen aangebracht in deze kast. Tenslotte komen er (geïsoleerde) vaste aansluitingspunten voor de bovengenoemde aansluitingen. Zie figuur 25 voor een foto van deze kast.

6.2.3.2 LS12

Deze kast is bedoeld voor de aansluitingen: SYNC. / RT1 – AC en RT1 –DC. In deze kast bevinden zich enkele schakelrelais en smeltpatronen. Er is tevens een keuze relais voor de aansluiting SYNC. / RT1- AC. Deze aansluiting kan namelijk zowel uit LS12 als LS11 worden gevoed. Daarnaast bevindt zich hier de gelijkrichter GR3 samen met de maximaal stroomtijd beveiliging. Ook hier zijn vaste aansluitingspunten aangebracht. Zie figuur 26 voor een foto van deze kast.

6.2.3.3 DC2

In deze kast staan de benodigde relais voor de aansluitingen: GEN G3 DC en GEN G1/G2 DC. Deze kast bevat twee rails gevoed vanuit G3 respectievelijk G1/G2. Daarnaast bevindt zich hier een smeltpatroon voor de aansluiting GEN G3 DC. Deze kast is momenteel nog niet in aanbouw.



Figuur 25: LS11 in aanbouw



Figuur 26: LS12 in aanbouw

6.2.4 Voldoende werkruimte

De beschikbare ruimte is zowel op de begane grond als in de kelder erg beperkt. Vanwege deze beperking is er daarom ook eerst gekeken naar mogelijke indeling van de proefstand. Al snel werd duidelijk dat door de grootte van de geluidscabine er weinig werkruimte over bleef in de proefstand. Er is dan ook voor gekozen om deze in te korten met circa 1.5 meter en hiermee één stelplaat te verwijderen. De inrichting van de proefstand voldoet dan alsnog aan de eerder opgestelde eisen. Door ook de lessenaars tegen de geluidscabine aan te zetten wordt de werkruimte nog beter benut. Hierdoor is het nu mogelijk om ook opslagkasten in de ruimte te plaatsen en is er tevens loop- en werkruimte rondom de lessenaars.

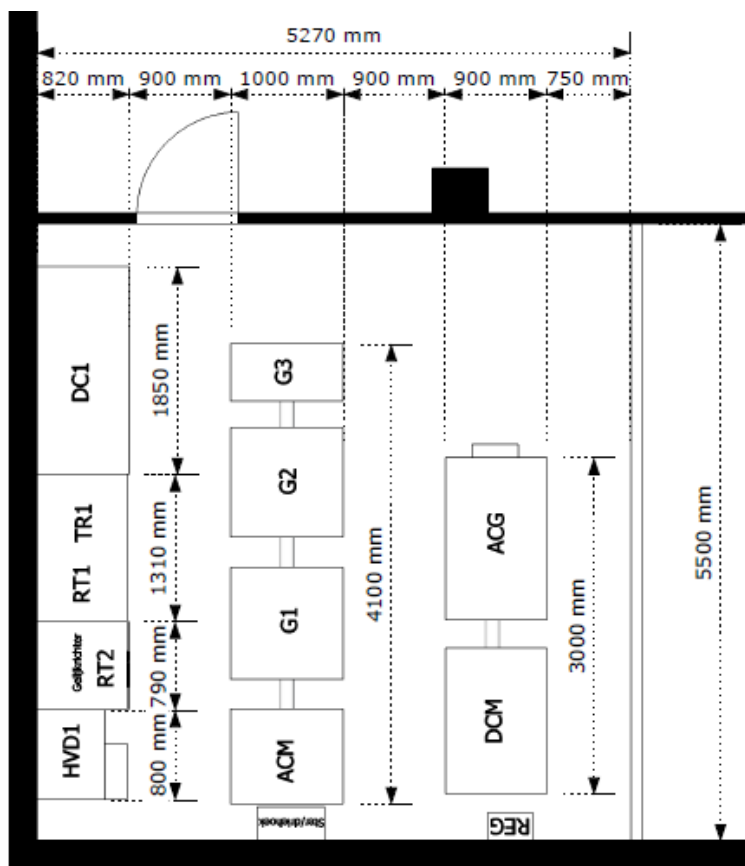
Er dient wel onderhoud plaats te vinden aan de voor- en achterkant van de lessenaars. Het probleem doet zich echter voor als er onderhoud aan de achterkant plaatsvindt. Zonder enige verandering aan de geluidscabine kan dit onderhoud namelijk niet plaatsvinden. Hierbij is het plaatsen van een demontabele wand voor de lessenaars in de geluidscabine nodig. Zo kan er vanuit de geluidscabine alsnog onderhoud gepleegd worden aan de lessenaars. Het onderhoud vindt maar 1 á 2 keer per jaar plaats, maar is noodzakelijk.

Voor het plaatsen van de demontabele wand is er wel een nieuwe constructie nodig van het gedeelte van de geluidscabine. Deze demontabele wand moet onder de glazen wand komen. Momenteel rust de glazen wand echter op een draagbalk. Door een demontabele wand toe te voegen, zou deze glazen wand instorten. De constructie van de glazen wand zal hierdoor dus moeten worden aangepast. Hiervoor dient advies gevraagd te worden aan een installateur.

De indeling is praktisch, functioneel en biedt voldoende loop- en werkruimte. Ook kunnen de lessenaars gewoon worden onderhouden als dit nodig is. Door de kasten DC2, LS11 en LS12 dichtbij de lessenaars te plaatsen worden de kabellengtes beperkt. Het verschuifbare dak is nog functioneel en er is voldoende ruimte om machines te kunnen beproeven in de geluidscabine.

6.3.2 Indeling kelder

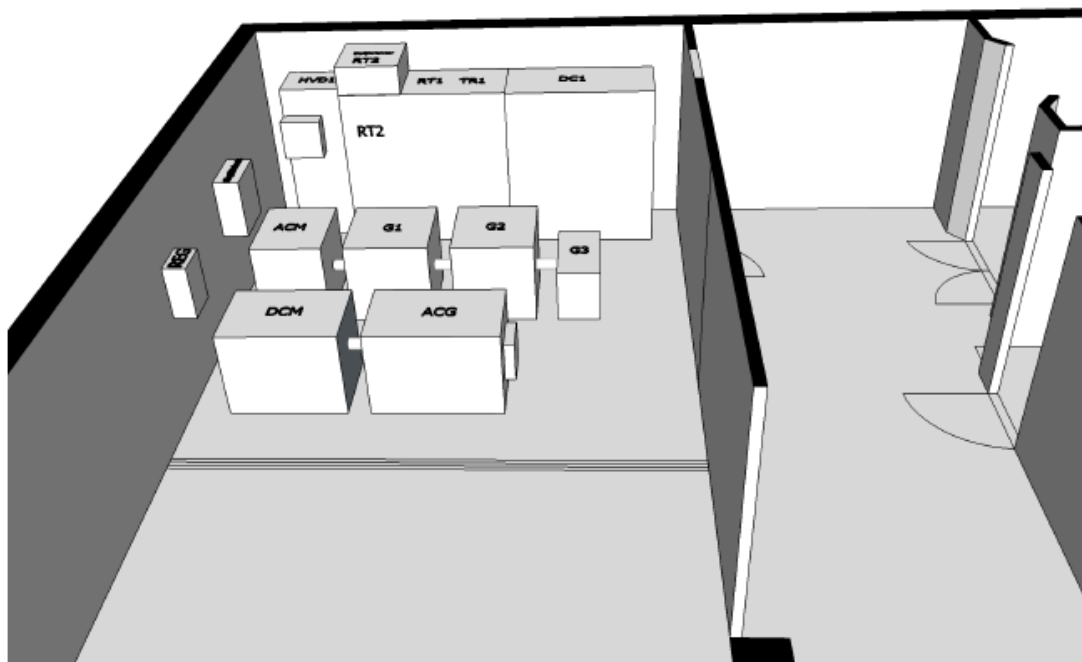
De eerste ruimte (kleinste ruimte) blijkt ongeschikt te zijn voor de proefstand. Deze ruimte is te klein om de schakelkasten en machines zo in te delen dat met de ruimte aan de opgestelde eisen voldaan wordt. Er is daarom gekeken of er in de tweede ruimte van de kelder een betere indeling van de proefstand mogelijk is. De indeling van de proefstand is wel mogelijk in ruimte 2. Hieruit volgt een definitieve indeling van de proefstand in ruimte 2 van de kelder van gebouw Y8:



Figuur 29: plattegrond - definitieve indeling proefstand Y8 – kelder

Hierbij is er alsnog voldoende loop- en werkruimte. De beschikbare ruimte wordt praktisch benut. De twee omvormersets staan achter elkaar opgesteld, zodat ze met een heftruck weggereden kunnen worden voor onderhoud. Daarnaast staan de kasten tegen de muur aan en is er voldoende loopruimte. Er is tevens rekening gehouden met de deuren van de kasten die naar de voorkant open gaan. Hiervoor is een afstand van 90 centimeter genomen tussen de kasten en omvormer. De kast HVD1 wordt tevens een kwart slag gedraaid, zodat de toegangsdeur naar de voorkant open kan, in plaats van naar de zijkant. De regelkasten voor de tweede omvormerset wordt boven de DCM motor geplaatst en de Ster/Driehoek kast komt boven de ACM motor te hangen.

Er dient een deur te komen tegenover de lift, zodat er een snelle toegang is tot deze ruimte. De deur kan alleen door het bevoegde personeel worden geopend. Daarnaast dient er een schot geplaatst te worden naast de omvormerset, zodat onbevoegd personeel deze ruimte niet zomaar kan betreden. Daarnaast dient er een noodstop aanwezig te zijn, deze zal aan de binnenzijde van de ruimte, naast de ingang, geplaatst worden. Een 3D weergave van de indeling is zichtbaar in het figuur hieronder:



Figuur 30: 3D weergave - definitieve indeling proefstand Y8 – kelder

De indeling van de kelder is praktisch en functioneel. Er is tevens genoeg loop- en werkruimte, zie “bijlage H – Indeling proefstand Y8 - kelder”. Daarnaast is er gedacht aan de mogelijke vluchtroutes bij calamiteiten. De machines zijn zo ingedeeld dat deze makkelijk onderhouden kunnen worden. Dit houdt in dat er rondom de machines werkruimte beschikbaar is en dat de machines makkelijk weggereden kunnen worden. Ten slotte wordt er een schot geplaatst, zodat de ruimte afgesloten is voor onbevoegd personeel.

7. Bekabeling proefstand

Door de herindeling van de proefstand dient de bekabeling opnieuw te geschieden. Niet alle documentatie van de proefstand is beschikbaar. De interne werking van de proefstand is grotendeels onbekend. Enkel de klemmenstrookschemas en verouderde werkingsschemas zijn beschikbaar als documentatie. De overgrote deel dient dus uitgezocht te worden.

7.1 Klemmenstroken

De schema's van de klemmenstroken van de kasten zijn deels bekend. Deze zijn echter niet digitaal beschikbaar, maar zijn door de jaren heen in het klad op meerdere bladen bijgehouden en ergens weggelaten. Deze klemmenstrookschemas zijn nagegaan op fouten. Dit is gedaan door de klemmenstroken van de kasten één voor één na te gaan en te controleren met de huidige klemmenstrookschemas. Het nagaan op fouten van deze klemmenstrookschemas is een ingewikkelde klus en vergt veel tijd, maar is essentieel voor het op orde houden van de documentatie van de proefstand.

De gevonden fouten zijn direct verwerkt. Deze verwerkte schema's worden, in opdracht van H. van Hengel momenteel omgezet naar digitale tekeningen door M.Ouwens. Deze bewerking is belangrijk, zodat ook deze schema's in de toekomst makkelijk opgezocht en eventueel aangepast kunnen worden.

7.2 Kabellijsten

Naast de verwerking van de klemmenstrookschemas is er tevens een kabellijst gemaakt. Dit is gedaan door de klemmenstrookschemas te analyseren en te kijken naar de bestaande kabels tussen de diverse kasten, machines en apparaten. Tevens zijn de nieuwe aansluitingen (t.b.v. MIVB en LSTR) en de noodstop verwerkt in deze lijsten, zie "bijlage I – Kabellijsten proefstand Y8".

In de kabellijsten zijn de benodigde kabel- en adernummering te vinden en de geadviseerde kabeldikte. Daarnaast is er per kabel de bron en bestemming weergegeven, met een eventuele opmerking. Tenslotte is er een kolom aanwezig voor het aantal meter voor de kabels en kan er genoteerd worden of de desbetreffende kabel op voorraad is. De kabels met een grotere oppervlakte dan 16mm² zijn in het rood weergegeven, zie tabel 27.

ACG								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm ²	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
448A	ACG	LS11	95	3	3x95mm ²	Draaistroom gen 335kV - 509 A Via boven invoeren in LS11		
448B	ACG	LS11	95	3	3x95mm ²	Draaistroom gen 335kV - 509 A Via boven invoeren in LS11		

Tabel 27: Gedeelte kabellijst Y8 Kruipruimte

7.3 Kabelkeuze

Het type en de dikte van de kabels zijn tevens bepaald. Daar waar dit onbekend was, is dit berekend met de bijhorende legwijze. Allereerst zijn de stromen door de kabels bepaald. Vervolgens zijn de NEN 1010 tabellen geraadpleegd voor de juiste dikte horende bij de stromen. Tevens zijn deze diktes en legwijzen gecontroleerd met het programma Kabel++. Hierbij is geen rekening gehouden met de mogelijke krachtwerking tussen de verschillende kabels, omdat dit niet tot de opdracht behoort.

Kabel++ is bedoeld voor de elektrotechnische ontwerpers van industriële installaties en de utiliteit daarvan, zie figuur 31. Het programma gaat uit van de NEN-1010 en elektrotechnische berekeningen welke niet in de norm zijn geïmpliceerd. Het programma biedt de mogelijkheid om het type kabel te berekenen door middel van de enkele parameters in te vullen: stroom, spanning, lengte kabel, temperatuur, etc.

The screenshot shows the Kabel++ software interface. On the left, there are input fields for 'Type belasting' (Voeding [invoer stroom]), 'TN, nee', 'E vermogen [kW]' (6.0), 'Stroom In [A]' (10.0), 'Spanning (fase-fase) [V]' (400), 'Fasensysteem/DC' (3), 'Cos phi' (0.87), and 'Frequentie [Hz]' (50). The main area contains various settings: 'Kabel type' (XLPE Cu), 'Legwijze' (C) open goot/open baan, 'Configuratie' (4) op goot met perforatie, 'Naast elkaar' (3), 'Kabel lengte [m]' (20), 'Max. sp. verlies [%]' (3.0), 'Omgevingstemp. [°C]' (30), 'Aandeel 3d harm [%]' (0), 'Enkels' (nee), 'Paralleel +1' (0), 'AWG' (mm2), 'discont.' (checked), 'grondkabel in buis' (checked), 'Enkeladers tegen elkaar' (checked), 'grotere doorsnede toegestaan' (checked), and 'beide zijden geaard' (checked). The 'Stroomvoerende aders in de kabel' is set to 0. The results section shows 'Resultaat [mm²]' (5x0.75), 'Prijz (netto) [€]' (-), 'Uitwendige diam [mm]' (-), 'Montage uren [h]' (3.2), 'Kriterium' (Max. thermische kabelbelasting), and 'Kriterium niveau' (a green bar). At the bottom, there are buttons for 'Bereken', 'Eco', 'Afdrukken', 'Grafiek', 'Afdrukken graf.', 'Niet geavanceerd', and 'Sluiten'.

Figuur 31: Invoerwijze kabelberekening m.b.v. Kabel++

De parameters zijn door de opdrachtgever H.Bosman, gecontroleerd, eventueel aangepast en naderhand goedgekeurd. Er is gekozen voor een legwijze “C” (open goot/open baan) met configuratie “2” (tegen muur/vloer/goot), met XLPE Cu als type kabel. De berekeningen zijn uitgevoerd met een omgevingstemperatuur van 20° C en een maximaal spanningsverlies van 3%. Deze kabelberekeningen zijn gecontroleerd, eventueel aangepast, en goedgekeurd door H.Bosman. Deze gegevens zijn naderhand verwerkt in de kabellijsten. Enkele kabels zijn anders gekozen dan het programma weergeeft, omdat dit ongunstig is voor het beproeven in de proefstand.

Een voorbeeld is kabel 407ABC van LS11 naar HSTR. Het gaat hier om een 3-fase wisselspanningsaansluiting, waar 327 A per fase loopt (er wordt uitgegaan van max. 350 A). De afstand tussen LS11 en HSTR bedraagt ongeveer 6 meter. Door legwijze C (open goot/open baan) configuratie 2 (tegen muur/vloer/goot) toe te passen blijkt dat hier een 2x(3x95mm²) XLPE kabel voor geschikt is. Dit zijn twee kabels van elk 3x95mm². De kabel wordt hierbij echter niet optimaal benut (30%). Het is tevens ongunstig om twee kabels te gebruiken voor deze aansluiting. Er is dan ook gekozen voor een andere kabel namelijk: XLPE 3x(3x50mm²). Nu wordt er per fase één kabel gebruikt en hiermee wordt de kabel benut tot 85% van zijn capaciteit. Er wordt rekening gehouden met het feit dat voor deze aansluiting gerekend is met 350 A

7.4 Kabelschema's

Met behulp van de kabellijsten en de plattegronden zijn er tevens kabelschema's ontworpen. Op de kabelschema's staan alle kasten, apparaten en machines getekend met de bijhorende kabelverbindingen. De kabelschema's zijn op schaal 1:30 getekend. Deze verbindingen dienen als verheldering van de kabellijsten. Deze schema's geven niet de precieze ligging aan, maar dienen puur als verbindingslijnen. De precieze kabellengtes kunnen hiermee dus niet worden bepaald. Wel kan er een goede schatting van de kabellengte worden gemaakt.

Deze kabelschema's geven naast de kabellijst en klemmestroomschema's een goede weergave van de kabels die de diverse kasten, machines en apparaten verbinden. Er zijn in totaal 4 kabelschema's gemaakt. Twee schema's zijn getekend voor de begane grond en twee voor de kelder. Deze schema's geven elk weer welke kabels de diverse kasten machines en apparaten per verdieping verbinden en welke kabels er in de kruipruimte dienen te liggen.

De kabels met een oppervlakte van 16mm² of hoger hebben een rode kleur in de kabelschema's, zodat de installateur hier rekening mee kan houden. De kabels van de arboverlichting hebben een paarse kleur en de noodstop een groene kleur. Alle overige kabels die op dezelfde verdieping blijven zijn zwart. Kabels met een oppervlakte van 16mm² of meer die naar een andere verdieping gaan zijn tevens rood. De overige kabels die naar een andere verdieping gaan zijn blauw weergegeven.

Op de schema's zijn de verbindingen zo geplaatst dat deze overeenkomen met de invoer van de kasten. Oftewel de kabels op de schema's dienen op die plaats in de sokkels te worden doorgevoerd. Dit is vaak de plek waar de klemmestroken zich bevinden of waar er genoeg ruimte is voor invoer van de kabels. De installateur heeft door deze informatie een beter beeld van de kabelverbindingen van de proefstand en heeft gelijk een overzicht van alle invoermogelijkheden van de kasten. Hierdoor kan de installateur sneller de kabellengtes bepalen. Daarnaast kan de installateur een redelijke schatting maken van de kabelgoten of -banen die gelegd moeten worden. De installateur kan met deze schema's de proefstand opnieuw aanleggen zonder de echte werking ervan te snappen.

Het bekabelen van de proefstand wordt door deze lijsten een stuk makkelijker. Wel moet er gebruik worden gemaakt van zowel de kabellijst, kabelschema's en de klemmestroomschema's om de proefstand opnieuw aan te kunnen sluiten. Daarnaast dient de installateur nog zelf te bepalen waar de kabelgoten/ladderbanen komen te liggen en dienen de kabellengtes te worden bepaald.

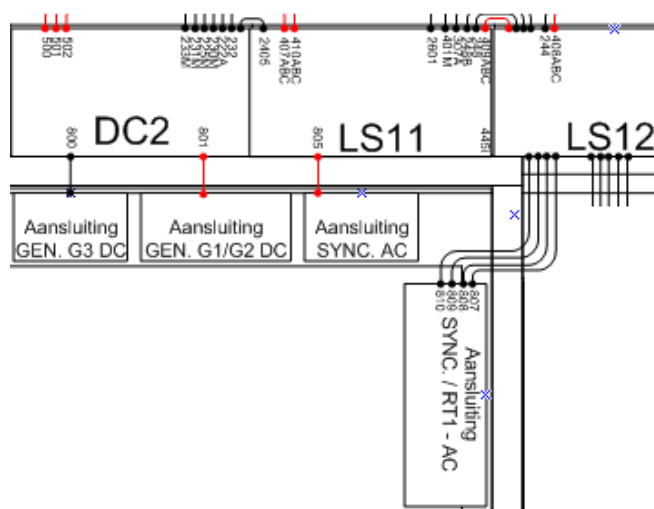
7.4.1 Begane grond

Op de begane grond is er een grote hoeveelheid aan kabels die aangelegd dienen te worden. De kabellijsten geven een indicatie van kabels die nodig zijn, maar geven geen geheel overzicht van de bekabeling van de proefstand. Door deze lijsten om te zetten naar kabelschema's wordt dit wel duidelijker. De ligging en lengte van de kabels worden hiermee enigszins inzichtelijk gemaakt. De exacte ligging van de kabels dient nog wel te worden bepaald. Zie "bijlage J – Kabelschema proefstand Y8 - begane grond" voor het kabelschema van de begane grond.

Voor de aansluitingen die nodig zijn voor het beproeven van machines, dienen er openingen te worden gemaakt in de geluidscabine. Het gaat hierbij om de aansluitingen die terug te vinden zijn in het One Line schema. De kabels van deze aansluitingen worden op een vaste plek opgehangen in de geluidscabine en worden voorzien van een duidelijk label. De bedoeling is de kabels na gebruik weer op de juiste plaats terug te hangen, zodat de proefstand netjes in orde blijft. Hieronder wordt verder alleen ingegaan op de kabels van de bovengenoemde aansluitingen. Alle overige kabels zijn terug te vinden in de kabelschema's van de begane grond.

7.4.1.1 DC2, LS11 en LS12

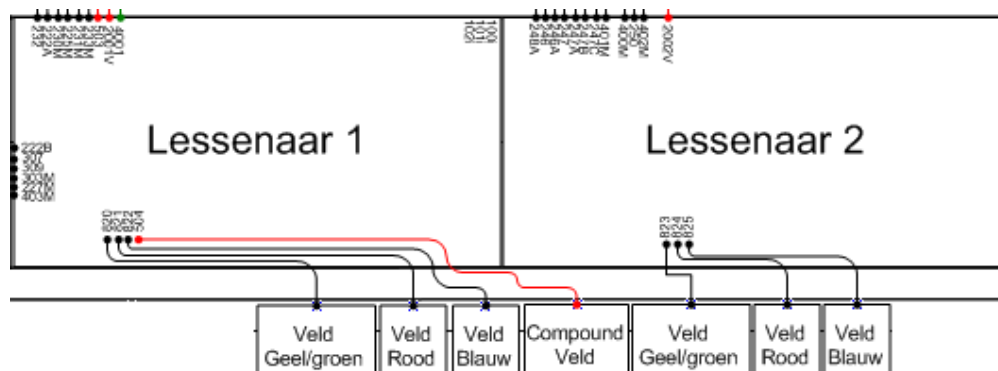
De kasten DC2, LS11, LS12 bevatten in totaal 4 aansluitingen die in de geluidscabine dienen te komen: GEN G3 DC, GEN G1/G2 DC, SYNC. AC en SYNC. /RT1 – AC. Het gaat hierbij om de kabels 800, 801, 805, 807, 808, 809 en 810, zie figuur 31. De specificaties van deze kabels zijn terug te vinden in de kabellijsten.



Figuur 31: Schematische weergave kabelaansluitingen DC2, LS11, LS12

7.4.1.2 Lessenaars 1 en 2

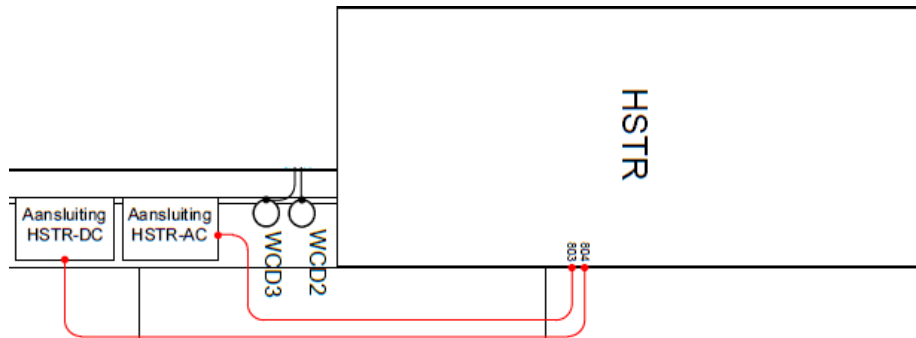
De twee lessenaars bevatten in totaal 7 kabels voor de diverse velden van de DC-machines. Deze zijn voorzien van een kleurcodering: geel/groen, rood en blauw. Daarnaast is er een compound veld aanwezig, deze is niet gecodeerd. Deze kabels dienen in de beproevingsruimte te komen, hiervoor zijn openingen nodig in de geluidscabine. De kabels die hierbij horen zijn: 820 t/m 825 en 504, zie figuur 32. De kabels 820 t/m 825 zijn van het type 4x2,5mm² en kabel 504 is van het type 1x35mm².



Figuur 32: Schematische weergave kabelaansluitingen Lessenaar 1 en 2

7.4.1.3 HSTR

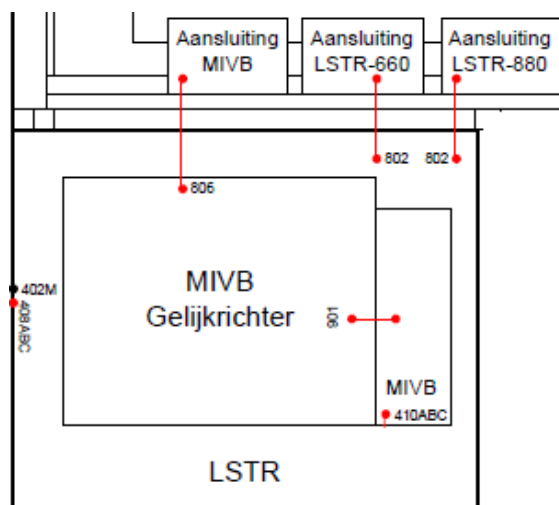
Er is een opening in de geluidscabine gemaakt, zodat hier de HSTR in past. Dit is vanwege het ruimtegebrek op de begane grond gedaan. Daarnaast biedt deze optie van indeling de mogelijkheid om de transformator aan de voor- en achterkant te onderhouden. Aan de voorkant van de transformator bevinden zich ook de aansluitingen waarop de kabels makkelijk kunnen worden aangesloten. De HSTR bevat twee aansluitingen die in de geluidscabine dienen te komen: HSTR-DC en HSTR-AC. De kabels die hierbij horen zijn: 803 en 804, zie figuur 33. Kabel 803 is van het type (3)x25mm² en kabel 804 is van het type (2)x35mm². Dit zijn in totaal 5 kabels, drie van 25mm² en twee van 35mm².



Figuur 33: Schematische weergave kabelaansluitingen HSTR

7.4.1.4 MIVB en LSTR

Voor de aansluitingen van de MIVB en LSTR dienen er openingen in de geluidscabine te worden gemaakt. De kabels van deze aansluitingen dienen namelijk gebruikt te worden in de beproevingsruimte. Het gaat hierbij om drie aansluitingen: MIVB, LSTR-660 en LSTR-880. Dit zijn in totaal 11 kabels met nummer: 802 en 806, zie figuur 34. Kabel 802 is van het type (3)x70mm² en kabel 806 is van het type: 2x(4)x70mm². Voor de aansluiting LSTR zijn dus drie kabels (1 per fase) nodig van 70mm². De MIVB aansluiting heeft per pool (“+” en “-”) 4 kabels nodig van 70mm². Deze kabels zijn bewust zo gekozen, omdat er makkelijker gewerkt kan worden in de proefstand met dunne kabels.

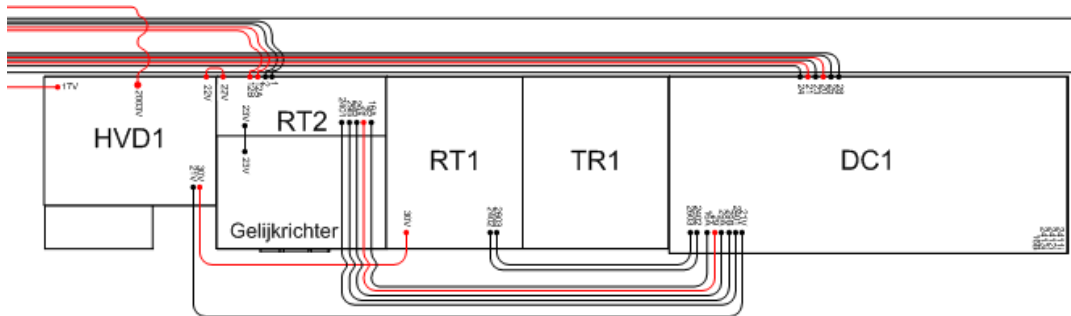


Figuur 34: Schematische weergave kabelaansluitingen MIVB en LSTR

7.4.2 Kelder

In de kelder zijn de schakelkasten en omvormersets opgesteld. Om dit allemaal te verbinden is er een grote hoeveelheid aan kabels nodig. Er zijn kabels die van de schakelkasten naar de omvormersets gaan, maar is er ook veel interne bekabeling tussen de schakelkasten. Met het kabelschema worden deze kabels inzichtelijk gemaakt. Zie “bijlage K – Kabelschema proefstand Y8 - kelder” voor het kabelschema in A3 van de gehele kelder.

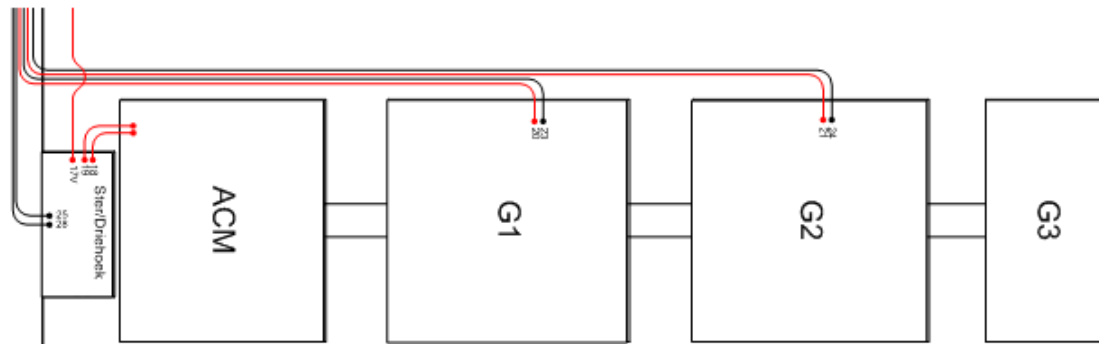
De kabels tussen de schakelkasten, regelkasten en de omvormersets, dienen via de muur d.m.v. een kabelgoot of –ladder te worden bevestigd, zodat er genoeg werkruimte aanwezig is in de machinekamer, zie figuur 35.



Figuur 35: Schematische weergave kabelaansluitingen schakelkasten

7.4.2.1 Omvormerset

De omvormerset bestaat uit vier machines, waarvan drie generatoren zijn: G1, G2 en G3, zie figuur 36. De kabels van deze machines dienen op een kabelgoot te komen. Deze kabelgoot is al reeds voorzien. De machine ACM is aangesloten op de Ster/Driehoek kast, hiervoor worden 6 kabels gebruikt (nr: 18 en 19) van 70mm² (twee kabels per fase).

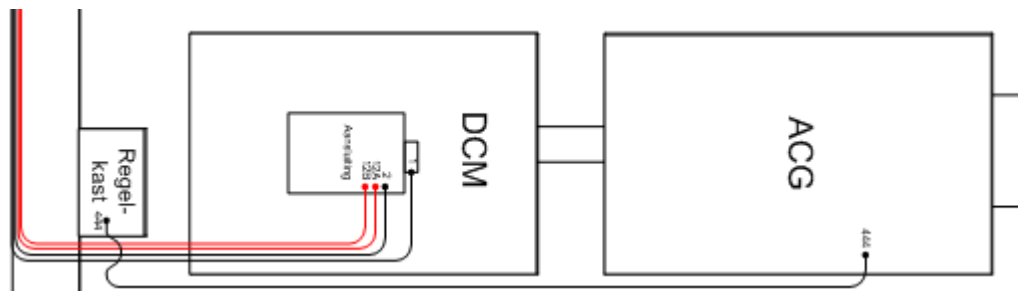


Figuur 36: Schematische weergave kabelaansluitingen omvormerset

De Ster/driehoek kast krijgt zijn voeding uit HVD1, hiervoor wordt een kabel (nr.: 17V) gebruikt van 3x120mm² + aarde. De Ster/driehoek kast heeft nog enkele kabels voor de sturing (nr. 25 en 28). De generatoren G1 en G2 zijn identiek. Hiervoor worden dan ook de zelfde kabels gebruikt voor de voeding (nr. 20 en 21) en veld (nr. 23 en 24). De kabels 20 en 21 zijn elk (2)x95mm². In totaal zijn dit dus vier kabels, twee voor elke pool (“+” en “-”) van de generatoren. Generator G3 wordt echter rechtstreeks naar boven gevoed en komt in deze tekening niet aan de orde.

7.4.2.2 Draaistroomset

De draaistroomset bestaat uit twee machines (ACG en DCM). De kabels die aangesloten dienen te worden op deze machines dienen tevens op een kabelgoot te liggen. Deze kabelgoot is reeds al voorzien. De machine ACG is met kabel 444 aangesloten op een regelkast, waarmee de generator kan worden gestuurd. Deze regelkast dient aan de muur te komen boven de draaistroomset, zie figuur 37.



Figuur 37: Schematische weergave kabelaansluitingen draaistroomset

De DCM machine wordt gevoed uit kast RT2. Hiervoor worden twee kabels gebruikt (nr. 12A en 12B). Voor het veld van deze DC machine wordt een andere kabel gebruikt, namelijk nummer 2. Daarnaast is er ook een werkschakelaar voorzien op de DC machine, deze is aangesloten met kabel nr. 1.

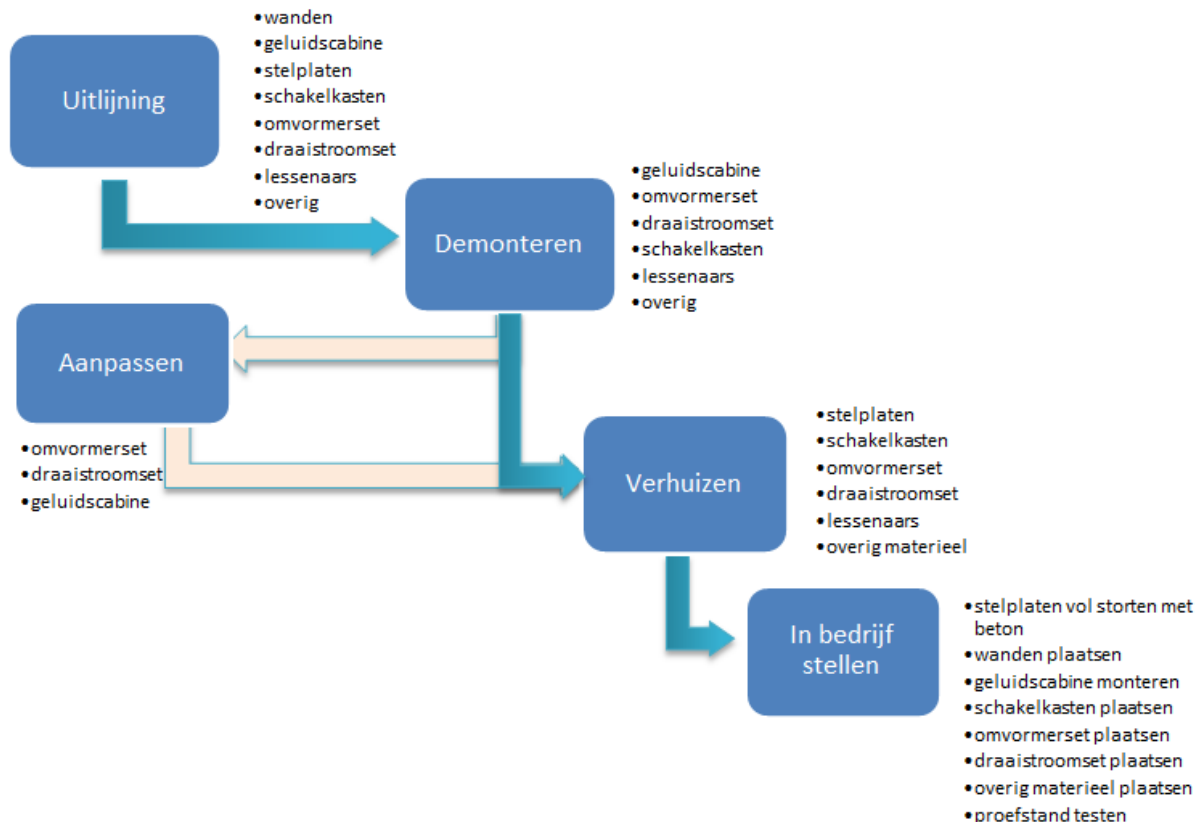
7.4.3 Kruipruimte

De kruipruimte is de ruimte tussen de kelder en de begane grond. In deze ruimte moeten kabelgoten of -banen worden gelegd. Er dienen voldoende kabelgoten aanwezig te zijn voor de kabels die van de kelder naar de begane grond aangelegd moeten worden. Dit zijn circa 40 kabels waarvan er enkele sterkstroom-voerend zijn, zie “bijlage L – Kabelschema’s proefstand Y8 - kruipruimte”. Deze dikkere kabels kunnen bij gebruik krachten op elkaar uitoefenen. Hier dient dus rekening mee gehouden te worden bij het aanbrengen hiervan. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met de warmteontwikkeling van de hoeveelheid kabels in de kruipruimte. Deze aspecten zijn niet uitgezocht, omdat dit geen onderdeel van de afstudeeropdracht is.

De kabelgoten dienen tegen het plafond van de kruipruimte te worden bevestigd. De kruipruimte is echter moeilijk te betreden. Er is maar één kleine doorgang, deze bevindt zich op de begane grond vlakbij de plek van de proefstand. Het wordt dan ook lastig om apparatuur deze ruimte in te krijgen. Deze kruipruimte ligt tevens vol met water en is hierdoor maar 1.2 m hoog. Het is een te krappe ruimte om normaal in te werken. Een optie is om deze ruimte gedeeltelijk leeg te laten pompen, zodat er gestaan kan worden. Eventueel kan er ook op een vlot worden gewerkt, maar dan dient gebukt gewerkt te worden. Hierbij dient dan ook een installateur bij betrokken te worden.

8. Verhuisplan

Het proces van verhuizen van de proefstand vindt in meerdere stappen plaats. Deze stappen van het proces zijn terug te vinden in “bijlage M – Verhuisplan”. Hierin is een overzicht te vinden van de stappen die nodig zijn om de verhuizing te realiseren. Hieronder zal een beknopte omschrijving van het verhuisplan aan bod komen. De stappen die doorlopen dienen te worden zijn:



Figuur 38: Proces verhuizen proefstand Y9

Allereerst dient de nieuwe ruimte te worden opgeruimd, zodat men kan beginnen met het uitlijnen. Hierbij dienen de wanden, geluidscabine, stelplaten, schakelkasten, omvormers, lessenaars en overig materieel uitgelijnd te worden op de nieuwe vloer in gebouw Y8. Hierbij is de proefstand nog in bedrijf. Dit wordt ook wel de pre-fase genoemd. In de pre-fase van de verhuizing kan de installateur ook al aan de slag met het leggen van de kabelgoten in de kruipruimte.

Zodra dit eenmaal gebeurd is, kan het demonteren van de proefstand plaatsvinden. In deze fase zal de proefstand geleidelijk uit bedrijf worden genomen. Het handigst is om allereerst de geluidscabine te demonteren. Daarna kunnen de omvormers, schakelkasten en lessenaars worden gedemonteerd. Tot slot volgen de overige kasten. Deze fase dient zo snel mogelijk plaats te vinden, omdat de proefstand nu uit bedrijf is genomen. Als de omvormerset en draaistroomset gedemonteerd zijn, kunnen deze worden gereviseerd. Deze sets zijn namelijk de afgelopen 9 jaar niet meer gereviseerd.

Vervolgens dient al het gedemonteerde materieel te verhuizen naar het nieuwe gebouw. De stelplaten kunnen als eerste worden verplaatst, omdat deze meteen geplaatst kunnen worden op de begane grond van Y8. Het makkelijkste is om de schakelkasten als eerste te verplaatsen naar de kelder, zodat daarna de omvormerset en draaistroomset verplaatst kunnen worden naar de kelder. Daarna kan het overig materieel worden verhuisd naar de nieuwe ruimte.

De schakelkasten dienen als eerste op de juiste plek te worden geplaatst (op de uitlijningen) in de kelder, zodat daarna de omvormerset en de draaistroomset geplaatst kunnen worden met de benodigde regelkasten. Zodra de kelder gereed is kan de installateur de benodigde kabelgoten plaatsen in de kelder. Tegelijkertijd kan het overig materieel op de begane grond geplaatst worden. Zodra de kelder gereed is kan de installateur de benodigde kabelgoten leggen, alvorens aan de bekabeling te beginnen. Hierbij kan de installateur gebruik maken van de kabelschema's. Als alles eenmaal aangesloten is kan de proefstand getest worden en in bedrijf worden gesteld.

9. Conclusie

De proefstand is door de jaren heen meerdere malen aangepast, maar deze wijzigingen zijn niet of nauwelijks bijgehouden. De aanpassingen die wel gedaan waren op de werkingsschema's en klemmenstrookschemata kwamen echter niet overeen met de huidige werkelijkheid. De informatie die beschikbaar was, over de proefstand, was zeer beperkt. Daarnaast waren er andere onduidelijkheden over de proefstand. De bestaande schema's zijn geupdate en er zijn tevens nieuwe schema's ontworpen voor de proefstand. Aansluitend zijn de beproevingsgegevens van de aansluitingen van de proefstand nu bekend. De werking van de proefstand is met deze afstudeeropdracht inzichtelijker gemaakt.

Ten tweede is er een voorstel voor het verhuizen van de proefstand van gebouw Y9 naar gebouw Y8 gemaakt. Hierbij zijn nieuwe kasten toegevoegd, zodat de proefstand na de opsplitsing over de kelder en begane grond nog functioneel is. De proefstand is in deze beschikbare, gebrekkige ruimte zo nuttig en functioneel mogelijk ingericht. De inrichting voldoet aan de opgestelde eisen in hoofdstuk 6. Deze inrichting is tevens verwerkt in meerdere plattegronden en 3D-tekeningen, zodat deze gebruikt kunnen worden voor het uitlijnen en in bedrijf stellen van de proefstand.

Daarnaast zijn de klemmenstroken en kabels van de proefstand uitgezocht. Door de nieuwe indeling van de proefstand zijn er tevens kabels aangebracht in het voorstel. Het type van de huidige en nieuwe kabels is tevens berekend volgens de NEN 1010 norm met behulp van het programma Kabel++. Deze berekeningen zijn tevens gecontroleerd en goedgekeurd door de heer H.Bosman. Vanuit deze kabellijsten zijn de kabelschema's gemaakt.

De installateur heeft door deze informatie een beter beeld van de kabelverbindingen van de proefstand en heeft gelijk een overzicht van alle invoermogelijkheden van de kasten. Hierdoor kan de installateur sneller de kabellengtes bepalen. Daarnaast kan de installateur een redelijke schatting maken van de kabelgoten of -banen die gelegd moeten worden. De installateur kan met deze schema's de proefstand opnieuw aanleggen zonder de echte werking ervan te snappen.

Er is een verhuisplan opgezet met de stappen die doorlopen dienen te worden bij de realisatie van de verhuizing. Met behulp van het programma Office Project kan het verhuisplan naar voorkeur worden aangepast. Er kunnen stappen of processen worden toegevoegd of weggehaald. Het verhuisplan kan ter alle tijden worden bijgehouden en het programma Office Project is met een geringe kennis alsnog makkelijk te gebruiken.

De directie heeft een goed beeld van de nieuwe indeling en kan de verhuizing hiermee makkelijker leiden. De installateur heeft ook baat bij de kabellijsten en kabelschema's en ziet hiermee gemakkelijker het werk dat nog verricht moet worden. Al met al is er te concluderen dat er aan de opdracht, inclusief gestelde eisen, is voldaan.

10. Aanbevelingen

De werkingschema's van de proefstand dienen een update te krijgen. Deze zijn nu alleen beschikbaar op kladpapier en zijn gedateerd. De veranderingen die in der loop der jaren zijn toegevoegd op deze bladen komen niet overeen. Deze werkingschema's zijn tevens niet digitaal beschikbaar. Mochten de werkingschema's in de nabije toekomst aangepast en geupdate worden, dan zal dit momenteel moeilijk gaan. Door deze werkingschema's met behulp van E-plan te digitaliseren, kan dit probleem echter worden verholpen.

Daarnaast is het met E-plan mogelijk om na het tekenen van de werkingschema's de klemmenstroken automatisch te laten genereren. De losse klemmenstrookschemata worden hiermee dus overbodig. De digitale schema's kunnen tevens makkelijk worden aangepast. Het is nu ook mogelijk om de proefstand met behulp van de digitale werkingschema's en klemmen te optimaliseren. Hierdoor kunnen overbodige componenten uit de proefstand worden gehaald, waardoor de werking versimpeld kan worden. Tevens kan er nagedacht worden over eventuele uitbreidingen en beveiligingen van de proefstand.

Door het One Line schema op te hangen heeft de proefdraaier een goed overzicht van de proefstand. Hierop zijn alle keuzeschakelaars en knoppen te zien die bediend kunnen worden om het desbetreffende veld (aansluiting) in te kunnen zetten. De proefdraaier heeft daarnaast een overzicht van de daarbij horende machines en apparaten en de beveiligingen die aan kunnen spreken bij het gebruik van de aansluitingen. Het schema geeft in een oogopslag een goed overzicht van de proefstand.

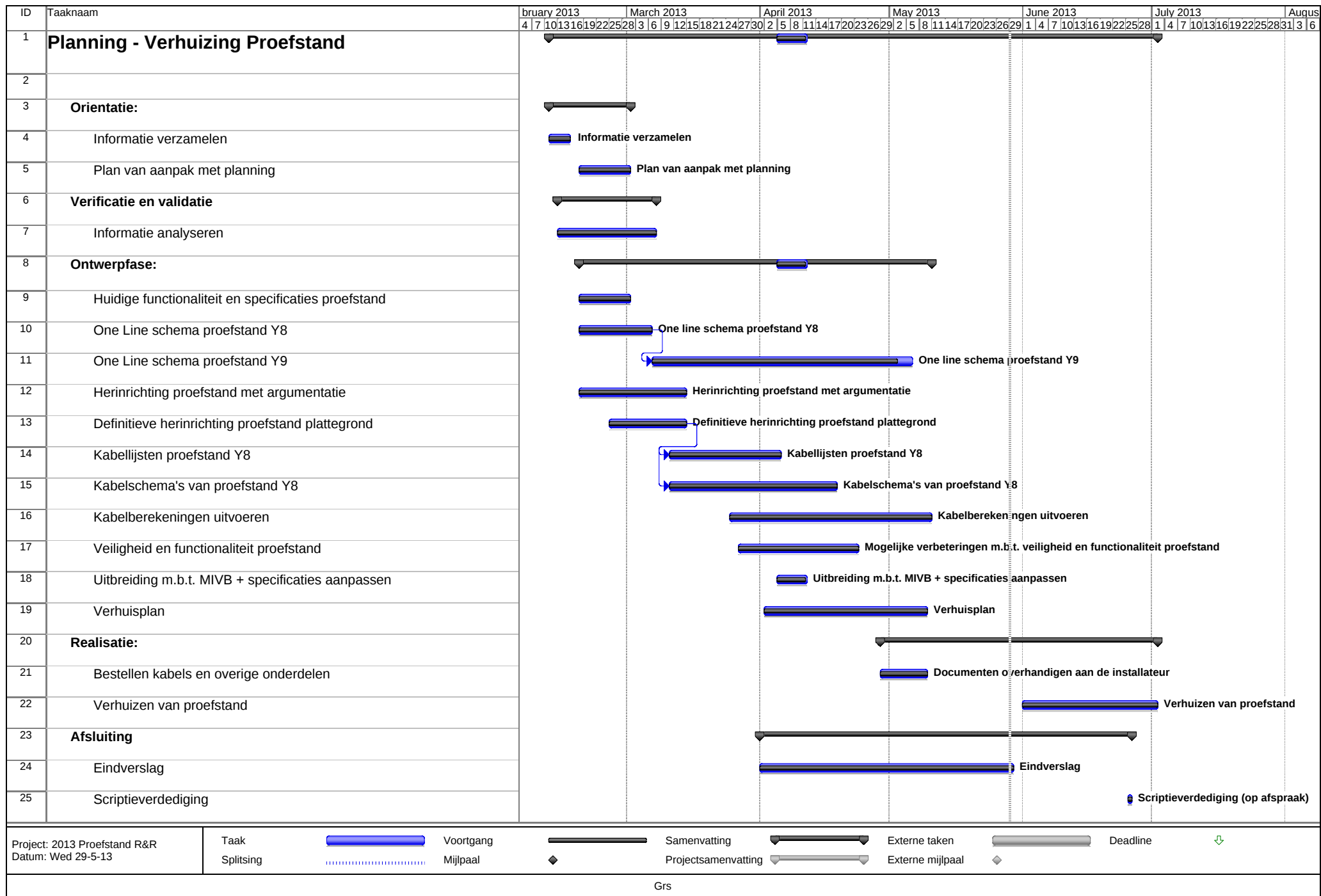
De documentatie dient ter allertijde te worden bijgehouden, zodat er in de toekomst geen onduidelijkheden ontstaan van de werking van de proefstand. Het in bezit zijn van de correcte documenten kan soms cruciaal zijn voor het te verrichten werk. Bij de aftermarket heerst dan ook de motto "Meten is weten". Laat ook dit doorschemeren aan de proefdraaiers en volg het advies op om de documentatie van de proefstand te actualiseren en te digitaliseren.

11. Literatuurlijst

1. Driefasenspanning, Wikipedia,
<http://nl.wikipedia.org/wiki/Driefasenspanning>, geraadpleegd op 20-2-2013
2. Three-phase asynchronous motors, ABB,
[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/5e6a1c128ae4fab1c1257b490033f301/\\$file/1SDC007106G0201.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/5e6a1c128ae4fab1c1257b490033f301/$file/1SDC007106G0201.pdf), geraadpleegd op 20-2-2013
3. Asynchrone machines en frequentieregelaars, E&Lab,
http://rubben.weebly.com/uploads/8/7/2/3/8723959/h06_03_asm_met_focus_op_frequentieregelaar_v10.pdf, geraadpleegd op 27-4-2013
4. Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties, NEN,
NEN 1010:2007 + C1:2008
5. NH-smeltveiligheden, WEBER,
http://download.hager.com/Hager.nl/files_download/Brochures/energiedistributie/web-er-systemen/413_NH_smeltveiligheden_nl.pdf, geraadpleegd op 21-3-2013
6. Losses, efficiency and testing of D.C. machines, Ministry of Science and Technology - Myanmar,
http://www.most.gov.mm/techuni/media/EP_03061_6.pdf, geraadpleegd op 24-3-2013
7. Zo is het frequentie-geregeld, Emotron B.V.
2^e editie, ISBN: ontbreekt, artikel nr. 804110.02

Bijlage A – Planning Afstudeeropdracht

Planning Afstudeeropdracht



Bijlage B - IEC Routine test

IEC Routine test

Appendix 1a (IEC Routine test)

No.	Inspection	Intervention	Specification	Report
		Customer		
A.1	Armature reactance without rotor.	☐ W ☐ H	TPS030365	M4024
A.2	Overspeed test.	☐ W ☐ H	TPS030222	M3095
A.3	Winding resistances (when cold).	☐ W ☐ H	TPS030088	M3023
A.4	Bearing insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030371	M2013
A.5	Insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030090	M3023
A.6	Short-circuit characteristic, losses and current balance.	☐ W ☐ H	TPS030261	M3023
A.7	No-load characteristic, losses and voltage balance.	☐ W ☐ H	TPS030260	M3023
A.8	Bearing shell temperature test.	☐ W ☐ H	TPS030372	M3023
A.9	Vibration measurement.	☐ W ☐ H	TPS030223	M3023
A.10	Harmonic analysis (of the voltage wave form).	☐ W ☐ H	TPS030099	M3023
A.11	Phase sequence.	☐ W ☐ H	TPS030262	M3023
A.12	Insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030090	M3023
A.13	Dielectric test.	☐ W ☐ H	TPS030362	M3023
A.14	Insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030090	M3023
A.15	Check on auxiliary equipment.	☐ W ☐ H		

Bijlage C - IEC Type test

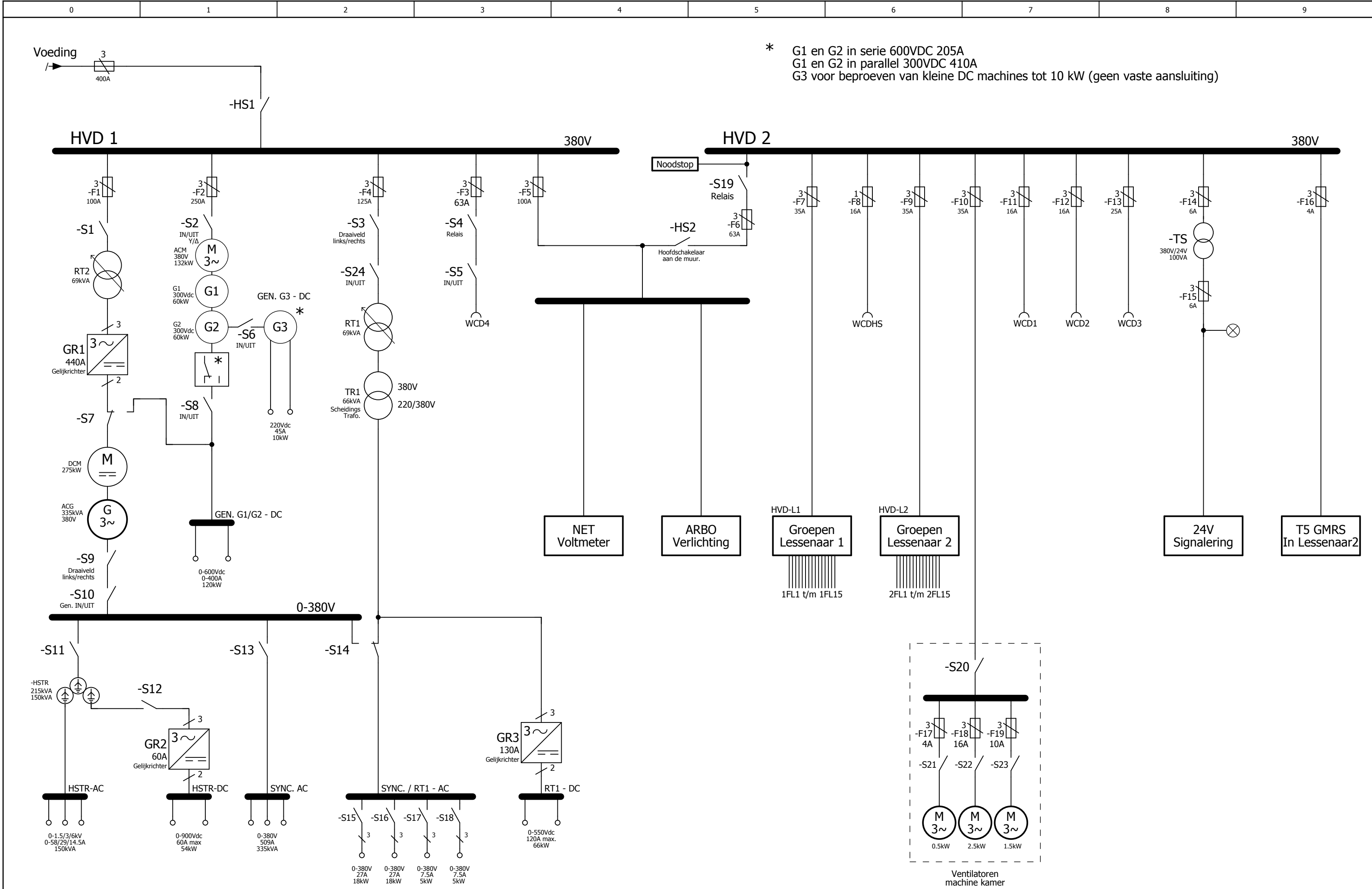
IEC Type test

Appendix Ib (IEC Type test)

No.	Inspection	Intervention	Specification	Report
		Customer		
B.1	Armature reactance without rotor.	☐ W ☐ H	TPS030365	M2024
B.2	Overspeed test.	☐ W ☐ H	TPS030222	M3095
B.3	Winding resistances (when cold).	☐ W ☐ H	TPS030088	M3023
B.4	Bearing insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030371	M2013
B.5	Insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030090	M3023
B.6	Heat run test.	☐ W ☐ H	TPS030089	M3023
B.7	Short-circuit characteristic, losses and current balance.	☐ W ☐ H	TPS030261	M3023
B.8	No-load characteristic, losses and voltage balance.	☐ W ☐ H	TPS030260	M3023
B.9	Bearing shell temperature test.	☐ W ☐ H	TPS030372	M3023
B.10	Vibration measurement.	☐ W ☐ H	TPS030223	M3023
B.11	Harmonic analysis (of the voltage wave form).	☐ W ☐ H	TPS030099	M3023
B.12	Phase sequence.	☐ W ☐ H	TPS030262	M3023
B.13	Sudden short-circuit test.	☐ W ☐ H	TPS030098	M3023
B.14	Field current decay test.	☐ W ☐ H	TPS030100	M3023
B.15	Zero sequence reactance.	☐ W ☐ H	TPS030364	M3023
B.16	Negative sequence reactance.	☐ W ☐ H	TPS030363	M3023
B.17	Moment of inertia.	☐ W ☐ H	TPS030392	M3023
B.18	Sound pressure level (Noise test).	☐ W ☐ H	TPS030391	M3023
B.19	Insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030090	M3023
B.20	Dielectric test.	☐ W ☐ H	TPS030362	M3023
B.21	Insulation resistance.	☐ W ☐ H	TPS030090	M3023
B.22	Check on auxiliary equipment.	☐ W ☐ H		

Bijlage D - One Line schema Y9

One Line schema Y9



* G1 en G2 in serie 600VDC 205A
G1 en G2 in parallel 300VDC 410A
G3 voor beproeven van kleine DC machines tot 10 kW (geen vaste aansluiting)

COPYRIGHT BY BRUSH b.v.

		DATE	28-3-2013
		DRAWN	TAH
		CHECK.	
REVISION	DATE	NAME	APPR.

PROEFSTAND

Drawing No:



Page Description:

One line - Proefstand Y9

Client:
BRUSH

Client Drawing No:

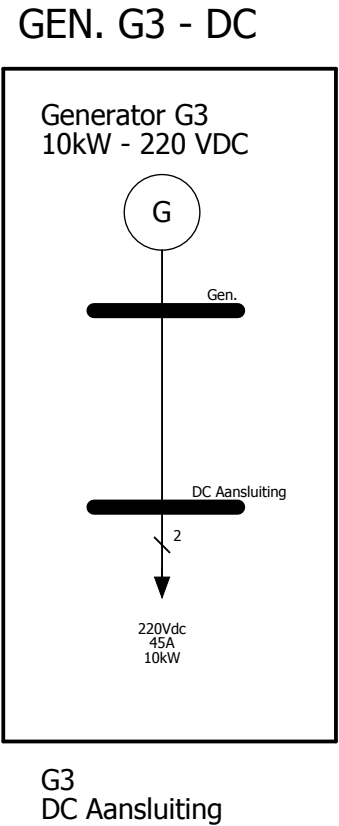
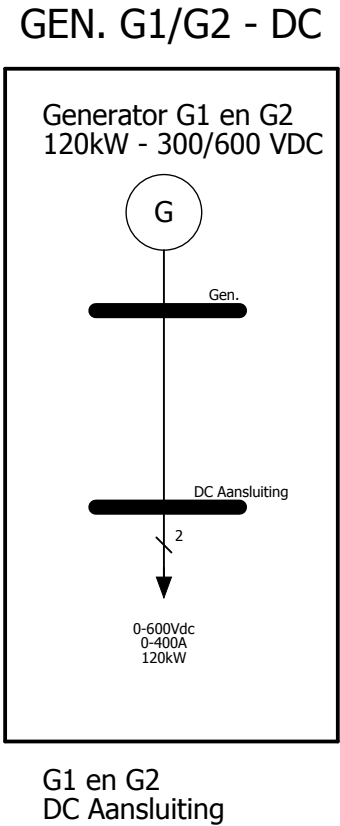
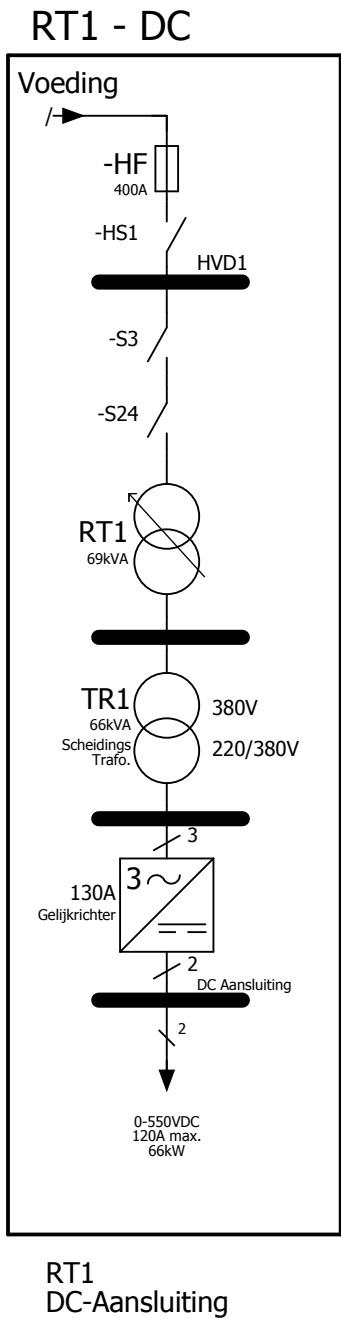
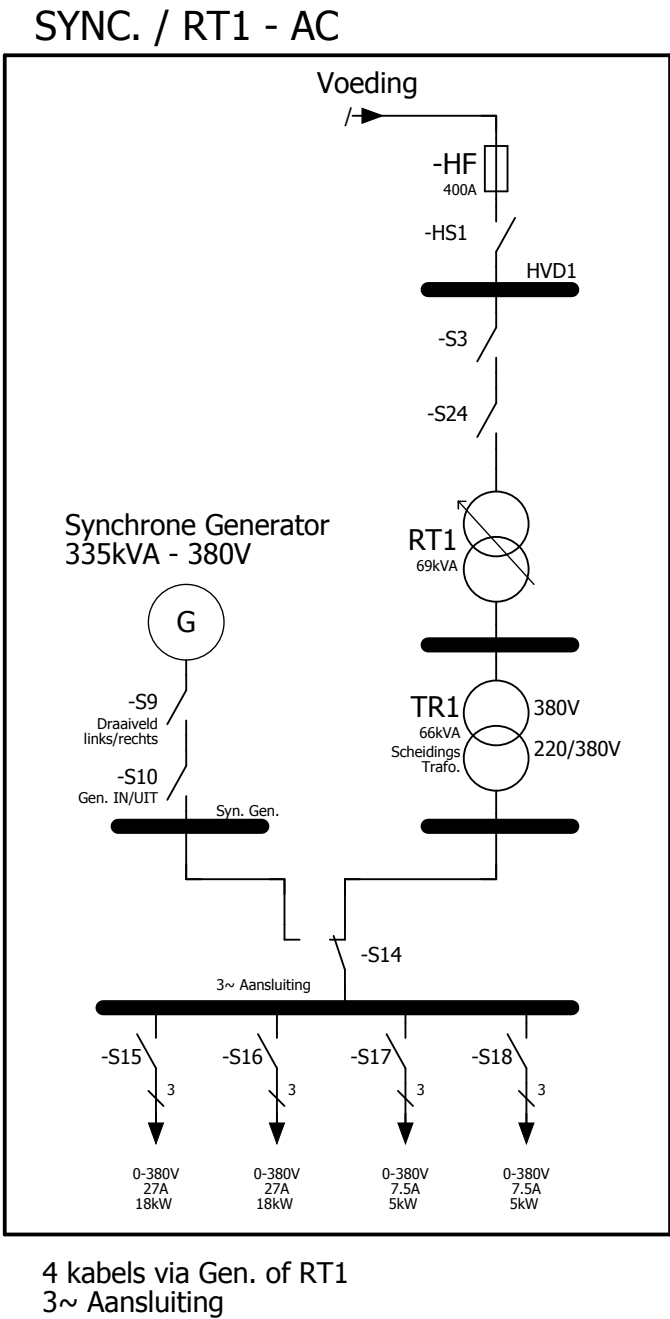
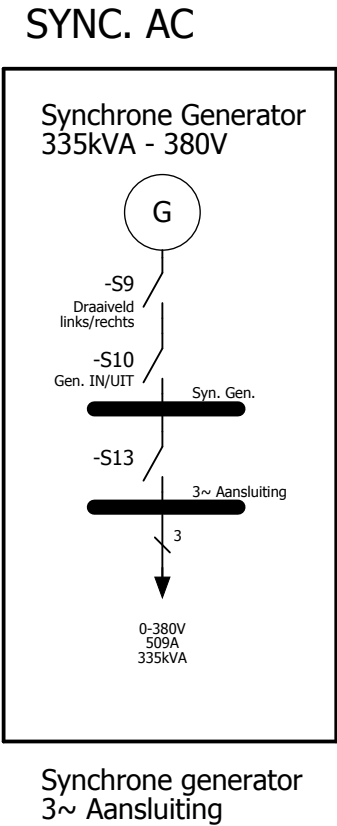
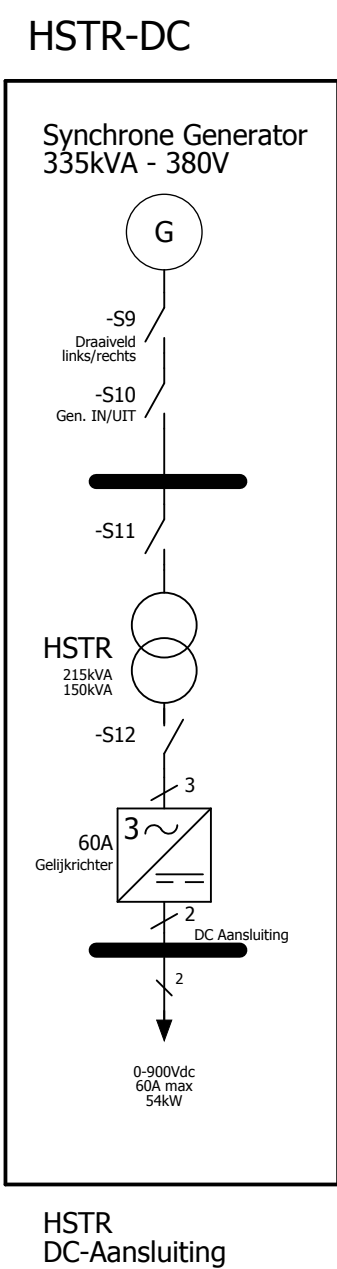
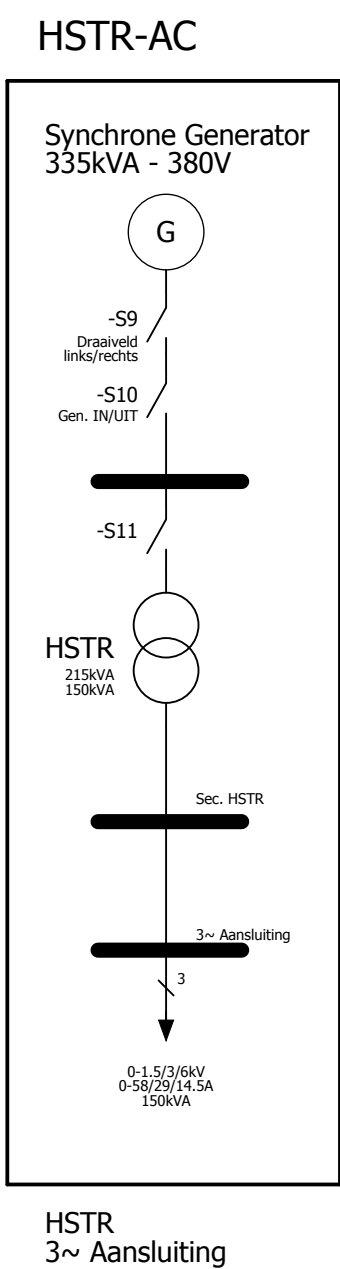
Brush Project No:
100561

Revision
00

= 00
+ 00

Page
3

Pages
5



			DATE	27-3-2013
			DRAWN	TAH
			CHECK.	
REVISION	DATE	NAME	APPR.	

PROEFSTAND
Drawing No:



Page Description:
Schema Proefstand Y9

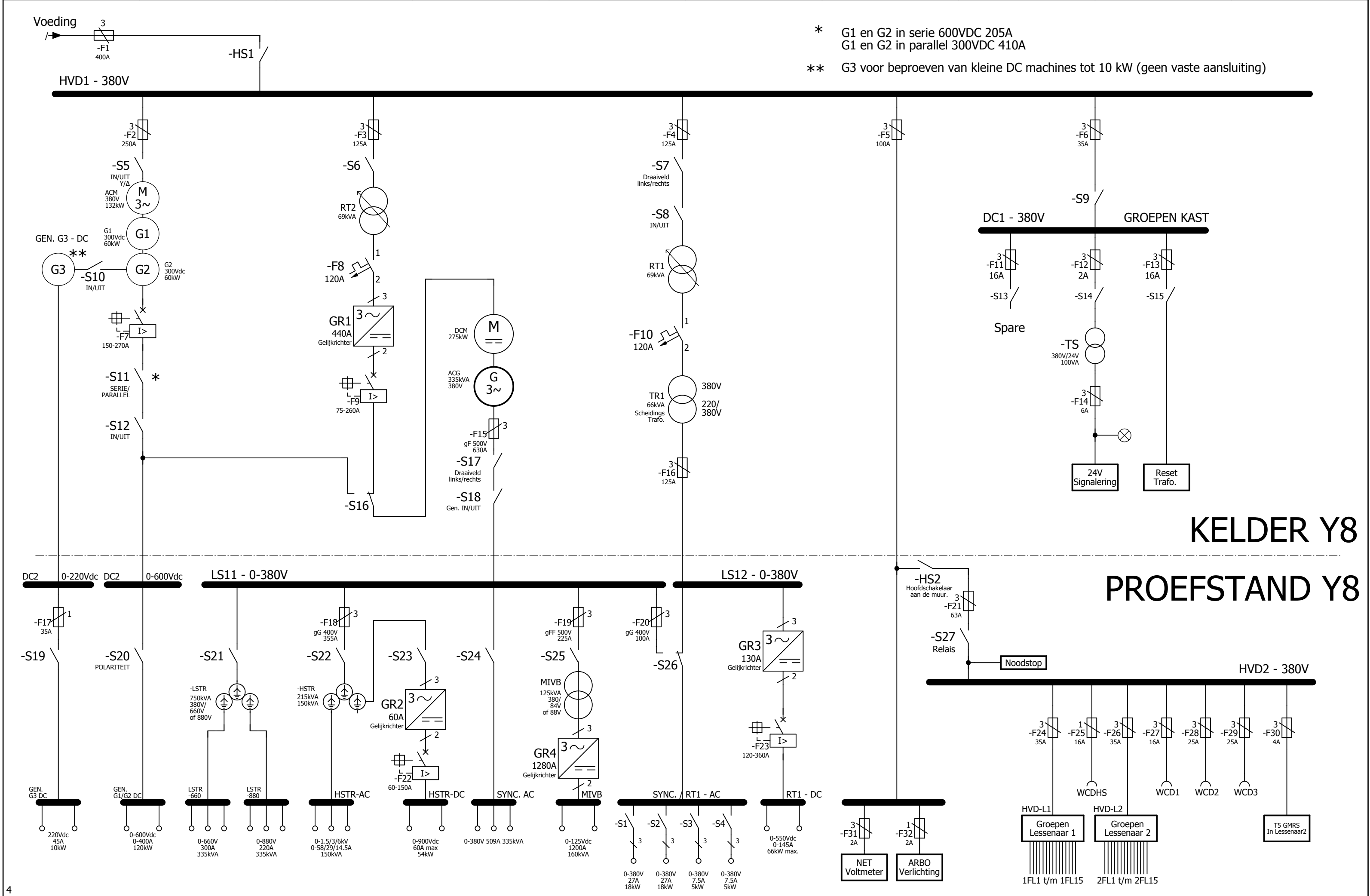
Client:	BRUSH	Revision	= 00
Client Drawing No:	100561	Revision	+ 00
Brush Project No:	100561	Page	4
		Pages	5

Bijlage E - Ontwerpvoorstel blindpaneel

Ontwerpvoorstel blindpaneel

Bijlage F - One Line schema Y8

One Line schema Y8



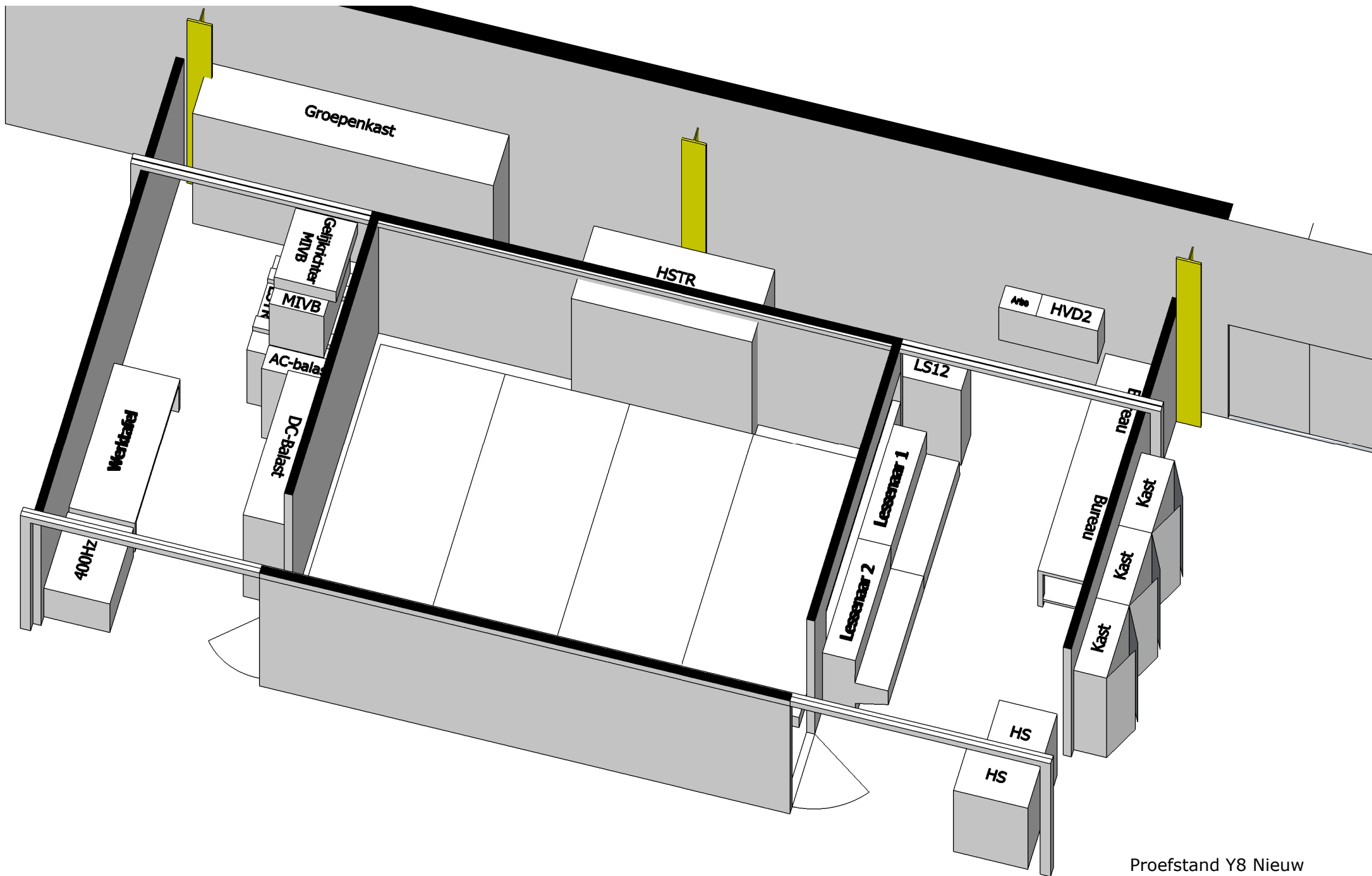
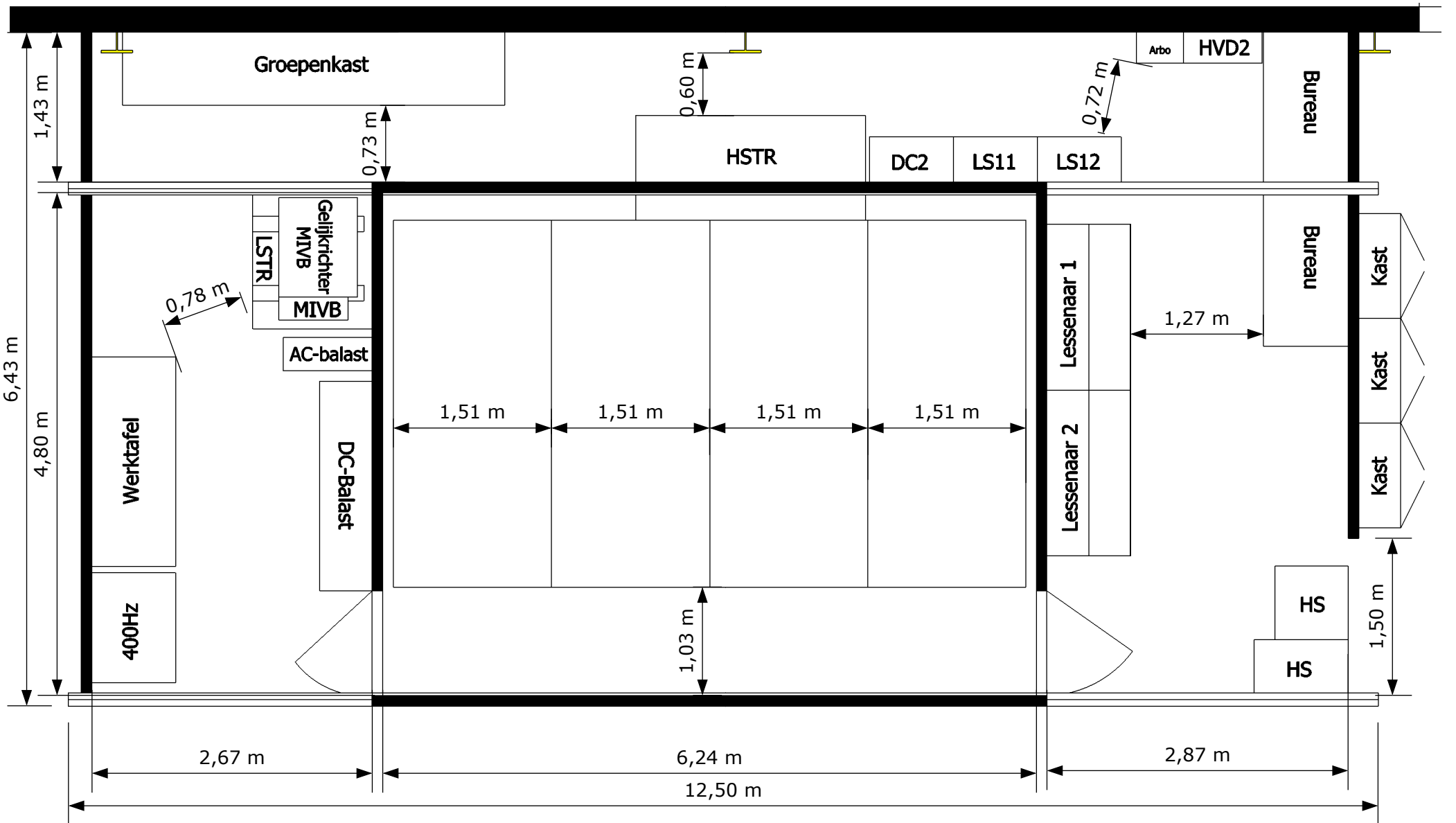
KELDER Y8

PROEFSTAND Y8

Bijlage G - Indeling proefstand Y8 – begane grond

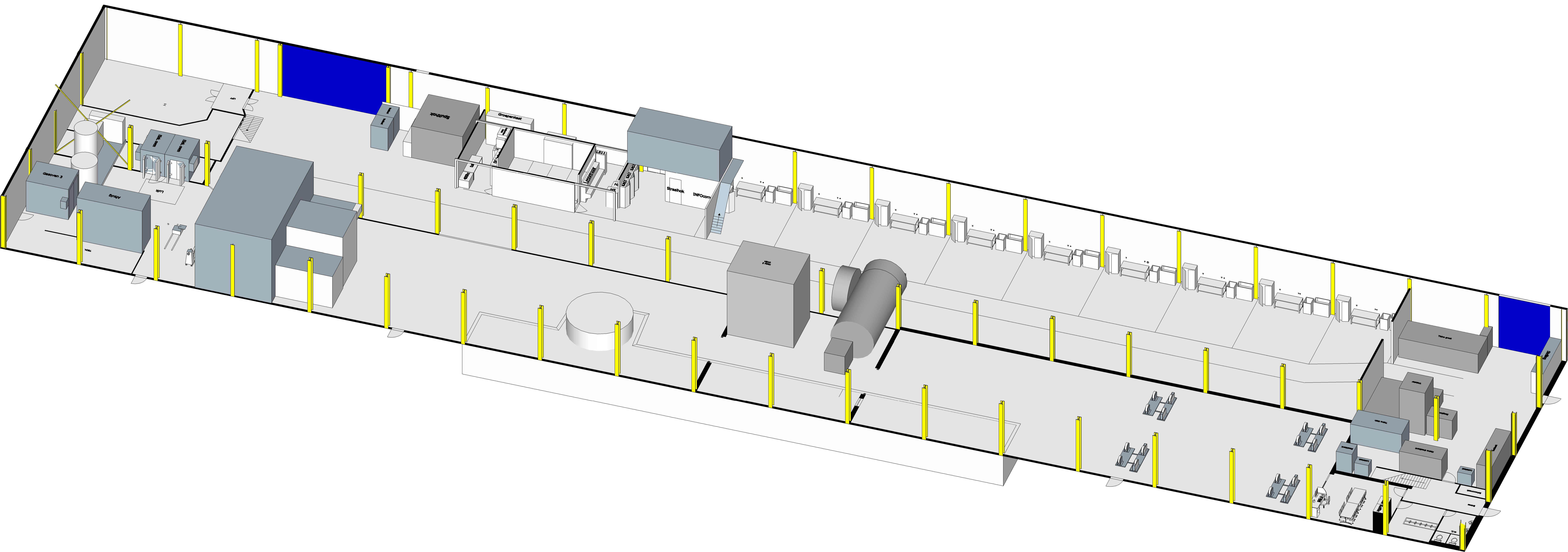
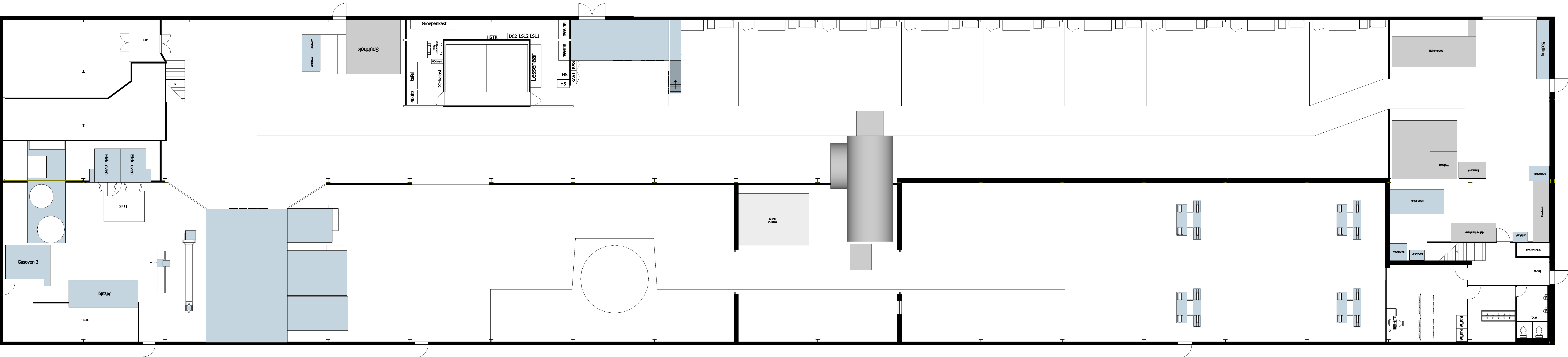
Indeling proefstand Y8

Begane grond



Proefstand Y8 Nieuw

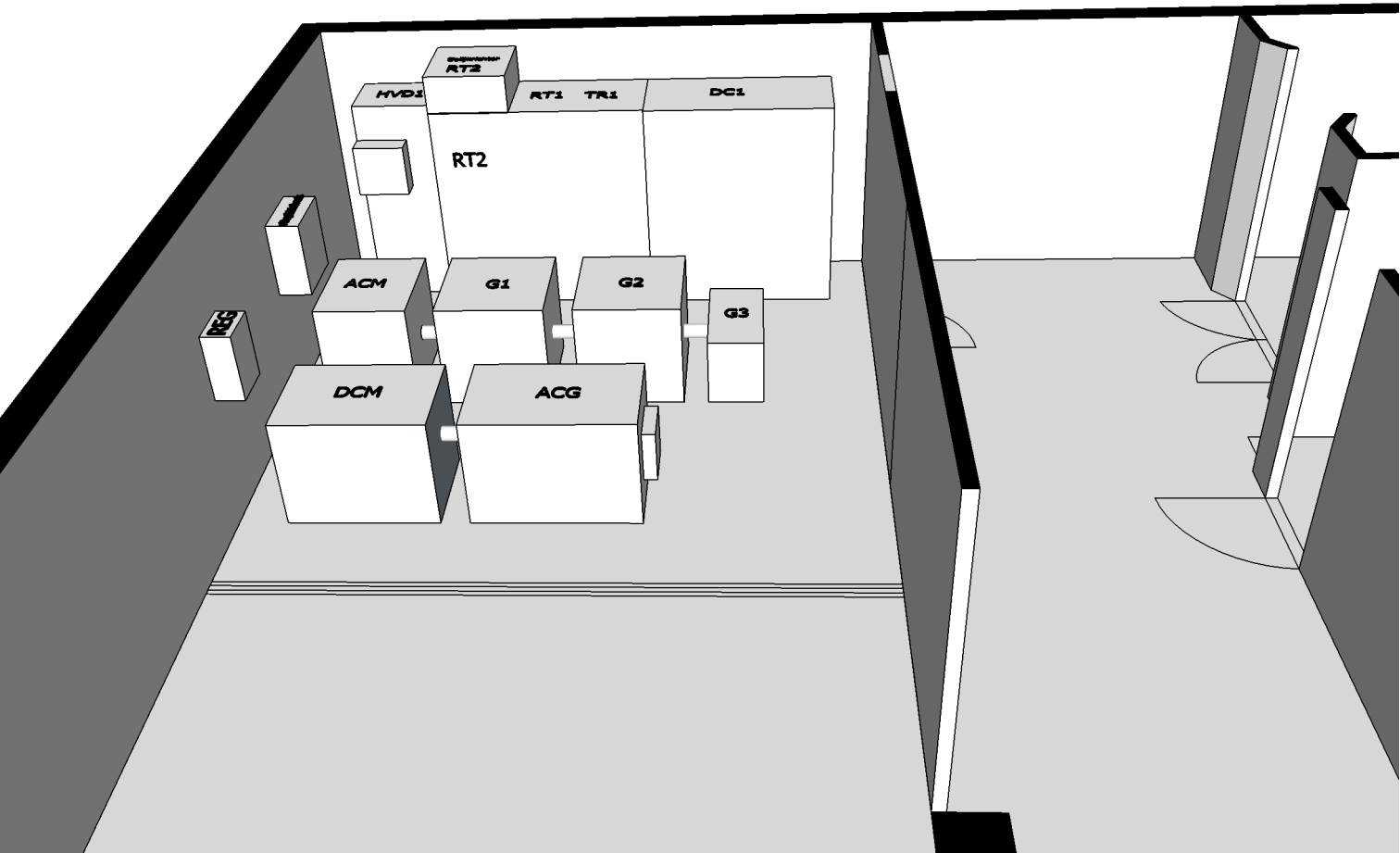
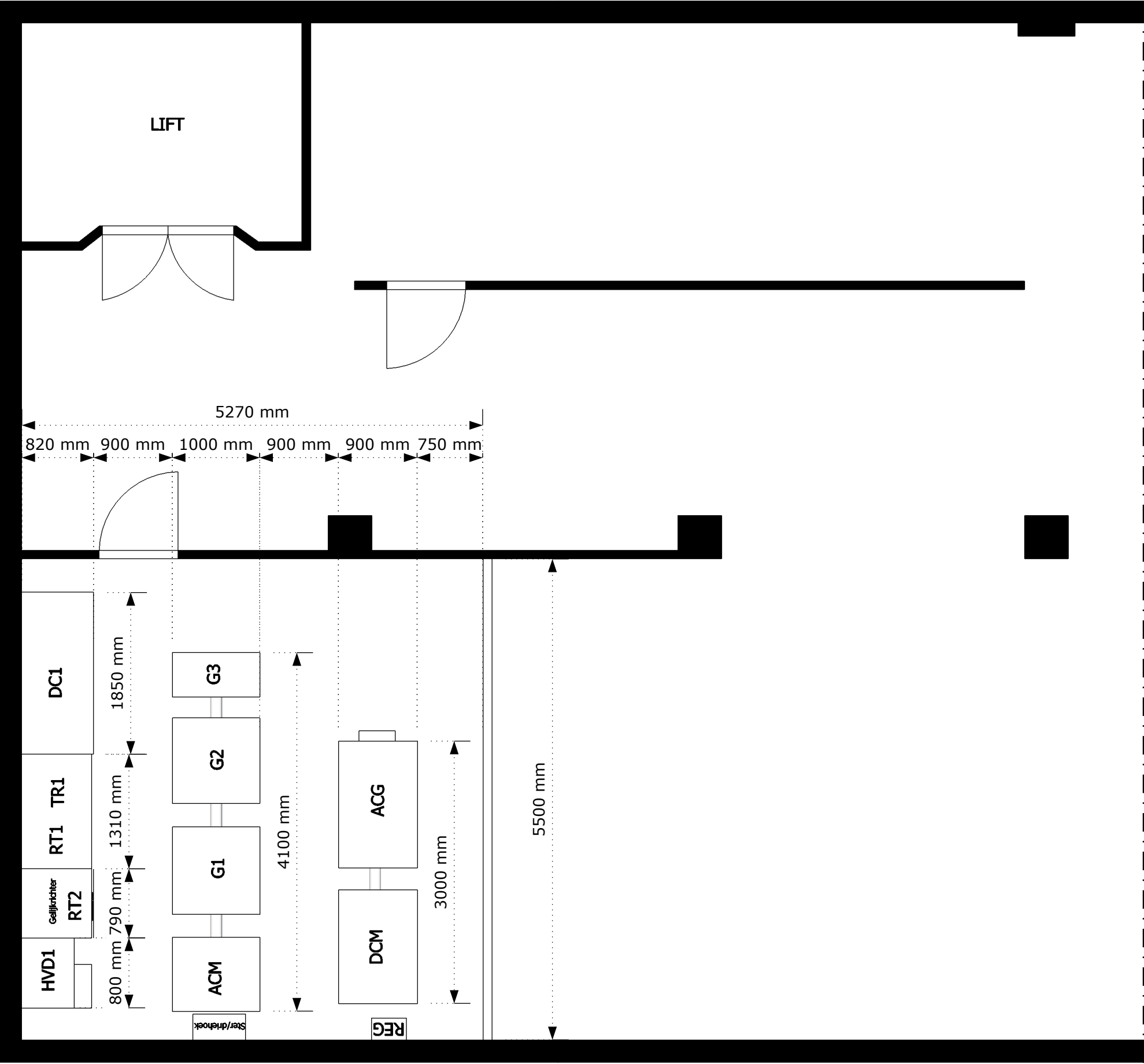
Papier: A3
Schaal: 1:50
Datum: 28-03-2013

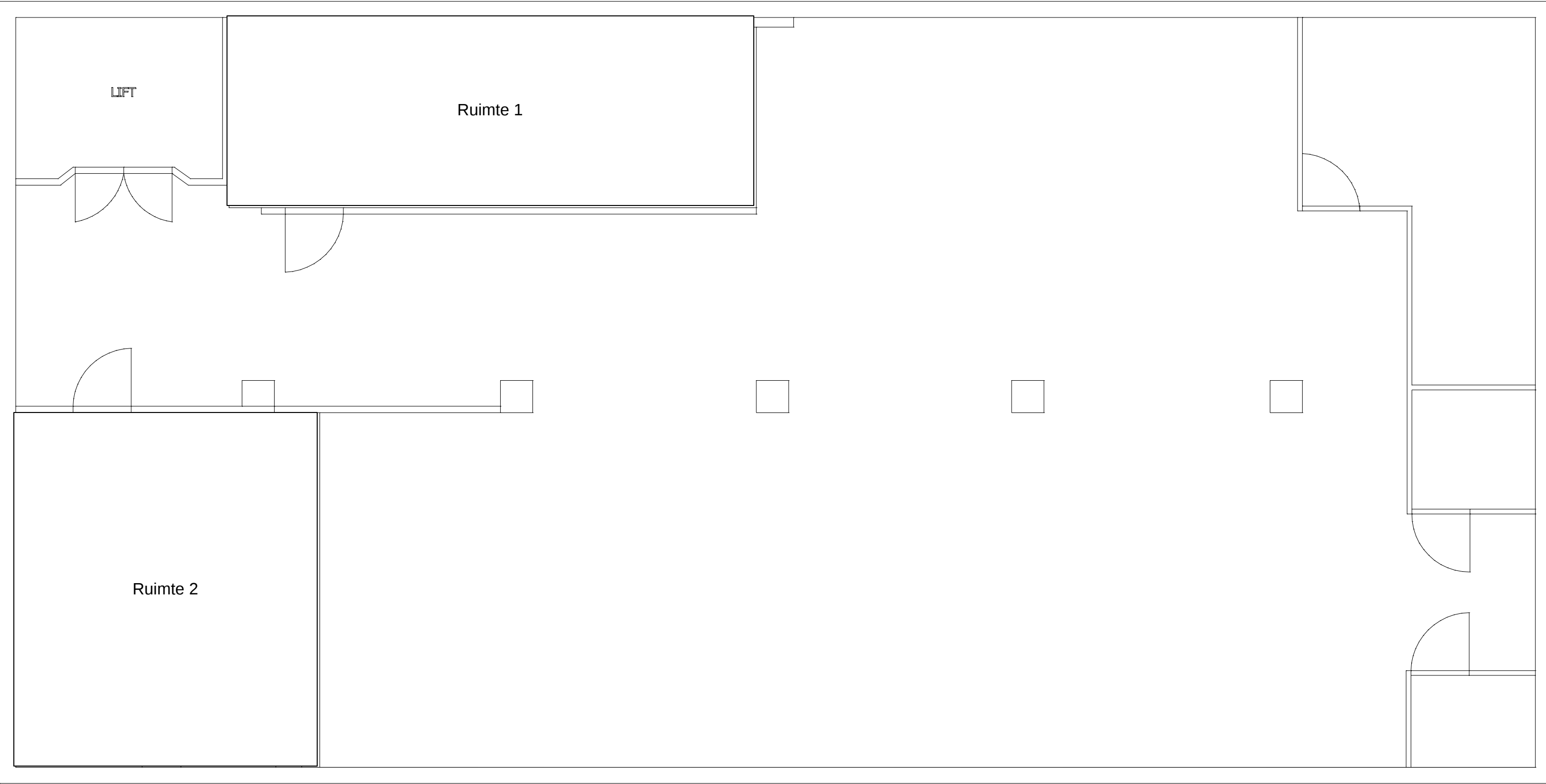


Bijlage H - Indeling proefstand Y8 – kelder

Indeling proefstand Y8

Kelder





Naam: Proefstand Y8 – Beschikbare ruimte
kelder
Soort: Bouwtekening
Schaal: 1:30
Papier: A3
Datum: 11-03-2013
Versie: 1.0

Bijlage I - Kabellijsten proefstand Y8

Kabellijsten proefstand Y8

Kabellijst - Y8 begane grond

Arboverlichting								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
2601	Arbokast	LS12	1,5	2 + a	2x1,5mm² + aarde			
2604	Arbokast	Arbolamp 1	1,5	5	5x1,5mm²			
2605	Arbokast	Arbolamp 2	1,5	5	5x1,5mm²			
2600	Arbokast	HVD2	1,5	2 + a	2x1,5mm² + aarde			

Wandcontactdozen								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
3001	HVD2	WCD1	1,5	3 + a + n	perilex 1,5mm²	perilex. 3x16A		
3002	HVD2	WCD2	2,5	3 + a + n	perilex 2,5mm²	perilex. 3x25A		
3003	HVD2	WCD3	2,5	3 + a + n	perilex 2,5mm²	perilex. 3x25A		
3004	HVD2	WCD4	16	3 + a + n	3x16mm² + aarde + nul	3x63A		
3005	HVD2	WCDHS	1,5	2 + a	2x1,5mm² + aarde	1x16A		

Noodstop								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
4001	HVD2	Lessenaar 1	1,5	2	2x1,5mm²			
4002	Lessenaar 1	Noodstop 1	1,5	2	2x1,5mm²			
4003	Noodstop 1	Noodstop 2	1,5	2	2x1,5mm²			

Lessenaar 1								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
232	Lessenaar 1	DC2	2,5	2 + a	2x2,5mm² + aarde	220 Vdc		
222A	Lessenaar 1	DC2	2,5	6	6x2,5mm²	Deurcontact afgaande aansluiting +220vdc tbv gmrs. 6 vraagteken bij 220 vdc werkt volgens mij op 24 volt dc		
222B	Lessenaar 1	Blindpaneel	2,5	3	3x2,5mm²	Voor resetknop		
233M	Lessenaar 1	DC2	2,5	2	2x2,5mm²	1l1 19 20 aan 61 uev 21-22 (800 V)		
225M	Lessenaar 1	DC2	2,5	4	4x2,5mm²	Gen spanning 1l1 3tm6 (800 V)		
230M	Lessenaar 1	DC2	2,5	4	4x2,5mm²	Testgen u/i 7-8 9-10 (800 V)		
231M	Lessenaar 1	DC2	6	2	2x6mm²	Comp stroom testgen 1l1 11-12 , 2 // = 4aderig (max 50 A)		
307	Lessenaar 1	LS12	2,5	12	12x2,5mm²	Besturing; 5 +3 +1		
309	Lessenaar 1	LS12	2,5	12	12x2,5mm²	signalering		
303M	Lessenaar 1	LS12	2,5	4	4x2,5mm²	1l1 13-14 15-16 u/i gelijkrichter rt1 (500 V)		
227M	Lessenaar 1	LS12	2,5	4	4x2,5mm²	Meting gen 3 (220 V)		
403M	Lessenaar 1	LS12	2,5	12	12x2,5mm²			

Lessenaar 2								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
246	Lessenaar 2	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	Signalering tra/gen		
246A	Lessenaar 2	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	Signalering tra/gen		
247	Lessenaar 2	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	Best trafo -gen		
247A	Lessenaar 2	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	Best trafo -gen		
247B	Lessenaar 2	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	Best trafo -gen		
247C	Lessenaar 2	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	Best trafo -gen		
248A	Lessenaar 2	LS12	1,5	2	2x1,5mm²	Gen spanning tbv meting/frequentie (500 V)		

HSTR								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
244	HSTR	LS12	1,5	12	12x1,5mm²	HS Trafo (2x14) Kleppen bediening en relais tbv (900 V)		
250	HSTR	Lessenaar 2	2,5	5	5x2,5mm²	HS Trafo (2x14). DC meting (900 V)		
400M	HSTR	Lessenaar 2	2,5	12	12x2,5mm²	Less 2 yokogama		

LSTR								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
402M	LSTR	Lessenaar 2	2,5	12	12x2,5mm²	660 LSTR naar Lessenaar 2 (Yokogama)		

LS11								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
401M	LS11	Lessenaar 2 (Yokogama)	2,5	12	12x2,5mm²	Less 2 yokogama		
407ABC	LS11	HSTR	50	3	3x(3x50mm²)	350A s1	3x	
409ABC	LS11	LS12	25	3	3x25mm²	100 A max		
408ABC	LS11	LSTR	95	3	3x(3x95mm²) +aarde	380/660 trafo, 550 A s1	3x	
410ABC	LS11	MIVB	95	3	3x95mm² +aarde	190A max, 250A kortstondig		

LS12								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
307A	LS12	DC2	2,5	4	4x2,5mm²	Sturing K5 220 ac + overnamecontact k5		
248	LS12	LS11	2,5	12	12x2,5mm²	Best trafo –gen hoofdcontactors		
248B	LS12	LS11	2,5	2	2x2,5mm²	Gen spanning tbv meting/ferqentie (500 V)		
2405	LS12	DC2	1,5	6	6x1,5mm²			

MIVB								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
901	MIVB	MIVB (gelijkrichter)	70	1	3x(4)x70mm²	4 enkels, per fase. 860A, kortstondig 1200A	3x	

AC-balast								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
500	DC2	AC-balast	25	3	3x25mm²			

DC-balast								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
501	DC2	DC-balast	240	1	1x240mm²	700 A		
502	DC2	DC-balast	240	1	1x240mm²	700 A		
503	DC-balast	Lessenaar 1	35	1	1x35mm²			

HVD2								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
2001V	HVD2	Lessenaar 1	16	5	5x16mm²			
2002V	HVD2	Lessenaar 2	16	5	5x16mm²			

Intern								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
100i	Lessenaar 1	Lessenaar 2	2,5	12	12x2,5mm²	Dc best		
101i	Lessenaar 1	Lessenaar 2	2,5	6	6x2,5mm²	L22-9-10-11, sig		
102i	Lessenaar 1	Lessenaar 2	2,5	6	6x2,5mm²	DC besturing		
445i	LS12	LS12	2,5	6	6x2,5mm²	Vrijgave gen bedrijf		

Aansluitingen								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
504	Lessenaar 1	Beproeversruimte	35	1	1x35mm²	Compound veld - DC-balast	8m	
800	DC2 (G3)	Beproeversruimte (GEN. G3 DC)	4	2	(2)x4mm²	Aansluiting GEN. G3 DC	2x8m	
801	DC2 (G1/G2)	Beproeversruimte (GEN. G1/G2 DC)	150	2	(2)x150mm²	Aansluiting GEN. G1/G2 DC	2x8m	
802	LSTR (660V)	Beproeversruimte (LSTR-660) en (LSTR-880)	70	3	(3)x70mm²	Aansluiting LSTR-660 of LSTR-880	3x8m	
803	HSTR (1,5/3/6 kV)	Beproeversruimte (HSTR-AC)	25	3	(3)x25mm²	Aansluiting HSTR-AC	3x8m	
804	GR2 (HSTR)	Beproeversruimte (HSTR-DC)	35	2	(2)x35mm²	Aansluiting HSTR-DC	2x8m	
805	LS11 (ACG)	Beproeversruimte (SYNC. AC)	150	3	(3)x150mm²	Aansluiting SYNC. AC	3x8m	
806	GR4 (MIVB GR)	Beproeversruimte (MIVB)	70	2	2x(4)x70mm²	Aansluiting MIVB	2x8m	
807	LS12 (S1)	Beproeversruimte (SYNC. / RT1 - AC)	6	3	3x6mm²	Aansluiting SYNC. / RT1 - AC	8m	
808	LS12 (S2)	Beproeversruimte (SYNC. / RT1 - AC)	6	3	3x6mm²	Aansluiting SYNC. / RT1 - AC	8m	
809	LS12 (S3)	Beproeversruimte (SYNC. / RT1 - AC)	2,5	3	3x2,5mm²	Aansluiting SYNC. / RT1 - AC	8m	
810	LS12 (S4)	Beproeversruimte (SYNC. / RT1 - AC)	2,5	3	3x2,5mm²	Aansluiting SYNC. / RT1 - AC	8m	
811	LS12 (GR3)	Beproeversruimte (RT1 - DC)	35	2	2x35mm²	Aansluiting RT1 - DC	8m	
820	Lessenaar 1	Beproeversruimte (Veld Geel/Groen)	2,5	4	4x2,5mm²	Veld Geel/Groen	8m	
821	Lessenaar 1	Beproeversruimte (Veld Rood)	2,5	4	4x2,5mm²	Veld Rood	8m	
822	Lessenaar 1	Beproeversruimte (Veld Blauw)	2,5	4	4x2,5mm²	Veld Blauw	8m	
823	Lessenaar 2	Beproeversruimte (Veld Geel/groen)	2,5	4	4x2,5mm²	Veld Geel/Groen	8m	
824	Lessenaar 2	Beproeversruimte (Veld Rood)	2,5	4	4x2,5mm²	Veld Rood	8m	
825	Lessenaar 2	Beproeversruimte (Veld Blauw)	2,5	4	4x2,5mm²	Veld Blauw	8m	

Kabellijst - Y8 kelder

Hoofdvoeding								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
2003V	HVD – y8 boven hoofdverdeling	HVD1	?	5	?	Thans met 400a gezekeerd info p.de koning verzorging td max last 330 amp s1		

RT1								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
2603	RT1	DC1	1,5	2 + a	2x1,5mm ² + aarde			
2402	RT1	DC1	1,5	3	3x1,5mm ²	Signalerings-trafo		
30V	RT1	HVD1	16	3 + a	3x35mm ² + aarde	100 A , RT1 trafovoeding		

RT2								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
29	RT2	DC1	16	4 + a	4x16mm ² + aarde			
29A	RT2	DC1	1,5	2	2x1,5mm ²			
29B	RT2	DC1	1,5	3	3x1,5mm ²			
1	RT2	DCM	1,5	3	3x2,5mm ²	Werkschakelaar DC motor		
2	RT2	DCM	2,5	3	3x2,5mm ²	Veld DC motor		
2401	RT2	DC1	1,5	3	3x1,5mm ²	Signalerings-trafo		
22V	RT2	HVD1	16	3 + a	3x35mm ² + aarde	100 A , RT2 trafovoeding		

DC1								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
20	DC1	G1	95	2	(2)x95mm ²	DC generator 1, 2x250 A.		
21	DC1	G2	95	2	(2)x95mm ²	DC generator 2, 2x250 A		
23	DC1	G1	2,5	4	4x2,5mm ²			
24	DC1	G2	2,5	4	4x2,5mm ²			
12A	DC1	DCM	95	4	4x95mm ²	* (+)		
12B	DC1	DCM	95	4	4x95mm ²	* (-)		

*Opmerking: Verbinden DC 1 met DC motor bij terugvoeden max belast met 700 amp per ader dus 4// 95 mm2 voor zowel 12A,B.
Aansluitpunten in DC 1 met geel rood =A1 en geelblauw =B2 gemerkt

Ster/driehoek								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
17V	Ster/driehoek	HVD1	120	3	3x120mm ² + aarde	3x265 A		
18	Ster/driehoek	ACM	70	3	(3)x70mm ²	3x155 A		
19	Ster/driehoek	ACM	70	70	(3)x70mm ²	3x155 A		
17A	Ster/driehoek	ACM	1,5	4 + a	4x1,5mm ² + aarde	Werkschakelaar Motor		
25	Ster/driehoek	DC1	1,5	2	2x1,5mm ²			
28	Ster/driehoek	DC1	1,5	3	3x1,5mm ²			

AC-Generator								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
444	ACG	Regelkast	2,5	12	12x2,5mm ²	Sturing van generator		

Groepenkast								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
21V	DC1 (groepenkast)	HVD1	4	4 + a	4x4mm ² + aarde	voeding groepenkast		
2411i	DC1 (groepenkast)	DC1 (signalerings- trafo)	1,5	2 + a	2x1,5mm ² + aarde	Signalerings-trafo 24V		
2412i	DC1 (groepenkast)	DC1 (reset trafo)	1,5	2 + a	2x1,5mm ² + aarde	Reset trafo		
2413i	DC1 (groepenkast)	DC1 (Ventilatie kast)	2,5	3 + a	3x2,5mm ² + aarde	groepenkast naar vent kast.		
16A	DC1 (ventilatiekast)	RT2	2,5	2 + a	2x2,5mm ² + aarde			
16B	DC1 (ventilatiekast)	DC1	2,5	4 + a	4x2,5mm ² + aarde			

Kabellijst - Y8 kruipruimte

ACG								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
448A	ACG	LS11	95	3	3x95mm²	Draaistroom gen 335kV - 509 A Via boven invoeren in LS11		
448B	ACG	LS11	95	3	3x95mm²	Draaistroom gen 335kV - 509 A Via boven invoeren in LS11		
448C	ACG	LS11	95	3	3x95mm²	Draaistroom gen 335kV - 509 A Via boven invoeren in LS11		
446	ACG	LS12	1,5	3	3x1,5mm²	Gen automaat (naw)		
447	ACG	LS12	1,5	3	3x1,5mm²	Gen automaat (naw)		
444A	ACG	LS12	6	1,5	6x1,5mm²	Sturing hand/autoregelkast		
444B	ACG	LS12	6	1,5	6x1,5mm²	Signalering hand/autoregelkast		

RT1								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
2602	RT1	LS12	1,5	2 + a	2x1,5mm² + aarde			
300	RT1	Lessenaar 1	1,5	9	9x1,5mm²			
302	RT1	Lessenaar 1	1,5	12	12x1,5mm²			
302A	RT1	Lessenaar 1 of Blindpaneel	1,5	3	3x1,5mm²			
305	RT1	Lessenaar 1 of Blindpaneel	2,5	3	3x2,5mm²			
308	RT1	LS12	1,5	3	3x1,5mm²			
306	RT1	LS12	16	5	5x16mm²			

RT2								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
216	RT2	Lessenaar 2	2,5	3	3x2,5mm²			
213	RT2	Lessenaar 2	1,5	6	6x1,5mm²			
214	RT2	Lessenaar 2	1,5	12	12x1,5mm²			
14V	RT2	Lessenaar 2	2,5	3	3x2,5mm²	Grkast veldvoeding		

DC1								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
16V	DC1	Lessenaar 1	2,5	3	3x2,5mm²	groepenkast t.b.v. 220Vac sturing		
219	DC1	Lessenaar 1	1,5	12	12x1,5mm²			
219A	DC1	Lessenaar 1	1,5	6	6x1,5mm²			
222	DC1	Lessenaar 1	2,5	12	12x2,5mm²	DC sturing		
224	DC1	Lessenaar 1	2,5	3	3x2,5mm²			
491	DC1	Blindpaneel	2,5	4+a	4x2,5mm² + aarde	Meting U/I DC motor		
218D	DC1	DC2	95	4	4x95mm²			
218E	DC1	DC2	95	4	4x95mm²			
*Opmerking: Verbinden DC1 met DC2 bij terugvoeden max belast met 700 amp per ader dus 4// 95 mm2 voor zowel 218D en E Aansluitpunten in DC 1 met geel gemerkt								

G3								
Kabel nummer	Van	Naar	Doorsnede mm2	Aantal aders	Geadviseerde kabel	Opmerking	Aantal meter	Voorraad
218	G3	DC2	6	4 + a	4x6mm² + aarde			
218A	G3	Lessenaar 1	2,5	3	3x2,5mm²	Veld DC Generator 3		

HVD1								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
2000V	HVD1	HVD2	16	5	5x16mm²			
490	HVD1	Lessenaar 1	2,5	3	3x2,5mm²	Netstroom meting		

Ster/driehoek								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
221	Ster/driehoek	Lessenaar 1	1,5	4	4x1,5mm²			

Signaleringstrafo								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
31V	Signalerings- trafo	HVD2	2,5	3	3x2,5mm²			
2404	Signalerings- trafo	LS12	1,5	2	2x1,5mm²			

Noodstop								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
4000	Noodstop 3	HVD2	1,5	6	6x1,5mm²	extra kabel noodstop kelder, 3x1,5 naar lessenaar 1 - kabel 4001		

Reserve								
<i>Kabel nummer</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Doorsnede mm2</i>	<i>Aantal aders</i>	<i>Geadviseerde kabel</i>	<i>Opmerking</i>	<i>Aantal meter</i>	<i>Voorraad</i>
9000	DC1	LS12	1,5	6	6x1,5mm²	reserve		
9001	DC1	LS12	1,5	6	6x1,5mm²	reserve		
9002	DC1	LS12	1,5	6	6x1,5mm²	reserve		

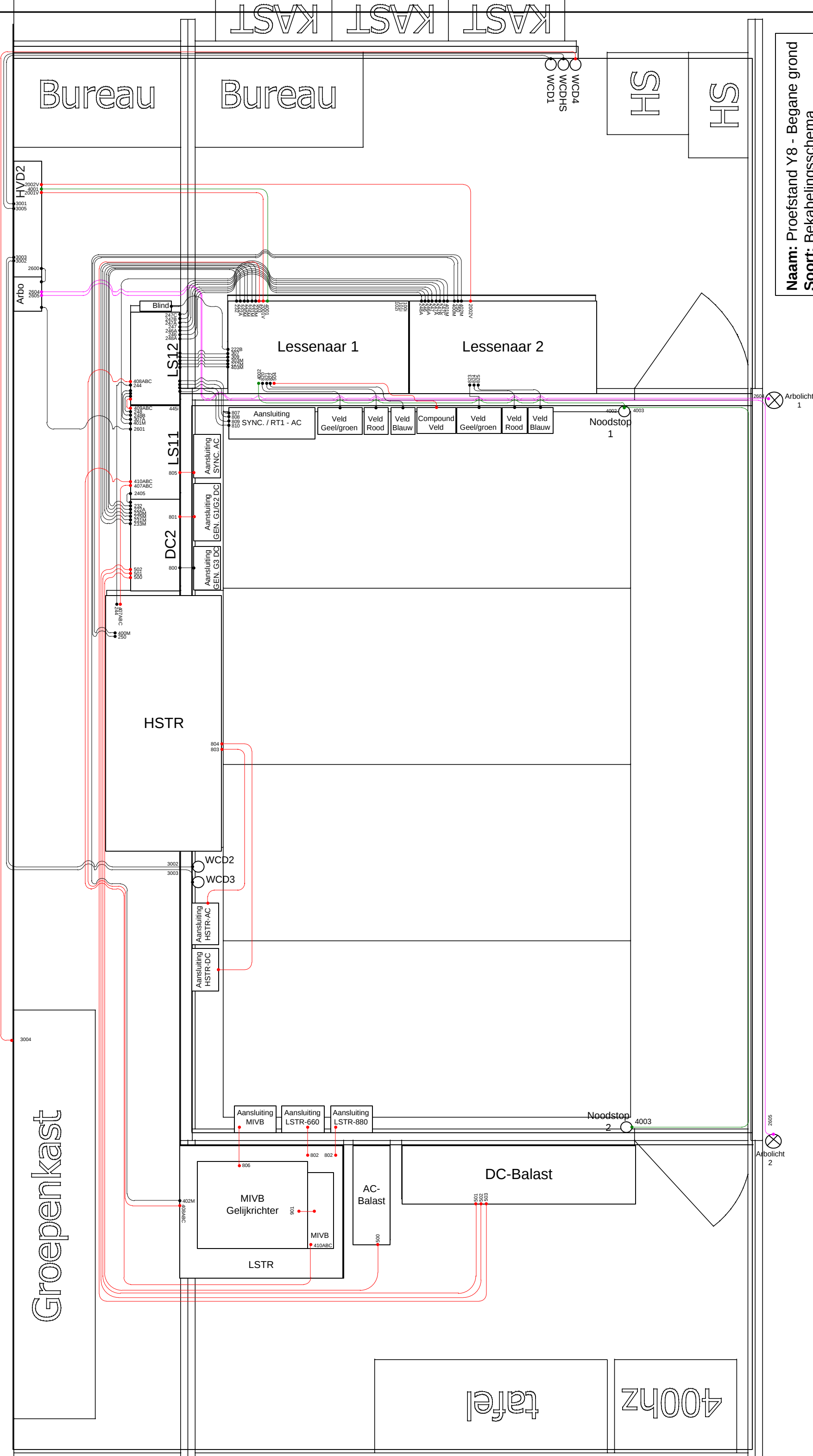
Kabellijst - Y8 proefstand totaal

Type kabel	Aantal meter
1x4mm ²	
1x25mm ²	
1x35mm ²	
1x70mm ²	
1x95mm ²	
1x150mm ²	
1x240mm ²	
2x1,5mm ²	
2x2,5mm ²	
2x6mm ²	
2x35mm ²	
2x1,5mm ² + aarde	
2x2,5mm ² + aarde	
3x1,5mm ²	
3x2,5mm ²	
3x6mm ²	
3x25mm ²	
3x50mm ²	
3x95mm ²	
3x2,5mm ² + aarde	
3x35mm ² + aarde	
3x95mm ² +aarde	
3x120mm ² + aarde	
3x16mm ² + aarde + nul	
perilex 1,5mm ²	
perilex 2,5mm ²	
4x1,5mm ²	
4x2,5mm ²	
4x95mm ²	
4x1,5mm ² + aarde	
4x2,5mm ² + aarde	
4x4mm ² + aarde	
4x6mm ² + aarde	
4x16mm ² + aarde	
5x1,5mm ²	
5x2,5mm ²	
5x16mm ²	
6x1,5mm ²	
6x2,5mm ²	
9x1,5mm ²	
12x1,5mm ²	
12x2,5mm ²	

Bijlage J - Kabelschema proefstand Y8 – begane grond

Kabelschema proefstand Y8

Begane grond



Naam: Proefstand Y8 - Begane grond
Soort: Bekabelingsschema
Schaal: 1:30
Papier: A3
Datum: 18-04-2013
Versie: 1.3

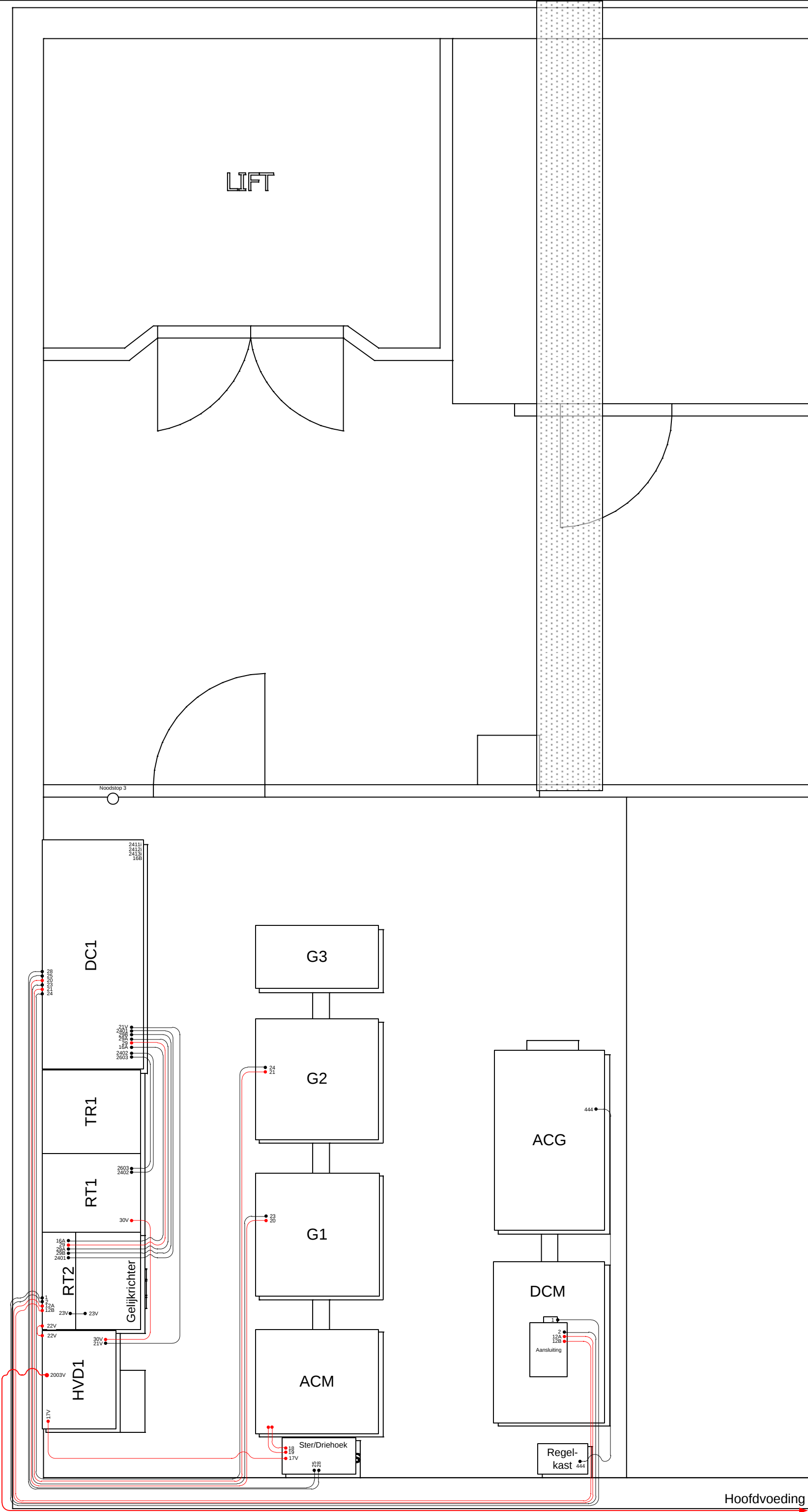
1 meter

Bijlage K - Kabelschema proefstand Y8 – kelder

Kabelschema proefstand Y8

Kelder

Naam: Proefstand Y8 - Kelder
Soort: Bekabelingsschema
Schaal: 1:30
Papier: A3
Datum: 17-05-2013
Versie: 1.2

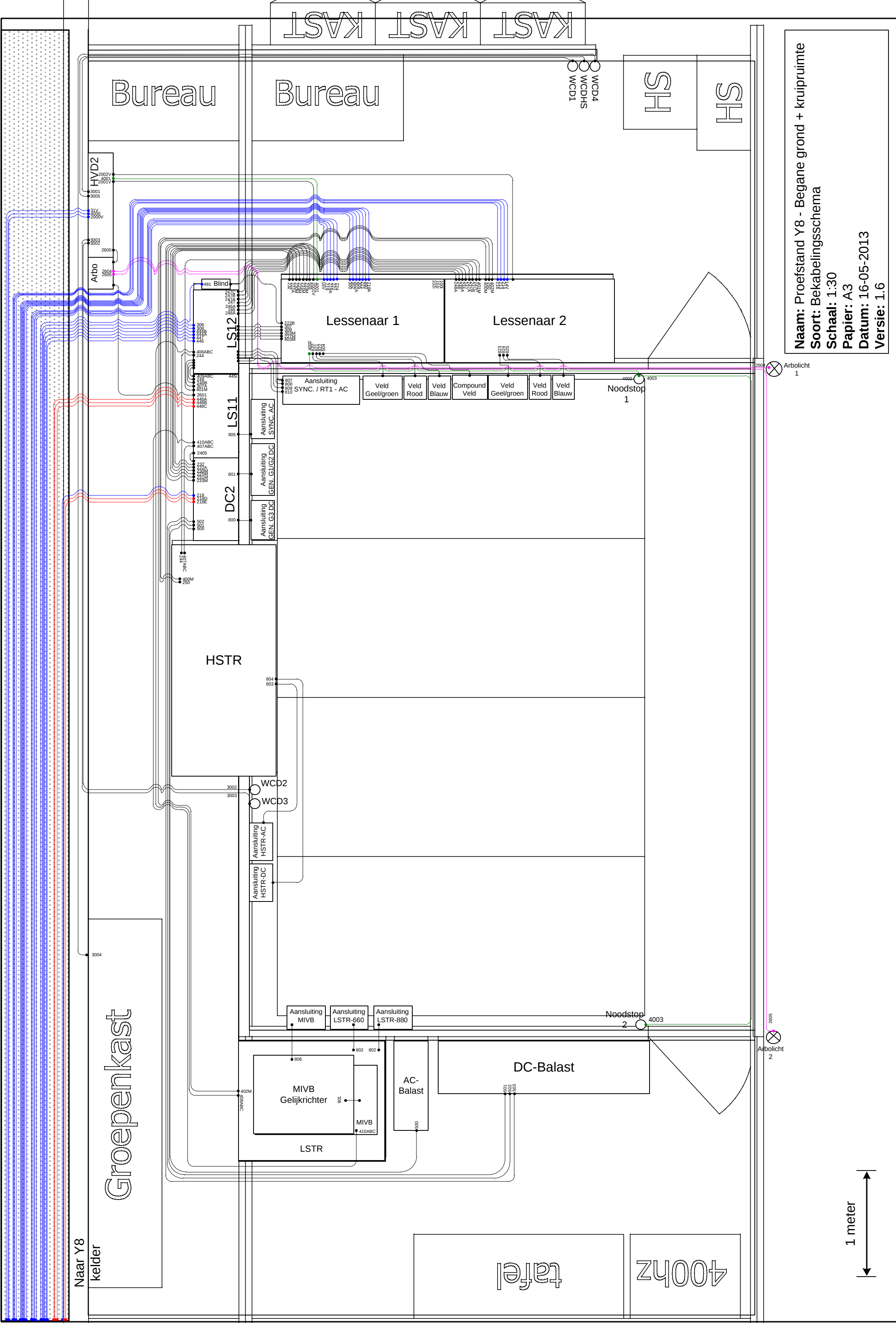


1 meter

Bijlage L - Kabelschema proefstand Y8 – kruipruimte

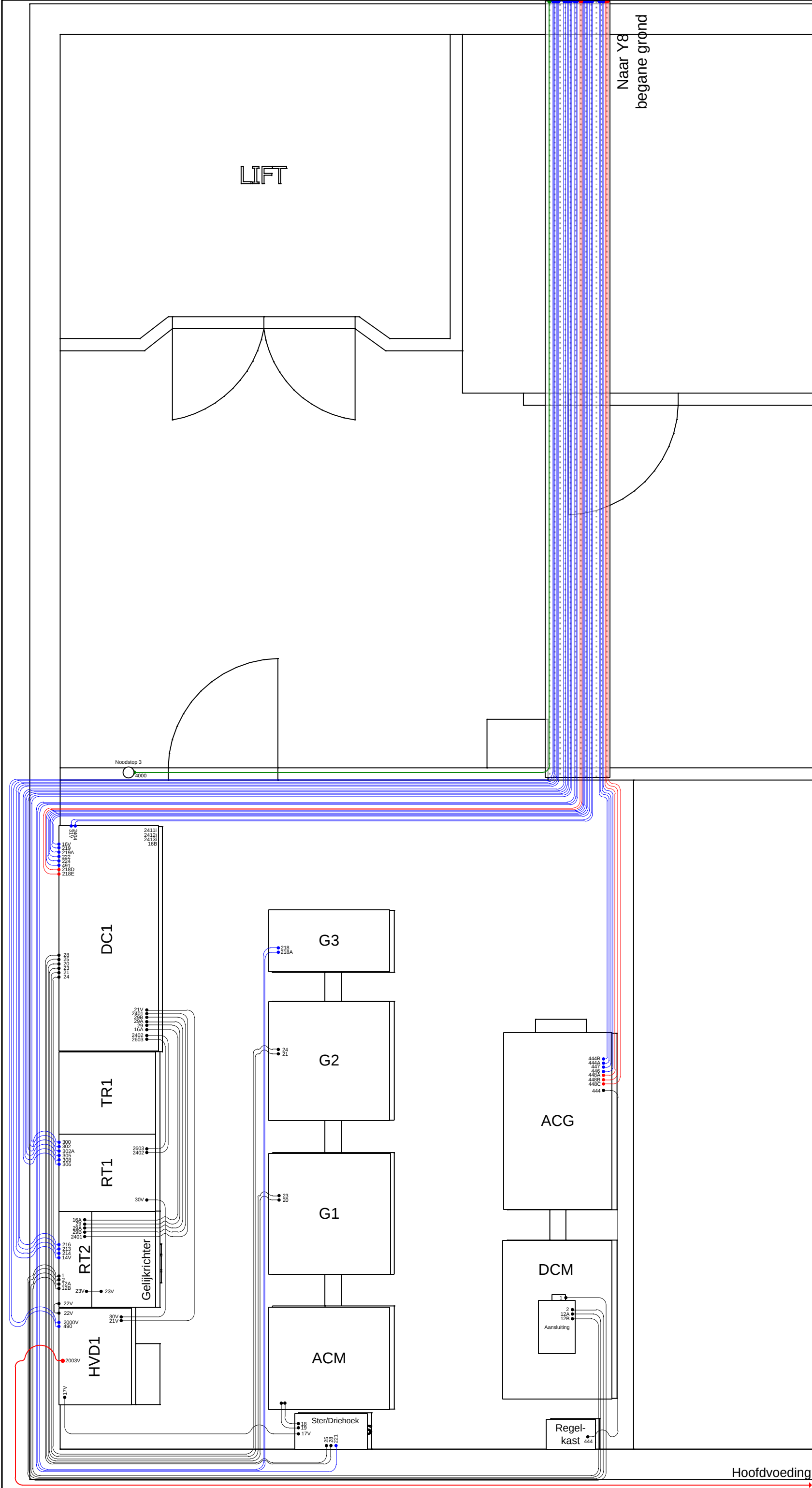
Kabelschema proefstand Y8

Kruipruimte



Naam: Proefstand Y8 - Begane grond + kruipruimte
Soort: Bekabelingsschema
Schaal: 1:30
Papier: A3
Datum: 16-05-2013
Versie: 1.6

1 meter



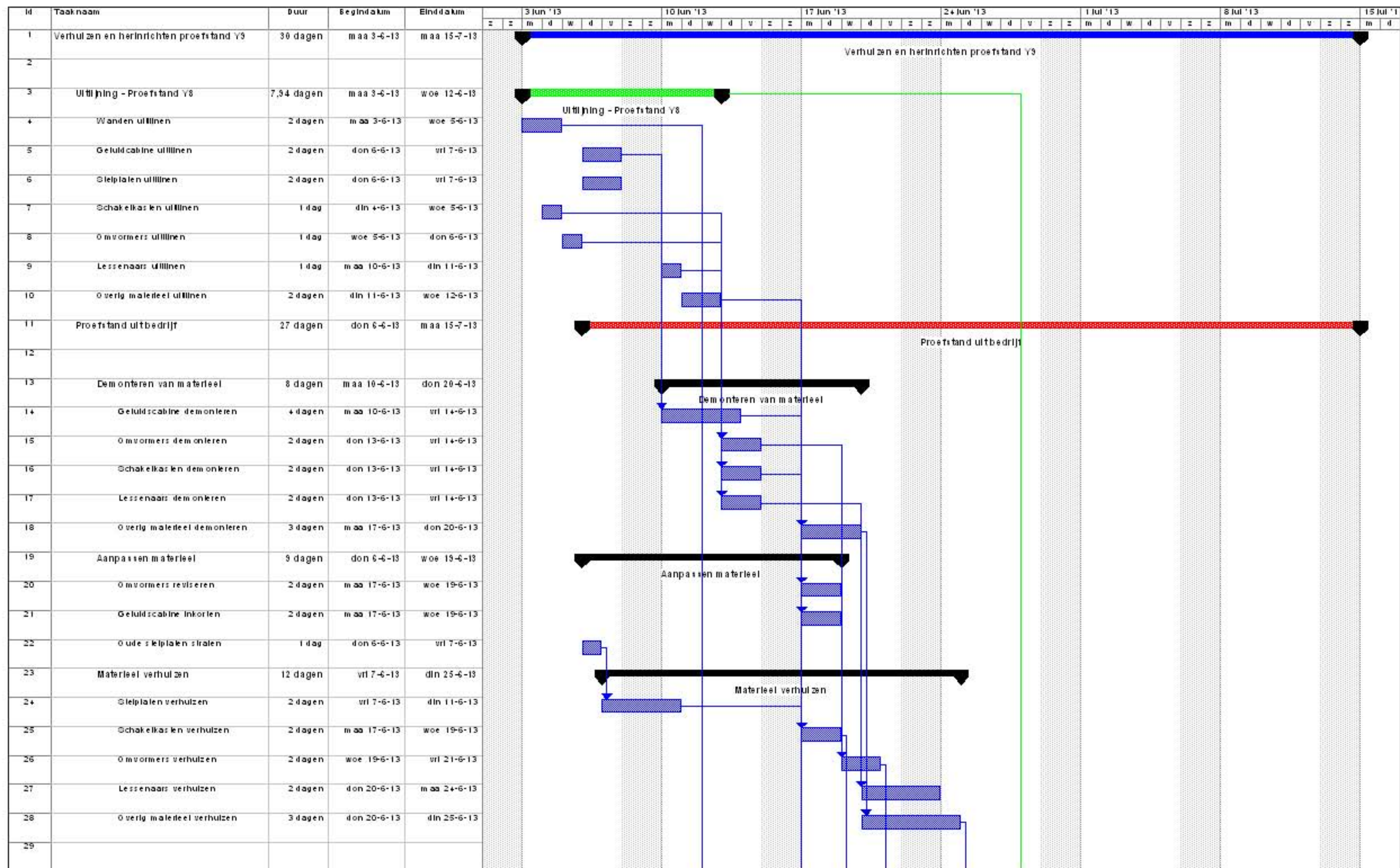
Naam: Proefstand Y8 – Kelder + kruipruimte
Soort: Bekabelingsschema
Schaal: 1:30
Papier: A3
Datum: 17-05-2013
Versie: 1.5

1 meter

Hoofdvoeding

Bijlage M - Verhuisplan

Verhuisplan



Project verhuisplan
Datum: don 30-5-13

Taak

Splitting



Voorijgang

Milipaal



Samenvalling

Proefsamenvalling



Externe taken

Externe milipaal



Deadline



Bijlage N - DVD

DVD

DVD Inhoud

De bijlagen van deze scriptie zijn tevens opgenomen op een DVD. Alle schema's, lijsten en tekeningen zijn hierop terug te vinden. Deze zijn zowel in PDF als bewerkbare versie beschikbaar. Daarnaast is deze scriptie beschikbaar op de DVD.