



Professionele Bachelor Elektromechanica
Onderhoudstechnologie



UITVOEREN RISICOANALYSE OP
ELEKTRISCHE INSTALLATIE BIJ MECAM

Tim Leenders

Promotoren:

Charlie Geerts
Ilona Stouten

MECAM
Hogeschool PXL



De eindverantwoordelijkheid voor deze scriptie rust volledig bij de student zelf. Ook na scriptie- en procesbegeleiding valt het niet uit te sluiten dat de scriptie nog onjuistheden en/of onvolledigheden bevat, die wél bij de eindevaluatie in rekening werden gebracht, maar in de finale versie niet meer werden aangepast.

i. Abstract

Titel:

Uitvoeren risicoanalyse op elektrische installatie bij Mecam

Auteur:

Tim Leenders

Promotoren:

Ing. Charlie Geerts

Ing. Ilona Stouten

MECAM

Hogeschool PXL

Het onderwerp van deze bachelorproef is een risicoanalyse op een elektrische installatie. Met behulp van deze analyse wordt de installatie getoetst aan de regels van het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties. De analyse wordt uitgevoerd op de elektrische installatie van Mecam te Dilsen-Stokkem. Mecam is een meubelbedrijf waar voornamelijk zitbanken geproduceerd worden. Het bedrijf bestaat 37 jaar en dus is er te maken met een verouderde elektrische installatie. Hierbij is het verplicht een risicoanalyse uit te voeren.

De onderzoeksvraag bestaat uit het controleren van hoe conform de installatie is met de wet (AREI). Vervolgens is de doelstelling van deze bachelorproef om de installatie dan volledig conform met de wet te maken en ook alle elektrische risico's te verwijderen.

Ieder bedrijf hoort jaarlijks een elektrische keuring te laten uitvoeren, zo ook voor Mecam. Nadat de keuring gebeurd was, zijn er een aantal inbreuken en nota's vastgesteld. Deze inbreuken en nota's zorgen voor elektrische gevaren zoals elektrocutie en moeten aangepast worden.

Vervolgens is het, volgens het koninklijk besluit op artikel 104 van 4 december 2012, verplicht een risicoanalyse uit te voeren op verouderde elektrische installaties. Door deze analyse uit te voeren, zullen de inbreuken en nota's hieruit voortkomen alsook andere problemen die niet overeenkomen met het AREI.

Uit de risicoanalyse komt een actieplan voort. Dit actieplan is een samenvatting van alle problemen van de elektrische installatie. Voor deze problemen worden dan maatregelen gezocht. Daarna worden deze maatregelen besproken en toegepast.

Door de gevonden maatregelen in te voeren, worden de elektrische risico's weggewerkt. Ook de inbreuken en nota's van de elektrische keuring worden door deze maatregelen aangepakt. Zo wordt de installatie aangepast en wordt deze conform met de wet.

ii. Summary

Title:

Perform risk analysis on electric installation at Mecam

Author:

Tim Leenders

Promotoren:

Ing. Charlie Geerts

Ing. Ilona Stouten

MECAM

Hogeschool PXL

The subject of this bachelor thesis is a risk analysis of an electrical installation. Using this analysis, the system is tested against the rules of the General Regulations for Electrical Installations. The analysis is performed on the electrical installation of Mecam at Dilsen-Stokkem. Mecam is a furniture company that mainly produces couches. The company exists for 37 years and therefore there is being dealt with an outdated electrical system. Herewith, it is obligated to perform a risk analysis

The research question consists of checking the conformity of the installation with the law (GREI). Subsequently, the objective of this bachelor project is to make the installation fully compliant with the law and also to remove all electrical risks.

Every company should annually carry out an electrical inspection, the same for Mecam. After the inspection was done, there are a fixed number of infringements and notes. These infringements and notes provide electrical hazards such as electrocution and must be adjusted.

Subsequently, according to the Royal Decree on Article 104 of December 4, 2012, it is required to perform a risk analysis on outdated electrical installations. By carrying out this analysis, the infringements and notes will originate from this analysis and also other problems that do not match the GREI.

The risk analysis will produce an action plan. This action plan is a summary of all the problems of the electrical installation. For these problems, measures will be searched. Next these measures are discussed and applied.

By applying the found measures, the electrical hazards are eliminated. The infringements and notes from the electrical inspection are also addressed by these measures. Hereby the electrical installation is adjusted and is in conformity with the law.

iii. Dankwoord

Na een intensieve stageperiode achter de rug te hebben, is het einde van de proef in zicht. Dus is het tijd om even te reflecteren en te denken aan de personen die mede gezorgd hebben voor het tot een goed einde brengen van deze bachelorproef.

Allereerst zou ik graag mijn promotoren, Ilona Stouten en Charlie Geerts, willen bedanken voor hun tijd die zij vrijmaakte in hun drukke schema om mij te begeleiden. Zij hebben ervoor gezorgd dat het overzicht van de proef niet uit het zicht verdween. Vervolgens zou ook ik graag Christel Heymans, preventieadviseur van Mecam, willen bedanken. Zij zorgde ervoor dat de communicatie met externe bedrijven zeer vlot verliep en lang wachten op reacties vermeden werd. Ook Sven Hensen, preventieadviseur CLB Group, verdient een dankwoord voor zijn begeleiding en het zorgen voor een gemakkelijke start van dit project.

Vervolgens zou ik graag mijn ouders, vriendin en vrienden willen bedanken voor de steun die zij gegeven hebben tijdens deze stage. De wijze raad en advies verkregen van hun heeft ervoor gezorgd dat er nooit een gebrek aan inzet was om deze proef af te werken. Daarbij waren zij degenen die op de juiste momenten de aandacht op de stage en scriptie wegnamen, het leven bestaat niet alleen uit werken.

iv. Inhoudsopgave

i. Abstract.....	1
ii. Summary.....	2
iii. Dankwoord.....	3
iv. Inhoudsopgave.....	4
v. Figurenlijst	6
vi. Tabellenlijst.....	7
1 Inleiding.....	8
2 Methode.....	9
2.1 Risicoanalyse	9
2.1.1 Schakelkasten in kaart brengen	10
2.1.2 Schema's schakelkasten controleren	11
2.1.3 Risico's definiëren	12
2.1.4 Risico's berekenen.....	14
3 Resultaten	23
3.1 Vervolledigen elektrische schema's	23
3.1.1 laagspanning.....	23
3.1.2 Hoogspanning.....	24
3.2 Risico's laagspanningsschakelkasten.....	25
3.2.1 Voorbereiding.....	25
3.2.2 Sloten.....	27
3.2.3 Sleutelprocedure	28
3.2.4 Schoonmaakprocedure	30
3.2.5 Risico's voor aanraking.....	31
3.3 Risico's hoogspanning	32
3.3.1 Persoonlijke beschermingsmiddelen	32
3.3.2 Vonkplaat	32
3.3.3 Tabel uitwendige invloeden	33
3.3.4 Veilige 8 en EHBO bij elektrische ongevallen	38
3.3.5 Inspectie hoogspanning	38
3.4 Aarding	40
3.4.1 Aardingsnetten.....	40
3.4.2 Aardingsequipotentialen.....	42
3.4.3 Aardingsinplanting	44

3.4.4	Spreidingsweerstand	45
3.5	Kortsluitberekening.....	47
4	Conclusie	50
vii.	Bibliografie.....	51
viii.	Bijlages	52

v. Figurenlijst

Figuur 1: foto grondplan met schakelkasten aangeduid.....	10
Figuur 2: lijst met kasten	11
Figuur 3: boomstructuur schakelkasten.....	12
Figuur 4: boomstructuur schakelkasten.....	12
Figuur 5: voorbeeld foto's Excel	13
Figuur 6: voorbeeld van risico's in risicoanalyse	13
Figuur 7: voorbeeld schema schakelkast	23
Figuur 8: voorbeeld hoogspanningsschema	24
Figuur 9: overzicht inbreuken schakelkasten	26
Figuur 10: slot met overslagsluiting (gesloten).....	27
Figuur 11: slot met overslagsluiting (open).....	27
Figuur 12: schoonmaken schakelkast	31
Figuur 13: hekwerkopeningen onderaan de cellen.....	32
Figuur 14: foto transformatorcel zonder vonkspatplaten	33
Figuur 15: tabel uitwendige invloeden	34
Figuur 16: EHBO instructiekaart elektrische ongevallen.....	38
Figuur 17: veilige 8	38
Figuur 18: TT-net	40
Figuur 19: IT-net	40
Figuur 20: TN-C-net	41
Figuur 21: TN-S-net	41
Figuur 22: TN-C-S-net	41
Figuur 23: grondplan met equipotentiaalverbindingen.....	42
Figuur 24: voorbeeld equipotentiaalverbinding	43
Figuur 25: schets aardingslus	44
Figuur 26: aardingslus op grondplan.....	44
Figuur 27: schema aardingsmeting	45
Figuur 28: meten spreidingsweerstand	46
Figuur 29: structuur Ecodial	47
Figuur 30: gegevens transformator.....	48
Figuur 31: voorbeeld belasting.....	49

vi. Tabellenlijst

Tabel 1: waarschijnlijkheid	14
Tabel 2: Ernst.....	14
Tabel 3: blootstelling.....	14
Tabel 4: risicograad	15
Tabel 5: risico's per graad.....	15
Tabel 6: risico's per graad voor en na maatregel.....	15
Tabel 7: actielijst	16
Tabel 8: uitleg uitwendige invloeden	35
Tabel 9: 3 maandelijks inspectie	39

1 Inleiding

Veilig werken in een veilige werkomgeving is een must. Om ervoor te zorgen dat bedrijven een veilige werkomgeving gebruiken, wordt er jaarlijks een controle gedaan van de elektrische installatie. Deze controle wordt uitgevoerd door een erkend keuringsorganisme aan de hand van het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI). Op de verslagen van zo een keuring zijn opmerkingen en inbreuken te vinden die niet conform zijn met de wetgeving.

Nadat er enkele inbreuken en nota's verschenen op de verslagen van de keuring van de elektrische installatie wilden ze op Mecam hier graag iets aan doen. Mecam is een onderdeel van Mecam-Group. Deze groep bestaat uit 10 autonoom werkende NV's. Onder deze groep, maken deze 10 verschillende vennootschappen 5 verschillende collecties zitmeubilair, namelijk: Mecam, Neo-style, Camme, Royal en Ligna-import. Om deze producten veilig te vervaardigen zouden de inbreuken en nota's op de elektrische installaties weggewerkt moeten worden. Het project werd normaal gezien uitgegeven aan een extern bedrijf, namelijk CLB Group, en gebeurt dus ook onder begeleiding van CLB Group.

Een manier om een veilige werkomgeving te creëren is gebruik te maken van een risicoanalyse. Deze analyse toetst een elektrische installatie op het AREI. Hiermee worden alle risico's en gevaren gedefinieerd. Ook de opmerkingen en inbreuken op de verslagen van de keuring komen voort uit de analyse.

Niet ieder risico is een evengroot, zoals elk gevaar niet even gevaarlijk is. Hierdoor worden alle risico's gegradeerd in een klasse, zodat er duidelijk wordt welke risico's het belangrijkste zijn en hoe risicovol deze dan ook zijn. Om de risico's te kunnen indelen maakt de analyse gebruik van de methode van Kinney. Bij deze methode wordt ieder risico een graad gegeven aan de hand van een berekening. Zo zullen er dus risico's gevonden worden met een hoge prioriteit en met lage prioriteit.

Wanneer alle risico's gedefinieerd zijn, kunnen er maatregelen voor gezocht worden. Ieder risico zal apart onderzocht worden en er zal een maatregel opgesteld worden. Deze maatregelen zouden, voor verschillende risico's uit de analyse, dezelfde kunnen zijn.

2 Methode

2.1 Risicoanalyse

Risicoanalyse

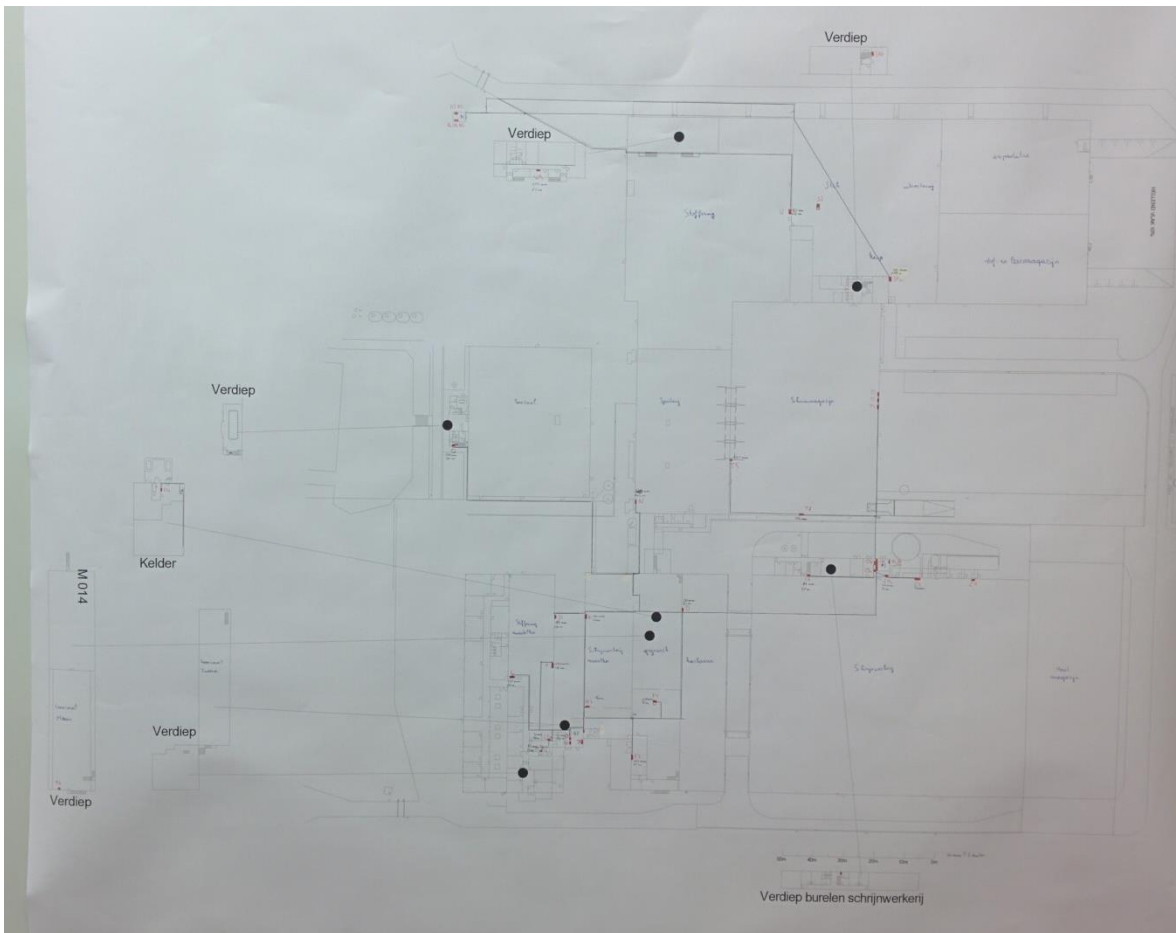
Om de inbreuken en nota's van de keuring weg te werken werd voorgesteld om een risicoanalyse te doen. Na wat opzoekwerk is het duidelijk geworden dat een risicoanalyse zelfs verplicht uit te voeren is. Uit een nieuwsbericht op de website van Vinçotte:

“De meest opvallende maatregel in het nieuwe KB is dat alle werkgevers voortaan verplicht zijn om een risicoanalyse uit te voeren van elke installatie bestemd voor de productie, de omvorming, het transport, de verdeling of het gebruik van elektrische energie, die zich bevindt in de gebouwen of op de terreinen van de onderneming of inrichting van de werkgever.” [1]

Ook heb ik van mijn externe begeleider een guideline gekregen voor het uitvoeren van een risicoanalyse. Deze guideline kan men terugvinden in de bijlage 1.

2.1.1 Schakelkasten in kaart brengen

Als start van dit project zou er als eerste een overzicht moeten zijn van de schakelkasten en schakelborden. Dit overzicht was nog niet aanwezig. Allereerst is er een lijst opgesteld met de nummers van de schakelkasten waarvan er schema's aanwezig waren. Vervolgens is de rondgang gestart met als bedoeling alle borden te vinden en op het grondplan uit te zetten. Bij de rondgang werden dan ook foto's van de kasten gemaakt. Dit omdat deze nodig waren voor de risicoanalyse. Hierbij kan men dan op foto's, een foto van binnen en een foto van buiten, al een eerste oordeel geven over wat er mis is of niet. Een foto van het grondplan kan men hieronder vinden op figuur 1, met daarop aangeduid de schakelkasten. Voor een duidelijker beeld is deze foto ook toegevoegd aan de bijlage 2.



Figuur 1: foto grondplan met schakelkasten aangeduid

2.1.2 Schema's schakelkasten controleren

Toen de kasten eenmaal in kaart waren gebracht konden deze nagekeken worden. Maar, toegang tot een schakelkast is enkel toegestaan mits het personeelslid een bekwaamheidsattest heeft. Hiervoor is een attest van vakbekwaamheid nodig. Dit attest geeft aan of een werknemer een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwaam (BA5) is. Dit attest kan door de bedrijfsleider toegekend worden en is terug te vinden in bijlage 3.

Eén van de inbreuken op de verslagen van BTV, het keuringsorganisme, was dat de ééndraadschema's niet overeen kwamen. Mijn werkwijze ging als volgt. Eerst werd er gekeken of er een schema van deze kast aanwezig was. Vervolgens werd het schema meegenomen naar de kast en daar nagekeken of alle componenten en aansluitingen overeen kwamen. Zo niet werd dit genoteerd op een kladblad en naderhand in Excel ingevuld. Dit werd kast per kast gedaan zodat er een mooie lijst ontstond met alle kasten erop. Figuur 2 geeft een print screen weer van deze lijst. Deze lijst is ook bijgevoegd als bijlage 4 voor een duidelijker zicht.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
3					checked	fotos	status schema																
4			borden/kasten																		plaats		
5			C1		OK	OK	H3 niet op kast?, 11F4 ontbr. In de kast, staat een ongebruikte zekering 10F5,24 0 0 3e nul niet op schema bij r															schrijnwerkerij muur bureelkant	
6			C2		OK	OK	Q4, 12 kabels op schema maar 1, 10Y12 3 kabels ipv 2																schrijnwerkerij muur bureelkant
7			C6		OK	OK	OK																oude burelen aan de trap
8			C3a		OK	OK	F0 6kA ipv 10kA, F4 20A 6kA, F5 20A 10kA																compressor SW (lokaal)
9			C3b		OK	OK	F1= 63A, geen benaming in de kast																compressor SW (lokaal)
10			C12		OK	OK	10F2 160A, 10F5 20A, 15F3 16A, 20F3 20A, 21F3 20A																kot achter CNC in schrijnwer.
11			C15		OK	OK	OK																oude burelen serverkamer
12			D		OK	OK	OK																kaikassen modellen
13			D1		OK	OK	OK																kaikassen modellen transportband
14			D2		OK	OK	enkel stuurschema																
15			E4		OK	OK	tijsvertraggend relais?																kelder
16			F1		OK	OK	OK																tussen grijswerk en onderh.
17			F2		OK	OK	OK																onderhoud
18			F6		OK	OK	OK																toonzaal boven grijswerk
19			G		OK	OK	K3 en K4 niet aanwezig in de kast																schrijnwerkerij modellen
20			G2		OK	OK	OK																schrijnwerkerij modellen
21			G3		OK	OK	OK																schrijnwerkerij modellen
22			I		OK	OK	F5=16A, F7=0,6-1A, stroomverdeler																compressoren achter schr. Model.
23			J1		OK	OK	2e plan is juist, alleen staan er draadloze schakelaars niet op het schema (resistief)																onder de trap indera
24			J3		OK	OK	OK																andere zijde compressors modellen
25			J6		OK	OK	OK																andere zijde compressors modellen
26			K		OK	OK	plan aanpassen																stoffering modellen
27			L		OK	OK	KLK2 niet op schema(?), A1=16A, B=40A, C=63A																langs refer nieuwe burelen
28			L1a		OK	inw OK	E10-11-12-13 op B niet op A, E3 E4 uit/afgeplakt, geen E5, differentieel v asm.																lokaal achter archief
29			L1b		OK	OK	F16 niet op schema (20A3kA)																bij de verwarming, bij w.c
30			N		OK	OK	voeding EMAB staat op andere plaats als schema 10A, voeding EMAB nog niet op plan in kast, verl. + S.K.																spuiterij
31			Q		OK	OK	Q20b 4polig ipv 2polig, Q7c niet aanwezig op schema(16A10kA), QD1 QD2?, IC2000 -> donker genoeg voor l																toonzaal, poetskot
32			S1		OK	OK	automaat langs 12F9 is weg, 12F14 is 20A in de kast ipv 32																stof en leer knip
33			S2		OK	OK	Geen benaming																stik, paal bij bureau
34			S16		OK	OK	f nakijken voor units																boven knip
35			T1		OK	OK	langs B4 staat nog een automaat van 6A (B11), B10 is 4 polig (niet 2), C2 63A 4p met beveiliging 0,300mA																schuimmagazijn schrijnw. Kant
36			T2		OK	OK	OK																achterkant schuimmaga
37			T3		OK	OK	OK																achterkant schuimmaga
38			T4		OK	OK	OK																achterkant schuimmaga
39			T5		OK	OK	geen schema																spuitcabines
40			U1		OK	OK	F14 (C20 k60N) en F15(C10 k60N) ontbreken op schema, G10 papier: 10A kast: 6A																stoffering
41			w9		OK	OK	OK																tegenover refer stoffering
42			HS SW		OK	inw OK	F17 en F18 verduidelijken, F16 fout, zie schema (bord C11)																hoogspanningslokaal bij SW
43			HS NW		OK	OK	OK																hoogspanningscabine straat
44			ALSB J4		OK	OK	OK																Hoogspanning onder indera
45			ALSB uitbr		OK	inw OK	aut. Spade frees afgesloten, schema opnieuw tekenen, benaming zie fotos																hoogspanningslokaal bij SW
46			ALSB NS		OK	OK	OK																hoogspanningscabine straat

Figuur 2: lijst met kasten

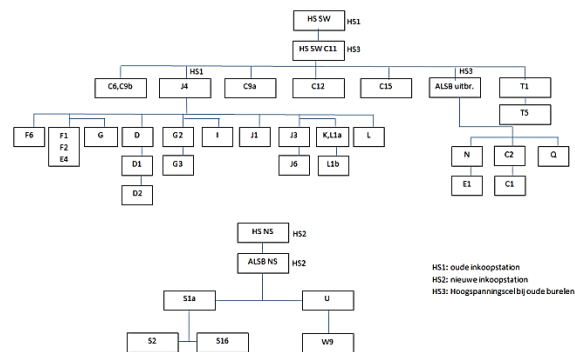
Het groen en geel links op de figuur geeft weer of de schema's die aanwezig waren overeen kwamen met de overeenkomende schakelkast. Het groen staat voor kasten die in orde waren en het geel voor de kasten die niet in orde waren. Op de figuur is duidelijk te zien dat er wel een aantal kasten niet overeen kwamen met de schema's. Van deze kasten moest het schema dus aangepast of hertekend worden. Het aanpassen van deze schema's is een onderdeel van de risicoanalyse, dus werd het effectief tekenen van de schema's uitgesteld tot wanneer de analyse afgewerkt was.

In kolom E en kolom F is aangegeven hoe de status is van de foto's die genomen zijn en de controle van de overeenkomst met het schema. Vanaf kolom G is dan te zien wat er precies ontbrak of niet overeenkwam met het schema. Dit om te zorgen dat alles duidelijk bleef. In de laatste kolom is aangegeven waar deze kast zich bevindt.

2.1.3 Risico's definiëren

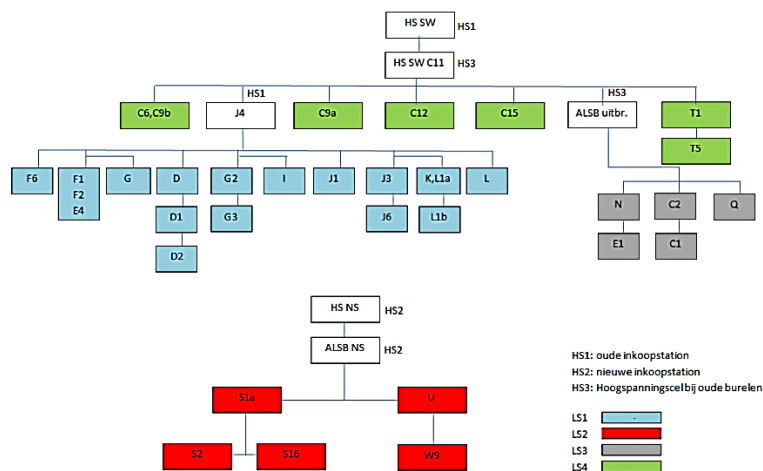
Het voorbereidend werk is nu afgerond en kan de risicoanalyse van start gaan. De lay-out van de analyse in Excel is verkregen van de externe firma CLB. Zij zorgen ook voor begeleiding tijdens deze analyse. Het eerste wat op de planning staat, is het maken van een boomstructuur van de schakelkasten en schakelborden. Dit was een omvangrijke opdracht omdat er nog geen duidelijke informatie voorhanden was. Bijvoorbeeld: Bij bepaalde schakelkasten waren geen elektrische schema's aanwezig. Hierdoor was de voeding van deze schakelkasten dus ook onbekend.

Om de boomstructuur toch op te kunnen stellen, kon een groot deel uit de elektrische schema's gevonden worden. Maar dit was niet voldoende voor de hele structuur. De reden hiervan was dat er schakelkasten aangepast waren in het verleden, maar de overeenkomstige schema's niet. Voor deze aanpassingen kon raad gevraagd worden bij de onderhoudsdienst. Zij wisten nog van de aanpassingen en konden genoeg informatie voorzien om de boomstructuur op te kunnen stellen. Op figuur 3 hieronder is deze structuur te zien.



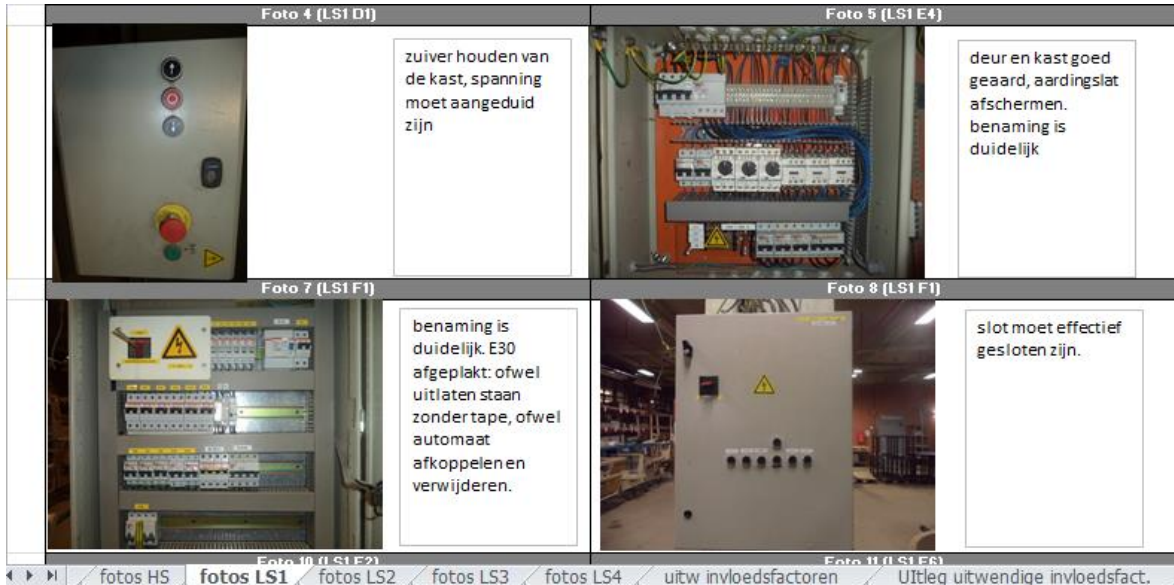
Figuur 3: boomstructuur schakelkasten

Enmaal de boomstructuur in orde was, kon er een verdeling gemaakt worden. Deze verdeling is gebaseerd op de schakelkasten die per hoogspanningscel gevoed worden. Er zijn 3 hoogspanningscellen aanwezig en 4 hoofdverdeelborden. Hieruit volgt dus dat we 3 hoogspanningscircuits en 4 laagspanningscircuits verkrijgen. Op figuur 4 hieronder is dezelfde boomstructuur te zien, maar nu zijn de circuits er ook op aangeduid. Volgens de verslagen van BTV moet deze boomstructuur ook aanwezig zijn, en is dit probleem opgelost.



Figuur 4: boomstructuur schakelkasten

Vervolgens konden de foto's, die eerder gemaakt werden, ingevoegd worden in de risicoanalyse. Dit dan per hoogspanningscircuit en laagspanningscircuit. Dan konden er de eerste opmerkingen bij gegeven worden. Figuur 5 geeft een klein beeld van hoe dit tot stand kwam. Onderaan de figuur (figuur 5) is er te zien dat de foto's per circuit verdeeld zijn. Ieder circuit heeft een ander tabblad. De foto's van de hoogspanning staan in 1 tabblad omdat dit er niet zoveel zijn.



Figuur 5: voorbeeld foto's Excel

In de analyse zijn de regels van het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties opgenomen. Een klein voorbeeld is te zien op figuur 6. In de tweede kolom staan de regels van het AREI en in de derde kolom het gevolg ervan. Het is mogelijk in te geven of die installatie in orde (OK) is met de voorafgaande regel, of er op dat moment geen gebreken zijn vastgesteld (GGV), de installatie niet orde is (NOK) met de regel of dat die regel niet van toepassing (NVT) is. De eerste kolom heeft een groene of rode kleur afhankelijk van OK en GGV of NOK.

3.7	Men heeft een aarding vergeten te verwijderen na de werkzaamheden.	ontstaan van kortsluiting	3	GGV
3.8	Er worden geen, onvoldoende of niet de juiste PBM's gebruikt om zich te beschermen tegen het risico op kortsluiting.	oplopen van brandwonden aan hoofd, hals, armen, romp,...	3	NOK

Figuur 6: voorbeeld van risico's in risicoanalyse

Ieder punt van de risicoanalyse moest nagekeken worden over de hele installatie. Als er inbreuken waren op een regel, op verschillende kasten, werd er bij dat punt aangegeven welke schakelkasten of waar de inbreuken zich bevonden. Nadat alle punten overlopen waren, heeft er een vergadering plaatsgevonden met CLB. Hierbij werden de foto's en de inbreuken overlopen en aangepast.

2.1.4 Risico's berekenen

Het volgende onderdeel van de analyse is het berekenen van de risico's. Dit gebeurt aan de hand van de methode van Kinney. Deze methode maakt gebruik van een berekening om een graad te geven aan een risico. Met andere woorden, de belangrijkheid van een risico bepalen. De berekening is als volgt:

$$\text{Waarschijnlijkheid} \times \text{Ernst} \times \text{Blootstelling} = \text{Risicograad}$$

Met de waarschijnlijkheid bedoelt men de mate waarin iets waarschijnlijk is. Dit begrip is beter te verduidelijken met een voorbeeld. De waarschijnlijkheid dat men geraakt wordt door een bliksemschicht is denkbaar maar onwaarschijnlijk. Dus bekomen we een waarde van $W=0,5$. Anderzijds, de waarschijnlijkheid dat een persoon uitglijdt over een natte, gladde vloer is goed mogelijk. Hieruit volgt dus een waarde $W=6$.

Tabel 1: waarschijnlijkheid

W	Waarschijnlijkheid
10	Te verwachten
6	Goed mogelijk
3	Ongewoon maar mogelijk
1	Enkel mogelijk in een grensgeval
0,5	Denkbaar maar onwaarschijnlijk
0,2	Praktisch onmogelijk
0,1	Virtueel onmogelijk

Het volgende getal in de vermenigvuldiging is de ernst van het risico. Dit geeft aan wat de gevolgen van het risico zijn. Bij een gevaarlijke situatie, waar er gesproken kan worden van mogelijke doden, zal de ernst een zeer hoge waarde krijgen. Dit zorgt er dan voor dat de graad van dat risico ook zeer hoog zal zijn.

Tabel 2: Ernst

E	Ernst
100	Catastrofe – vele doden
40	Ramp – enkele doden
15	Zeer ernstig – één dode
7	Ernstig – blijvend letsel
3	Belangrijk – werkongeschied
1	Betekenisvol – EHBO

Het laatste deel van de berekening is de blootstelling. Deze waarde geeft weer hoe continue of hoe niet continue men blootgesteld wordt aan een risico. Veronderstel dat er in een ruimte een kabel afgeknipt is maar niet geïsoleerd. Als men hier dagelijks werkt is de blootstelling bij het risico van aanraking frequent, als men 1 keer per week in deze ruimte komt is de blootstelling occasioneel.

Tabel 3: blootstelling

B	Blootstelling
10	Bestendig
6	Frequent (dagelijks tijdens de werkuren)
3	Occasioneel (wekelijks)
2	Ongewoon (maandelijks)
1	Zelden (enkele malen per jaar)
0,5	Zeer zelden

Als men deze berekening invult met de overeenkomstige waarden en uittelt dan bekomen we een waarde voor de risicograad R. Aan de hand van tabel 4 worden deze risico's dan ingedeeld. In deze tabel wordt ook duidelijk welk risico overeen komt met de verschillende graden.

Tabel 4: risicograad

RN	Risiconiveau	Evaluatiegraad	Risicograad
A	Heel hoog risico	Heel hoog risico, totale stillegging overwegen	$R \geq 400$
B	Hoog risico	Hoog risico, onmiddellijke verbetering onontbeerlijke	$201 \leq R < 400$
C	Aanzienlijk risico	Aanzienlijk risico, verbetering nodig	$71 \leq R < 201$
D	Mogelijk risico	Mogelijk risico, aandacht nodig	$21 \leq R < 71$
E	Risico	Risico kan aanvaardbaar zijn	$R \leq 20$

Zo bekomen we dus tabel 5 waarin weergegeven wordt hoeveel risico's er per graad aanwezig zijn.

Tabel 5: risico's per graad

RN	Risiconiveau	Evaluatiegraad	Aantal	Risicograad
A	Heel hoog risico	Heel hoog risico, totale stillegging overwegen	2	$R \geq 400$
B	Hoog risico	Hoog risico, onmiddellijke verbetering onontbeerlijke	12	$201 \leq R < 400$
C	Aanzienlijk risico	Aanzienlijk risico, verbetering nodig	22	$71 \leq R < 201$
D	Mogelijk risico	Mogelijk risico, aandacht nodig	10	$21 \leq R < 71$
E	Risico	Risico kan aanvaardbaar zijn	2	$R \leq 20$

Voor de gevonden risico's worden maatregelen gezocht. Aan de hand van deze maatregelen is de risicograad opnieuw berekend. Door de maatregelen toe te passen, zijn de risico's in graad A,B en C weggewerkt. Hierdoor blijven er alleen risico's over in graad D en E. Dit is zo omdat er altijd risico's zullen zijn. Het is voor veel risico's niet mogelijk om deze volledig weg te werken. In tabel 6 is te zien hoe de risicograden veranderd zijn na het berekenen hiervan, met de maatregelen erin verwerkt.

Tabel 6: risico's per graad voor en na maatregel

RN	Risiconiveau	Evaluatiegraad	Aantal	Risicograad	Totale evaluatie Risiconiveau na	Aantal
A	Heel hoog risico	Heel hoog risico, totale stillegging overwegen	2	$R \geq 400$	0	0
B	Hoog risico	Hoog risico, onmiddellijke verbetering onontbeerlijke	12	$201 \leq R < 400$	0	0
C	Aanzienlijk risico	Aanzienlijk risico, verbetering nodig	22	$71 \leq R < 201$	0	0
D	Mogelijk risico	Mogelijk risico, aandacht nodig	10	$21 \leq R < 71$	0,5	24
E	Risico	Risico kan aanvaardbaar zijn	2	$R \leq 20$	0,5	24

Uit de analyse kan vervolgens dan een actieplan worden opgesteld. Dit actieplan bevat alle risico's met hun maatregelen erbij. Aan de hand van dit plan worden de maatregelen in de praktijk toegepast. De toegepaste maatregelen zijn dus resultaten van de analyse. Op de volgende pagina is de actielijst weergegeven als tabel 7.

Tabel 7: actielijst

1. Risico's voor elektrische schokken door rechtstreekse aanraking			
1.1	De deuren van elektrische lokalen kunnen vrij geopend worden door leken of onbevoegden.	Te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen.	Toegang tot de elektrische ruimte enkel voor BA4-BA5 opgeleide medewerkers , indien niet mogelijk kasten afsluiten mbv een sleutel . Op de deur elektrische gevaar melden.
1.2	Elektrische kasten of borden staan open.	Te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen, contact met hete onderdelen, vrijkomen van opgeslagen energie	Elektrische kasten dienen steeds dicht gehouden te worden. De kasten kunnen enkel met behulp van een sleutel of gereedschap geopend worden. De sleutels zijn enkel in het bezit van bevoegde en opgeleide medewerkers (BA4-BA5). Instellen van een sleutelprocedure
1.3	Elektrische kasten of borden kunnen zonder sleutel of gereedschap worden geopend, zonder dat de spanning op alle niet-beschermd actieve delen wordt afgeschakeld.	Te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen.	Kasten sluiten met de voorziene sleutel. Enkel BA4-BA5 opgeleide medewerkers zijn in het bezit van een sleutel. Pictogram voorzien op de kasten : enkel toegang voor bevoegden
1.4	Delen van actieve geleiders kunnen aangeraakt worden door de afwezigheid van omhulsels, isolatie, afschermingen of hindernissen. De naakte onder spanning staande delen die niet afgeschermd zijn, zijn niet ver genoeg verwijderd zodat zij genaakbaar zijn (vb. Luchtleidingennet).	Te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen.	Enkel BA5 medewerker en onder begeleiding staande BA4 medewerker heeft toegang. Onderzoek of opmerkingen kunnen opgelost worden .
1.5	Delen van actieve geleiders kunnen aangeraakt worden door gaten of openingen in de omhulsels of afschermingen.	In aanraking komen met geleidende delen achter het omhulsel of afscherming	Enkel BA5 medewerker en onder begeleiding staande BA4 medewerker heeft toegang. Onderzoek of opmerkingen kunnen opgelost worden . De openingen in het hekwerk van open cellen mogen niet groter zijn dan 12 mm. Door het plaatsen van vonkspatplaten, belet men tevens ook dat men met voorwerpen met een dikte kleiner dan 12 mm doorheen het hekwerk kan.
1.6	De omhulsels, hindernissen en/of afschermingen hebben onvoldoende afmetingen, stevigheid, isolerende eigenschappen of beschermingsgraad (IPXX-B, C of D) om aanraking met de onder spanning staande delen onmogelijk te maken.	In aanraking komen met geleidende delen	Het elektrisch bord biedt geen voldoende bescherming tegen rechtstreekse aanraking / Niet gebruikte openingen in het verdeelbord dienen afgedicht te worden.(Functieopeningen afdichten)

1.8	Er is zichtbaar beschadigde isolatie.	Aanraking met het vrijgekomen geleidend voorwerp	Beschadigde isolatie hoort vervangen te worden.
1.9	Er zijn aansluitingen van leidingen en elektrische componenten die men met de vinger kan aanraken.	In aanraking komen met geleidende delen	Kabels met blote aansluitdraden dienen steeds weggenomen ofwel veilig afgeschermd te worden, ook identificeren welke kabels zijn afgeknipt. De uiteinden mogen niet aanraakbaar zijn (of er nu spanning op zit of niet)
1.10	De kabels naar de componenten zijn te ver gestript.	In aanraking komen met de geleidende draad	De kabels minder ver strippen. Oplossing: kabel klein beetje korter maken.
1.13	De nodige collectieve beschermingsmiddelen zijn niet genomen: aarding, afscherming en isolatie).	In aanraking komen met geleidende delen	
1.15	Bij werken onder spanning of in de nabijheid van delen onder spanning worden niet steeds de nodige PBM's gebruikt (isolerend materiaal, isolerende handschoenen, isolerende mat, veiligheidsschoenen,...)	onvoldoende isolatie en bescherming	Na te kijken als alle benoemde PBM's in huis zijn of gebruikt worden door contractors (werken met derden) om veilig te werken. Isolerende handschoenen voorzien voor de BA4-BA5 opgeleide medewerkers (antistatische kledij, veiligheidsbril) Hoogspanning: Veiligheidshelm met gelaats –en nekbescherming + brandjas. Men draagt steeds de voorgeschreven PBM's voor werkzaamheden aan een elektrische installatie

2. Risico's voor elektrische schokken door onrechtstreekse aanraking			
2.1	Er zijn ontbrekende passieve of actieve beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking. Zoals... - passieve: voorkomen van isolatiefouten door dubbele of versterkte isolatie en gepast onderhoud - passieve: contact met massa ongevaarlijk maken door behoud van equipotentialiteit (plaatselijke equipotentiaalverbindingen of veiligheidsscheiding) - passieve: contact met massa verhinderen door omhulling, isolatie, afscherming of verwijdering. - actieve: gebruik van beschermingstoestellen die voor automatische stroomonderbreking zorgen of het signaleren van isolatiefouten	contact met massa's onder spanning door een isolatiefout	equipotentialen nakijken, aarding nakijken.
2.6	Het metalen bord is niet geaard. De deur van het bord is niet geaard.	Aanwezige, niet gedetecteerde zwervstromen afkomstig van elektrisch materieel in het bord of op de deur.	Kastdeuren waar spanning op staat moeten geaard worden
2.13	Niet alle geleidende onderdelen zijn correct met elkaar verbonden (alle aarding, metalen constructiedelen, metalen leidingen, afschermingen van kabels, fase en nulleider van de voeding (TN-C-S), overspanningsafleiders,...)	geen verbinding met de aarde	Nakijken van de elektrische installatie en alle aarding. Actieplan opstellen om alle vreemde geleidende delen equipotentieel te verbinden (bijvoorbeeld bordessen, metalen liggers, ed).
3. Risico's te wijten aan ontladingen en lichtbogen			
3.1	Aan de celdeuren van hoogspanningsinstallaties zijn geen vonkspatplaten aanwezig.	Contact met vonken en lichtboog bij het schakelen, brandwonden	In dit geval dient men een polycarbonaatplaat te monteren achter het traliewerk of gebruik te maken van PBM's. Deze beveiliging bereikt niet hetzelfde niveau als deze voorzien door de normen. Nota : collectieve beschermingsmiddelen zijn te verkiezen boven individuele beschermingsmiddelen.

3.8	Er worden geen, onvoldoende of niet de juiste PBM's gebruikt om zich te beschermen tegen het risico op kortsluiting.	Oplopen van brandwonden aan hoofd, hals, armen, romp,...	Na te kijken als alle benoemde PBM's in huis zijn of gebruikt worden door contractors (werken met derden) om veilig te werken. Isolerende handschoenen voorzien voor de BA4-BA5 opgeleide medewerkers (antistatische kledij, veiligheidsbril) Hoogspanning: Veiligheidshelm met gelaats- en nekbescherming + brandjas. Men draagt steeds de voorgeschreven PBM's voor werkzaamheden aan een elektrische installatie (met aandacht voor directe aanraking en kortsluiting)
4. Risico's te wijten aan potentiaalspreiding			
4.3	Niet alle vreemde geleidende delen zijn equipotentieel verbonden (metalen leidingen- water – gas – verwarming, metalen bordessen, ...)	ontstaan van potentiaal- of spanningsverschillen	Nakijken van de elektrische installatie en alle aarding. Actieplan opstellen om alle vreemde geleidende delen equipotentieel te verbinden (bijvoorbeeld bordessen, metalen liggers, ed).
6. Risico's te wijten aan overspanningen ten gevolge van inzonderheid, fouten die kunnen ontstaan tussen actieve delen op kringen op verschillende spanning, van het schakelen en van atmosferische ontladingen.			
6.1	De installatie is niet beveiligd tegen blikseminslag.	Schade, kortsluiting, overstroom en brand	installatie beveiligen tegen bliksem
7. Risico's ten gevolge van oververhitting, ontploffing, brand.			
7.3	Er is zichtbare stofophoping in de elektrische kast.	Broei en ontstaan van brand	Regelmatig kuisen (periodiciteit te bepalen door werkgever) Kasten moeten dicht zijn Gepaste ventilatie voorzien voor de hoogspanningslokalen
7.12	Er kan een explosieve atmosfeer mogelijk zijn in de nabijheid van de elektrische installatie. (bv. Houtstof, solventdampen,...)	ontsteking en ontploffing	Periodiek poetsen van de schakelborden en kasten. Mogelijk extra behuizing rond de kasten/borden in de directe omgeving van veel stof met name de schrijnwerkerij.
9. Risico's te wijten aan een spanningsdaling en het wederopkomen van de spanning			
9.1	Bij het wederopkomen van de spanning, na het wegvallen ervan of na een spanningsdaling, kunnen bepaalde installaties of machines ongecontroleerd in werking treden.	Plots bewegende machineonderdelen en mogelijke klemming, pletting	oude machines controleren op opstartbeveiligingen.
9.3	Bij het wegvallen of dalen van de spanning, wordt er door het wegvallen of door gebrek aan verlichting een gevaarlijke situatie gecreeërd.	Vallen, kwetsen aan installatiedelen door gebrek aan zichtbaarheid	noodlichten controleren.

10. Risico's inherent aan het gebruik van elektrische energie en de werkzaamheden aan de elektrische installaties

10.1	Er is geen plan van uitwendige invloedsfactoren aanwezig.	Het elektrisch materieel is mogelijk niet geschikt voor de blootstelling aan die uitwendige invloeden	plan uitwendige invloedsfactoren maken en ophangen.
10.4	De elektrische installaties/toestellen/materieel (incl. Leidingen en kabels) zijn niet aangepast aan blootstelling aan stof of vreemde voorwerpen (code AE).	Indringing van stof, contact van binnendringende voorwerpen (schroevendraaier, staaf,...) met geleidende delen	schakelkasten/borden aanpassen voor het vele stof van de schrijnwerkerij.
10.9	Er is, voor de elektrische installatie, geen schema van het netsysteem (aardverbindingen; TT, TN, TN-C-S, TN-S, IT) aanwezig.	Mogelijk verkeerde of onvolledige bescherming door het niet gekend zijn van het netsysteem.	De schema's moeten opgesteld en verdeeld worden over de kasten en alle plaatsen waar ze horen te liggen over het gehele bedrijf.
10.10	Er is geen schema aanwezig van de elektrische installatie met aanduiding van de stroombanen, de schakel- en beveiligingsinrichtingen, de spanningen en aard van de stromen, de aardverbindingen.	Onvoldoende kennis van en informatie over de installatie om veilig werkzaamheden te kunnen uitvoeren	
10.11	Er is geen (blok)schema met de relatie tussen de verschillende borden.	Onvoldoende kennis van en informatie over de installatie om veilig werkzaamheden te kunnen uitvoeren	
10.12	De nominale spanningen zijn niet weergegeven op de elektrische installatie.	Gebrek aan kennis over de te verwachte spanningsgebieden	Duidelijk aangeven op de kasten welke spanningen er gebruikt worden.
10.14	Er zijn geen verbodsborden op toestellen machines of leidingen (of de toegangsdeuren daartoe) waarvan aanraking of benadering gevaarlijk kan zijn.	Geen waarschuwing	verbodsborden aanbrengen om aan te geven dat alleen bevoegde mensen in die ruimte of aan die plaats kunnen.
10.15	De elektrische borden zijn niet of in onvoldoende mate geïdentificeerd (nummer, naam).	Onvoldoende identificatie voor veilig gebruik of veilige werkzaamheden	Elektrische borden nummeren en beschrijven zoals opgenomen in inventarislijst rondgang
10.16	De stroombanen zijn niet of in onvoldoende mate gemerkt met een label of identificatie.	Onvoldoende identificatie voor veilig gebruik of veilige werkzaamheden	Coderingen en labels moeten aangebracht worden en terug te vinden zijn in de plannen. Elke stroombaan moet duidelijk geïdentificeerd zijn (automaten, leidingen,...)
10.18	In de elektrische borden en kasten bevinden zich allerlei losse voorwerpen.	Frequente toegang tot kast, vermijdbare blootstelling	Planhouders voorzien in de kasten waar de plannen kunnen worden geplaatst. Regelmatig de kasten nakijken op rondslingerende voorwerpen (periodiek).

10.19	De nodige PBM's voor het schakelen van de hoogspanning zijn niet voorzien.	Geen bescherming bij het schakelen van hoogspanning	Na te kijken als alle benoemde PBM's in huis zijn of gebruikt worden door contractors (werken met derden) om veilig te werken. Isolerende handschoenen voorzien voor de BA4-BA5 opgeleide medewerkers (antistatische kledij, veiligheidsbril) Hoogspanning: Veiligheidshelm met gelaats- en nekbescherming + brandjas. Men draagt steeds de voorgeschreven PBM's voor werkzaamheden aan een elektrische installatie (met aandacht voor directe aanraking en kortsluiting)
10.27	Er wordt voorafgaand aan de werkzaamheden, aan of in de nabijheid van elektrische installaties, geen risicobeoordeling gemaakt. (Voor exploitatiewerkzaamheden of regelmatig wederkerende werkzaamheden volstaat een algemene procedure gesteund op een risico-analyse)	aanwezigheid van niet-geïdentificeerde risico's	Risicoanalyse opstellen : "het uitvoeren van elektrische werkzaamheden". Maatregelen opstellen en implementeren die voortkomen uit de risicoanalyse. Procedure "werken met derden" uitbreiden naar de risicoanalyse hierboven vermeld.
10.28	Er is geen algemene procedure, gesteund op een risico-analyse, voor exploitatiewerkzaamheden of regelmatig wederkerende werkzaamheden.	Aanwezigheid van niet-geïdentificeerde risico's	Werken met derden verder uitbreiden. Elektrische risico's zijn vermeld maar kan uitgebreider. Vooral interne procedure en risicoanalyse. Alsook het kuisen, signalisatie, ed.
10.34	De werkplek wordt niet afgebakend en er wordt geen signalering aangebracht.	Geen waarschuwing	zorgen voor afbakening wanneer er werkzaamheden zijn.
10.35	Zijn 'oude' elektrische installaties of installatiedelen, die niet voldoen aan het AREI als dusdanig geïdentificeerd en zichtbaar gesignaleerd?	Niet bewust zijn dat delen niet voldoen aan het AREI	de installaties nakijken om te zien of ze conform zijn met het AREI
10.37	De elektrische installaties zijn toegankelijk voor niet-bevoegde personen.	Blootstelling aan elektrische risico's	Elektrische borden dienen afgesloten te zijn (enkel te openen met sleutel of gereedschap). Enkel opgeleide medewerkers mogen in het bezit zijn van de toegangssleutels. Opstellen sleutelprocedure
10.39	Er is geen op schrift gestelde procedure of instructie voor het in- of afschakelen, met vermelding van de te gebruiken beschermingsmiddelen.	Ontbreken van of vergeten van de juiste veiligheidsinstructies	Procedure opstellen (zie veilige 8)

10.43	Bij het buiten spanning werken worden de gouden 7 (7 maatregelen) niet strikt opgevolgd. (veilige 8)	niet correct uitvoeren van de veiligheidsregels	zie instructiekaart in het document van de RIE "veilige 8"
10.46	Er is onvoldoende aangepaste signalering tijdens de volledige duur van de werkzaamheden.	Onvoldoende waarschuwing	signalisering plaatsen bij werkzaamheden (kegels)
10.48	Er is geen vastgelegde procedure voor het uitvoeren van reinigingswerkzaamheden van LS-installaties onder spanning.	Niet correct uitvoeren van de veiligheidsregels	reinigingsprocedure opstellen
10.52	Er is geen procedure voor het vrijgeven van de installatie na beëindiging van de werkzaamheden en het terug onder spanning brengen van de installatie.	Niet correct uitvoeren van de veiligheidsregels	procedure opstellen voor vrijgeven na beëindigen werkzaamheden
10.53	De hoogspanningsinstallatie wordt niet regelmatig (minstens om de 3 maanden) bezocht en gecontroleerd door de uitbater.	Degradatie van de installatie	Periodieke controle procedure opstellen. Temperatuur gebruiken als teken van aanwezigheid en registratie (meenemen in intern systeem)
10.54	De regelmatige bezoeken en controles van de hoogspanningsinstallatie door de uitbater worden niet geregistreerd in een register.	Aantoonbaarheid is niet gegarandeerd	Checklijst opstellen wat gecontroleerd dient te worden
10.58	Er is geen instructie met betrekking tot toedienen van de eerste zorgen bij een ongeval met elektrische oorsprong voorzien op oordeelkundig gekozen plaatsen.	Onjuiste handelingen bij eerste hulp	instructiekaart voor EHBO maken en ophangen

11. De niet-elektrische risico's die te wijten kunnen zijn aan een fout of een slecht functioneren van een elektrische uitrustingscomponent, zoals stuurorganen of stuurstroombanen

11.5	Er bevinden zich niet enkel elektrische componenten in de elektrische borden.	Beïnvloeding of interactie van de verschillende energievormen (elektriciteit – pneumatica – hydraulica)	kast C1 heeft ook pneumatica erin zitten.
------	---	---	---

15. algemeen

15.1	Opletten met orde en netheid : doorgangen naar elektrische kasten of ruimten moeten steeds vrijgehouden worden, vreemde voorwerpen in de elektrische kasten verwijderen, regelmatig de staat nakijken,...	Orde en netheid, brandgevaar, val –en struikelgevaar	rond en in de kasten/borden goed opruimen en kuisen
------	---	--	---

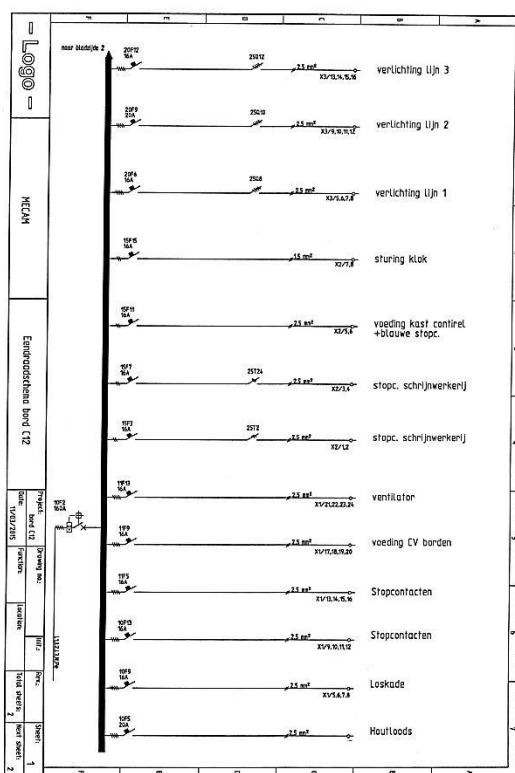
3 Resultaten

3.1 Vervolledigen elektrische schema's

3.1.1 laagspanning

Een van problemen die het meeste werk inhoudt, is het aanpassen van de elektrische schema's. Zoals te zien in figuur 2 zijn er heel wat schakelkasten waar de schema's niet van overeen komen, of waar er geen van zijn. Dit is ook een inbreuk op de verslagen van de keuring van BTV. Hierbij werd vermeld dat er van alle verdeelkasten en hoogspanningen een ééndraadschema aanwezig moet zijn. Ook werd dus duidelijk dat bedradingschema's vervangen moesten worden door ééndraadschema's.

Om van start te gaan met het tekenen moest er een elektrisch tekenprogramma beschikbaar zijn. Via PXL kon een schoollicentie verkregen worden voor SEE Electrical. Dit tekenprogramma wordt gebruikt in de opleiding elektromechanica, wat voor een gemakkelijke start van het tekenen zorgde. Hieronder op figuur 7 is een voorbeeld van zo een schema afgebeeld. De andere schema's zijn terug te vinden in de bijlage.



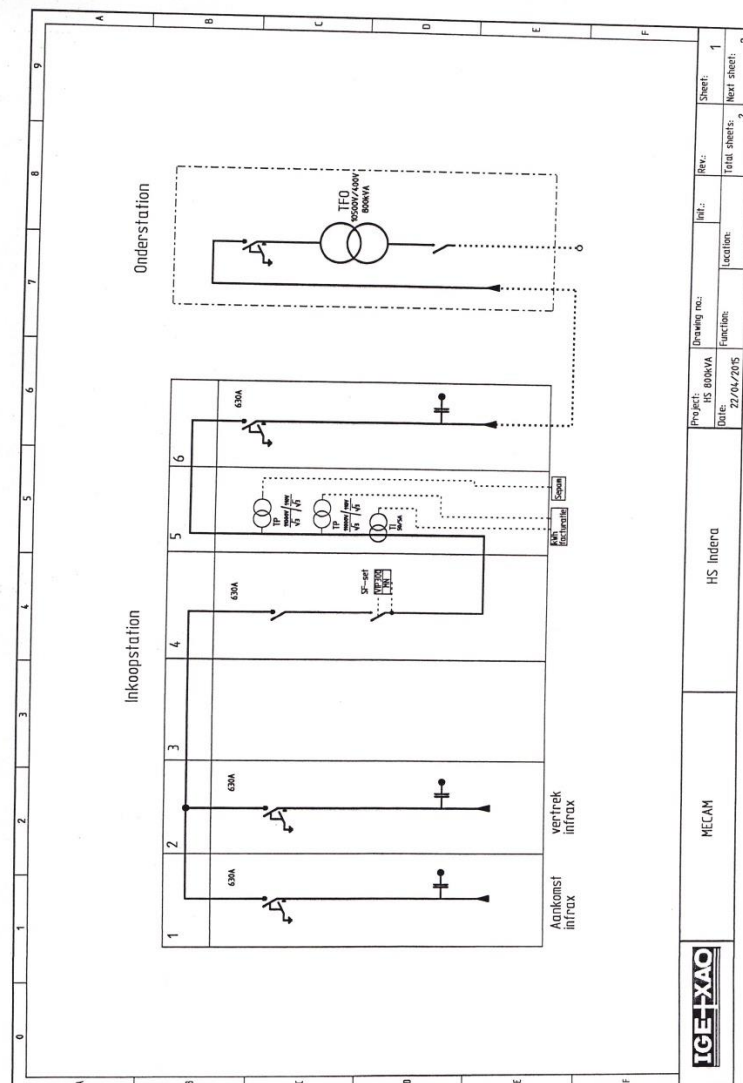
Figuur 7: voorbeeld schema schakelkast

Onlangs van de gemakkelijke start bleef het een hele opgave om alle schakelkasten te controleren en de schema's te hertekenen. In sommige schakelkasten waren aanpassingen gebeurd, die op papier nergens terug te vinden waren. Ook de onderhoudsdienst wist niet zeker waarom of hoe sommige van deze aanpassingen gebeurd waren. De enige oplossing die overbleef was na te kijken waar de aanpassingen voor diende door de aansluitingen na te kijken.

3.1.2 Hoogspanning

Vervolgens waren de schema's van de hoogspanning aan de beurt. Deze waren volgens de BTV verslagen ook niet in orde. In één van de hoogspanningscabines, namelijk HS2, is een verzwaring van de transformator gebeurd van 250kVA naar 400kVA. Maar het elektrische schema was niet aangepast of vervangen.

In een andere hoogspanningscabine, namelijk HS1 klopte het schema ook niet. Van de 6 aanwezige cellen in de cabine, waren er maar 5 getekend op het schema. Dit is dus ook aangepast om deze nota van BTV weg te werken. Hieronder op figuur 8 is dit schema te zien.



Figuur 8: voorbeeld hoogspanningschema

3.2 Risico's laagspanningsschakelkasten

3.2.1 Voorbereiding

Om een overzicht te krijgen van wat precies de risico's of problemen zijn per schakelkast, is er een checklist opgesteld. Deze checklist is opgebouwd aan de hand van de risicoanalyse. Voor iedere schakelkast wordt er dus gekeken wat er mis is. Hieronder is de checklist weergegeven.

Checklist per kast.		Kastnummer:
1	Deuren van de kast kunnen zomaar open?	
2	Is er beschadigde isolatie?	
3	Zijn er kabels met blote aansluiting aanwezig?	
4	Zijn er kabels te ver gestript?	
5	Zijn deuren en kasten geaard?	
6	Is de kast vuil?	
7	Is er rommel in de kast? (stof, kleine elek. componenten, stukjes kabel, ...)	
8	Staat de nominale spanning op deur?	
9	Staat het net op deur?	
10	Staat het spanningsteken op deur?	
11	Staat het verbodsteken op deur?	
12	Is er nummering aanwezig?	
13	Is er een planhouder?	
14	Is het schema aanwezig?	
15	Is de kast bereikbaar?	
16	Welk soort slot?	
17	Is er veel stof rond kast?	
18	Is er een rubberen rand aan deur voor stof buiten te houden? (schrijnwerkerij)	

Opmerkingen

nummer	opmerking
-	
-	
-	

De eerste 15 punten komen rechtstreeks uit de risicoanalyse. De laatste 3 punten, namelijk 16, 17 en 18, zijn er extra aan toegevoegd. Deze komen verderop in de paper nog ter sprake. De checklist is per schakelkast nagekeken om zo tot een geheel te komen waarbij er een duidelijk overzicht is van wat er precies fout is per schakelkast. Dit geheel is dan in Excel samengevoegd. Zoals af te leiden uit het bovenstaande voorbeeld, zijn er onderdelen die mogelijk niet aanwezig zijn. Deze onderdelen, bijvoorbeeld een planhouder of plaatjes met verbodstekens, moeten besteld worden. Als alle schakelkasten nagekeken zijn aan de hand van de checklist kan er een overzichtstabel gemaakt worden. Door gebruik te maken van Excel, kan de hoeveelheid dat van ieder element nodig is, automatisch berekend worden. Dit overzicht is te zien op figuur 9 op de volgende pagina

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG							
1	kastnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	12	13	14	15	16	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37							
1	Deuren van de kast kunnen zomaar open	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
2	Is er beschadigde isolatie?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
3	Zijn erkabels met blote aansluiting aanwezig?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	Zijn er kabels te ver gestript?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	Zijn de deuren en kasten gegaard?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	Is de kast vuil?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
7	Is er rommel in de kast?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
8	staat de nominale spanning op deur?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	staat het net op deur?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	staat het spanningsteken op deur?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	staat het verbodsteken op deur?	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Is er nummering aanwezig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Is er een planhouder?	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Is het schema aanwezig?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Is de kast bereikbaar?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	welk soort slot?	b	b	s+	b	b	s	sc	b	b	s	b	sc	b	b	g	b	b	s	g	s	s	b	s	h	s	b	b	b	sc	s	s	s	s	s	s	s		
17	Is er veel stof rond kast?	y	y	n	y	y	y	n	n	n	n	n	n	y	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
18	Is er een rubberen rand aan deur voor stof?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	ligt sleutel bij de kast?	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	soorten sloten: Baardnummerslot, Sleutel, Geen, Schroevendraaier, Hangslot	15	9	2	3	1																																	
21			b	s	g	sc	h																																
22																																							
23																																							
24	opmerkingen: C15 heeft geen slot op de kast, kunststof kast doorzichtig																																						
25	D2 geen sleutel maar is open																																						
26	E1 geen sleutel maar is open																																						
27	E4 heeft nog zekeringen buiten de kast, deze best in de kast plaatsen																																						
28	F1 sleutel maar is open																																						
29	G2 sluit niet goed																																						
30	J1 geen slot, ligt soms hout voor, deur niet gegaard																																						
31	L1b voeding is te veel gestript																																						
32	S16 aarding zonder isolatie, hangslot niet gesloten																																						
33	T1 deur is open, sleutel afgebroken																																						

Figuur 9: overzicht inbreuken schakelkasten

Na ingeven van de checklist per kast in dit overzicht, wordt dus duidelijk hoeveel elementen we van ieder onderdeel nodig hadden. Bijvoorbeeld aantal planhouders, netaanduidingen, verbodstekens, enzovoort. Dit kan allemaal besteld worden en opgehangen of bijgevoegd aan de schakelkasten. Een volgend iets wat uit dit overzicht kan gevonden worden is de periodiciteit voor het schoonmaken van de schakelkasten. In de schrijnwerkerij op Mecam is er veel stof aanwezig waardoor deze schakelkasten vaker schoongemaakt moeten worden dan andere. De rubberen rand in de schakelkast zorgt ervoor dat er minder stof kan binnendringen. Hoewel deze rubberen rand niet in iedere schakelkast nodig is. Nieuwe schakelkasten zijn goed afgeschermd en enkel het bovenvlak van ieder elektrische component is zichtbaar.

3.2.2 Sloten

Vervolgens is ook op te merken dat er een aantal verschillende sloten op de schakelkasten zitten. Ook liggen er veel sleutels van deze sloten bij deze schakelkasten of steken ze in het slot. Het gevolg hiervan is dat iedereen, bevoegd of onbevoegd, in deze kasten kan. Dit is niet toegelaten volgens het AREI. Daarbij hoort er, volgens de risicoanalyse, een sleutelprocedure te zijn voor de schakelkasten. Deze procedure houdt in dat onbevoegden niet in de kasten horen te kunnen. De sleutels moeten dus weggenomen worden en bijgehouden op een vaste plaats. Omdat er verschillende sloten zijn, is de oplossing zo geworden dat er gebruik gemaakt wordt van hangsloten die allemaal met dezelfde sleutel te openen zijn. Op figuren 10 en 11 is te zien hoe dit aangepakt is. Hierbij is ook te zien dat er overslag sluitingen voorzien zijn om het plaatsen van de sloten eenvoudiger te maken.



Figuur 10: slot met overslagsluiting (gesloten)



Figuur 11: slot met overslagsluiting (open)

Van de sleutel zijn er een aantal exemplaren. Deze worden specifiek verdeeld over bevoegden die wel in de schakelkasten mogen. Dit zijn de onderhoudstechniekers, de onderhoudsmanager en één in de sleutelkast bij de preventieadviseur. Dit zijn de enige personen die op een willekeurig moment een schakelkast mogen openen. Alle andere personen moeten goedkeuring vragen aan één van deze bevoegden voordat zij de schakelkasten mogen openen.

3.2.3 Sleutelprocedure

Vervolgens is er een sleutelprocedure opgesteld. In het verleden, als er derden werkzaamheden kwamen uitvoeren, werd er niet gecontroleerd wat er precies uitgevoerd werd. Deze personen kwamen het terrein op en voerden hun werk uit, in een schakelkast of niet. Door de sleutelprocedure is dit niet meer mogelijk. Als derden werkzaamheden komen uitvoeren en zij moeten in een schakelkast zijn om hieraan te werken of om iets te schakelen, kan dit niet zonder dat er bevoegde personen toestemming gegeven hebben. Er zijn 2 mogelijkheden waarop dit soort werkzaamheden kunnen gebeuren. Als eerste mogelijkheid kan een bevoegd persoon ervoor zorgen dat de spanning afgeschakeld is. Deze wordt dan vergrendeld met een gekleurd slot. Dit kleurenslot is specifiek per bevoegd persoon. Wanneer de werken uitgevoerd zijn moet dezelfde persoon die ook vergrendeld heeft, de vergrendeling verwijderen en de spanning inschakelen.

Voor sommige werkzaamheden is dit een moeilijke toepassing. Bijvoorbeeld, het onderhoud van de afzuiginstallatie wordt uitgevoerd door de producent ervan. Bij dit onderhoud wordt de spanning vaker in- en uitgeschakeld. Voor deze werkzaamheden kan de externe onderhoudstechnieker een sleutel verkrijgen bij het onderhoud of bij de onderhoudsmanager. Dit is de tweede mogelijkheid. Hiervoor verklaart de externe onderhoudstechnieker dat hij zich bewust is van de elektrische gevaren. De sleutel procedures zijn hieronder en op de volgende pagina weergegeven



Sleutelprocedure

- Enkel bevoegden (BA4/BA5) mogen in de schakel/verdeelkasten.
- Alle schakel/verdeelkasten moeten altijd, met uitzondering van werkzaamheden, gesloten zijn
- Enkel de toegewezen personen zijn in het bezit van een sleutel.
- Het verkrijgen van een sleutel kan alleen onder begeleiding of met toestemming van een toegewezen persoon

Sleutelprocedure werken MECAM

Since 1978

met derden

Wanneer derden komen werken aan de elektrische installatie, mag dit niet gebeuren zonder dat de onderhoudsdienst hier hoogte van heeft. Iem voor het openen van schakelkasten. Wanneer er een schakelkast geopend dient te worden, gebeurt dit samen met iemand van de onderhoudsdienst.

Voor werkzaamheden die regelmatig voorkomen, kan een uitzondering gemaakt worden. De externe arbeider(s) die werkzaamheden komen uitvoeren waar het onderhoud niet bij hoeft te zijn, moeten zich melden bij het onderhoudslokaal. Hier kunnen zij, na aftekenen van dit document, een sleutel verkrijgen om de schakelkasten te openen/vergrendelen. Bij iedere kast zijn de ééndraadschema's aanwezig en ook de boomstructuur zodat men altijd kan kijken waar de voeding van de kast vandaan komt.

1. Wanneer de externe arbeiders met meer als 1 persoon zijn, moet er 1 persoon dit document ondertekenen. Enkel deze persoon mag de sleutel gebruiken om schakelkasten of verdeelkasten te openen
2. Hij/zij is zich volledig bewust van de elektrische gevaren die aanwezig kunnen zijn bij het werken aan de elektrische installatie.
3. Hij/zij verklaart hierbij dat de verkregen sleutel enkel zal gebruikt worden voor de werkzaamheden die uitgevoerd moeten worden.
4. Hij/zij verklaart hierbij dat de nodige PBM's gehanteerd zullen worden.
5. Als er eveneens een ongeval zou gebeuren, is Mecam niet verantwoordelijk hiervoor. Dit is de verantwoordelijkheid van de arbeider zelf. Zie punt 2.
6. Na het afronden van de werkzaamheden, moet er een onderhoudspersoon controleren of alles ingeschakeld is zoals het hoort.
7. De verkregen sleutel wordt na de werkzaamheden terug ingeleverd bij het onderhoud.

Hierbij verklaar ik,, de procedure doorgenomen te hebben, en dat ik akkoord ga met de voorwaarden.


Datum:

Handtekening:

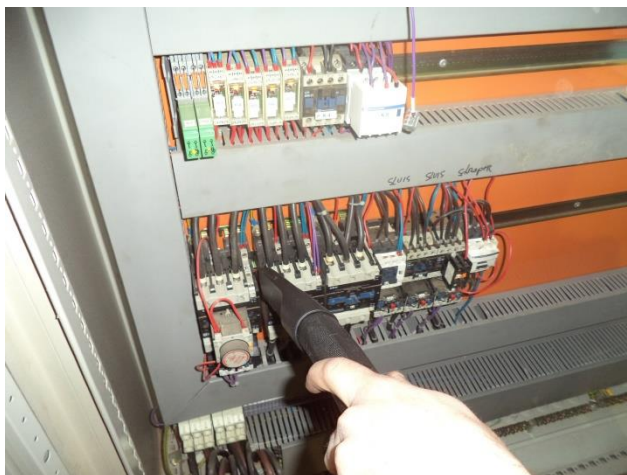
3.2.4 Schoonmaakprocedure

Een volgend risico van de laagspanningsschakelkasten is vuil en rommel. Wanneer er een kortsluiting zou plaatsvinden in een schakelkast kan aanwezig vuil of rommel mogelijk brand veroorzaken. Met vuil wordt voornamelijk stof en houtstof bedoeld en met rommel voorwerpen die niet in een schakelkast horen te liggen zoals bijvoorbeeld zekeringen of restjes van isolatie. Hiervoor is een schoonmaakprocedure opgesteld. Er wordt gebruik gemaakt van een procedure omdat dit in een bepaalde periodiciteit uitgevoerd wordt. Hieronder kan u de schoonmaakprocedure terugvinden.

De bedoeling van deze procedure is om iedere schakelkast zuiver te houden en zo brand te vermijden. Ook wordt er dan aandacht gevestigd op de toestand van een schakelkast en heeft de onderhoudsdienst een goed beeld hierover. Op de procedure worden een aantal zaken ingevuld, namelijk de uitvoerder, de datum, de periodiciteit en het kastnummer. Hierna wordt de schakelkast schoongemaakt volgens de te volgen stappen. Na het schoonmaken worden deze ingevulde procedures administratief bijgehouden.

Procedure voor schoonmaken schakelkasten				
Procedure uitgevoerd door:	Datum van uitvoering	Periodiciteit (wekelijks/maandelijks)		kastnummer
		jaar		
		half jaar		
		3 maanden		
		maandelijk		
1.	Zorg voor juiste PBM's (handschoenen, rubberen mat, ...)			
2.	Plaats afbakening rond de te schoonmaken kast			
3.	Verwijder alle onnodige voorwerpen uit de kast			
4.	Verwijder alle stof met behulp van stofzuiger			
5.	Controleer of schema's in planhouder aanwezig zijn			
6.	Controleer de wartels van de inkomende en uitgaande leidingen			
7.	Ruim alles op, laat geen materialen of spullen liggen			
8.	Sluit de kast terug af			
9.	Verwijder afbakening			
10.	Plaats sleutel terug in de sleutelkast			
* dit alleen doen als ook de aankomende voeding uit moet				
Opmerkingen:				
.....				

De periodiciteit van het schoonmaken van de schakelkasten is verschillend. Dit komt omdat er op Mecam een grote schrijnwerkerij is waar er erg veel stof hangt en dus ook explosiegevaar is. Door dit vele stof moeten deze schakelkasten regelmatig een schoonmaakbeurt krijgen. Voor het uitvoeren van deze procedure wordt gebruik gemaakt van een industriële stofzuiger met een kunststof mond. Op figuur 12 kan men zien hoe een kast wordt schoongemaakt. Door de kunststof mond kan men de kasten schoonmaken terwijl deze onder spanning staan. Deze procedure wordt enkel uitgevoerd door de onderhoudsafdeling.



Figuur 12: schoonmaken schakelkast

3.2.5 Risico's voor aanraking

De overige punten uit het overzicht van de inbreuken handelen over het mogelijk aanraken van naakte kabels. Hiermee wordt dus bedoeld het te ver strippen van de isolatie, kasten en deuren die niet geaard zijn, beschadigde isolatie en kabeluiteindes die niet veilig afgesloten zijn. Door de sleutelprocedure is dit risico al veel kleiner maar ook dit moet afgehandeld worden. Via het overzicht was er zeer duidelijk welke fouten zich waar bevonden. Deze problemen zijn dan ook opgelost met hulp van het onderhoud. Kabels die te ver gestript waren zijn afgekort en er is geen koper meer te zien, beschadigde isolatie is vervangen, deuren en kasten zijn geaard en kabeluiteindes in de kasten zijn afgesloten met krimpkousen.

Uit deze punten volgt dus dat de laagspanningskasten volledig gecontroleerd zijn. De schema's zijn aanwezig, de buitenkant van de schakelkasten zijn afgeveegd en de wartels gecontroleerd. In de binnenkant is het stof en de rommel verwijderd. Blote kabels zijn verwijderd en de nodige stickers of plaatjes opgehangen. En Ten slotte zijn de schakelkasten afgesloten en niet te openen door onbevoegden. Door de schoonmaakprocedure wordt iedere kast minimum jaarlijks geopend door het onderhoud en hierdoor zijn zij dan ook goed op de hoogte van de toestand van de schakelkasten.

3.3 Risico's hoogspanning

3.3.1 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Apart van de risico's van de laagspanning zijn er ook bij de hoogspanning risico's aanwezig. Deze komen voort uit de risicoanalyse. Een eerste risico is het niet aanwezig zijn van de persoonlijke beschermingsmiddelen. Voor hoogspanning is er meer bescherming nodig dus ook meer PBM's. De nodige PBM's die aanwezig moeten zijn voor hoogspanning zijn:

- Veiligheidshelm
- Veiligheidsbril
- Vlamboogkleding (volledig pak)
- Isolerende handschoenen (klasse 2: elektrische vlamboog)
- Isolerende veiligheidsschoenen of laarzen
- Isolerend mat of opstap

Alle PBM's moeten een CE keuring hebben. CE staat voor Conformité Européenne, wat dus wil zeggen dat de PBM's in overeenstemming moeten zijn met de Europese regelgeving. Deze persoonlijke beschermingsmiddelen waren wel aanwezig, maar er was niet duidelijk waar. Een eenvoudige oplossing dus, de PBM's samen bij één van de hoogspanningscabines plaatsen en in de andere cabines duidelijk vermelden dat deze zich daar bevinden.

3.3.2 Vonkplaat

Een volgende risico uit de analyse zijn de vonkspatplaten. Dit zijn platen gemaakt uit polycarbonaat. Ze zijn doorzichtig en zorgen voor een bescherming tegen vonken. Deze platen horen geplaatst te zijn tegen het hekwerk in de hoogspanningscabines rond de transformatoren en de cellen. Onder cellen verstaan we de inkoopcel, meetcel, enzovoort.

Bij de grootste inkoopcabine van 800kVA, is er hekwerk aanwezig, alsook de vonkspatplaten. Maar volgens het AREI mogen de gaten in het hekwerk niet groter zijn dan 5 centimeter. Zoals te zien op figuur 13 sluit het hekwerk onder niet goed aan met als gevolg dat er een onderaan een opening is van ongeveer 15 centimeter is. Bovenaan is er geen hekwerk maar de vonkspatplaten zijn tot tegen plafond afgewerkt. De aanwezigheid van de vonkspatplaten is te zien op figuur 13 aan de hand van de reflectie van de flits van de camera.



Figuur 13: hekwerkopeningen onderaan de cellen

In het transformatorlokaal zijn er geen vonkspatplaten aanwezig dus deze horen ook nog geplaatst te worden. Omdat werken aan hoogspanning niet uitgevoerd worden door Mecam, worden deze werken uitgegeven aan een extern bedrijf, namelijk Melotte. Figuur 14 is een foto van het hekwerk zonder vonkplaten. Deze vonkplaten horen aan de achterzijde van het hekwerk. Om deze werken uit te voeren moet dus de spanning over het hele bedrijf uitgeschakeld worden. Dit is een moeilijkheid omdat het plannen van deze werken op een dag moet zijn waar de spanning uitgeschakeld kan worden. Ook moet er dan rekening gehouden worden dat er klanten naar de receptie kunnen bellen en dat dit dan opgevangen wordt.



Figuur 14: foto transformatorcel zonder vonkspatplaten

3.3.3 Tabel uitwendige invloeden

In de hoogspanningscabines hoort een tabel aanwezig te zijn met de uitwendige invloeden. Dit komt voort uit de risicoanalyse maar is ook een inbreuk op de BTV verslagen. Deze tabel geeft weer hoe de omgeving invloed heeft op de installatie. Op figuur 14 op de volgende bladzijde is deze tabel te zien. Deze invloeden worden bekeken per hoogspanningscircuit en laagspanningscircuit. Deze circuits zijn opgesteld aan de hand van de boomstructuur besproken in punt 3.1.3.

Bijna ieder aspect van de tabel komt uit het Algemeen Reglement op de Elektrische Installatie, maar niet allemaal. Onder figuur 15 is tabel 8 weergegeven waarmee de tabel van uitwendige invloeden wordt opgesteld. Via de legende is te zien welke invloeden uit het AREI komen en welke niet. De rechtse 3 kolommen geven per invloed de overeenkomstige artikels uit het AREI. Dit voor de definitie, keuze van de leidingen en keuze van toestellen en materiaal.

De tabel met uitwendige invloeden hoort ondertekend te worden door de uitbater of bevoegd verantwoordelijke, alsook door een erkend organisme zoals BTV. Deze tabel hoort dan op te hangen in iedere hoogspanningscabine.

Uitwendige invloedsfactoren volgens het AREI		LIJST UITWENDIGE INVLOEDSFACTOREN																														
		AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	AS	BA	BB	BC	BD	BE	CA	CB	GAS	STOF					
Uitwendige invloedsfactoren volgens het AREI	Artikel AREI	144+225																Wind	233	31+234	234	101+234	101+104	101	101	101	105-110	105-110	105-110			
	Uitwendige invloed	Omgevingstemperatuur																	Wind	Bevogdheid personen	Lchamsweerstand	Contacten aardpotential	Ontneming lokalen	Aard van opgeslagen goederen	Bouwmaterialen	Structuur van gebouwen	Ex-zone (0,1 of 2)	Ex-zone (20,21 of 22)				
Lokaal nr / elektrische installatie	HS1 inkoopcabine 800kVA	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
	HS2 inkoopcabine 400kVA	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
	HS3 Hoogspanningscel oude burelen	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
	LS1 circuit onder J4	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
	LS2 circuit onder ALSB NS	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
	LS3 circuit onder ALSB uitbr.	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
	LS4 circuit onder C11	4,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
			Normale uitwendige invloeden																													
			Afwijkende uitwendige invloed																													
			Handtekening uitbater of bevoegd verantwoordelijke																													
			Handtekening erkend organisme																													
			datum:																													
			datum:																													

Figuur 15: tabel uitwendige invloeden

Tabel 8: uitleg uitwendige invloeden

Legende:			definitie	Keuze leidingen	Keuze toestellen en materiaal
<div style="background-color: black; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Opgenomen in AREI					
<div style="background-color: red; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> Niet opgenomen in AREI					
AA	Omgevingstemperatuur		144	144	225
1	Uiterst koud	+ 5° C – 60° C			
2	Zeer koud	+ 5° C – 40° C			
3	Koud	+ 5° C – 25° C			
4	Gematigd	+ 40° C – 5° C			
5	warm	+ 40° C + 5° C			
6	Zeer warm	+ 60° C + 5° C			
7	koud	+ 25° C – 15° C			
8	gematigd	+ 30° C + 5° C			
AB	Vochtigheid				
1	–60 / +5 °C	3 – 100 %			
2	–40 / +5 °C	10 – 100 %			
3	–25 / +5 °C	10 – 100 %			
4	–5 / +40 °C	5 – 95 %			
5	+5 / +40 °C	5 – 85 %			
6	+5 / +60 °C	10 – 100 %			
7	–25 / +55 °C	15 – 100 %			
8	–50 / +40 °C	15 – 100 %			
AC	Hoogte				
1	≤ 2 000				
2	2 000				
AD	Water		84		
1	Te verwaarlozen				
2	Tijdelijk vochtig				
3	Vochtig				
4	Nat				
5	Besproeid				
6	Inwerking watermassa's				
7	Overstroomd				
8	Ondergedompeld				
AE	Vreemde vaste voorwerpen		227		
1	Te verwaarlozen	5cm			
2	Klein	2,5mm			
3	Zeer klein	1mm			
4	Stof	Stof			

AF	Corrosie		146		
1	Te verwaarlozen				
2	Atmosferisch				
3	Afwisselend en toevallig				
4	Bestendig				
AG	Mechanische belasting		147		
1	Zwak	1 joule			
2	Matig	6 joule			
3	Sterk	60 joule			
AH	Trillingen		148	148	230
1	Zwak				
2	Middelmatig				
3	Belangrijk				
AJ	Andere mechanische invloeden				
1	Aanwezig				
2	Niet aanwezig				
AK	Flora		149	149	231
1	Te verwaarlozen				
2	mogelijk				
AL	Fauna		149	149	231
1	Te verwaarlozen				
2	Mogelijk				
AM	Zwerf- en elektromagnetische stromen		232	150	232
1	Verwaarloosbaar				
2	Zwerfstromen				
3	Elektromagnetisch invloeden				
4	Ioniserende invloeden				
5	Elektrostatistische invloeden				
6	Geïnduceerde stromen				
AN	Zonnestraling		232		232
1	Laag				
2	Matig				
3	Hoog				
AP	Seismisch krachten				
1	Verwaarloosbaar				
2	Zwak				
3	Matig				
4	Sterk				
AQ	Bliksem				
1	Te verwaarlozen				
2	Onrechtstreeks				
3	Rechtstreeks				

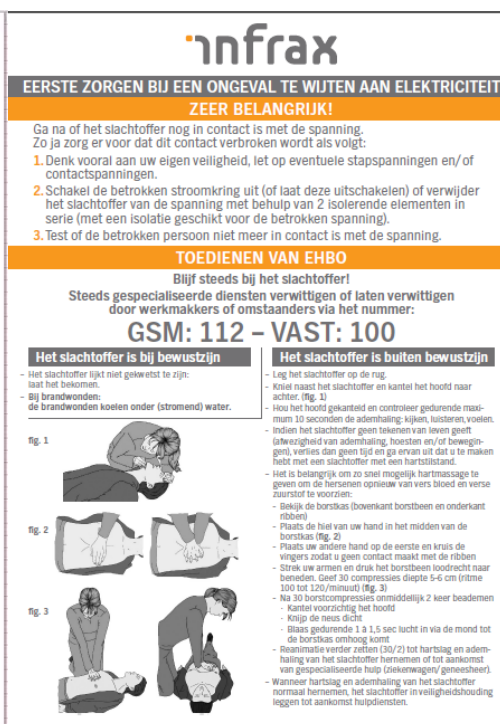
AR	Luchtbewegingen			
1	Zwakke verplaatsing			
2	Gemiddelde verplaatsing			
3	Sterke verplaatsing			
AS	Wind			
1	Zwakke			
2	Gemiddelde			
3	Hevige			
BA	Bekwaamheid personen	47		233
1	Gewoon			
2	Kinderen			
3	Gehandicapten			
4	Gewaarschuwden			
5	Vakbekwamen			
BB	Toestand v/h menselijk lichaam	31	150	234
1	Droog			
2	Natte huid			
3	ondergedompeld			
BC	Contact m/h aardpotentiaal	47		234
1	Geen			
2	Weinig			
3	Veel			
4	Voortdurend			
BD	ontruimingsmogelijkheden	101	151	234
1	Normaal			
2	Lang			
3	Overbezet			
4	Lang en overbezet			
BE	stoffen	101	151	234
1	Te verwaarlozen			
2	Brand			
3	Ontploffing			
4	Besmetting			
CA	bouwmaterialen	101	104	104
1	Niet-brandbaar			
2	Brandbaar			
CB	Structuur der gebouwen	101	104	104
1	Te verwaarlozen			
2	Verspreiding v.d. Brand			
3	Bewegingen			
4	Instabiel of buigzaam			

3.3.4 Veilige 8 en EHBO bij elektrische ongevallen

Uit de actielijst van de risicoanalyse volgt dat in de iedere hoogspanningscabine de instructiekaart voor de veilige 7 en een EHBO instructiekaart voor elektrische ongevallen uitgehangen moeten zijn. Via CLB is vernomen dat deze veilige 7 ondertussen veranderd zijn naar de veilige 8. Deze veilige 8 instructiekaart is dan ook verkregen via CLB en is te zien op figuur 17. Voor de instructiekaart voor eerste hulp bij ongevallen te wijten aan elektriciteit is contact opgenomen met Infrac die deze dan ook voorzien hebben. De EHBO instructiekaart is te zien op figuur 16.



Figuur 17: veilige 8




Figuur 16: EHBO instructiekaart elektrische ongevallen

3.3.5 Inspectie hoogspanning

Het volgende punt uit de actielijst over de hoogspanning is de 3 maandelijkse inspectie. Deze inspectie dient te gebeuren door een bevoegd persoon van Mecam en moet 3 maandelijks gebeuren. Hiermee wordt ervoor gezorgd dat er een periodieke controle is van de hoogspanningsinstallatie. Om deze inspectie te inventariseren is er een tabel opgesteld die bij deze 3 maandelijkse inspecties ingevuld moet worden. Deze tabel (9) kan men vinden op de volgende pagina.

Bij een inspectie hoort de persoon die de inspectie uitvoert zijn of haar naam in te vullen, samen met de datum. Vervolgens is via CLB vernomen dat deze inspecties best geldig worden gemaakt door het meten van de temperaturen en de momentele waarde op het moment van de inspectie in te vullen. Bij het bestellen van een thermometer kwam erbij dat deze ook een minimum en maximum waarde aangeeft. Dit kan gebruikt worden als extra preventief onderhoud. Na enkele jaren van inspecties, zal een plotse temperatuurstijging door mogelijke problemen, opvallen in de data. Hiermee kan een mogelijke stroomuitval voorkomen worden in de toekomst. Ten slotte kan de inspecteur opmerkingen invullen of ok en dan handtekenen.

Tabel 9: 3 maandelijks inspectie

3 maandelijks inspectie					HS NS / HS SW / HS SW	
						
Naam inspecteur	Datum inspectie	Min.	Temperatuur thermometer	Max.	Opmerking of OK	Handtekening

3.4 Aarding

3.4.1 Aardingsnetten

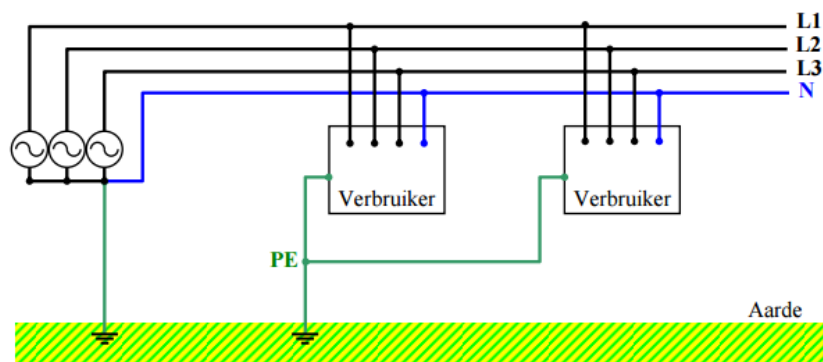
Het volgende hoofddeel handelt over de aarding. Hierbij waren er risico's en inbreuken bij beide hoogspanning en laagspanning. Allereerst zal verduidelijkt worden op welke manier de aarding verwezenlijkt is. De wijze van aarden wordt weergegeven aan de hand van letter aanduidingen. De eerste letter geeft de relatie weer tussen het verdeelnet, m.a.w. de bron, en de aarde. Er zijn 2 mogelijkheden voor de eerste letter:

- T: Er is een rechtstreekse verbinding van een punt met de aarde. Dit is meestal een sterpunt.
- I: De actieve delen worden geïsoleerd ten opzichte van de aarde.

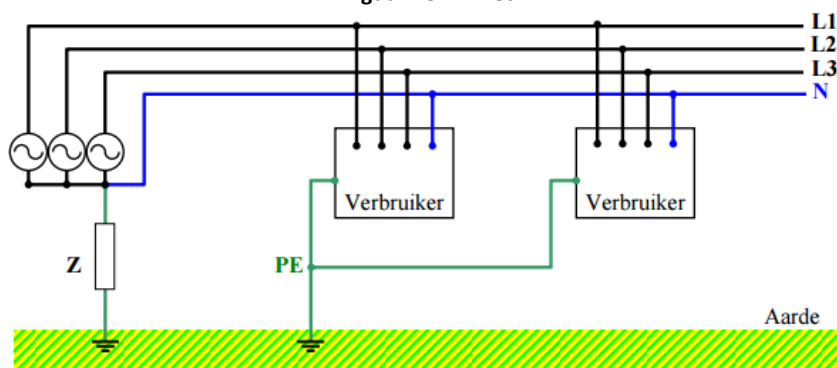
De tweede letter geeft de relatie weer tussen de elektrische installatie en de aarde. Hiervoor zijn er 4 mogelijkheden, maar er zijn er maar 2 van deze 4 die het vaakst voorkomen, namelijk:

- T: Er is een rechtstreekse verbinding van de massa's van de elektrische installatie naar de aarde, maar gescheiden van de massa van het net.
- N: De verbinding van de massa van de elektrische installatie met de aarde is samen met de massa van het net.

De mogelijke combinaties van de 2 letters zijn de volgende: TT, IT en TN. De eerste 2 manieren van aarden zijn respectievelijk op figuur 18 en 19 te zien. Op figuur 19 kan men zien aan impedantie Z dat de hele installatie is geïsoleerd van de aarde.



Figuur 18: TT-net

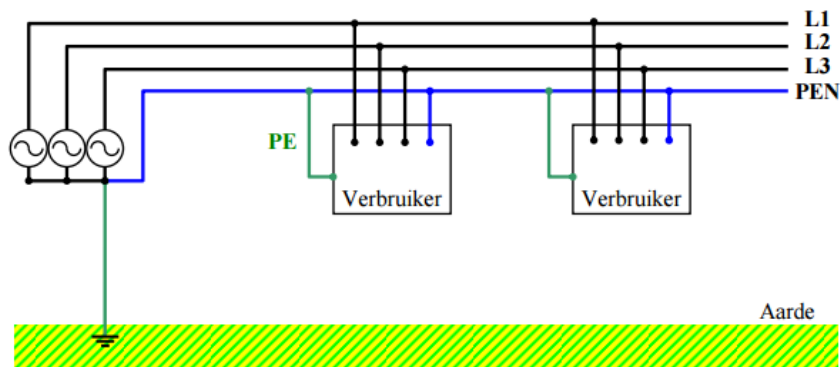


Figuur 19: IT-net

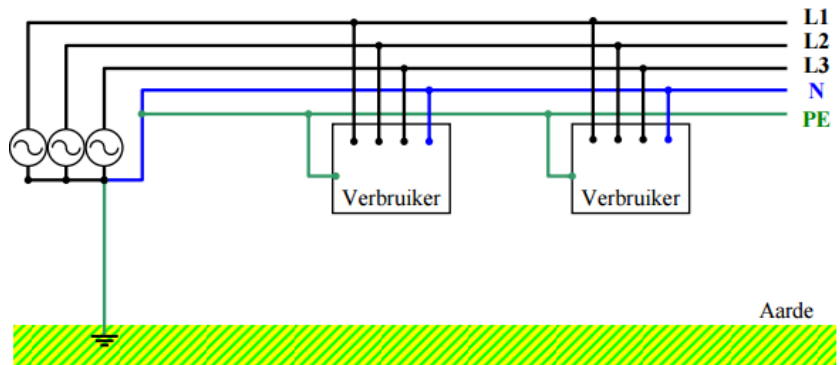
Wat het TN-net betreft, zijn er bij deze manier van aarden nog 3 onderverdelingen. Hier wordt ook gebruik gemaakt van een letter. De mogelijke manieren zijn:

- TN-C: de geleider van de massa is dezelfde geleider als de nulgeleider.
- TN-S: de geleider van de massa is gescheiden van de nulgeleider.
- TN-C-S: Aan de transformator en aan het begin van de installatie is er een TN-C aarding. Stroomafwaarts, m.a.w. verder weg van de transformator in de installatie, bevindt zich een TN-S aarding.

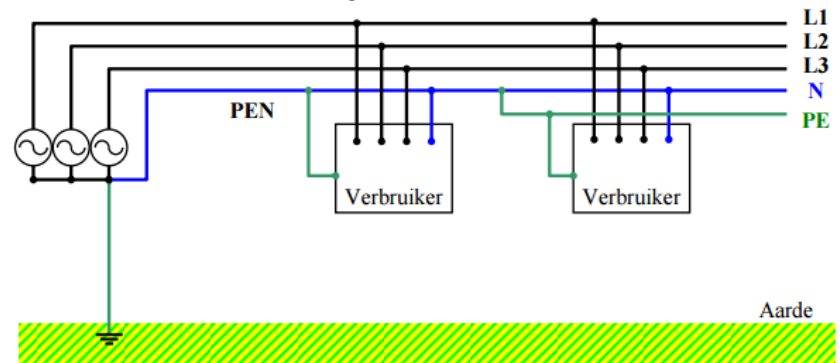
Hieronder op figuur 20, 21 en 22 zijn respectievelijk de vereenvoudigde schema's weergegeven van de 3 mogelijke TN-aarding.



Figuur 20: TN-C-net



Figuur 21: TN-S-net



Figuur 22: TN-C-S-net

Op Mecam is er een TN-S net aanwezig. Dit wil dus zeggen dat de aarding van de elektrische installatie naar de hoogspanningscabines loopt en van daaruit geaard wordt. Dit is basisuitleg zodat verdere inhoud duidelijker is.

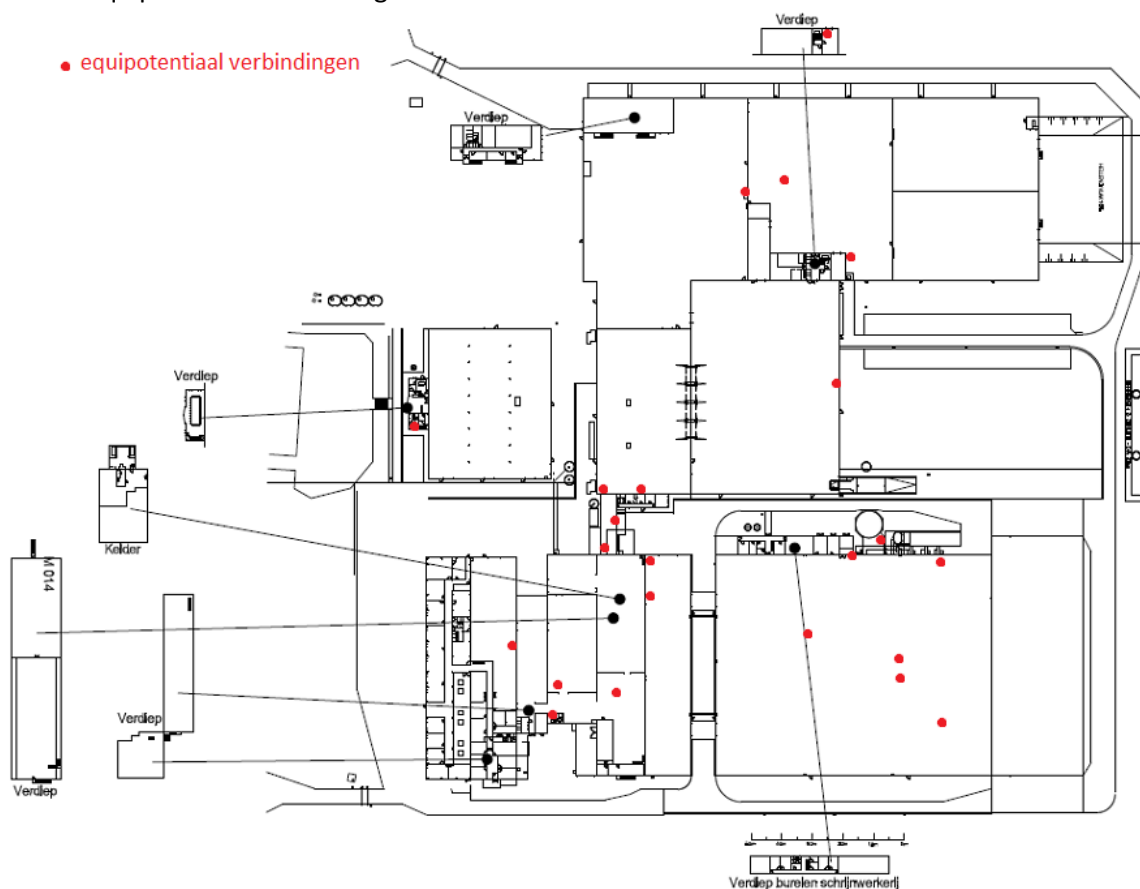
3.4.2 Aardingsequipotentiaal

Eén van de belangrijkste punten uit de risicoanalyse en uit de BTV verslagen is aarding. Hoe minder of slechter de aarding aanwezig is hoe groter de risico's op indirecte aanraking worden. Het is de bedoeling om ieder geleidend element te aarden. Zodat, wanneer er een geleidend element onder spanning komt te staan door een probleem, dit element in contact staat met de aarde. Stroom zoekt de snelst en gemakkelijkste weg en zal dus via de aarding naar de aarde gaan en niet via een persoon die dit geleidend element aanraakt. Met geleidende elementen wordt bedoeld de behuizing van machines, staalbouw, kabelgoten, waterleidingen, enzovoort.

Omdat er een TN-S net aanwezig is, en dus alle aardingen uiteindelijk samenkomen in de hoogspanningscabines, zouden al deze elementen contact met elkaar moeten hebben. Maar omdat er 2 inkoopstations zijn, zijn er dus 2 grote groepen van elementen.

Een opmerking op de BTV verslagen is dat er geen equipotentiaalverbindingen zijn en volgens de risicoanalyse moeten deze verbindingen zichtbaar zijn. Na een aantal weken werd er toevallig uitgekomen op een verbinding. Hiermee werd dus aangetoond dat deze dus wel aanwezig zijn maar niet duidelijk in het zicht. De opdracht was dus om de equipotentiaalverbindingen op te sporen en na te gaan of er genoeg verbindingen waren om alle elementen samen te aarden.

De beste manier om dit te doen, is om met een grondplan het bedrijf te verkennen op zoek naar de equipotentiaalverbindingen en deze aan te duiden. Op figuur 23 is dit grondplan met de plaats van de equipotentiaalverbindingen te zien.



Figuur 23: grondplan met equipotentiaalverbindingen

Zoals te zien op figuur 23 zijn er in bepaalde delen van het bedrijf meer verbindingen dan elders. De oorzaak hiervan is dat er in onderste gedeelte, de schrijnwerkerij, meer machines staan, alsook een grote afzuiginstallatie. Dit zorgt voor veel geleidende delen en dus moeten er ook veel verbindingen voorzien worden. Rechtsonder op de figuur kan men in het midden van een hal verbindingen zien. Dit zijn verbindingen tussen machinebehuizingen of ventilatiebuizen met een I-profiel van de staalbouw van de hal. Vervolgens is de staalbouw geaard en verbonden met de aardlat in een schakelkast. De aarding van deze schakelkast gaat op zijn beurt naar de hoogspanning en zo is de aarding volledig. Hierdoor worden alle geleidende elementen met elkaar verbonden worden.

Bovenaan het grondplan bij de nieuwere productiehallen zijn veel minder verbindingen aanwezig. De oorzaak hiervan is dat er minder machines zijn. In deze omgeving zijn er vooral kabelgoten en waterleidingen (sprinklerinstallatie) aanwezig. De kabelgoten worden opgehangen aan de staalbouw wat dus voor een equipotentiaalverbinding zorgt. Hetzelfde is te zeggen over de waterleidingen. Het is dus genoeg om de kabelgoot net boven de schakelkast te aarden en te zorgen voor een volledige aarding van de gebouwen. Op figuur 24 hieronder is te zien hoe zo een equipotentiaalverbinding er uit ziet. Ook is te zien dat het bevestigingspunt van de aardingsgeleider in contact staat met de kabelgoot en dus zorgt voor een volledige aarding van die hal.



Figuur 24: voorbeeld equipotentiaalverbinding

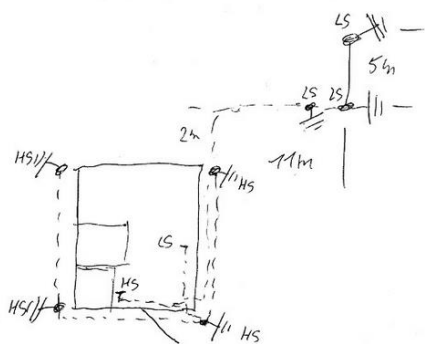
Ook al zijn de equipotentiaalverbindingen aanwezig, meer verbindingen kan nooit kwaad. Dus is bij het onderhoud vermeld dat, als er in de toekomst op de keuring een nota of inbreuk op de equipotentiaal verkregen wordt, er equipotentiaalverbindingen bijgeplaatst moeten worden.

3.4.3 Aardingsinplanting

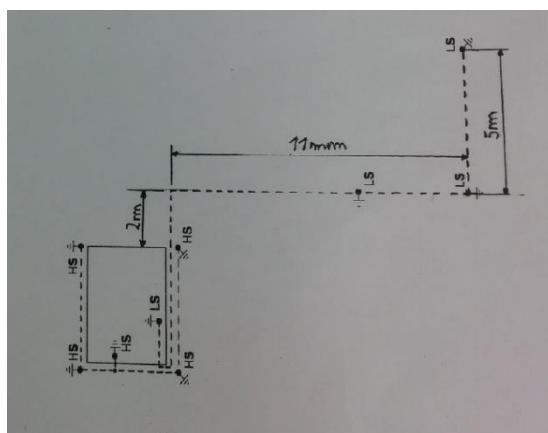
De aarding van het net gebeurt door koperen geleiders of pennen die in de grond zitten. Wanneer er een kortsluiting plaatsvindt zal de stroom via de aardingsgeleiders naar de hoogspanningscabines vloeien en vanuit de cabines de aarde in. De manier waarop de stroom de aarde in kan vloeien is via deze aardingslussen of aardingspennen.

Na de wijziging van het Koninklijk Besluit op artikel 104, is het verplicht de plannen van de aardingslussen en aardingspennen voor te kunnen leggen bij een keuring van de elektrische installatie. Hieruit volgt dan dat dit ook een punt in de risicoanalyse is. Het grote probleem hierbij is, dat er voor de wijziging van het artikel, nooit officiële plannen van de aarding getekend werden omdat dit niet verplicht was. De beste en goedkoopste oplossing, maar evenzeer nog kostelijk, voor het verkrijgen van deze plannen is het aanleggen van nieuwe lussen of pennen en de plannen te tekenen.

Van de 2 inkoopstations is er 1 waarvan er geen aardingsinplanting aanwezig is. Van de andere cabine is een schets verkregen van de constructeur en deze is dan uitgetekend op het grondplan. Deze cabine is de nieuwste cabine en hierdoor had de constructeur toch nog een schets van de aardingslus. Op figuur 25 is de verkregen schets te zien en op figuur 26 is de schets op het grondplan getekend.



Figuur 25: schets aardingslus



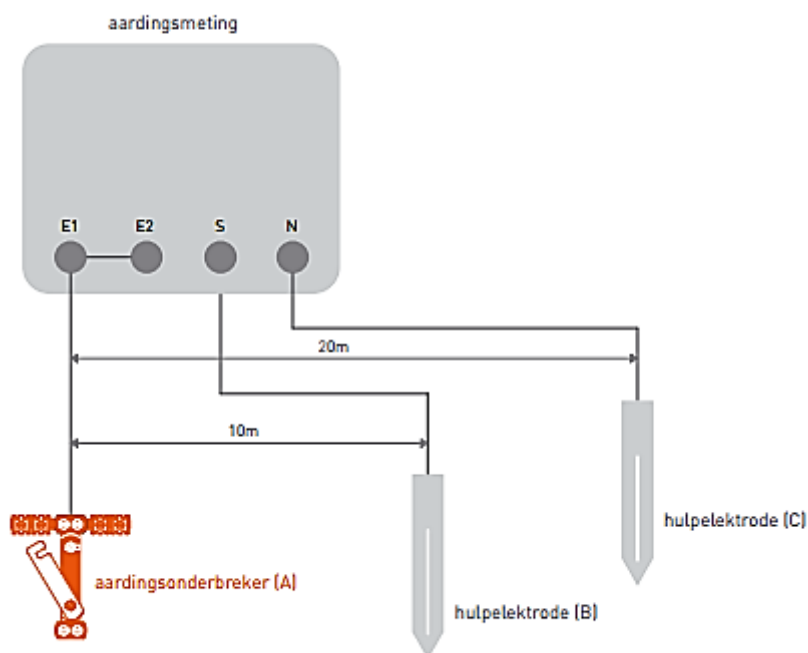
Figuur 26: aardingslus op grondplan

Een extra factor speelt hier mee. De spreidingsweerstand, van de cabine waar geen aardingsinplanting aanwezig is, is in orde. De waarde van de spreidingsweerstand is lager als 15 ohm. De spreidingsweerstand van de nieuwere cabine is te hoog. Het verbeteren van de spreidingsweerstand komt in het volgende deel aan bod. Na bespreking met het keuringsorganisme BTV is overeengekomen dat de ontbrekende aardingsinplantingsplannen een nota op de keuring zullen zijn. Maar omdat de spreidingsweerstand goed is, is het geen dringende noodzaak deze plannen te voorzien. Dit zolang de spreidingsweerstand in orde blijft.

3.4.4 Spreidingsweerstand

De spreidingsweerstand ofwel aardingsweerstand geeft aan hoe vlot een stroom de aarde in kan vloeien en deze wordt uitgedrukt in ohm. Hoe hogere de spreidingsweerstand, hoe meer weerstand de stroom ondervindt om de aarde in te vloeien. Deze waarde moet onder een bepaalde grens blijven. Dit is een waarde die vastgelegd is in het AREI en bedraagt 15 ohm voor een industriële installatie.

De belangrijkste inbreuk op de verslagen van BTV, is dat de spreidingsweerstand van de aarding van een hoogspanningscabine te hoog is. Toevallig is dit dezelfde cabine waar er wel een aardingsinplanting van aanwezig is. Om te weten hoeveel deze weerstand is, is er een aardingsmeting uitgevoerd. Op figuur 27 hieronder is het prinscipeschema voor zo een meting getekend.



Figuur 27: schema aardingsmeting

Het is een driedraads meting, waarbij er gebruik wordt gemaakt van 2 hulp elektrodes. Deze 2 hulpelektrodes moeten in de omgeving van de aardingsonderbreker geplaatst worden, in of in contact met de aarde. Om een goede meting te verkrijgen plaatst men deze best zo ver mogelijk. Normale afstanden voor de hulpelektrodes zijn 10 meter voor B en 20 meter voor C.

De werkwijze van deze meting is als volg: er wordt via hulpelektrode C een stroom van 0.3 Ampère in de aarde gestuurd. Vervolgens wordt, tussen de aardingsonderbreker en hulpelektrode B, de spanning gemeten. De stroom en de spanning over de te meten aarding is gekend en hiermee kan dus de waarde van de weerstand bepaalt worden.



Figuur 28: meten spreidingsweerstand

Op figuur 28 hierboven is een aardingsmeter te zien. De zwarte geleider is gekoppeld aan de aardingsonderbreker en de 2 blauwe geleiders zijn de hulpelektroden. De meting is uitgevoerd om een idee te kunnen verkrijgen van hoeveel de spreidingsweerstand is en hoeveel deze verbeterd moet worden. Voor een goed beeld te krijgen zijn er 3 metingen uitgevoerd voor hoogspanning en laagspanning. De eenheid van de metingen zijn in ohm.

HS	18,5	23	21
LS	24	25	20

De 3 verschillende metingen zijn gedaan op 3 verschillende plaatsen op een zo groot mogelijke afstand. Ook moet er rekening gehouden worden dat de metingen uitgevoerd zijn in een natte periode (aantal dagen regen). Water zorgt voor een betere geleiding dus de aardingswaardes zouden bij droog weer nog wat hoger kunnen liggen. De gemiddelde meting voor de hoogspanning bedraagt ongeveer 21 ohm en voor laagspanning 23 ohm.

Zoals te zien is op figuur 25 heeft de hoogspanningslus 4 aardingspennen en de laagspanningslus 3 aardingspennen. Dit is ook goed af te leiden uit de meetresultaten, omdat de aardingsweerstand van de hoogspanning lager is als die van de laagspanning.

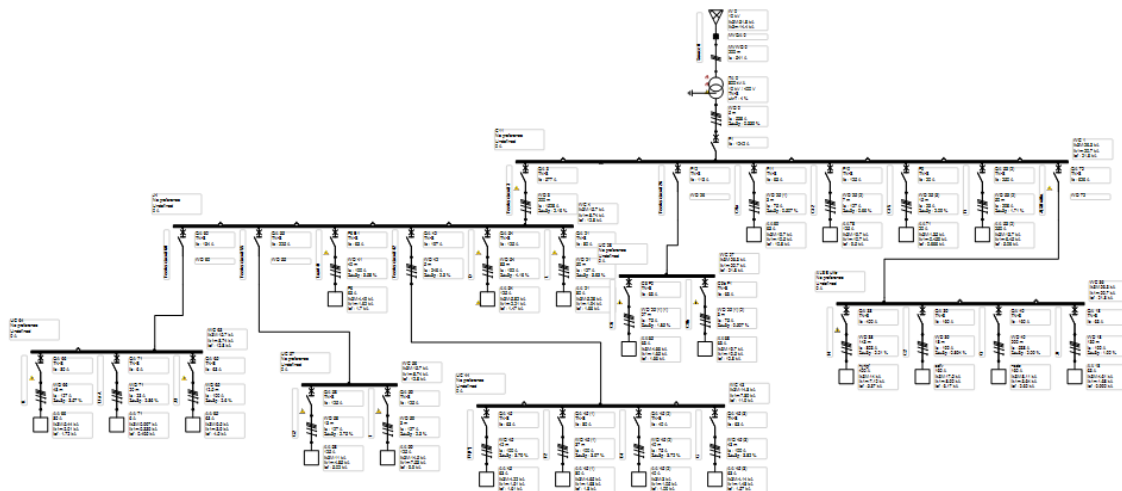
Om de spreidingsweerstand te verbeteren is het dus nodig om aardingspennen bij te plaatsen. Dit is een tijdrovende opdracht omdat er in de omgeving van de cabine een grindondergrond met veel keien aanwezig is. Hierdoor is het moeilijk om zonder graafkraan te zoeken naar de pennen. Omdat er al een offerte in verwerking is in verband met de hoogspanningscabines, wordt dit deel ook uitgegeven aan Melotte. Zij hebben meer ervaring met het graven van sleuven of gaten voor aarding en ook meer ervaring met het aansluiten van de nieuwe pennen op de bestaande lus.

3.5 Kortsluitberekening

Ten slotte is er nog de kortsluitberekening. Deze is aanwezig maar is een oude berekening en komt dus niet meer overeen met de huidige situatie. Na wat opzoekwerk en bevragingen, is het duidelijk geworden dat dit geen eenvoudige opdracht is.

Om dit te doen is er gebruik gemaakt van Ecodial Advanced Calculation. Een programma uitgegeven door Schneider Electric om berekeningen rond elektrische installaties te doen. Er zijn 2 inkoopstations en 2 transformatoren aanwezig dus zijn er ook 2 kortsluitberekeningen. Maar alleen de grootste zal besproken worden. Dit omdat de tweede berekening maar een kleinigheid voorstelt ten opzicht van grootste.

Om van start te gaan met de berekeningen, moet in Ecodial de hele installatie getekend worden. Dit kan het best op dezelfde wijze opgebouwd worden als de boomstructuur die in het begin van deze paper is voorgesteld op figuur 4. Deze opstelling is te zien op figuur 29 hieronder. De waardes zijn niet duidelijk, maar het gaat in deze figuur over de structuur van de installatie. In de bijlage kan men deze tekening uitvergroot terug vinden. Bovenaan de figuur is het binnenkomend net met vlak daaronder de transformator. De eerste zwarte horizontale lijn stelt het hoofdverdeelbord C11 voor. Van hieruit wordt er verder afgetakt naar laagspanningskasten en verdeelkasten.



Figuur 29: structuur Ecodial

Zo wordt de hele structuur uitgewerkt. De laagste trap van schakelkasten zijn in principe de verbruikers en voorgesteld op de figuur onderaan als de witte vierkanten. Om de berekeningen te kunnen doen moeten alle gegevens ingevuld worden.

Om te beginnen moeten de gegevens van de transformator ingegeven worden. Hierbij hoort het net, de nominale spanning, kortsluitspanning, het vermogen van de transformator en welk soort transformator (droog of olie). Dit is te zien op figuur 30.

Daarna moet voor alle geleiders in de hele installatie de kabellengte ingegeven worden. De lengte van de kabels moet niet heel precies zijn. Het is niet evident om met een meter alle lengtes te gaan meten. Dus de manier van werken is op het oog inschatten, en erna op een groot grondplan nameten. De lengte van punt tot punt kan men op een plan goed meten. Het hoogteverschil waarlangs de kabel loopt kan op het oog ingeschat worden.

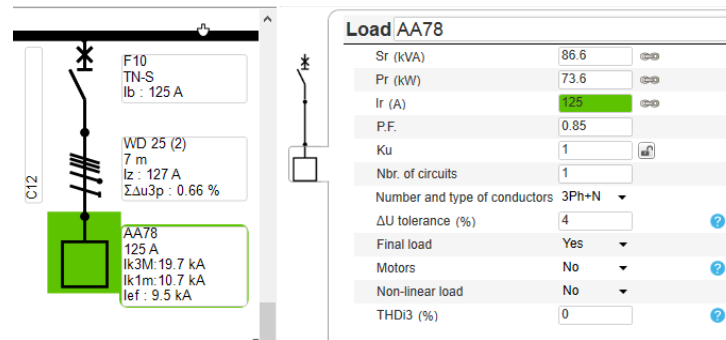
Hierna moet er nog 1 belangrijk gegeven ingevuld worden, namelijk het verbruik of vermogen. Dit is een klein probleem omdat het verbruik per schakelkast in productie niet gegeven is. Een oplossing zou zijn om met een ampèretang de stroom te meten per schakelkast en hiermee het vermogen te berekenen. Het probleem met deze manier is dat het een momentele waarde is en deze vaker kan verschillen. Bijvoorbeeld als er in het onderhoud enkel de lichten aanstaan vloeit er ongeveer 3 ampère door de voeding. Maar als nu het freesmachine en een lasapparaat ook ingeschakeld worden, zal de stroom stijgen naar een veel hogere waarde.

Een andere manier van redeneren is als volgt. Sinds dat het vermogen recht evenredig is met de spanning en de stroom, en de spanning constant 400V is, kan gezegd worden dat het verbruik of vermogen afhankelijk is van de stroom. Het maximale verbruik is dus wanneer de stroom maximaal is. En de maximale stroom wat in een schakelkast kan vloeien is gelijk aan de stroom die maximum door de hoofdautomaat kan vloeien. Bijvoorbeeld als een schakelkast een hoofdautomaat van 120 ampère bevat, dan kan er maximaal 120 ampère verbruikt worden door deze kast. Anders zal de hoofdautomaat de kast uitschakelen.

MV/LV transformator TA 0	
Technology	Mineral oil ▾
Type of losses	NFC ▾
Primary connection	D ▾
Secondary connection	yn ▾
UrT2 (V)	400 ▾
Type of system earthing	TN-S ▾
Solution	
Range	Minera
SrT (kVA)	800 ▾
UkrT (%)	6
PkrT (kW)	10.7
UrT20 (V)	420
UIT0 (kV)	24
Ir (A)	1155

Figuur 30: gegevens transformator

Uiteindelijk zal niet iedere schakelkast constant op maximum verbruik werken. Dus is het in principe niet nodig om de maximum stroom waarde te gebruiken voor de berekeningen. Maar in het geval dat er wijzigingen gebeuren en er in verloop van tijd toch gewerkt wordt met de maximum stroom is deze toch gebruikt voor de berekeningen. Een voorbeeld van deze belasting is te zien op figuur 30. Door, in plaats van de belasting, de leidingen te selecteren is het mogelijk de kabellengte in te geven.



Figuur 31: voorbeeld belasting

Voor de rest rekt Ecodial alles zelf uit. De kortsluitstromen worden berekend per schakelkast en per hoofdverdeelbord. Vervolgens worden ook de kabeldiktes berekend, dit voor iedere leiding en deze berekening is afhankelijk van de stroom die door de leiding vloeit maar ook van de lengte van de leiding. Het resultaat van de kortsluitberekening is te zien in de bijlage.

4 Conclusie

Veiligheid is één van de belangrijkste aspecten in de bedrijfswereld. Naar aanleiding van de inbreuken en nota's van de keuring van de elektrische installatie, werd dit project gestart. Door het uitvoeren van een risicoanalyse op deze installatie werden deze inbreuken en nota's gedefinieerd. Ook andere risico's kwamen aan het licht.

Voor de laagspanningsinstallatie zijn alle verdeelkasten aangepast zodat de sloten allemaal hetzelfde zijn en geen onbevoegden deze kunnen openen. Ook worden deze kasten nu periodisch gepoetst en gecontroleerd om zo de staat ervan te controleren.

Voor de hoogspanningsinstallatie zijn er een aantal zaken opgehangen en procedures ingevoerd. Ook is er een offerte gemaakt voor het aanpassen van de cabines. Hierbij worden dan nog de vonkspatplaten geplaatst, de cabines gereinigd en de spreidingsweerstand verbeterd.

Deze aanpassingen hebben allemaal de bedoeling risico's weg te nemen en zo een veiligere werkomgeving creëren. Uit de risicoanalyse is te zien dat door de maatregelen toe te passen de risico's in de hogere graden dalen.

vii. Bibliografie

[1] nieuwsbericht op de website www.vincot.be 25/02/2013
<http://www.vincotte.be/nl/professioneel/nieuws/een-wetgeving-voor-alle-elektrische-installaties-op-de-arbeidsplaats#.VQIU6Y6G9qU>

figuur 17 tot en met 21
http://www.uyttebroek.com/jan/KD_Industria/1306/1306.pdf
Nobels, Tiene “Elektrische distributie” 2006
Indiustria Leuven

Figuur 26
http://www.stroomopwaarts.be/sites/stroomopwaarts.be/files/vormelek_lespakket_aarding_nl.pdf
Artesis-hogeschool “aarding en equipotentiale verbindingen” 2013

viii. Bijlages

Bijlage 1: aanpak risicoanalyse

KB ELEKTRISCHE INSTALLATIES – aanpak van de risicoanalyse & regularisatie oude elektrische installaties

Inleiding

Deze “guideline” kwam tot stand na beraadslaging in een Co-Prev werkgroep naar aanleiding van de publicatie van het KB van 4 december 2012 (B.S. 21 december 2012).

De guideline wil een hulpmiddel zijn voor de dagdagelijkse advisering van de bedrijven waarin de preventieadviseurs van de externe diensten voor preventie en bescherming op het werk komen.

1. Wetgeving

In het Belgisch Staatsblad van 21 december 2012 werd het **Koninklijk Besluit van 4 december 2012 betreffende de de minimale voorschriften inzake veiligheid van elektrische installaties op arbeidsplaatsen**, gepubliceerd.

Dit KB **vervangt** het KB van 2 juni 2008 betreffende de minimale voorschriften inzake veiligheid van bepaalde OUDE elektrische installaties op arbeidsplaatsen, dat wordt opgeheven.

Het nieuwe koninklijk besluit betreffende de minimale voorschriften inzake veiligheid van elektrische installaties op arbeidsplaatsen steekt het KB van 2 juni 2008 inzake oude elektrische installaties in een nieuw en ruimer kleedje.

De bepalingen van dat besluit blijven geldig en hebben betrekking op:

- De werkzaamheden aan elektrische installaties
- De bekwaamheid en opleiding van en instructies voor de werknemers, om de risico's te vermijden tijdens de uitvoering van de opdrachten waarmee deze werknemers belast zijn
- Het technisch dossier dat de elektrische installatie beschrijft en dat de werkgever moet samenstellen en bewaren.

Er zijn niettemin een aantal verschillen.

Het nieuwe KB van 4 december 2012 is van toepassing op *alle* elektrische installaties op arbeidsplaatsen en niet enkel op de oude elektrische installaties.

Verder dient elke elektrische installatie ten minste te voldoen aan de bepalingen van het AREI. Voor de oude elektrische installaties is er evenwel een afwijking toegestaan. Zij dienen in dat geval te voldoen aan de voorwaarden van Bijlage I: minimale voorschriften betreffende de uitvoering van oude elektrische installaties.

Elke elektrische installatie dient onderworpen te worden aan een gelijkvormigheidsonderzoek en een periodieke controle met de frequentie zoals bepaald in het AREI. De oude elektrische installaties dienen onderworpen te worden aan een eerste controle met betrekking tot de overeenstemming met de bepalingen van Bijlage 1. Deze dient ten laatste op 1 januari 2014 uitgevoerd te worden.

De oude elektrische installaties dienen uiterlijk op 31 december 2014 te voldoen aan de bepalingen betreffende de risicoanalyse en de te nemen preventiemaatregelen.

Uiterlijk op 31 december 2016 moeten de bepalingen van de artikelen 8 en 9 betreffende de conformiteit van de oude elektrische installaties aan de minimum eisen van Bijlage I, uitgevoerd zijn.

Deze datum mag maximaal met 2 jaar overschreden worden mits een gedetailleerd uitvoeringsplan op te stellen met het advies van de preventieadviseur en het Comité.

2. Doelstelling werkgroep

In de schoot van de Co-Prev commissie risicobeheersing werd tot de oprichting van deze werkgroep beslist.

De bedoeling is tussen de EDPB tot een zelfde praktische aanpak (o.a. inzake de risicoanalyse) te komen, en zulks vanuit het perspectief van de gebruiker-klant (opnieuw inschakelen van automaten, aandacht voor personen die werken aan of in de omgeving van elektrische installaties –groepen BA4 en BA5- werken met derden).

In onderstaande tekst belichten we een deel van de wetgeving. Met name de vraag: ‘hoe pak ik een risicoanalyse voor een elektrische installatie aan?’ en ‘hoe breng ik een oude elektrische installatie in regel?’

3. Voorstel tot aanpak van de risicoanalyse

De verplichting tot het uitvoeren van een risicoanalyse is niet nieuw. Deze dateert al van bij het verschijnen van de Welzijnswet in 1998.

Nieuw is wel dat het KB van 4 december 2012 een termijn oplegt voor de oude elektrische installaties waarbinnen de risicoanalyse dient gebeurd te zijn en de preventieve maatregelen dienen genomen te worden; namelijk 31/12/2014.

De werkgroep heeft een checklist opgemaakt, die kan dienen als basis voor de risico-inventarisatie en -evaluatie van elke elektrische installatie, dus niet alleen de oude elektrische installaties.

Deze **checklist** behandelt de 11 risico's, vermeld in het KB van 4 december 2012 onder afdeling II artikel 4, en voegt daarbij nog 3 andere risico's, vermeld in het AREI onder artikels 18, 139, 140 en 141.

Dit zijn de risico's die minimaal dienen opgespoord en geëvalueerd te worden. De checklist is niet limitatief. Het is duidelijk dat hierbij alle andere risico's die men zou kunnen tegenkomen bij de risico-inventarisatie en -evaluatie, zijn op te nemen en te beoordelen.

De checklist vermeldt een aantal mogelijke knelpunten en geeft in een volgende kolom een toelichting bij het mogelijk gevaar dat ze kunnen betekenen.

Bedoeling is elk aanwezig knelpunt of gevaar te beoordelen: vormt het een risico?. Voor deze beoordeling kan de werkgever gebruik maken van diverse methode; zoals de methode van Fine & Kinney, een risicograaf of de methodiek van de Sobane.

Het is belangrijk om even te duiden op het verschil tussen het uitvoeren van een risicoanalyse, dewelke volgens het Kb dient uitgevoerd te worden door de werkgever, en het uitvoeren van een keuring door een erkend organisme.

Het erkend organisme verricht een keuring om de conformiteit met het KB van 4 december 2012 te onderzoeken. Zij toetsen de bestaande situatie af aan de reglementen en voorschriften en komen tot de vaststelling van conformiteit of van een inbreuk.

De risicoanalyse die de werkgever uitvoert richt zich op de identificatie van mogelijke aanwezige risico's en de formulering van preventieve maatregelen om de risico's weg te nemen of te verminderen.

De **checklist** spitst zich niet zo zeer toe op de inhoud van de elektrische kast en de technische details, maar behandelt grotendeels de nabije omgeving of werkpost, waar de installatie zich bevindt, en de

interactie met de gebruikers tijdens het normale gebruik van de elektrische installatie, de reiniging en onderhoud en werkzaamheden aan of in de nabijheid van deze elektrische installaties.

Er zal logischer wijze een overlappingsgebied bestaan tussen de risicoanalyse van de werkgever en de keuring van een erkend organisme, alleen al maar omdat het KB specifiek 11 te evalueren risico's opnoemt, waarvan er een groot deel ook in het AREI behandeld worden.

De vragen die in de lijst zijn opgenomen zijn punten waarvan zich zeker een evaluatie van de risico's opdringt. Vragen waarvan het nummer geel gemarkeerd is, zijn opmerkingen die je heel vaak ook zal terugvinden in het verslag van het erkend organisme.

De diepgaandere technische aspecten van de uitvoering van een elektrische installatie, en hun conformiteit met het AREI, is het specifieke gebied van de erkende organismen en laten we dus ook over aan hen. In de risicoanalyse maken we enkel de verwijzing naar hun keuringsverslag en de mogelijke inbreuken.

Uitvoeringsteam:

Bij een goede en degelijke uitvoering van de risicoanalyse, zijn verschillende mensen betrokken.

Naast de interne preventieadviseur is het evident dat in deze specifieke en moeilijke materie de elektrotechniker/elektricien met zijn ervaring en kennis een grote rol speelt.

Verder zijn de installatieverantwoordelijke en eventuele werkverantwoordelijke zeker betrokken wat betreft het operationeel gebruik en het uitvoeren van werkzaamheden.

De externe diensten voor preventie en bescherming kunnen in deze materie hun ervaring in het uitvoeren van risicoanalyses, en specifiek m.b.t. elektrische risico's, ten dienste stellen van de werkgever.

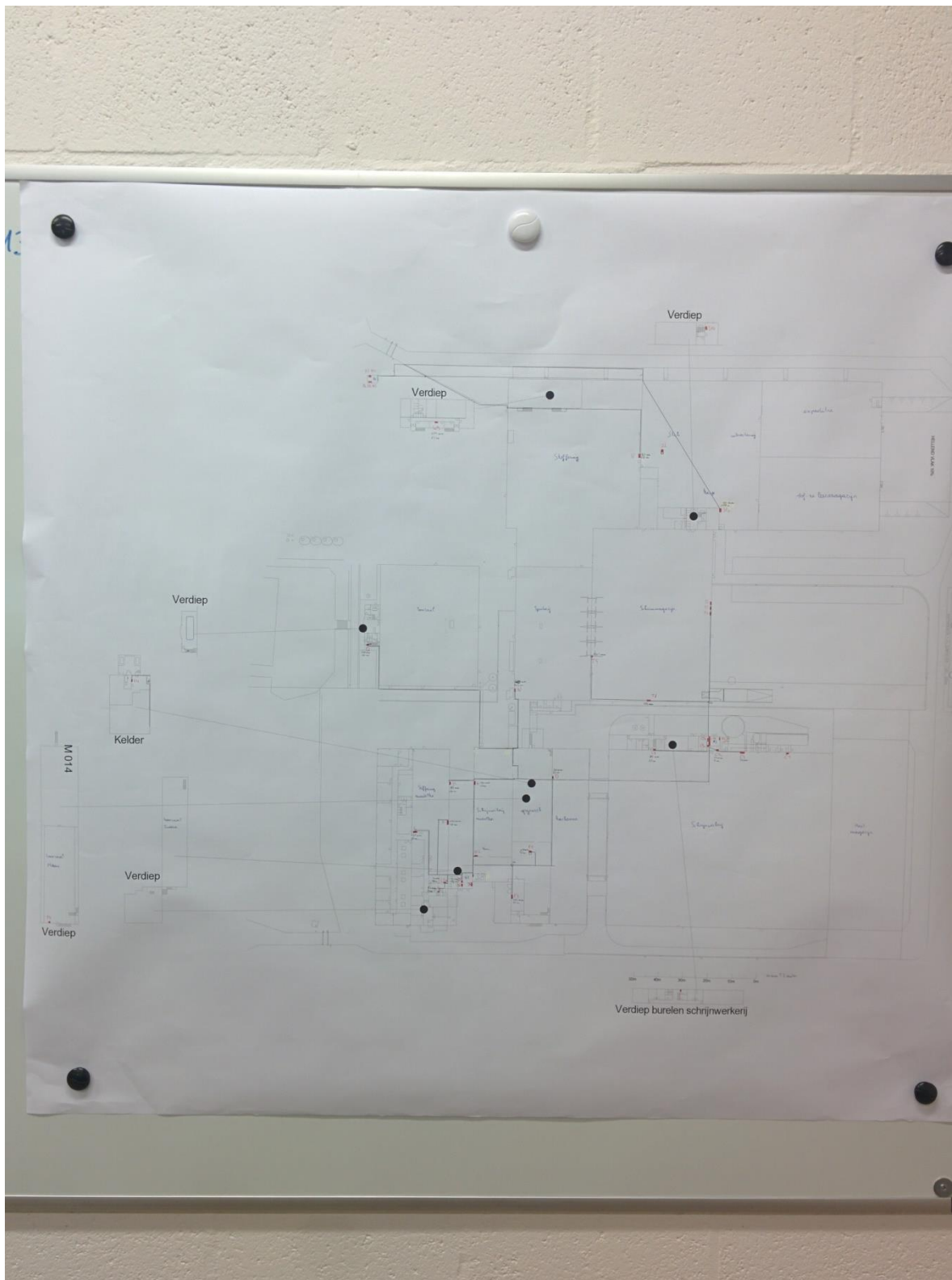
4. Voorstel tot chronologische aanpak: oude¹ elektrische installaties in regel brengen

De tabel geeft een mogelijke chronologische volgorde (niet wettelijk bindend).

De werkgever is in alle gevallen de eindverantwoordelijke. Hij kan zich laten bijstaan door (zie 'WIE')

	REF	OMSCHRIJVING	Wie	Deadline
1		Inventaris opmaken van oude installaties (delen) zowel voor HS als LS	Elektriciën	
2		Opstellen van elektrische schema's: - Schema van het netsysteem (TT, TN) - Eendraadschema - Blokschema met relatie tussen de borden	Elektriciën	
3	Tabel	Bepalen van uitwendige invloedsfactoren ²	IDPB/EDPB	(2000)
(4)		Berekeningsnota's indien nodig, eventueel metingen (optie: enkel indien nodig)	Elektriciën of extern technisch	
↓		Indien 1 t/m 3 (4) voorbereid:		
5		Controle door erkend organisme: overeenstemming bijlage I	Erkend Organisme	1/1/2014
6	Checklist	Risicoanalyse opmaken	IDPB/EDPB	< 31/12/2014
7		Nemen van maatregelen n.a.v. de risicoanalyse	Werkgever	31/12/2014
8		Installatie in orde brengen: moet voldoen aan conformiteit bijlage I	Werkgever	31/12/2016 (+2j.)
9		Periodieke keuring volgens periodiciteit AREI	Erkend organisme	

Bijlage 2: foto van het grondplan met de aangeduide schakelkasten



Bijlage 3: BA4 verklaring

BA4-VERKLARING VAN BEKWAAMHEID DOOR WERKGEVER

(in uitvoering van artikel 47 van het Algemeen Reglement op de Elektrische Installatie – AREI)

De bedrijfsleider van Mecam,

verklaart dat zijn stagiaire, Tim Leenders, door opleiding (zie bijgevoegd overzicht) voldoende kent van elektrische risico's verbonden aan het werken aan elektrische installaties om tijdens de aan hem toevertrouwde werkzaamheden of om tijdens permanent toezicht** van een vakbekwaam persoon (BA5) deze elektrische risico's tot een minimum te herleiden. Zij moeten niet in staat zijn om zelf, buiten de gegeven regels, gevaren in te kunnen schatten of maatregelen te bepalen, maar zij moeten bijkomende instructies vragen zodra zich onvoorziene situaties voordoen.

Hij wordt gemachtigd om als gewaarschuwde (BA4) te werken aan hem door de verantwoordelijke voor elektrische installaties (vakbekwame elektriciteit BA5) toevertrouwde werkzaamheden:

- Uitschakelen, inschakelen en metingen onder spanning op Laagspanning (LS) (Ac, <1000V)
- Interventie- en onderhoudswerkzaamheden buiten spanning
- Toegang tot hoogspanningscabine mits begeleiding van BA-5 vakbekwaam persoon en mits de nodige veiligheidsmaatregelen en het dragen van de juiste PBM's

Deze verklaring is geldig voor 5 jaar en loopt af op 25/03/2020

Dit attest werd uitgereikt voor de functie van: Student PXL- Eindwerk Risico-analyse Mecam
Opgesteld te Lanklaar op 25 maart 2015

Luc Meers
Bedrijfsleider

Bijlage: titels studiepakket

**Het begrip "permanent bewaakt"

In de praktijk stelt zich de vraag hoe eng of hoe breed het begrip "permanent" dien/mag beschouwd te worden. Het antwoord op deze vraag dient benaderd te worden vanuit het gegeven dat het een veiligheidsvoorschrift is.

Dit betekent het volgende:

De doelstelling van het permanent bewaakt is dat de vakbekwame persoon er zich van vergewist dat de gewaakte persoon na hem gegeven instructies nakent en aldus geen onaanvaardbaar risico loopt in een omgeving waar er een aanzienlijk gevaar aanwezig is. Zolang het gevaar aanwezig is, zal er dus toezicht nodig zijn. Het toezicht kan niet vervangen worden door een (tijdelijke) instructie.

<ul style="list-style-type: none"> - Algemene theorie gelijkspanningsgeneratoren - Hoofdtypen gelijkspanningsgeneratoren - Karakteristiek gelijkspanningsgeneratoren - Algemene theorie gelijkstroommotoren - Diverse typen gelijkstroommotoren - Aanzetten en regelen van de rotatiesnelheid van gelijkstroommotoren - Remmen & rendement gelijkstroommotoren - Basistheorie transformator - Constructie transformator - Schakelschema's en spanningsregeling transformator - Speciale transformators - Bijzondere transformators - Theorie inductiemotor - Schakelingen van inductiemotor - Remmen van inductiemotor - Éénfase inductiemotor - Technologie synchrone generator - Elektrische kenmerken synchrone generator - Beveiliging synchrone generator - Exitatie en parallelwerking synchrone generator - 3-fase synchrone generator - 1-fase synchrone generator - Speciale gelijkstroommachines - Speciale wisselstroommachines 	<p>3-fase spanningen en stromen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermogen in 3-fase - Meten van 3-fase vermogen - Elektrostatica - Elektrodynamica - Elektromagnetisme - Wisselstroomtheorie <p>Weerstandsmeting</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermogenmeting - Meting van energie - Digitale meetinstrumenten - AD conversie bij digitale voltmeters - Meetmethodes - RCL-meter - Decibelen vervorming <p>Meettransformatore</p> <p>Het AREI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Draden en kabels - Buizenmontage in gebouwen - Schakelapparatuur voor lichtinstallaties - Soorten schakelaars - Lichtschakelingen - Beveiligen van huisinstallaties - De elektrische installatie in woningen - Veiligheid aarding en controle
--	--

Bijlage 4: grotere fotos lijst kasten

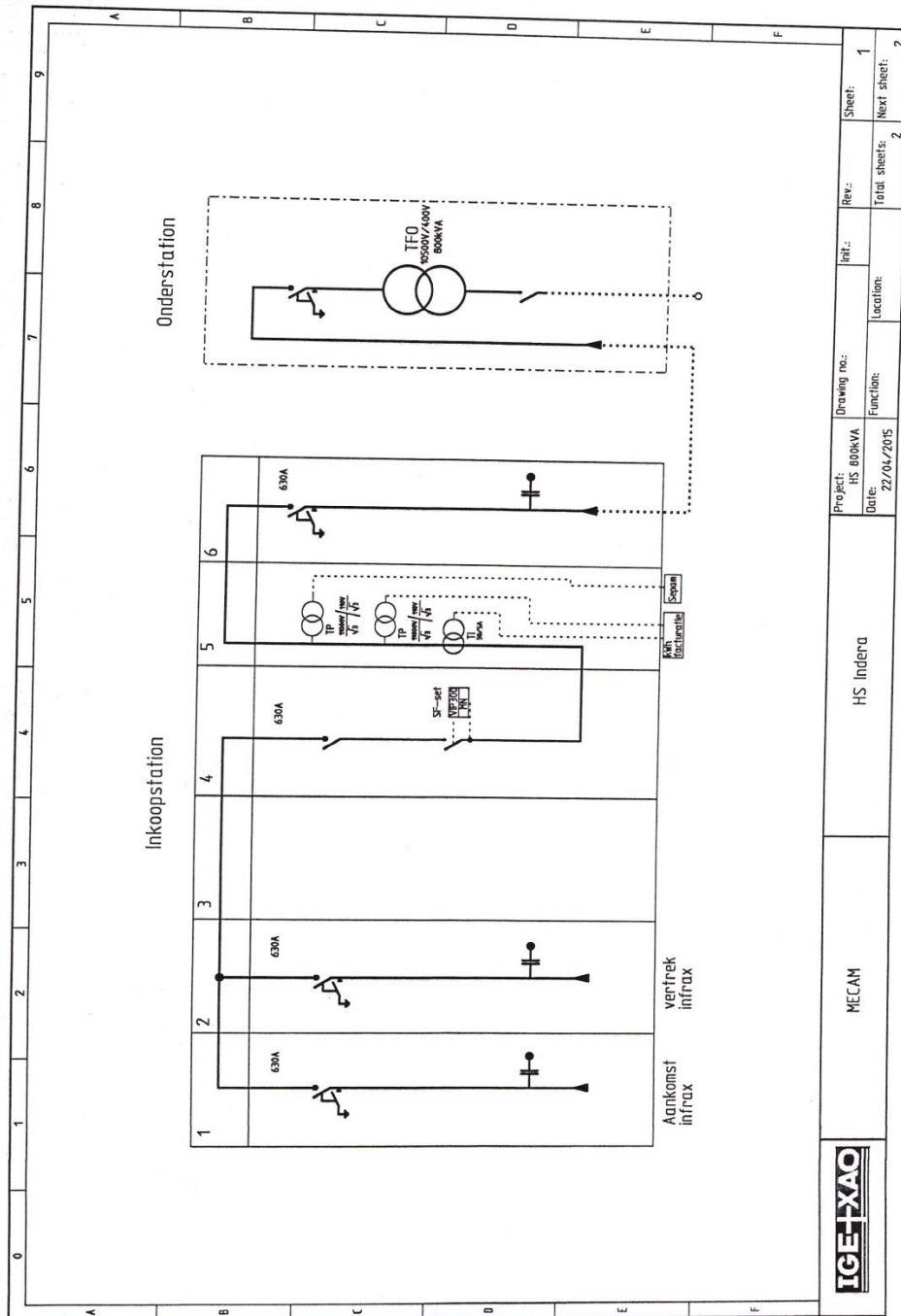
borderkast	checked	fotos	status schema	plaats
C1	OK	OK	H3 niet op kast?, T1F4 ontbr. In de kast, staat een ongebruikte zekering 10F5, 24 0 0 3e nul niet op schema bij r D4, 12 kabels op schema maar 1, 10Y12 3 kabels ipv 2	schrijnwerkerij muur bureelkant
C2	OK	OK	OK	schrijnwerkerij muur bureelkant
C6	OK	OK	OK	oude burelen aan de trap
C9a	OK	OK	F0 6kA ipv 10kA, F4 20A 6kA, F5 20A 10kA	compressor Sw (lokaal)
C9b	OK	OK	F1 = 63A, geen benaming in de kast	compressor Sw (lokaal)
C12	OK	OK	10F2 160A, 10F5 20A, 15F3 16A, 20F9 20A, 21F9 20A	kot achter CMC in schrijnwer.
C15	OK	OK	OK	oude burelen serverkamer
D	OK	OK	OK	karkassen modellen
D1	OK	OK	OK	karkassen modellen transportband
D2	OK	OK	enkel stuurschema	
E4	OK	OK	tijdsvertraggend relais?	kelder
F1	OK	OK	OK	tussen grijswerk en onderh.
F2	OK	OK	OK	onderhoud
F6	OK	OK	OK	toonzaal boven grijswerk
G	OK	OK	K3 en K4 niet aanwezig in de kast	schrijnwerkerij modellen
G2	OK	OK	OK	schrijnwerkerij modellen
G3	OK	OK	OK	schrijnwerkerij modellen
I	OK	OK	F5=16A, F7=0.6-1A, stroomverdeler	compressoren achter schr. Model.
J1	OK	OK	2e plan is juist, alleen staan er draadloze schakelaars niet op het schema (resistief)	onder de trap inderia
J3	OK	OK	OK	andere zijde compressors modellen
J6	OK	OK	OK	andere zijde compressors modellen
K	OK	OK	plan aanpassen	stoffering modellen
L	OK	OK	KLK2 niet op schema(?), A11=16A, B=40A, C=63A	langs refter nieuwe burelen
L1a	OK	inw OK	E10-11-12-13 op B niet op A, E3 E4 uit(algeplakt), geen E5, differentieel wasm.	lokaal achter archief
L1b	OK	OK	F16 niet op schema (20A3kA)	bij de verwarming, bij w.c
N	OK	OK	voeding EMAB staat op andere plaats als schema 10A, voeding EMAB nog niet op plan in kast, verl. + S.K.	sputerij
Q	OK	OK	Q20b 4polig ipv 2polig, Q7c niet aanwezig op schema(16A10kA), QD1 QD2?, IC2000 -> donker genoeg voor l	toonzaal, poetskot
S1	OK	OK	automaat langs 12F9 is weg, 12F14 is 20A in de kast ipv 32	stof en leer knip
S2	OK	OK	Geen benaming	stik, paal bij bureau
S16	OK	OK	ff nakijken voor units	boven knip
T1	OK	OK	langs B4 staat nog een automaat van 6A (B11), B10 is 4 polig (niet 2), C2 63A 4p met beveiliging 0,300mA	schuimmagazijn schrijnw. Kant
T2	OK	OK	OK	achterkant schuimmaga
T3	OK	OK	OK	achterkant schuimmaga
T4	OK	OK	OK	achterkant schuimmaga
T5	OK	OK	geen schema	sputcabines
U1	OK	OK	F14 (C20 k60M) en F15(C10 k60M) ontbreken op schema, G10 papier: 10A kast: 6A	stoffering
w9	OK	OK	OK	tegenover refter stoffering
HS Sw	OK	inw OK	F17 en F18 verduidelijken, F16 fout, zie schema (bord C11)	hoogspanningslokaal bij Sw
HS Mw	OK	OK	OK	hoogspanningscabine straat
ALSB J4	OK	OK	OK	Hoogspanning onder inderia
ALSB uitbr	OK	inw OK	aut. Spaade frees afgesloten, schema opnieuw tekenen, benaming zie fotos	hoogspanningslokaal bij Sw
ALSB NS	OK	OK	OK	hoogspanningscabine straat

Bijlage 5: RIE risicoanalyse

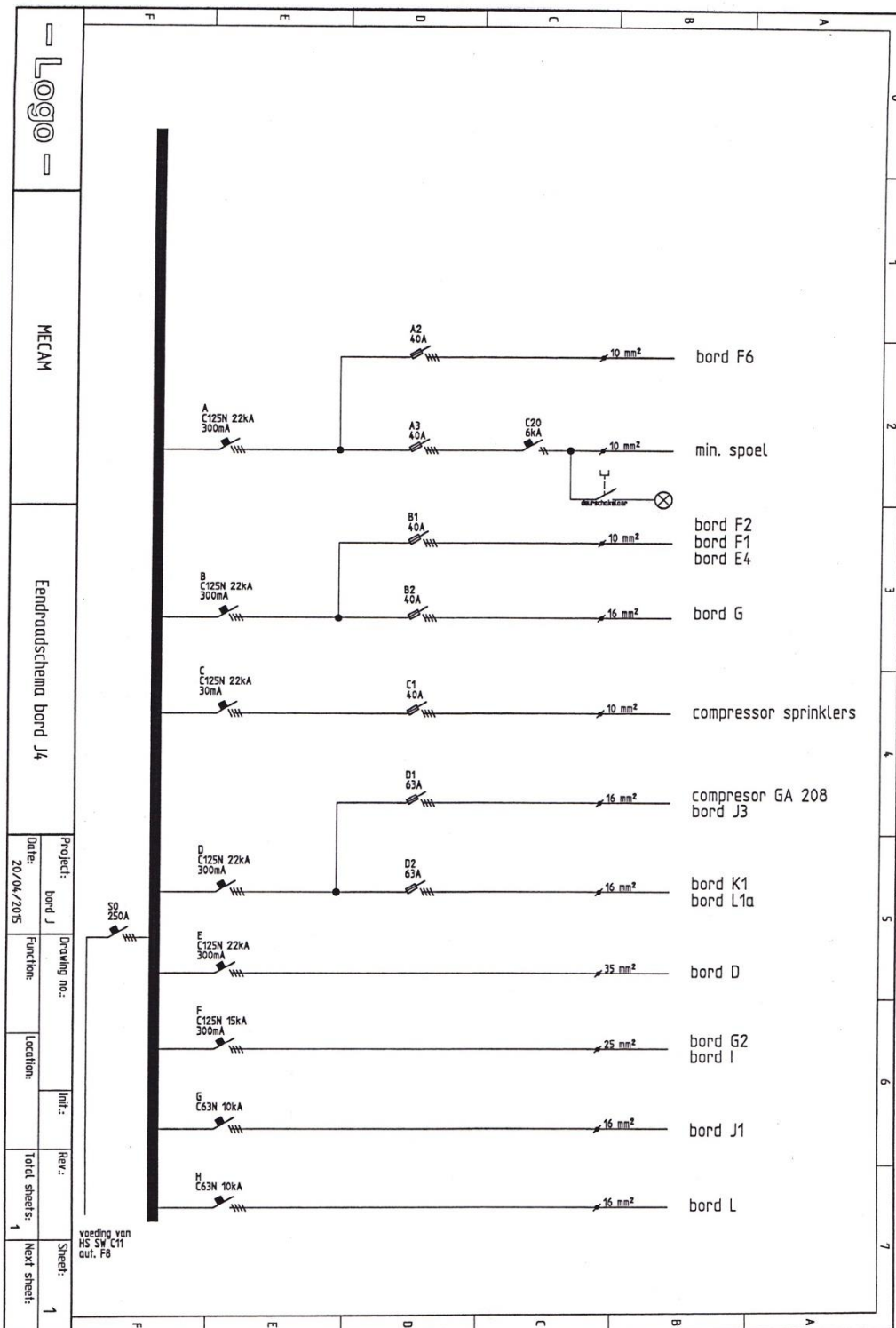
MECAM										
Oprachtgever:										RN
Project:										A
Uitvoerder RIE van externe dienst CLB:										B
Samen met:										C
Datum uitvoering:										D
controle door EDTC										E
Risicoinventarisatie										
Nr	Vaststelling	Risico	Verband met keuringsverslag	status OK/NOK/NVT	status				Risico evaluatie voor fotos van de kasten die niet in orde zijn	RN
					V	B	E	R		
1. Risico's voor elektrische schokken door rechtstreekse aanraking										
11	De deuren van elektrische lokalen kunnen vrij geopend worden door leken of onbevoegden.	te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen.	1	NOK	6	3	15	270	algemeen	B
12	Elektrische kasten of borden staan open.	te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen, contact met hete onderdelen, vrijkomen van opgeslagen energie	2	NOK	6	3	15	270	algemeen: meerdere kasten kunnen zomaar open	B
13	Elektrische kasten of borden kunnen zonder sleutel of gereedschap worden geopend, zonder dat de spanning op alle niet-beschermde actieve delen wordt afgeschakeld.	te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen.	2	NOK	6	3	15	270	algemeen	B
14	Delen van actieve geleiders kunnen aangeraakt worden door de afwezigheid van omhulsels, isolatie, afschermingen of hindernissen. De naakte onder spanning staande delen die niet afgeschermd zijn, zijn niet ver genoeg verwijderd zodat zij genaakbaar zijn (vb. luchtleidingennet).	te dicht in de nabijheid komen van of aanraking van geleidende delen.	1	NOK	6	1	15	90	zie LSI foto 25 + 31	C
15	Delen van actieve geleiders kunnen aangeraakt worden door gaten of openingen in de omhulsels of afschermingen.	in aanraking komen met geleidende delen achter het omhulsel of afscherming	1	NOK	6	1	15	90	zie LSI foto 25 + 31	C
16	De omhulsels, hindernissen en/of afschermingen hebben onvoldoende afmetingen, stevigheid, isolerende eigenschappen of beschermingsgraad (IPXX-B, C of D) om aanraking met de onder spanning staande delen onmogelijk te maken.	in aanraking komen met geleidende delen	1	NOK	6	1	15	90	algemeen: meerdere kasten zijn niet volledig afgeschermd	C
17	Er zijn zichtbaar beschadigde elektrische componenten; schakelaars, stekkers, automaten, zekeringen, omhulsels of afschermingen.	aanraking met genaakbaar geworden onderdelen van beschadigde onderdelen	1	GGV				0	geen beschadigingen	
18	Er is zichtbaar beschadigde isolatie.	aanraking met het vrijgekomen geleidend voorwerp	1	NOK	6	1	15	90	foto LSI foto 25, op de bodem ligt blote kabel	C
19	Er zijn aansluitingen van leidingen en elektrische componenten die men met de vinger kan aanraken.	in aanraking komen met geleidende delen	2	NOK	3	1	7	21	LSI foto 25	D
110	De kabels naar de componenten zijn te ver gestript.	in aanraking komen met de geleidende draad	2	NOK	3	1	7	21	LSI L1a, LSI J6	D
111	De gebruikte metalen kabelschoentjes zijn met de vinger aan te raken.	in aanraking komen met de spanning via de metalen kabelschoentjes	2	GGV				0		
112	De installatie wordt niet buiten spanning gezet indien men een afscherming of omhulsel dient weg te nemen.	in aanraking komen met geleidende delen	3	GGV				0		
113	De nodige collectieve beschermingsmiddelen zijn niet genomen: aarding, afscherming en isolatie).	in aanraking komen met geleidende delen	3	NOK				0	algemeen: meerdere kasten hebben geen afscherming aan de aardingslat	
114	Het juiste gereedschap wordt niet gebruikt (juiste functie en isolatie)	onvoldoende isolatie en bescherming	3	GGV				0		
115	Bij werken onder spanning of in de nabijheid van delen onder spanning worden niet steeds de nodige PBM's gebruikt (isolerend materiaal, isolerende handschoenen, isolerende mat, veiligheidsschoenen,...)	onvoldoende isolatie en bescherming	3	NOK	6	2	15	180	PBM's worden niet allemaal gebruikt	C



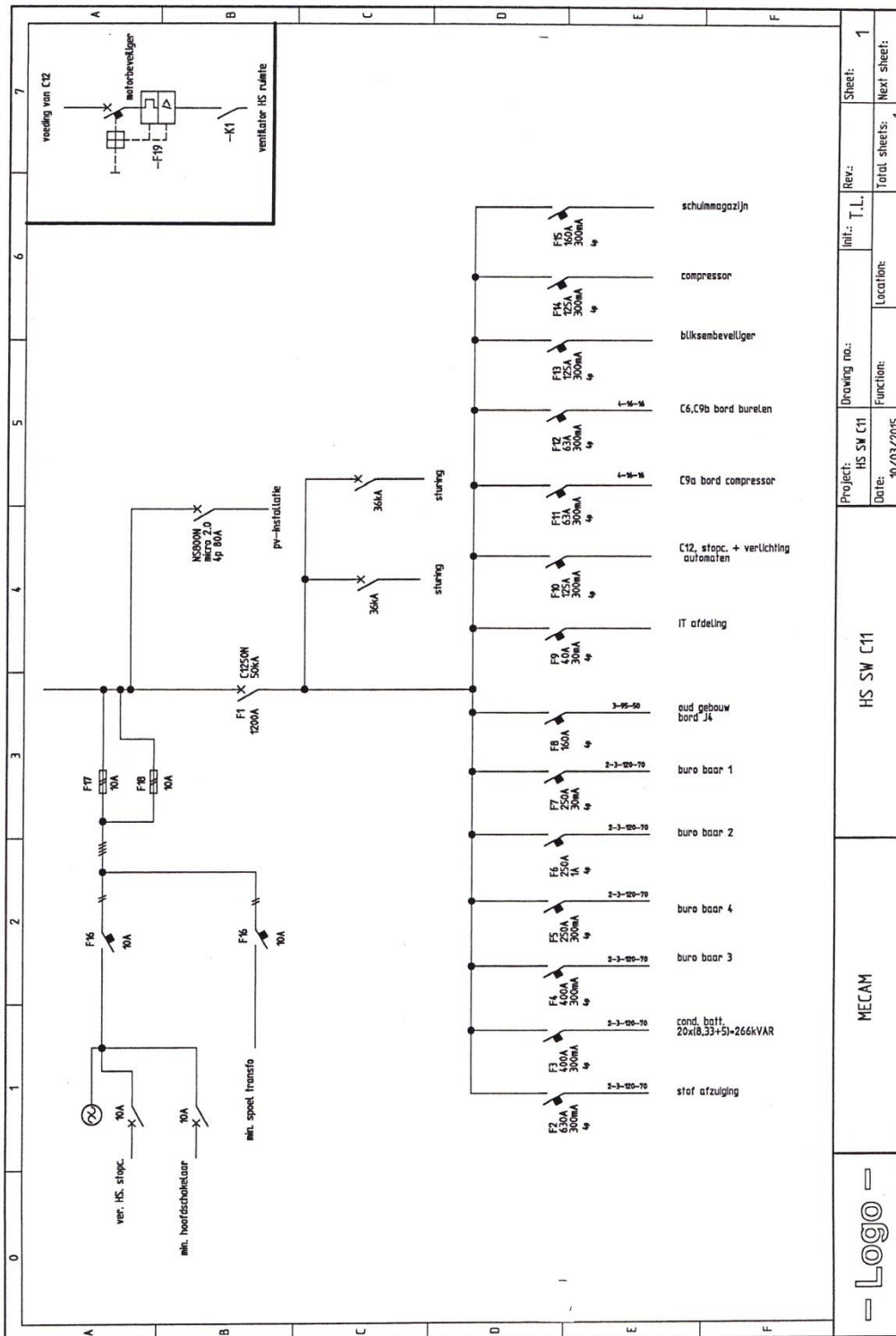
Bijlage 7: elektrische schema's



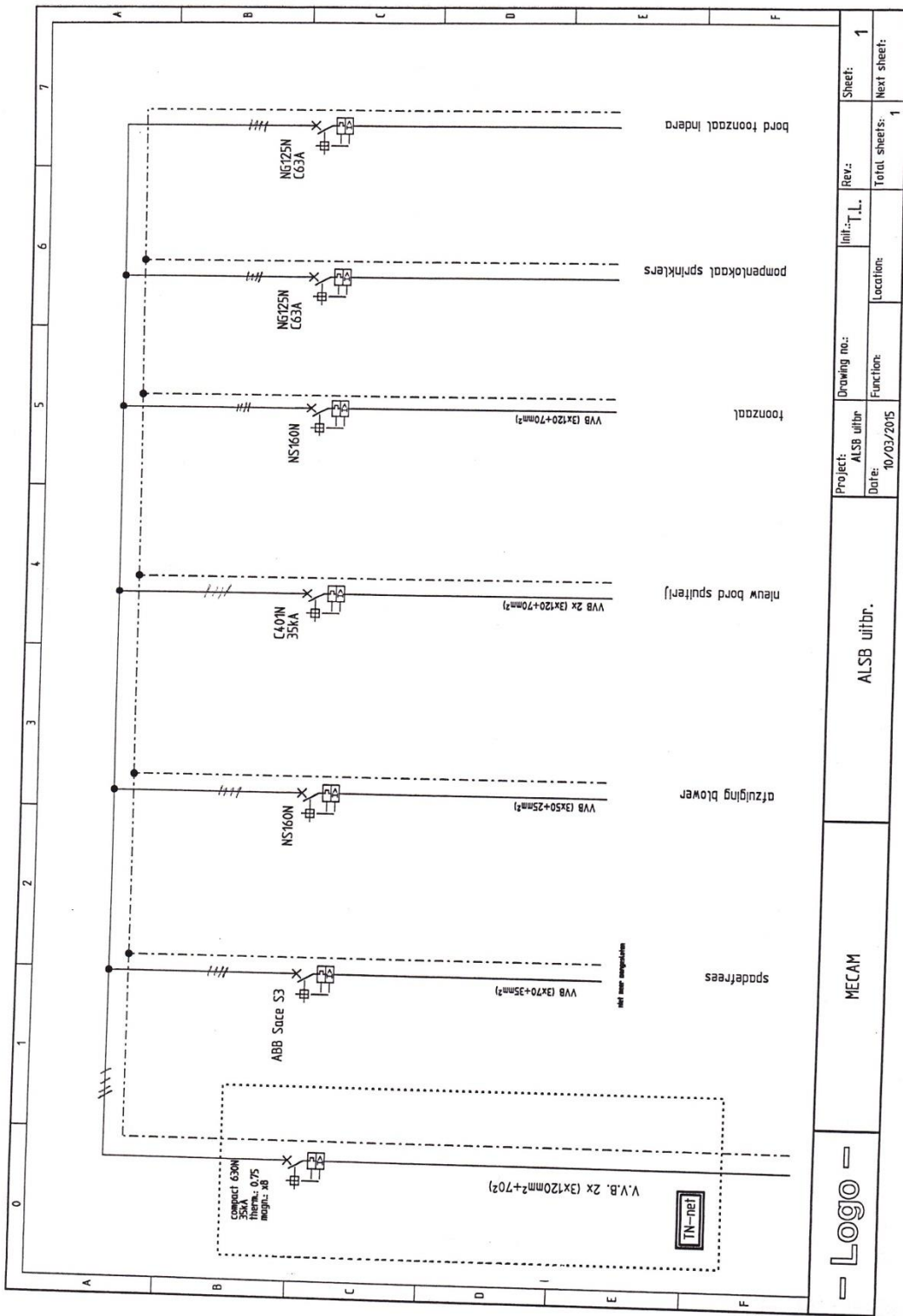
IGE-XAO	MECAM	HS Indera	Project: HS 800kVA	Drawing no.:	Rev.: 1	Sheet: 1
			Date: 22/04/2015	Function:	Location:	Total sheets: 2
						Next sheet: 2



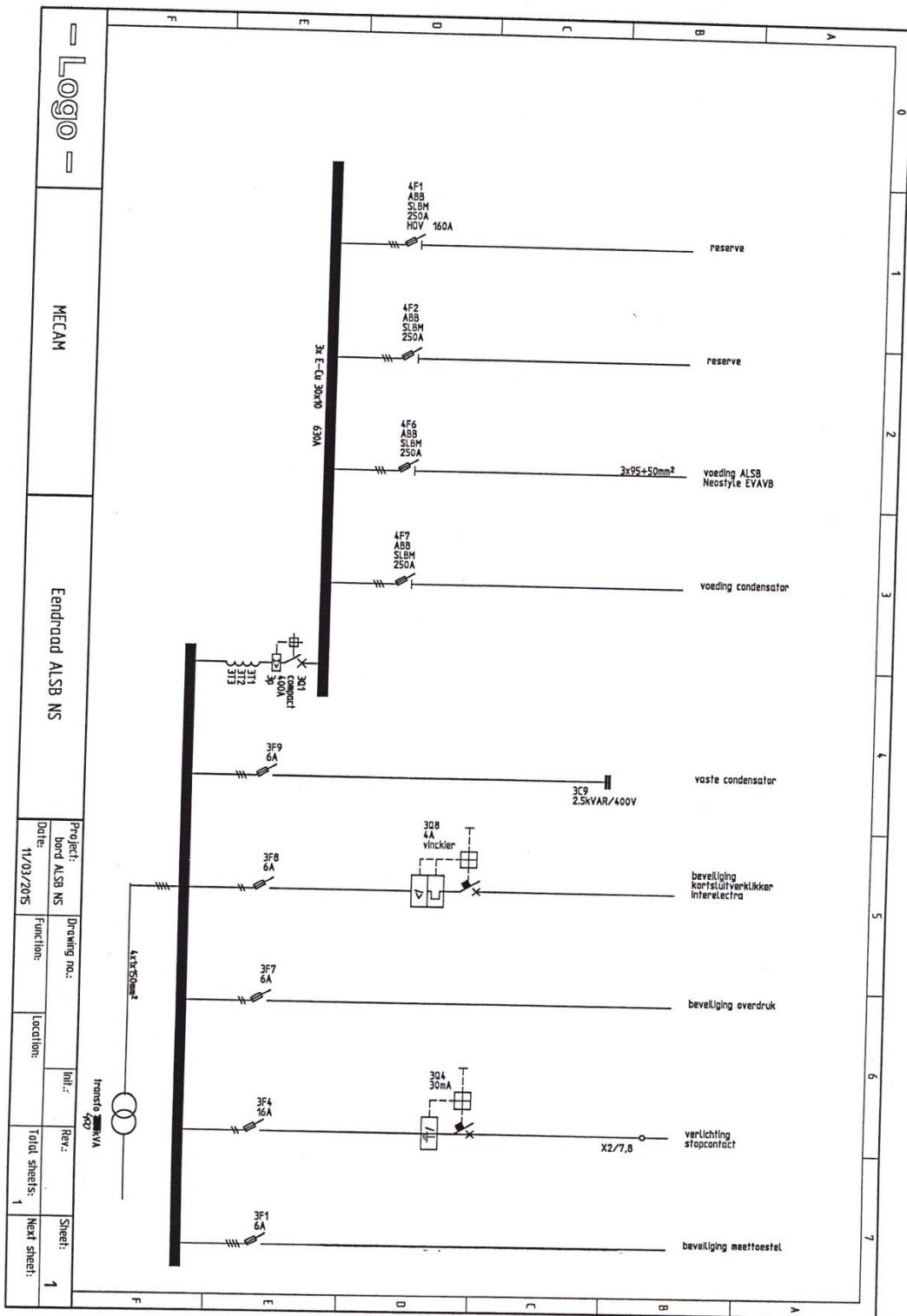
Logo		MECAM		Eendradschema bord J4	
Project:	bord J	Drawing no.:		Inti.:	
Date:	20/04/2015	Functie:		Rev.:	
		Locatie:		Totaal sheets:	1
				Next sheet:	1



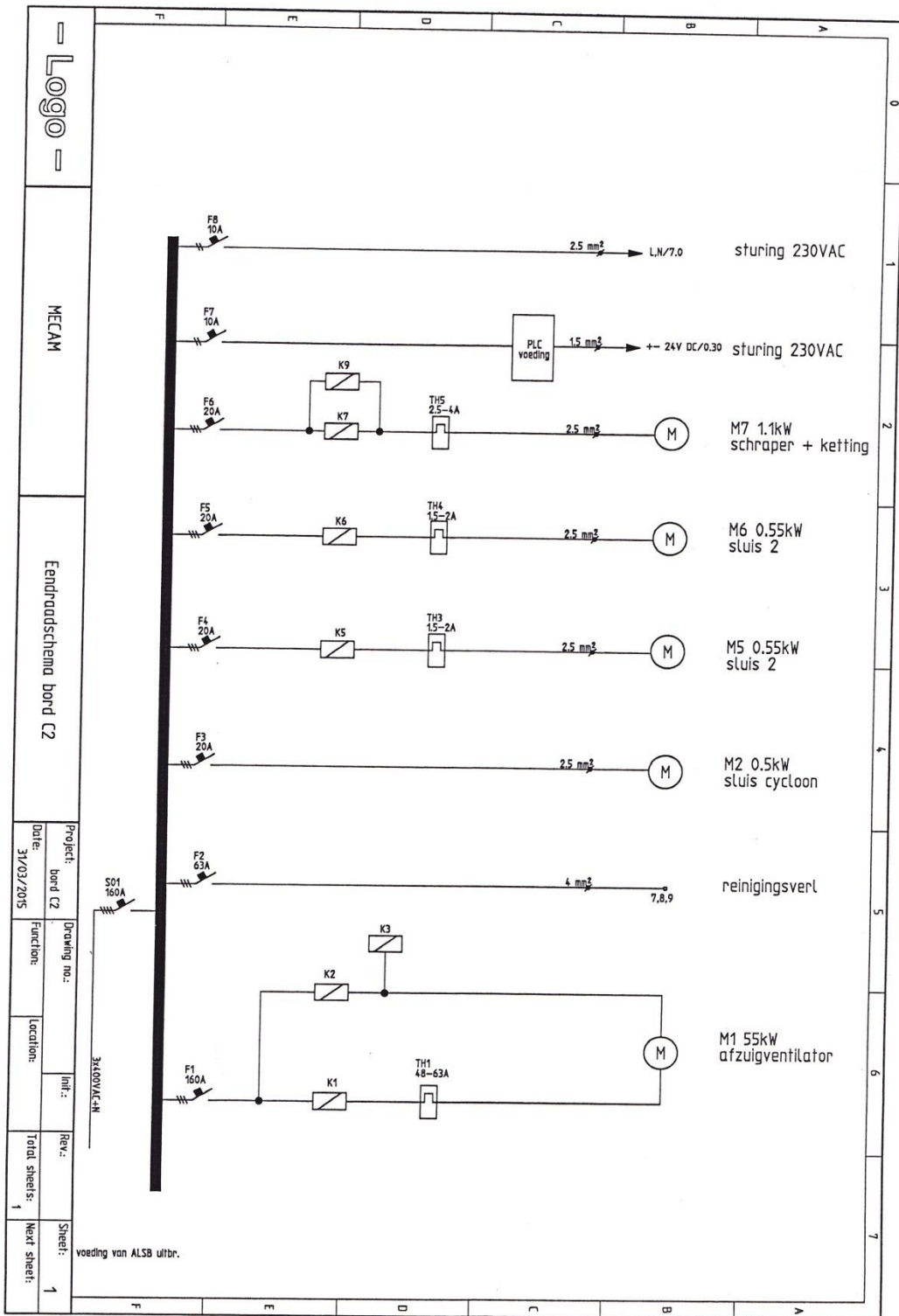
- Logo -	MECAM		HS SW C11		Project: HS SW C11	Drawing no.:	Int.: T.L.	Rev.:	Sheet: 1
					Date: 10/03/2015	Function:	Location:	Total sheets: 1	Next sheet:



- Logo -	MECAM		ALSB uitdr.		Sheet: 1
	Project: ALSB uitdr		Drawing no.: T.L.		Rev.: 1
Date: 10/03/2015		Function:		Total sheets: 1	
		Location:		Next sheet:	



Logo		MECAM		Eendraad ALSB NS	
Project:	bord ALSB NS	Drawing no.:		Inl.:	
Date:	11/03/2015	Function:		Rev:	
		Location:		Total sheets:	1
				Next sheet:	1
				Sheet:	1



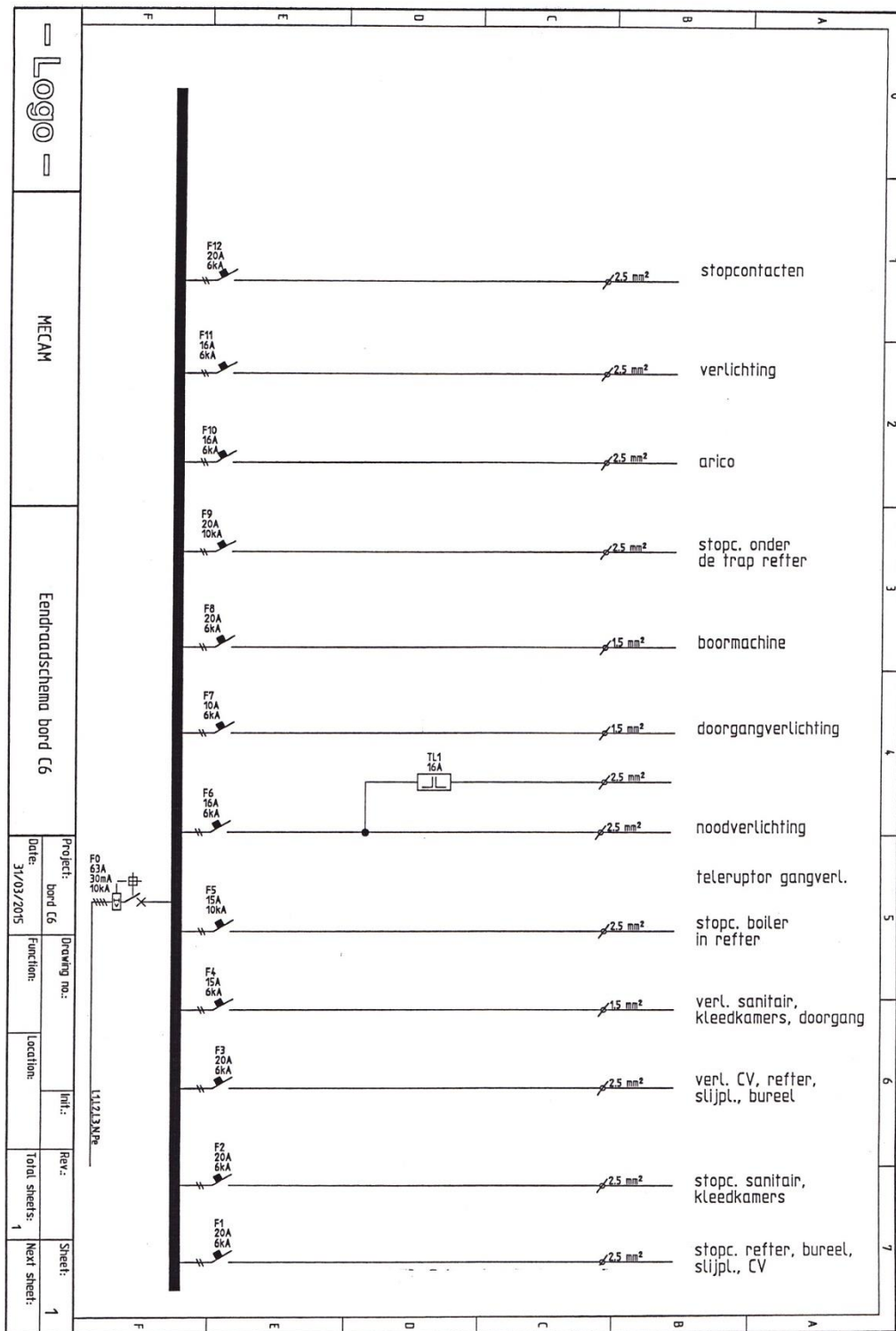
Logo

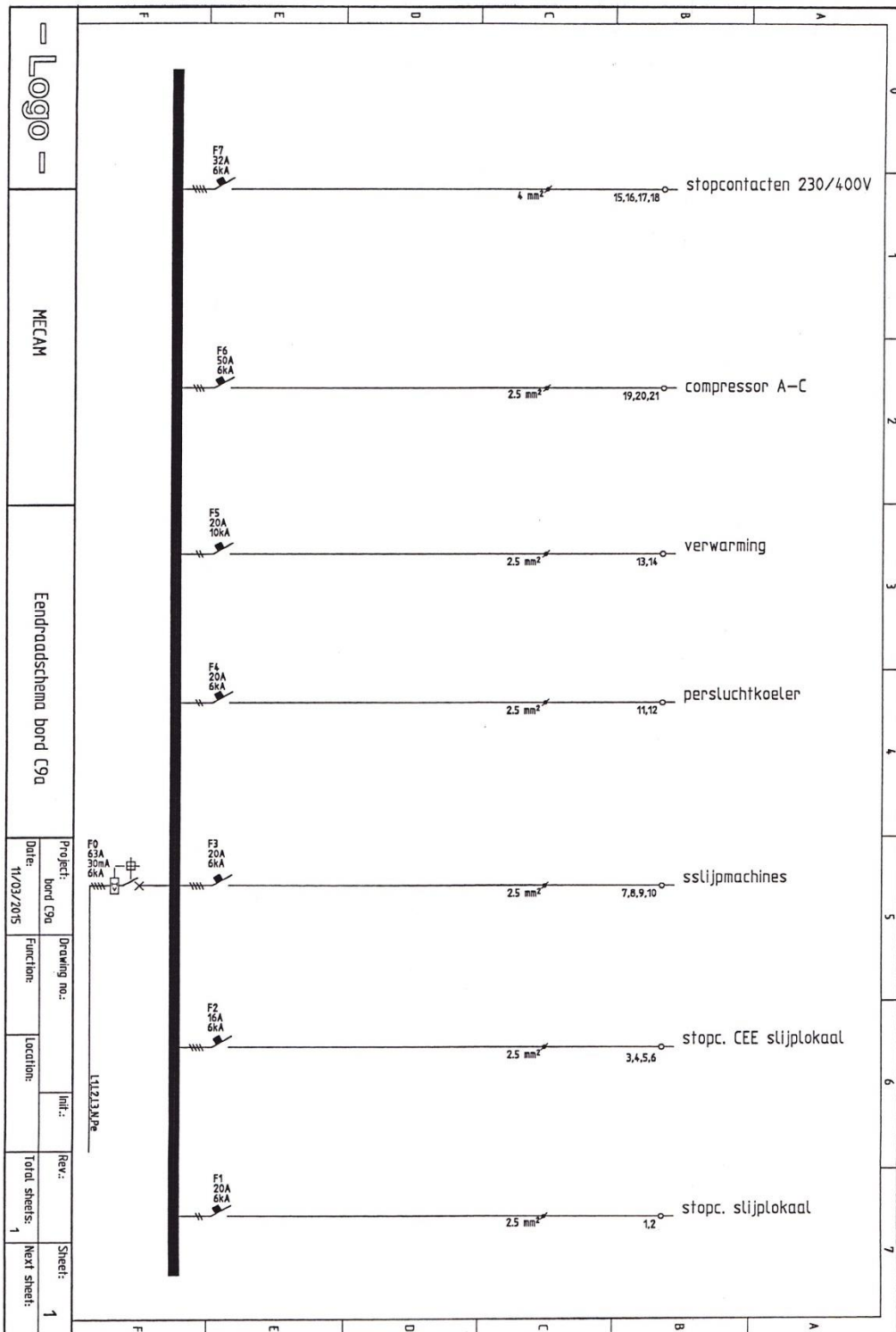
MECAM

Eendroadschema bord C2

Project:	bord C2
Date:	31/03/2015
Drawing no.:	
Location:	
Int.:	
Rev.:	
Total sheets:	1
Sheet:	1
Next sheet:	

voeding van ALSB uitbr.





- Logo -

MECAM

Eendraadschema bord C9a

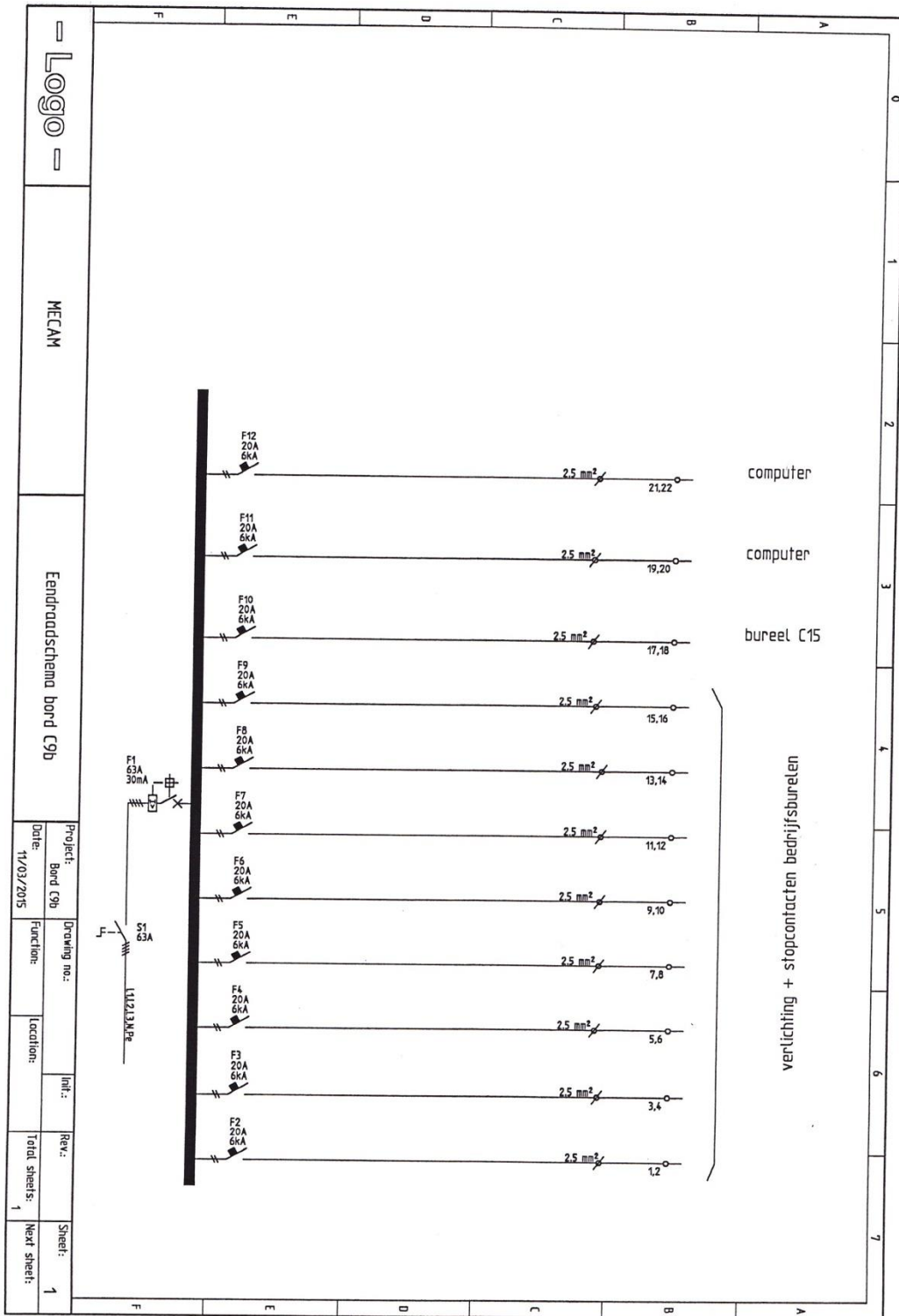
Project: bord C9a
Date: 11/03/2015

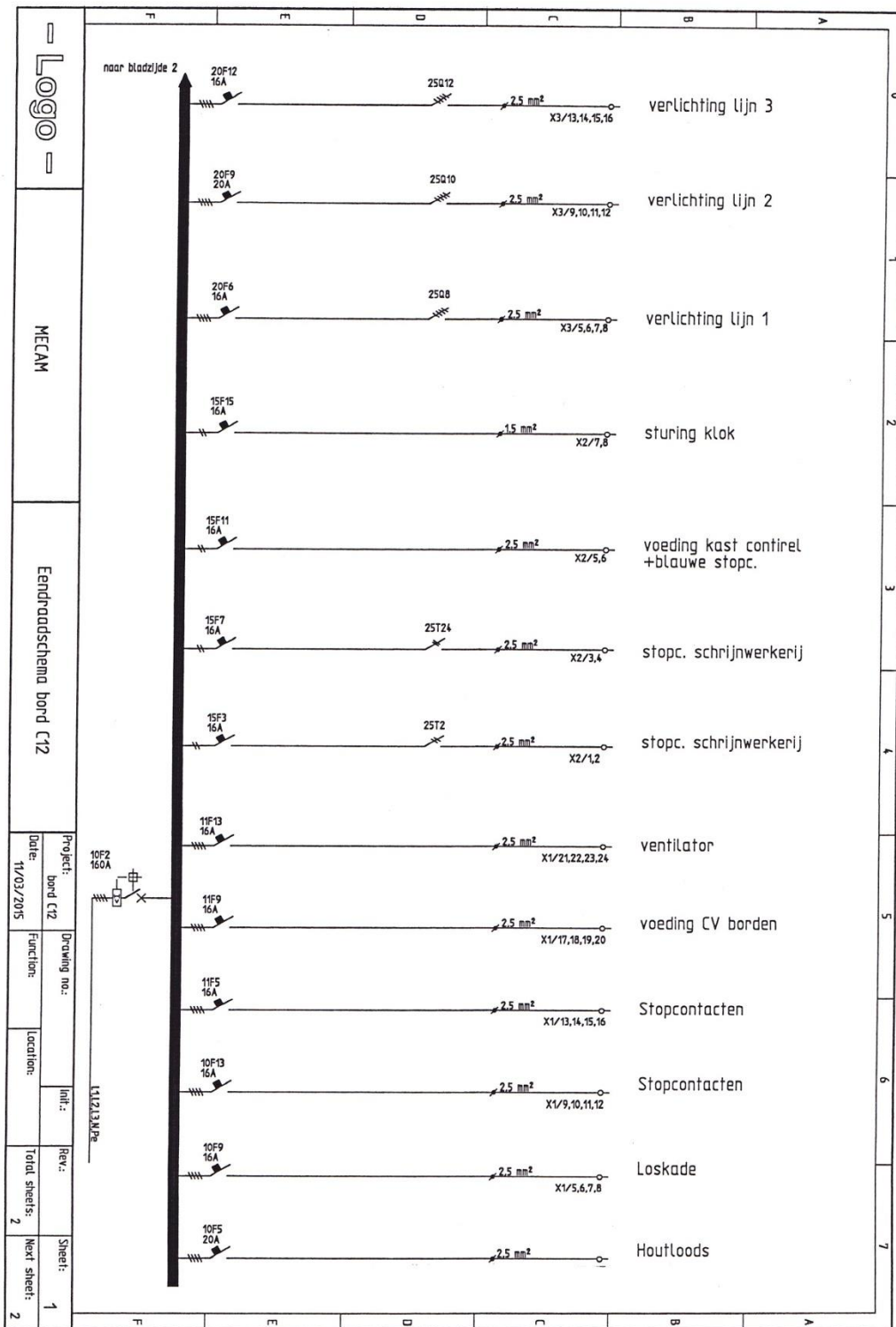
Drawing no.:
Function:

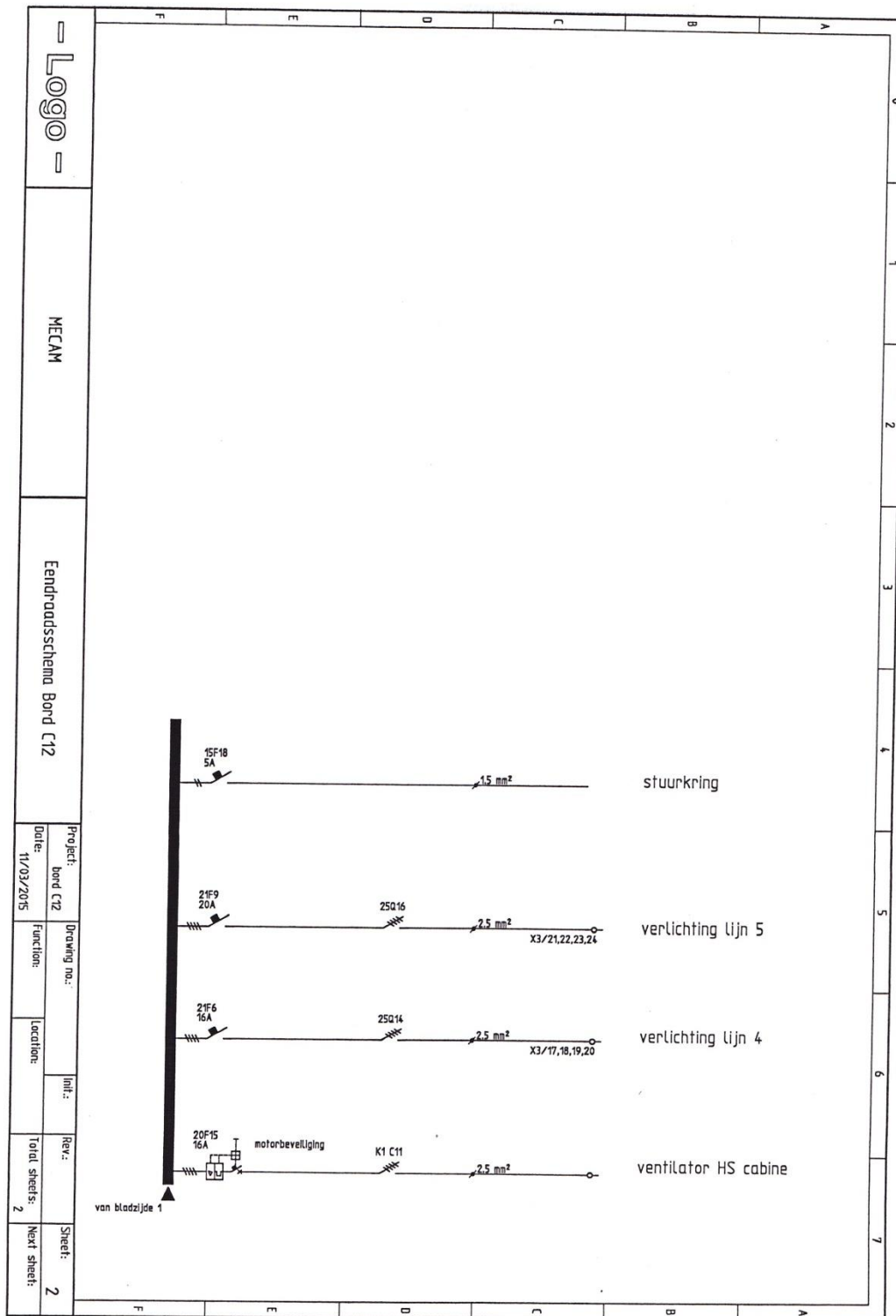
Location:
Inl.:

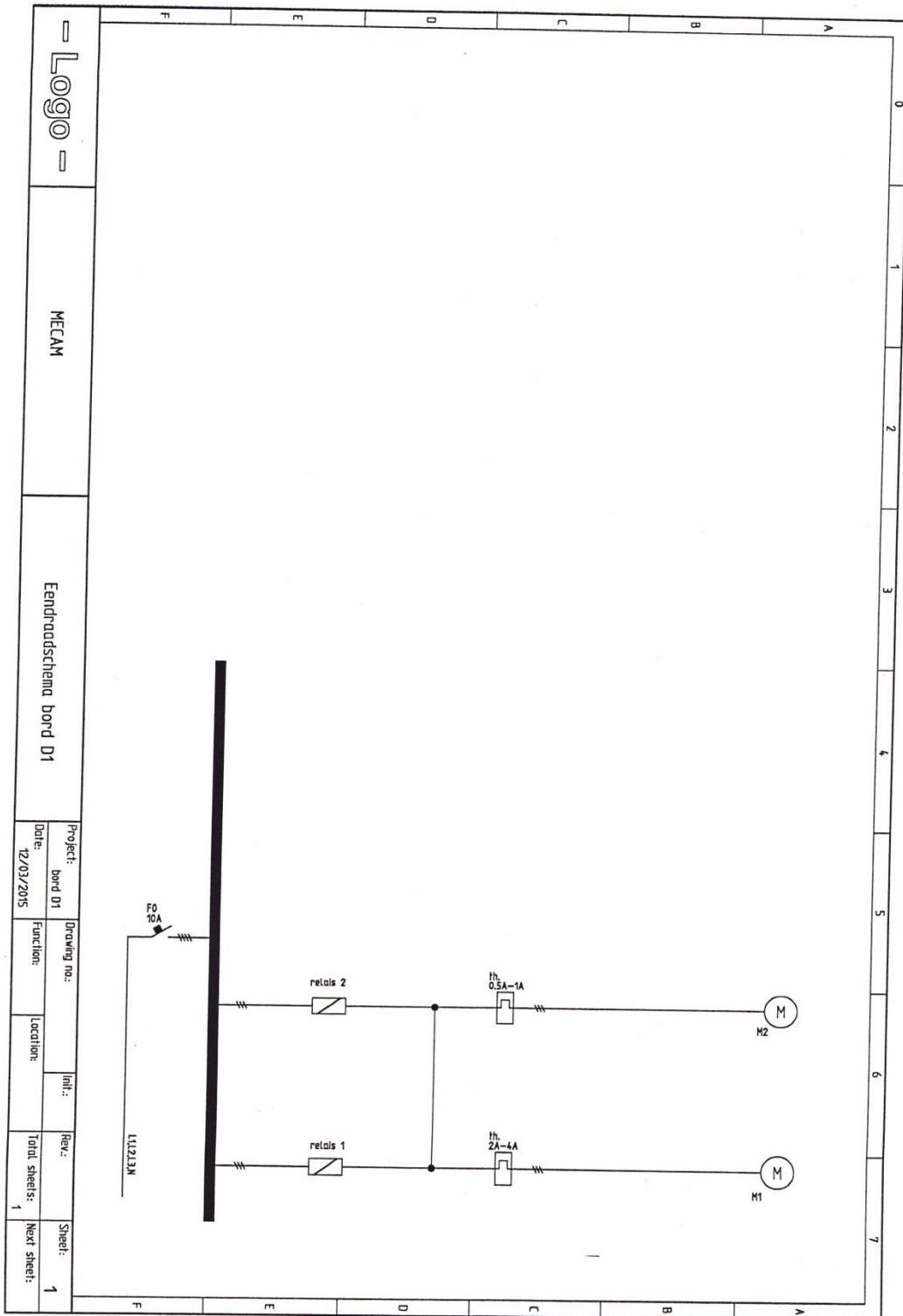
Rev.:
Total sheets: 1

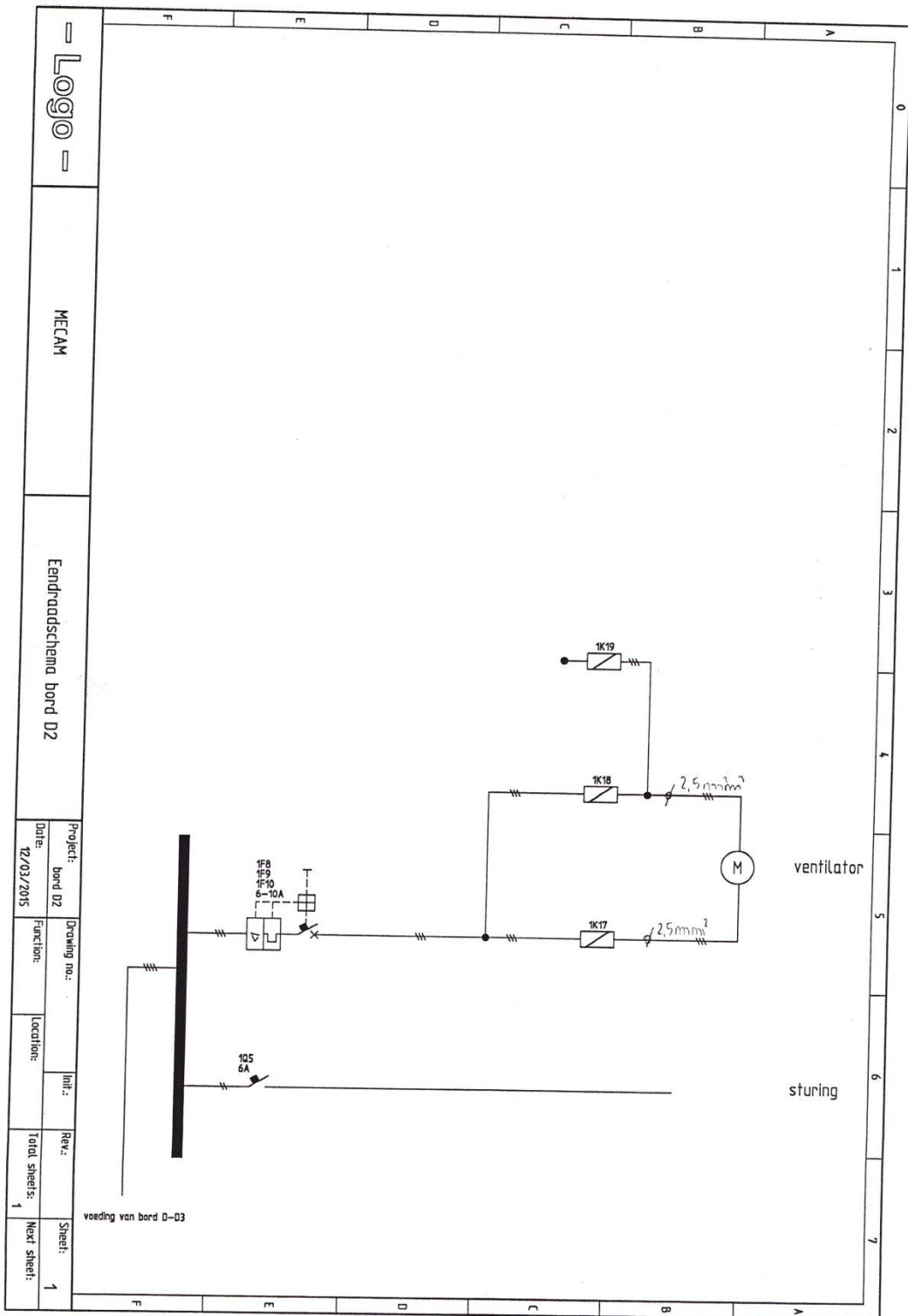
Sheet: 1
Next sheet:

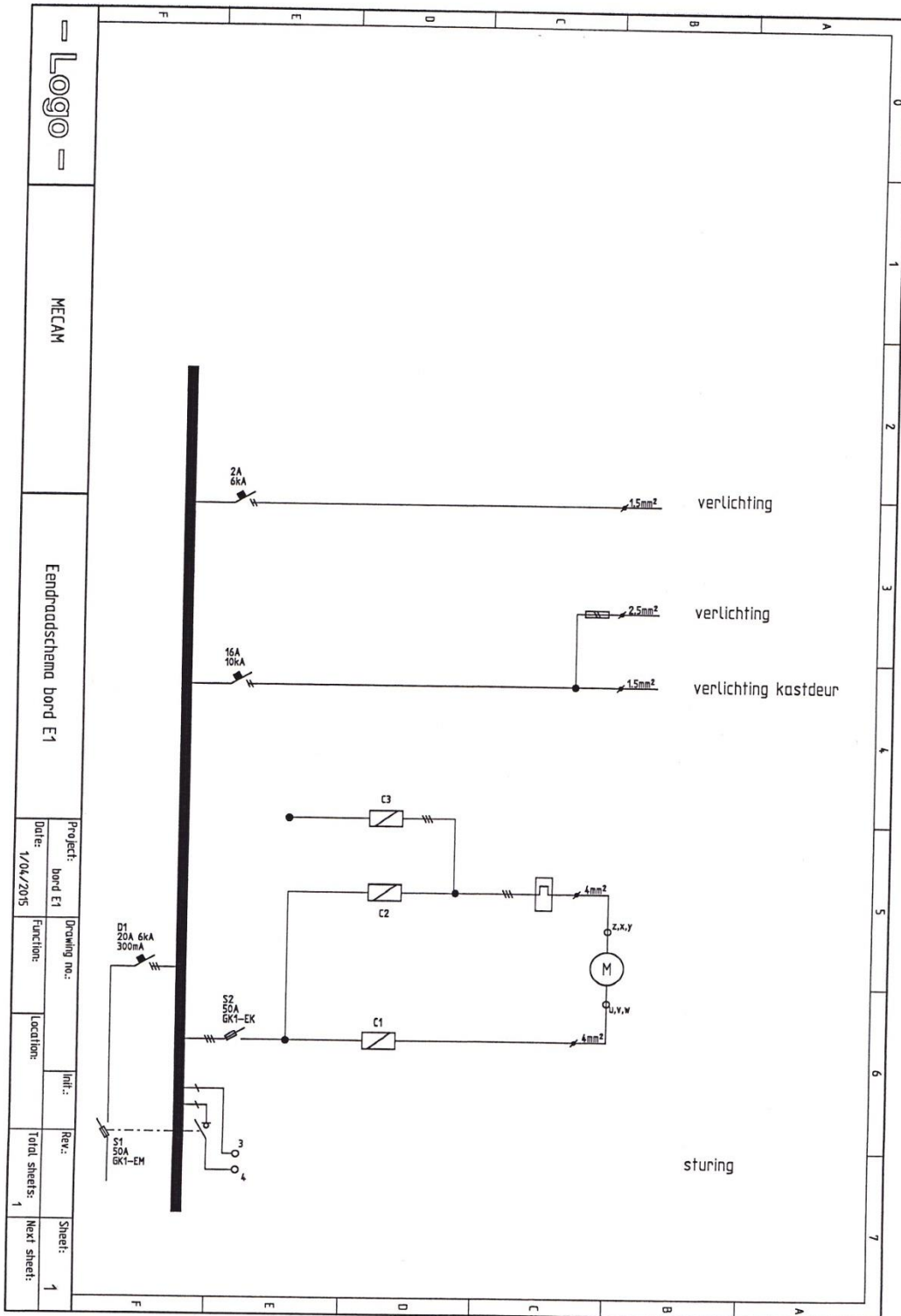


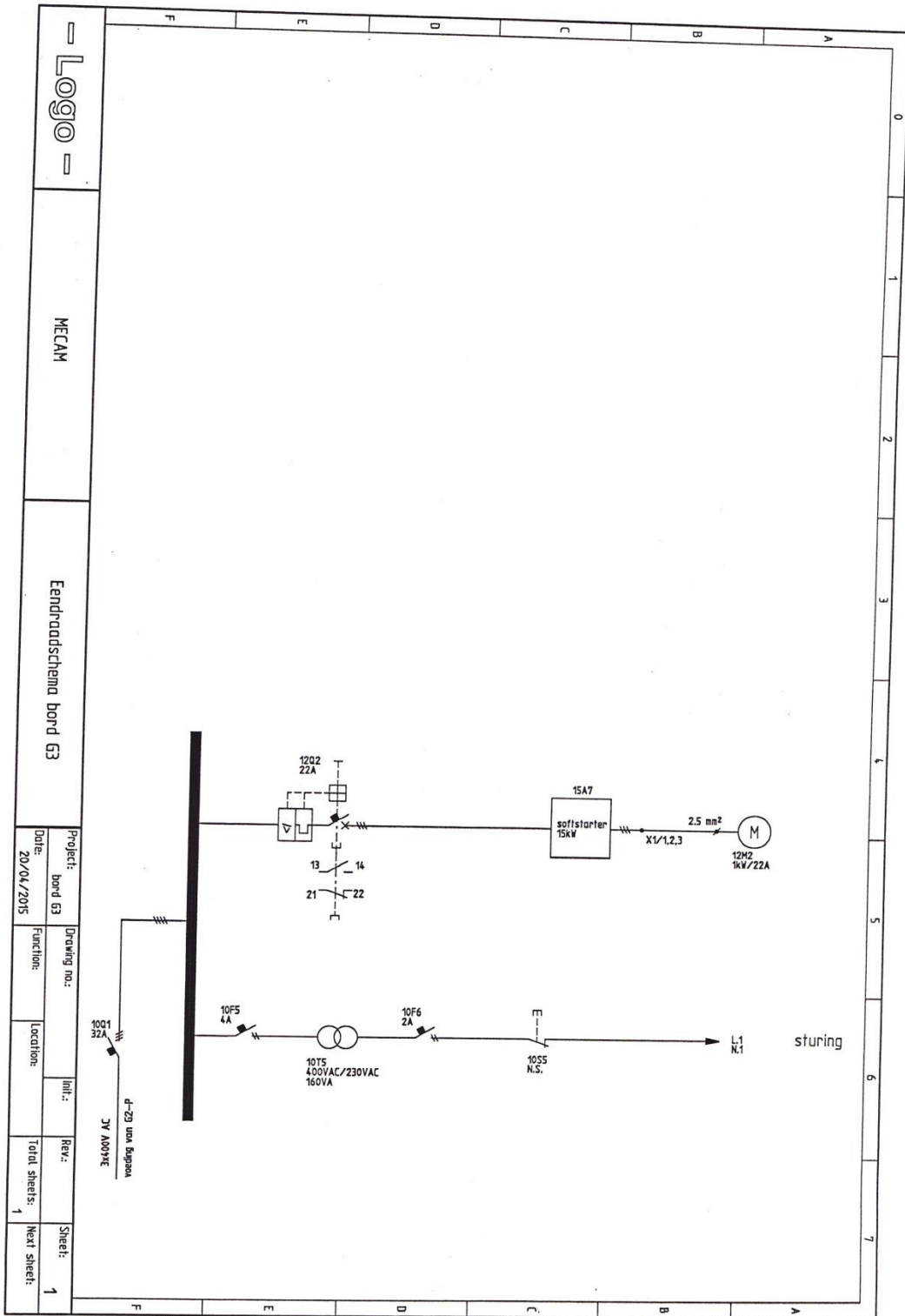


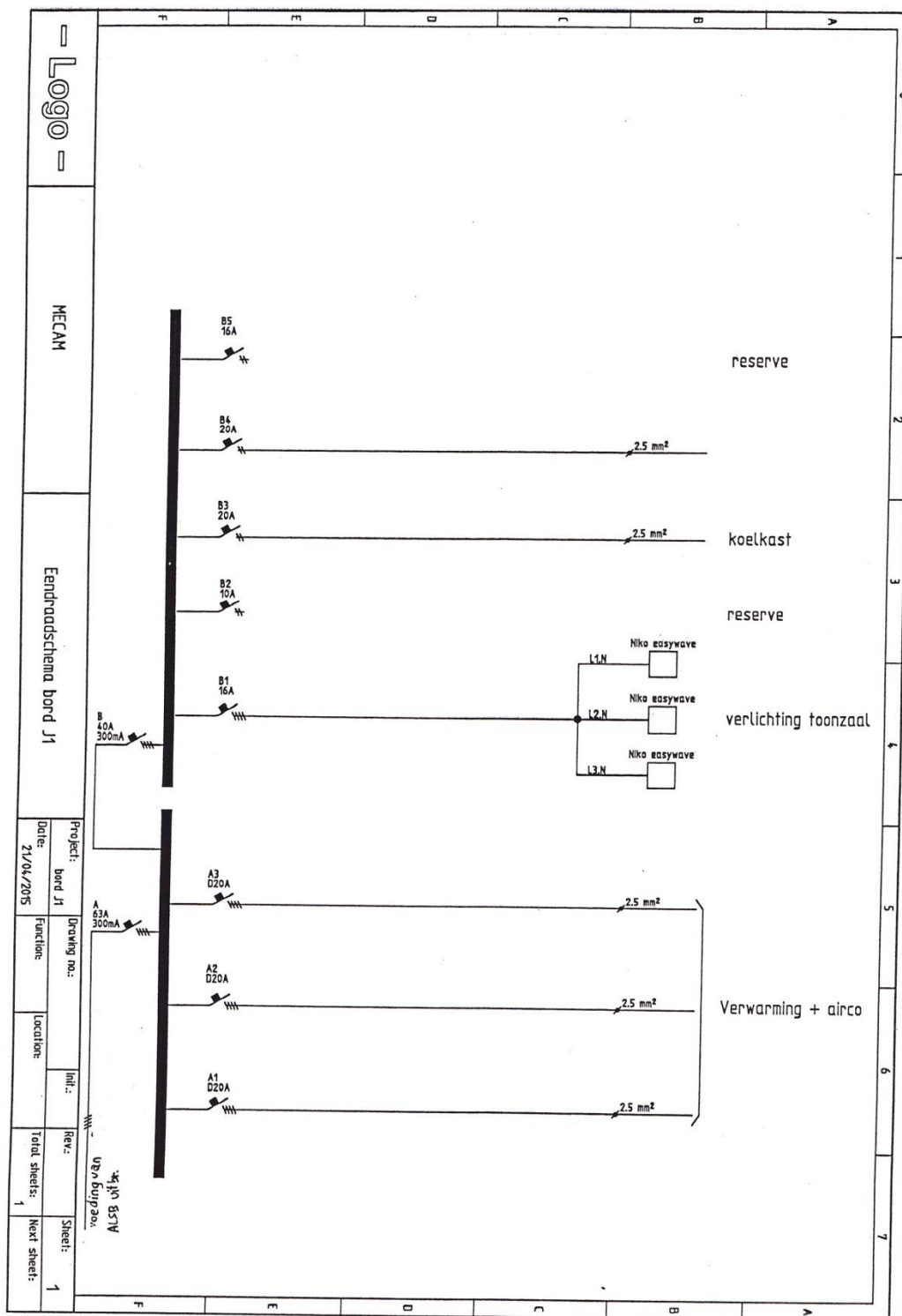


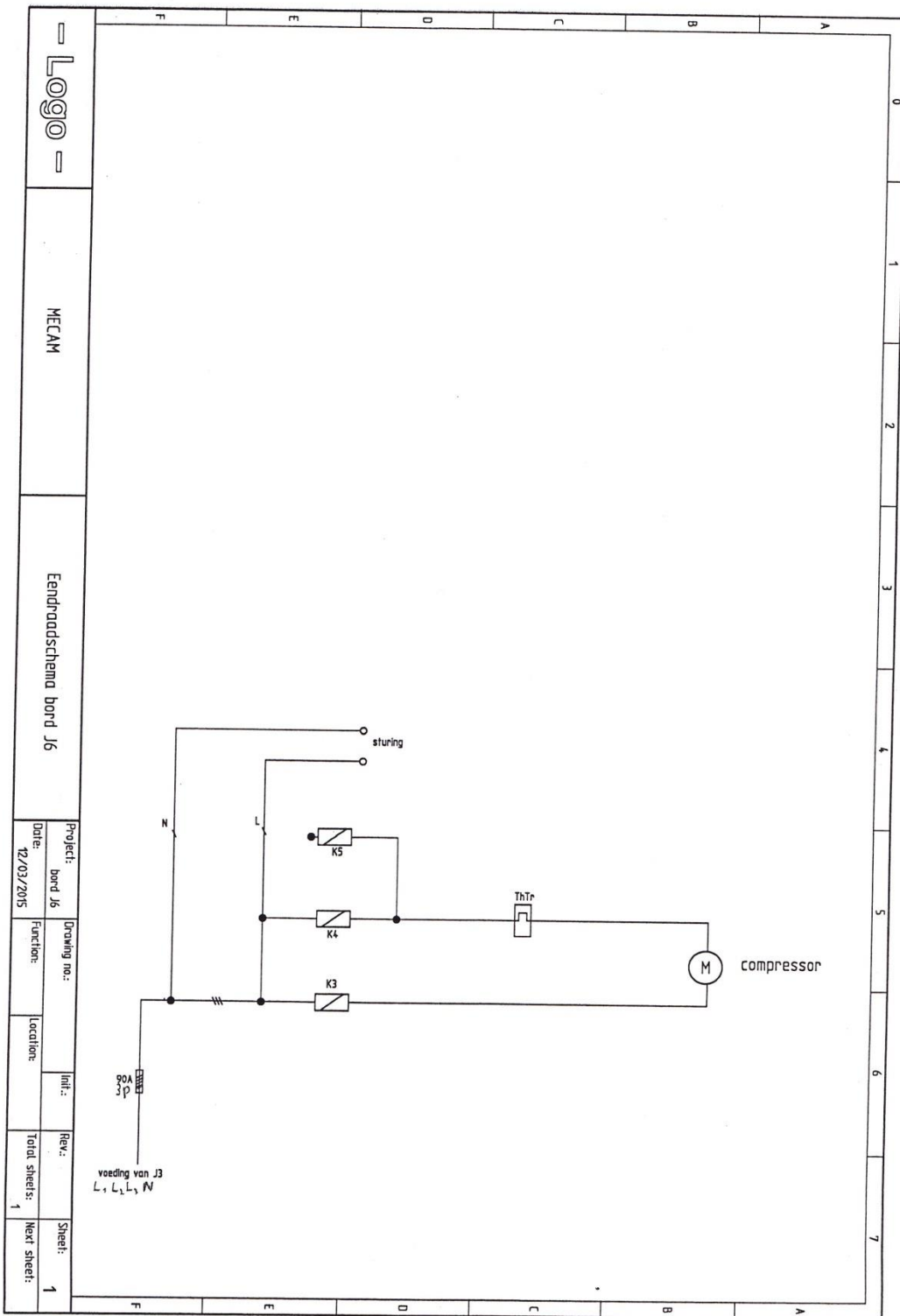


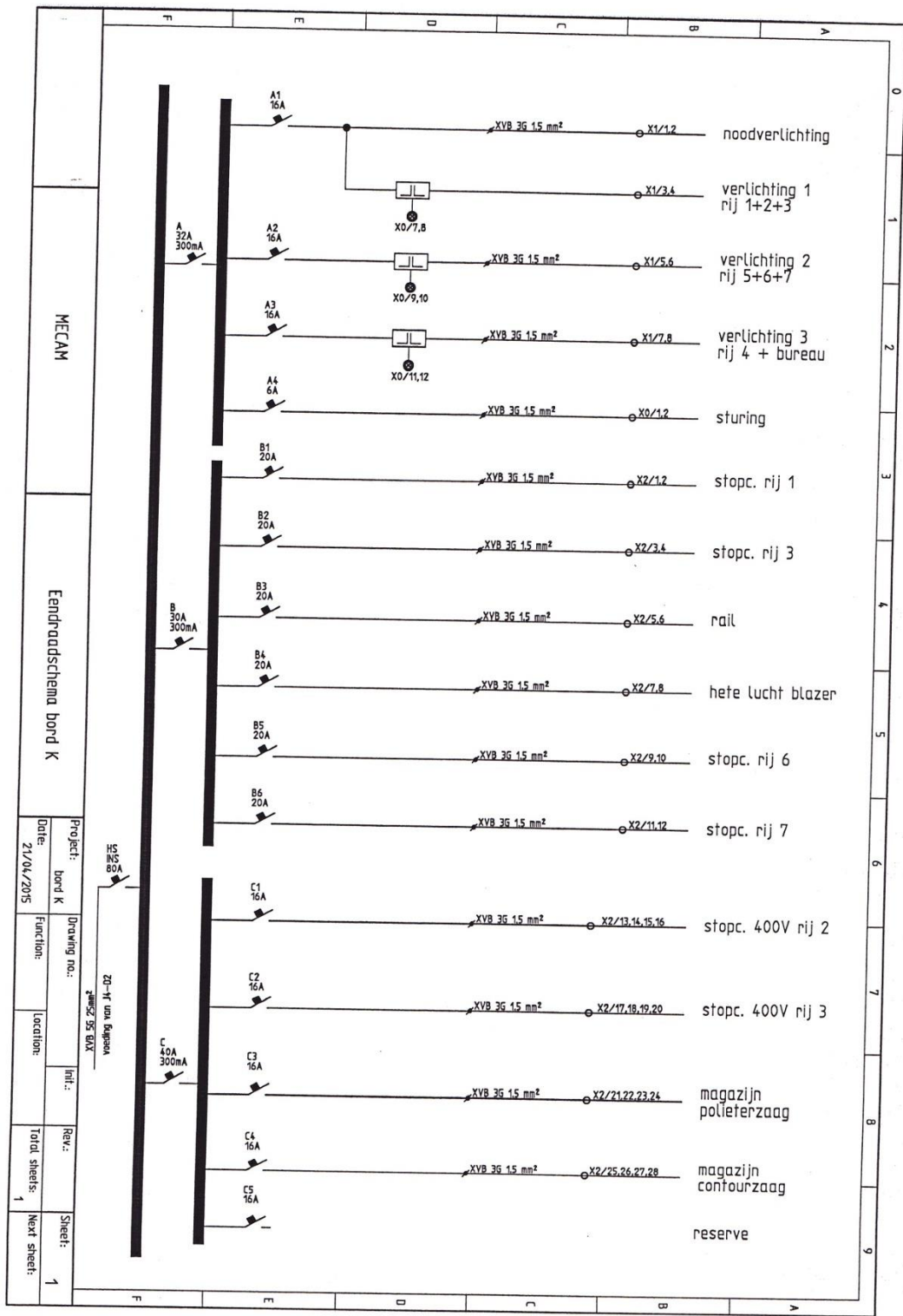








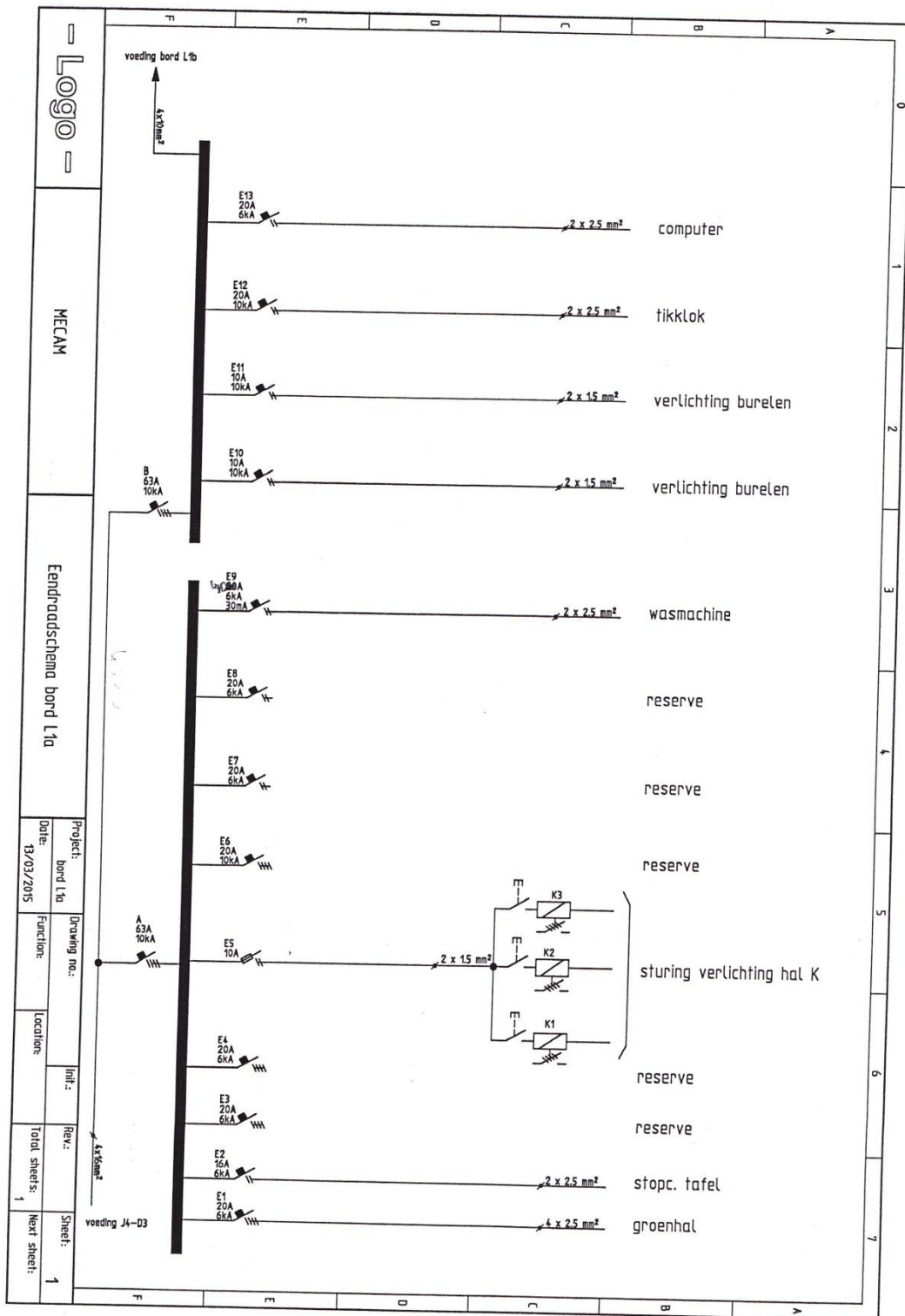


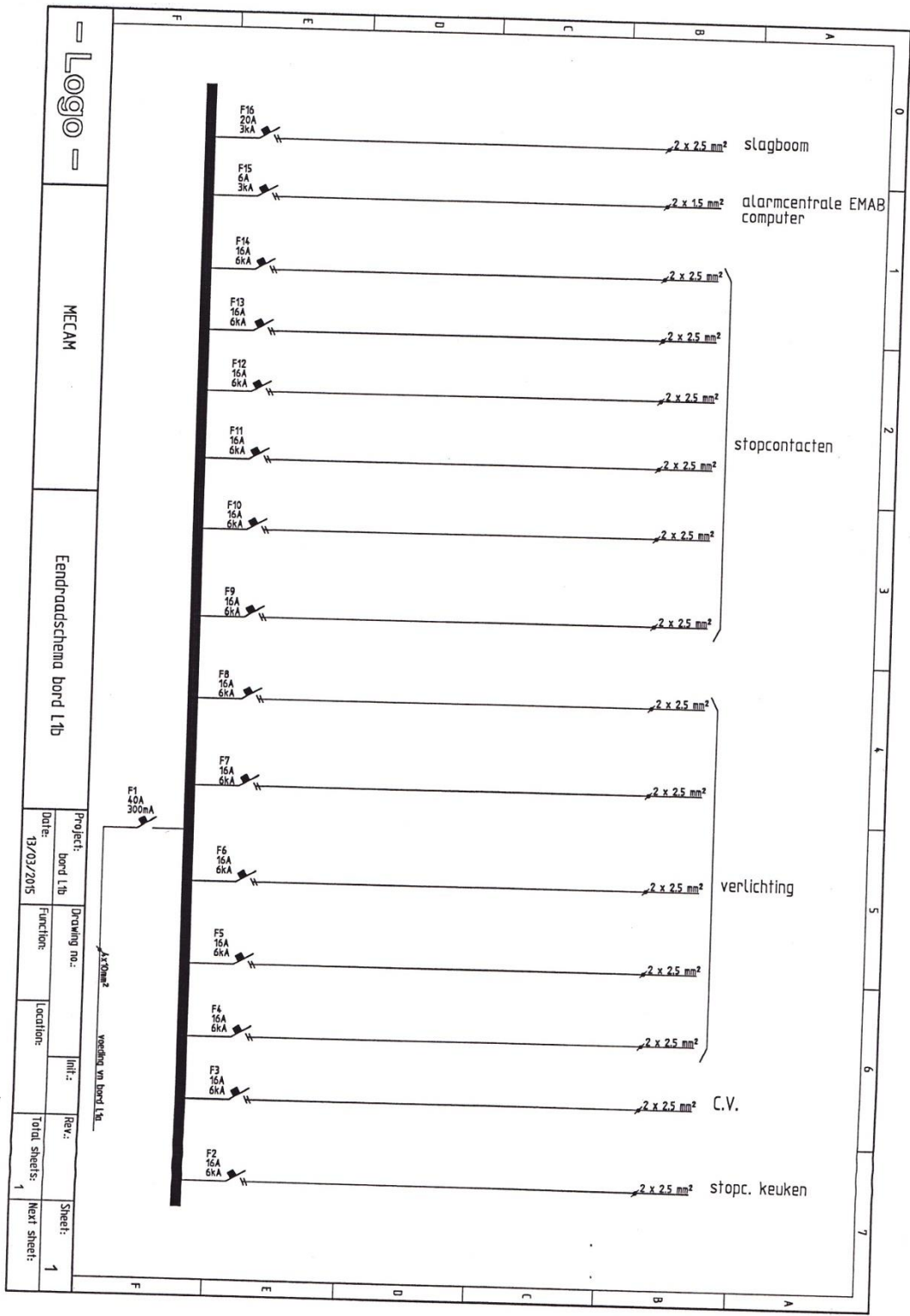


MECAM

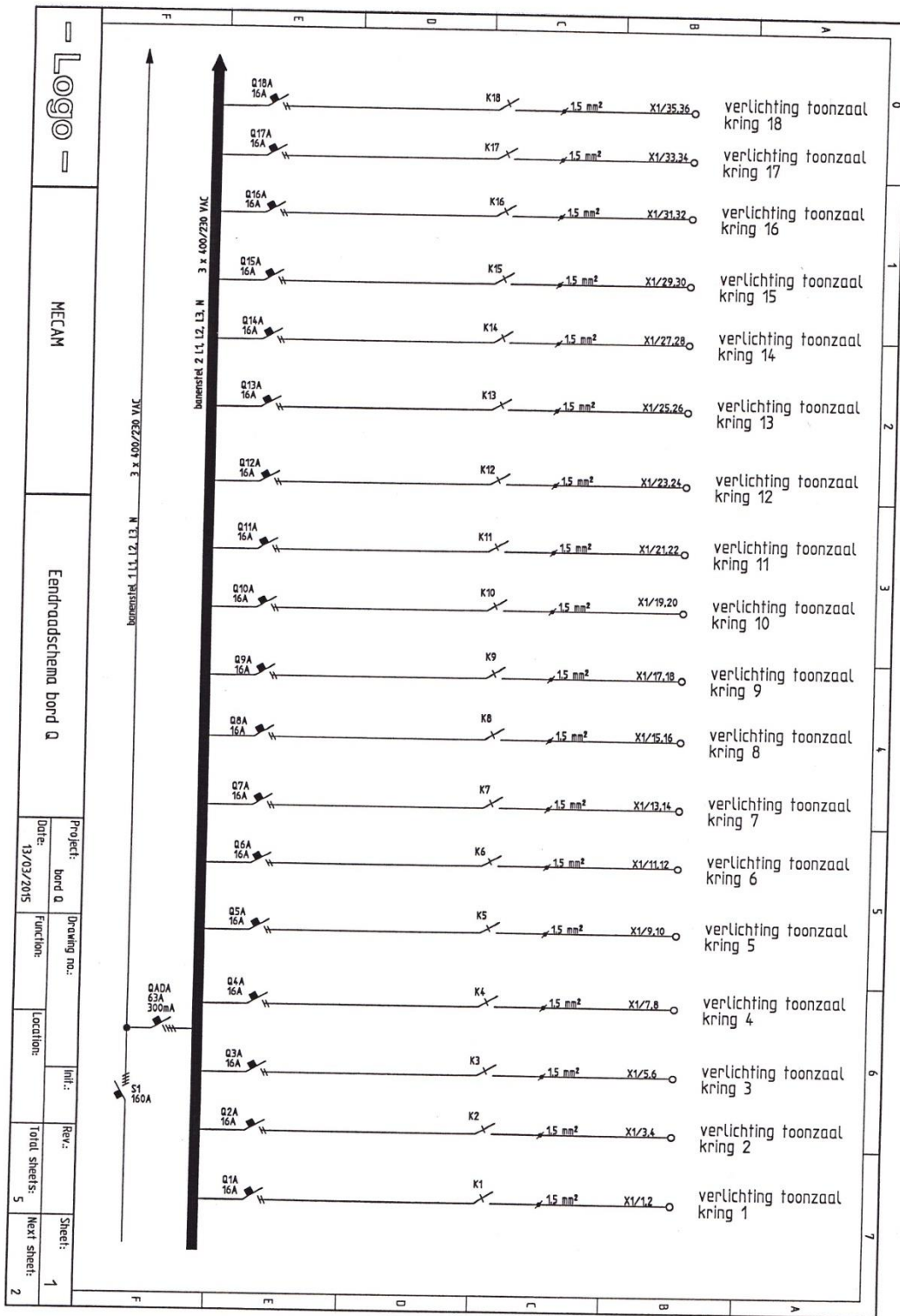
Einddraadschema bord K

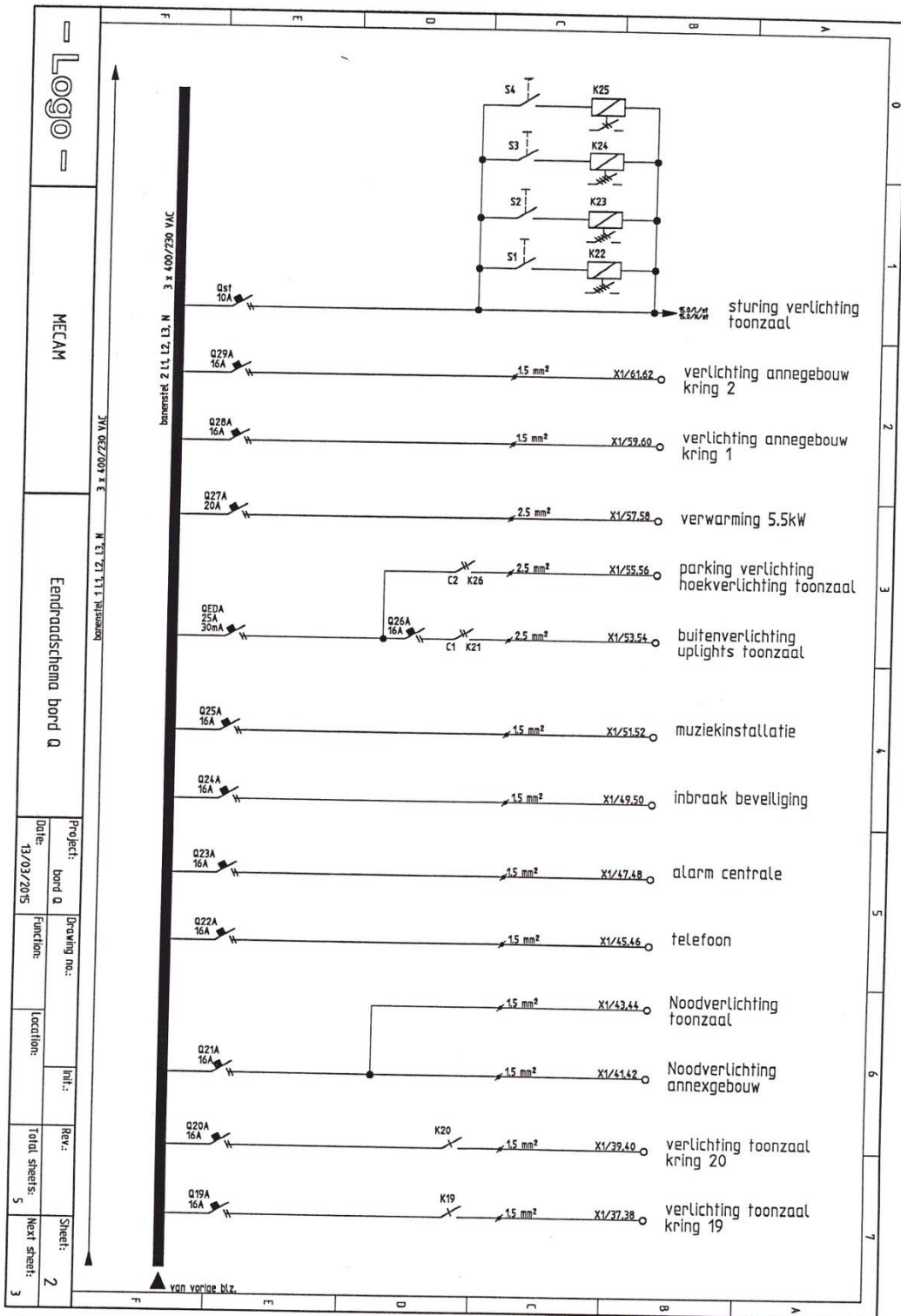
Project: bord K
 Drukking no.:
 Date: 21/04/2015
 Function:
 Location:
 Rev.:
 Total sheets: 1
 Next sheet:

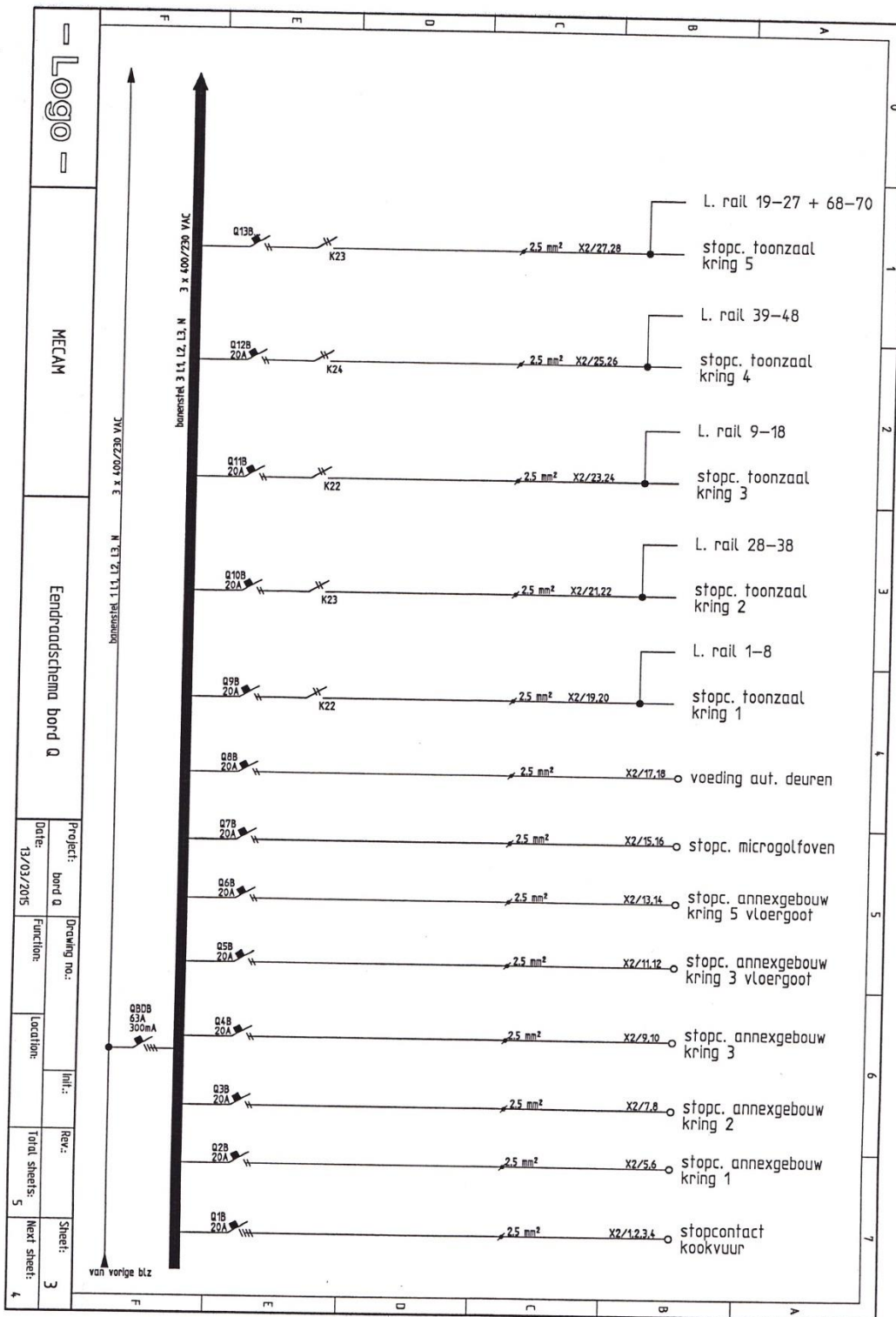


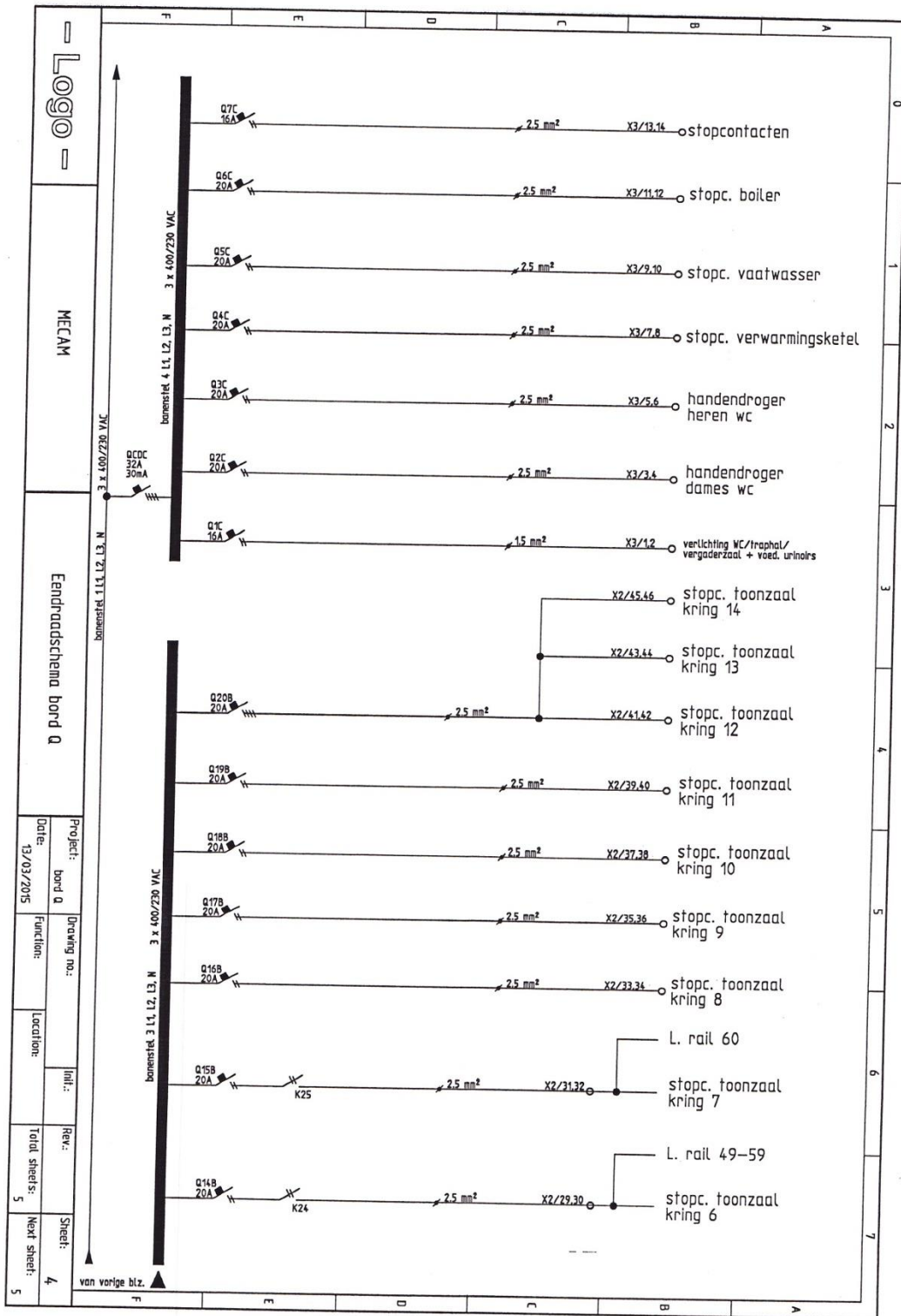


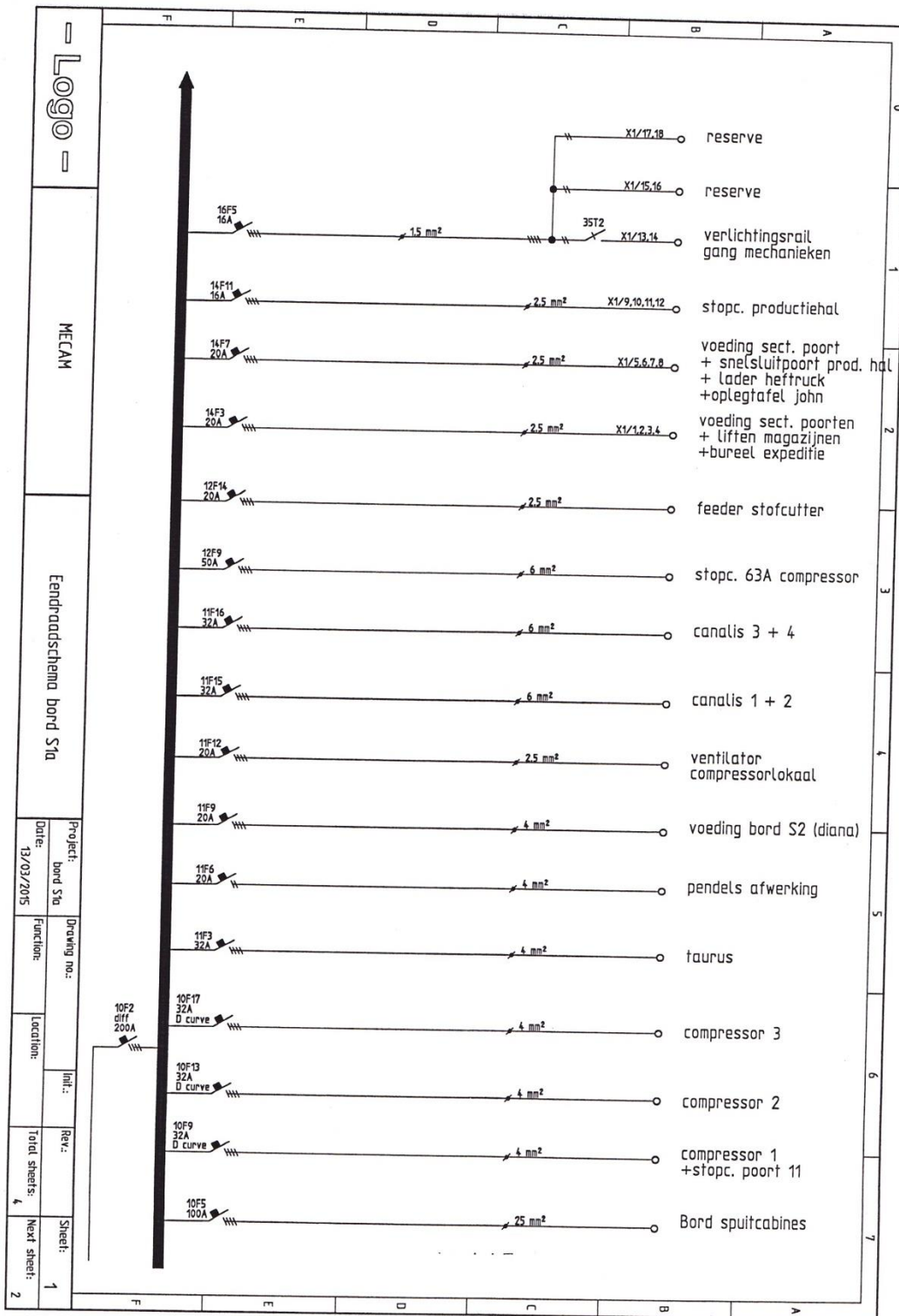
Logo		MECAM		Eendraderschema bord L1b	
Project:	bord L1b	Drawing no.:		Int.:	
Date:	13/03/2015	Function:		Rev.:	
		Location:		Total sheets:	1
				Next sheet:	1

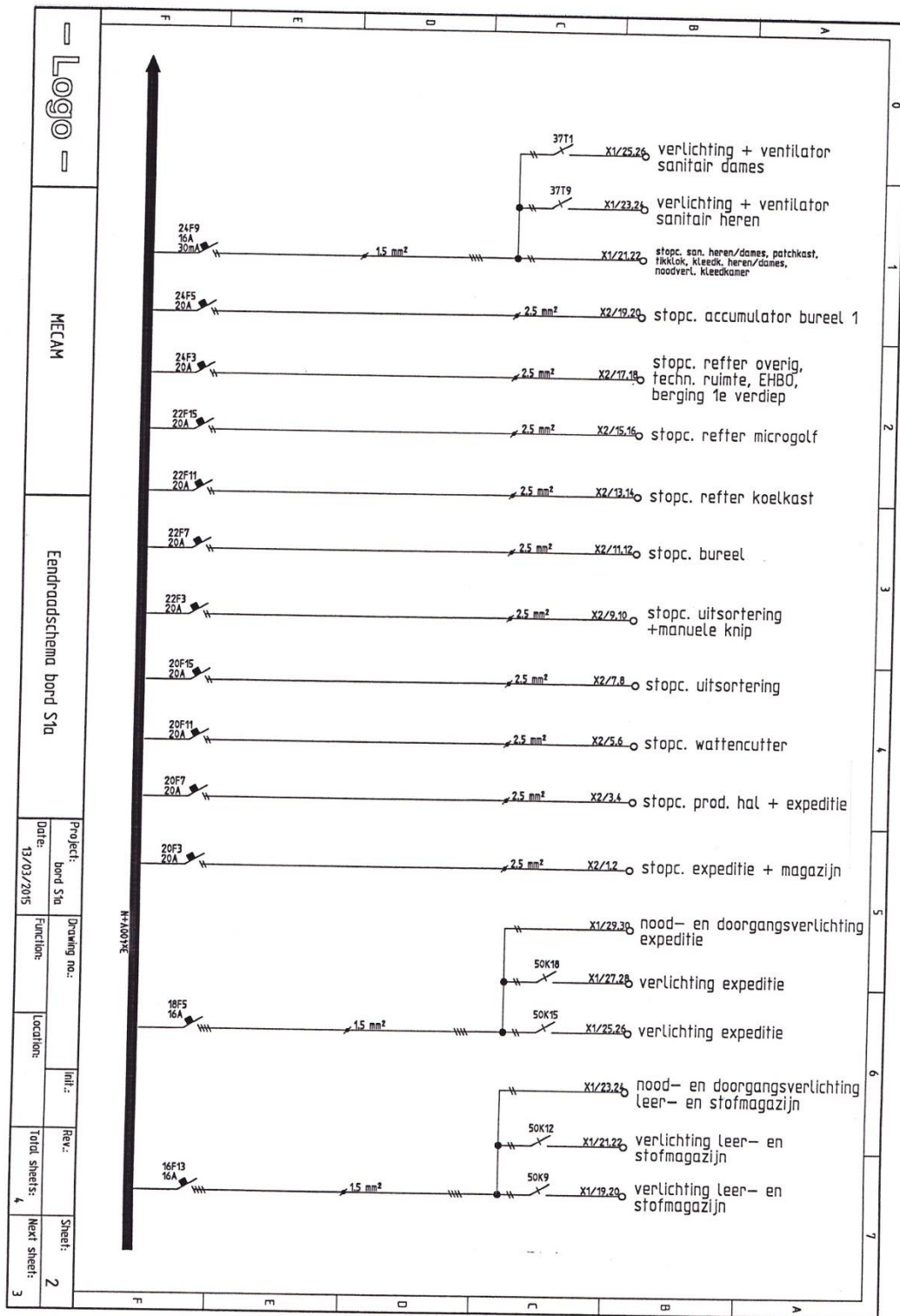


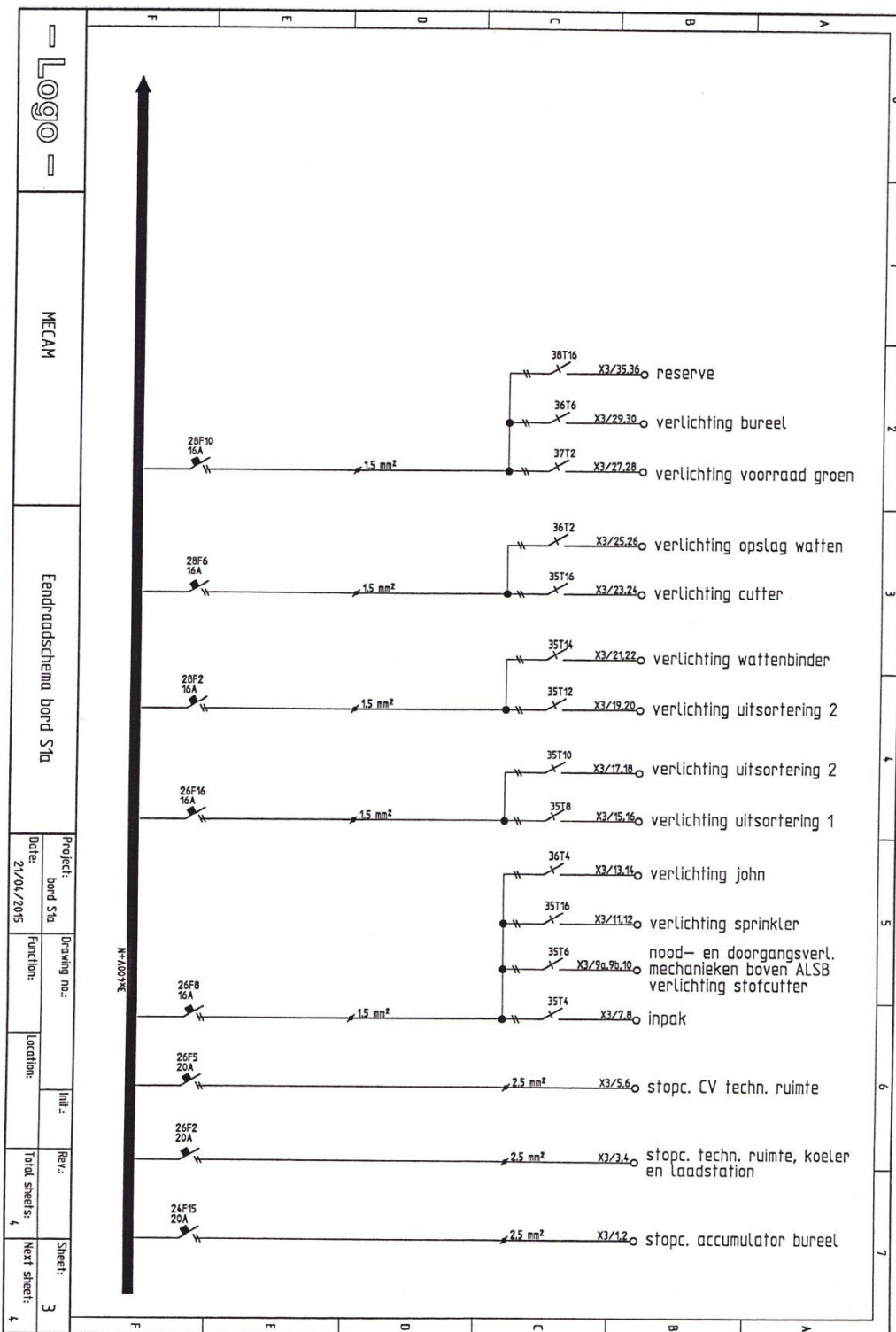


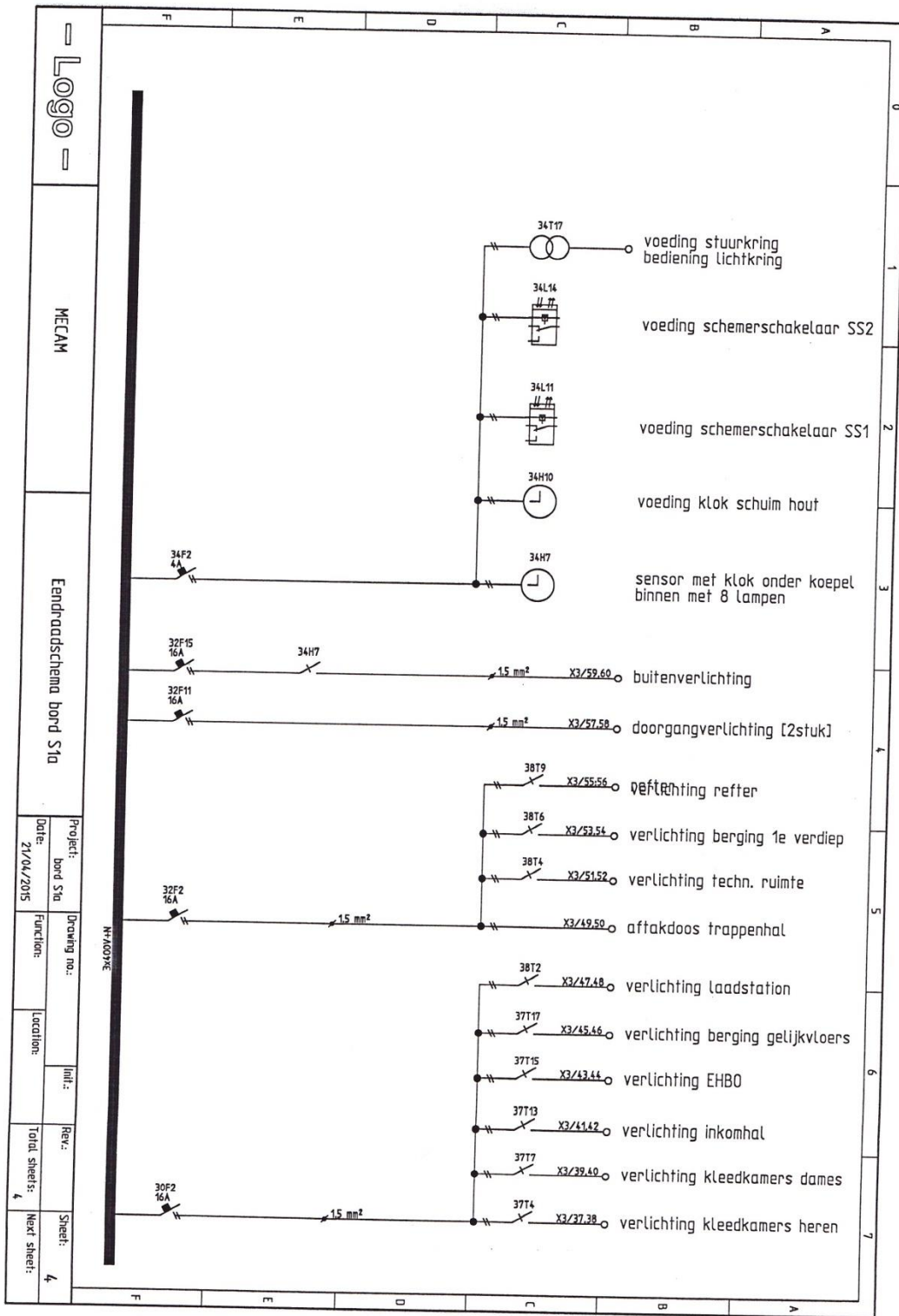


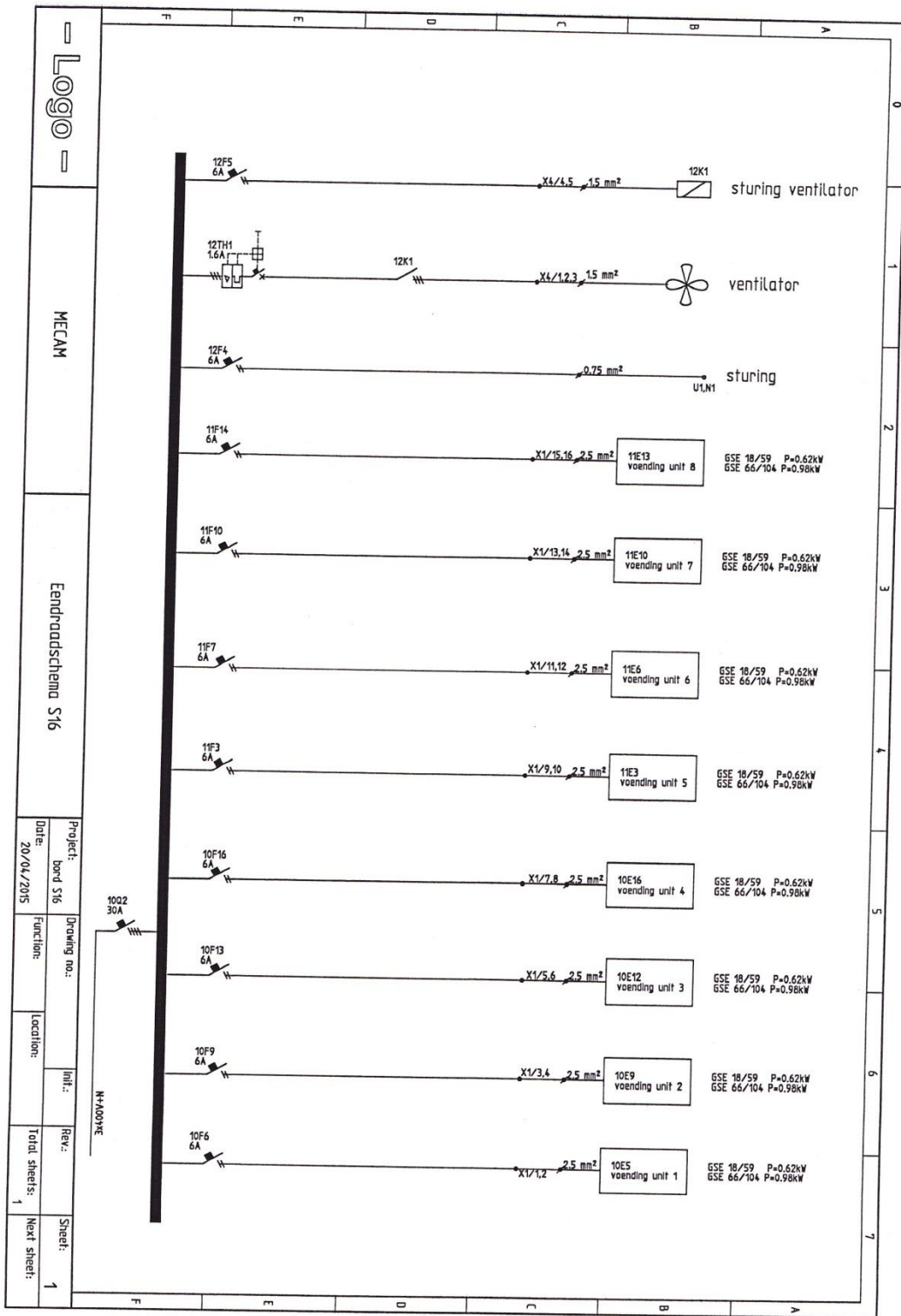




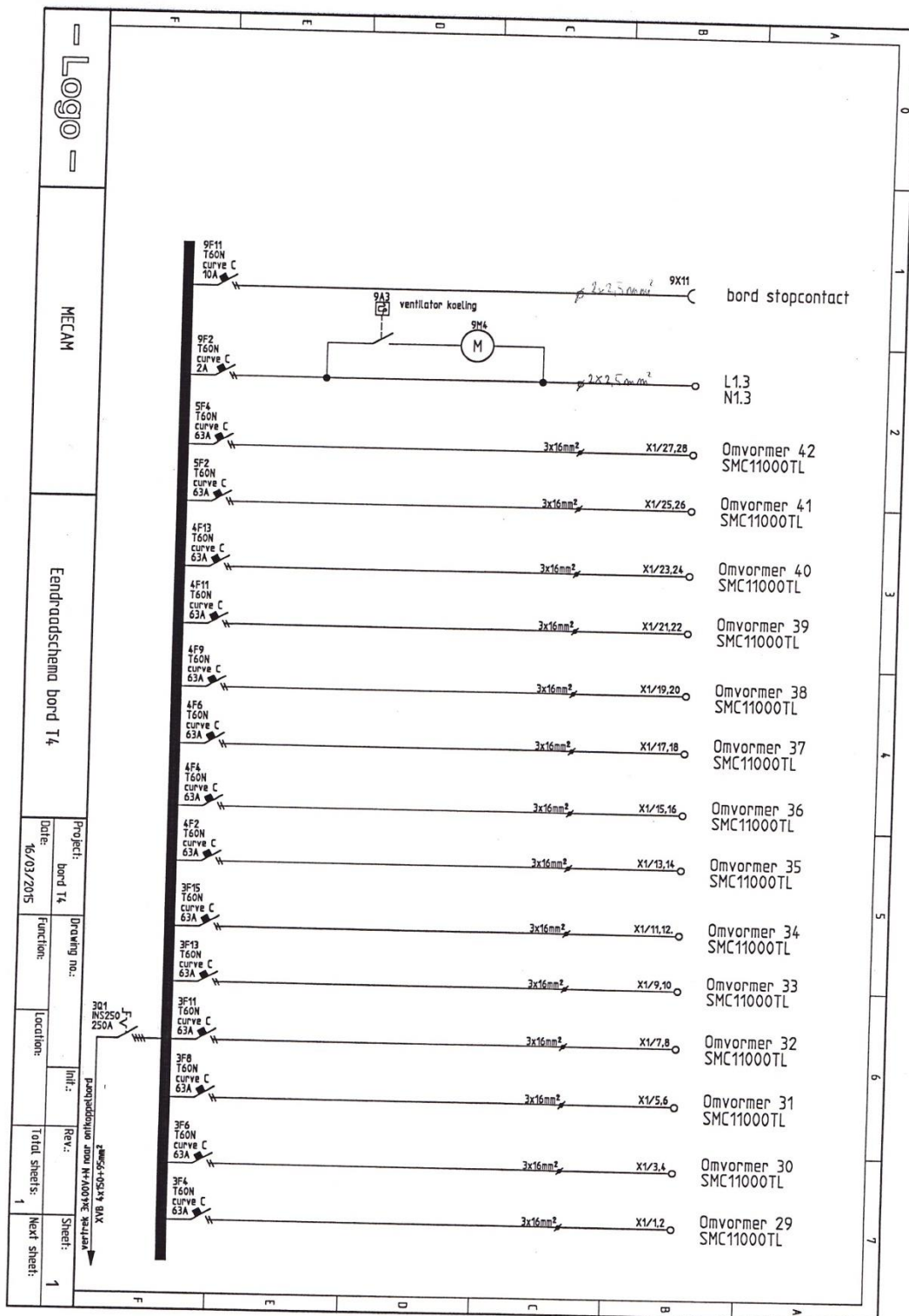


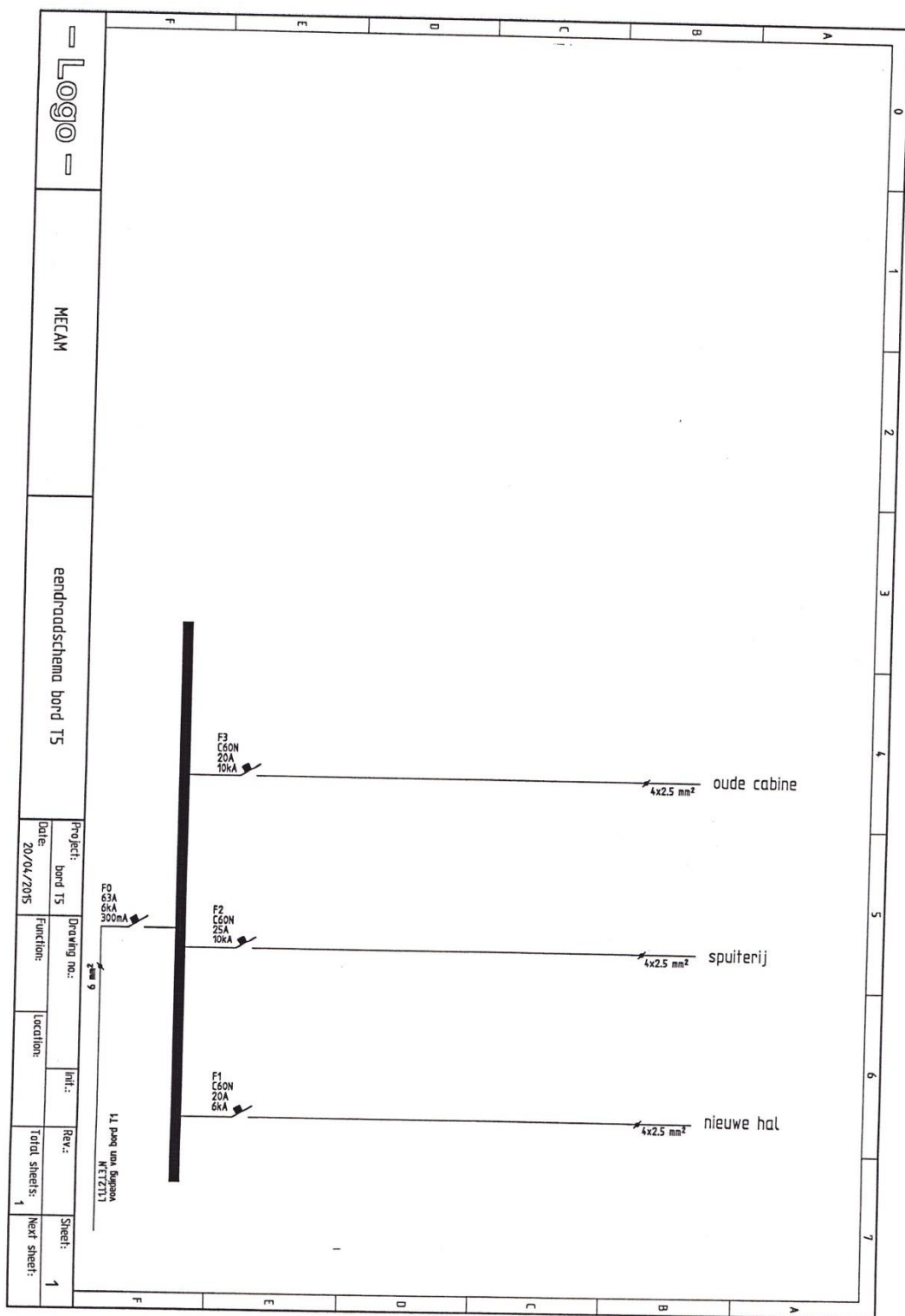






Logo		MECAM		Fendradsschema S16	
Project:	board S16	Drawing no.:		Int.:	
Date:	20/04/2015	Function:		Rev.:	
		Location:		Total sheets:	1
				Next sheet:	1
				Sheet:	1





- Logo -		MECAM		eendraadschema bord T5	
Project:	board T5	Drawing no.:		Int.:	Rev.:
Date:	20/04/2015	Function:		Total sheets:	1
		Location:		Sheet:	1
				Next sheet:	