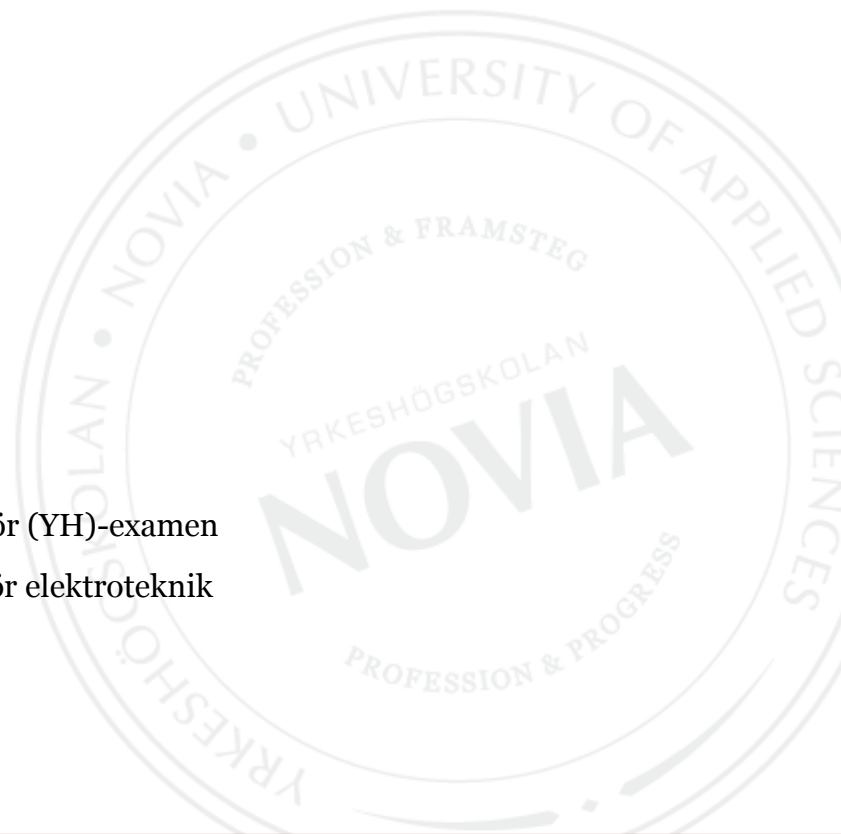


Elplanering av industrihall

Vincent Slotte

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för elektroteknik
Vasa 2011



EXAMENSARBETE

Författare: Vincent Slotte

Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik Vasa

Inriktningalternativ: Elkraft

Handledare: Martti Hokkanen

Titel: *Elplanering av industrihall*

Datum 23.11 2011

Sidantal 36

Bilagor 32

Abstrakt

Detta ingenjörarbete har gjorts på uppdrag av Öjaföretaget EI-Slotte. Uppdraget bestod av en fullständig elplanering av en industrihall samt även en situationsplan. På grund av projektets storlek, plockades med uppdragsgivarens hjälp väsentliga delar ut för lärdomsprovet. Under detta planeringsarbete beaktades bland annat elsäkerhetsföreskrifterna enligt SFS-6002 samt SFS-6000 Lågspänningselinstallationer, faskompensering och kundens önskemål gällande bland annat belysning har beaktats. Planeringen har utförts med AutoCAD. Ritningarna har använts vid byggnadsprocessen.

Språk: Svenska Nyckelord: Industrihall, belysning, kortslutningsström

Tillgängligt: Webbliblioteket Theseus.fi

Bachelor's thesis

Author	Vincent Slotte
Degree programme	Electrical Engineering, Vasa
Specialization	Electrical Power Engineering
Supervisor	Martti Hokkanen

Title: *Electricity layout of an industrial hall*

Date 23.11 2011

Pages 36

Appendices 32

Abstract

This Bachelor's thesis has been made for a company called EI-Slotte which is situated in Öja. The assignment was to plan the electricity for an industrial hall and for the site plan. Due to the project's size essential parts were picked out for this thesis with the help of my employer. During the planning process the electricity safety regulations according to SFS-6002 and SFS-6000 were followed. Low voltage installations and the phase compensation have been described in this thesis. The customer's wishes regarding the lighting have been followed. The drawings have been done with AutoCad. The drawings have been used during the building process.

Language: Swedish Keywords: Industrial hall, illumination, short-circuit current

Available: Web library Theseus.fi

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
2	Kabeldimensionering.....	3
2.1	Huvudcentralens matarkabel	13
2.2	Maskinkabeldimensionering	14
2.3	Jordning.....	18
2.4	Potentialutjämning.....	18
2.5	Jordfelsbrytare	19
2.6	EMC.....	19
2.7	Kortslutningsström	20
3	Belysning, våta och fuktiga utrymmen	23
3.1	Belysning.....	23
3.2	Våta och fuktiga utrymmen	27
4	Faskompensering.....	30
5	Resultat och diskussion	33
5.1	Resultat	33
5.2	Diskussion	34
6	Källförteckning och bilageförteckning.....	35
6.1	Källförteckning.....	35
6.2	Bilageförteckning	36

1 INLEDNING

Ingenjörskapet bestod av att planera elektriciteten för en metallindustrihall. Till industrihallen tillhörde kontorsutrymmen, som är indelade i två våningar, och de sociala utrymmen och även situationsplanen. All planering inom detta projekt har utförts med AUTO CAD 2011. Elplaneringen utfördes i enlighet med standarden SFS 6000.

För att förenkla planeringen delades hallen in i fyra olika delar:

- produktionshallen
- första våningens kontorsutrymmen samt de sociala utrymmen
- andra våningens kontorsutrymmen samt centralutrymmet
- situationsplan

1.1 Uppgift

Uppdragsgivaren gav i uppgift att planera elektriciteten för en metallindustrihall samt tillhörande kontorsutrymmen. Produktionshallens totala yta uppgår till 1513,6 m², den nedre kontorsdelens inklusive tillhörande sociala utrymmens yta uppgår till 208,8 m² och kontorsdelen, beläget på den andra våningen inklusive centralutrymmet, har en yta på 222 m². Till uppgiften hör också att planera elektriciteten för situationsplanen. Situationsplan se bilaga 1.

Planeringsarbetet innefattar en fullständig elplanering av produktionshallen och de båda våningarna reserverade för kontor och de sociala utrymmen med tillhörande centralritningar, manöverscheman och arbetsbeskrivning.

I detta ingenjörskap beaktas speciellt beräkningen av kabelareor till större maskiner såsom saxar, lasrar och bockmaskiner. En annan stor kostnadsfråga var belysningen, så därför görs en grundlig beräkning över belysningen som behövs i industrihallen.

1.2 Uppdragsgivare

Uppdragsgivaren för planeringsarbetet är ett elföretag vid namn El-Slotte. El-Slotte är ett elföretag beläget i Öja, Karleby. Företag har en personalstyrka på tre personer och har varit aktivt sedan 1995. Företaget har S1-installationsrättigheter och inriktar sig på nyinstallationer och underhåll. Även nyinstallation och underhåll av automationsteknik ingår i verksamheten.

Den 1 maj anställdes jag på El-Slotte och mina arbetsuppgifter är att i teamet planera och förverkliga olika projekt, dessutom med ansvar för tillämpningen av elsäkerhetsföreskrifterna av alla projekt inom företaget. Verksamhetsområdet har en radie på cirka 100 km med Öja som utgångspunkt.

2 Kabeldimensionering

Avsikten med kabeldimensionering är att försäkra sig om att man använder en tillräckligt grov elkabel för ändamålet. Ifall man använder en för klen elkabel i förhållande till säkringen, så finns det risk för att elkabeln inte klarar av belastningen. Detta leder till att kabeln blir varm och till sist troligtvis smälter. En alltför stor överdimensionering av elkabeln kan ge upphov till ett större spänningsfall än förväntat. Dessutom är stora variationer i kabeldimensioner också en kostnadsfråga.

I en intervju med elverket framgick det att matarkabeln från transformatorn till huvudcentralen kommer att bli AXMK 4X240, men att det var önskat att en beräkning gärna fick framkomma i arbetet.

Huvudcentralens matarkablar är förlagd enligt referensinstallationssätt D.

Maskinmatarkablarna är förlagda enligt referensinstallationssätt E.

Enligt SFS 6000 definieras referensinstallationsätten enligt följande.

”A.52.4.1 (523.4.1) Referensinstallationssätt A...D i tabell A.52-1

De värden på belastningsförmågan som anges i tabellerna A.52-2...A.52-7 avser enskilt installerade kablar. Vid installation av fler isolerade ledare eller kablar tillsammans, skall man tillämpa korrektionsfaktorerna pga. anhopning, som specificeras i tabellerna A.52-17...A.52-19.

ANM. Beräkningen av korrektionsfaktorerna pga. anhopning är baserade på långvarig kontinuerlig drift vidd 100 % belastning på samtliga fasledare. Om installationens driftförhållanden medför en lägre belastningsgrad än 100 %, kan korrektionsfaktorerna pga. anhopning vara högre.”

”A.52.4.2 (523.4.2) Referensinstallationssätt E...F i tabell A.52.1

Värden på belastningsförmågan för isolerade ledare i tabellerna A.52.4...A.52.7 hänvisar till referensinstallationssätten. Belastningsförmågan för installation på kabelhylla, klammerfastsättning och motsvarande erhålls genom att multiplicera belastningsförmågan i tabellerna A.52.4...A.52.7 för ledare eller kablar fritt i luft med korrektionsfaktorer pga. anhopningen i tabellerna A.52.17...A.52.19.

Anmärknings till punkterna A.52.4.1 och A.52.4.2:

ANM.1 Korrektionsfaktorerna pga. anhopning är beräknade som medelvärden utgående från olika ledarareor, kabeltyper och installationsförhållanden. Man bör fästa uppmärksamhet vid anmärkningar i alla tabeller. I särskilda fall kan noggrannare beräkningar krävas.

ANM.2 Korrektionsfaktorn pga. anhopningen grundar sig på att ledarna i anhopningen är likvärdigt belastade. Om anhopningen innehåller olika ledardimensioner, skall man kontrollera de mindre ledarnas belastningsförmåga (se A.52.5) (SFS – Handboken 600:sv, s. 235).”

”A52.6.1 (523.8.1) Referensinstallationssätt

Referensinstallationssätt D, punkt 70 i tabell 52-3 (en eller flerledarkabel i marken)










Kablar förlagda i rör av plast, keramik eller metall förlagda direkt i mark som har en värmeresistivitet av $1,0 \text{ K} \cdot \text{m}/\text{W}$ och på ett djup av 0,7 m. I tabell 52-3 ingår de installationssätt för vilka man bestämmer belastningsförmågan enligt referensinstallationssätt D.

Referensinstallationssätt E,F och G punkt 32 och 33 i tabell 52-3 (en eller flerledarkabel fritt i luft)

Kabeln är monterad så att värmeavgivning från kabeln inte hindras. Hänsyn skall tas till andra uppvärmingskällor såsom till exempel solbestrålning. Man bör se till att ett fritt luftflöde inte hindras. Normalt anses att ett fritt avstånd av 0,3 kabeldiametrarr mellan kablar och närliggande ytor, eller en kabeldiameter för enkelledare, är tillräckligt för att uppfylla fodringarna för förläggning fritt i luft. I tabell 52-3 ingår andra installationssätt för vilka man bestämmer belastningsförmågan enligt referensinstallationssätten E, F och G (SFS – Handboken 600:sv, s. 236).”

Tabell A.52-1 Referensinstallationsätt

Tabell A.52-1 (52-B1) Företeckning över referensinstallationsätt

Referensinstallationsätt		Tabell och kolumn				
		Belastningsförmåga för enskild krets		Korrekptionsfaktor för temperaturen	Korrekptionsfaktor för anhopning	
		PVC-isolerad	PEX/EPR-isolerad			
1	2	3	4	5	6	
	Rum Isolerade ledare i rör i en värmeisolerad vägg	A/ A1	A.52-2 kolumn 2/3	A.52-3 kolumn 2	A.52-14	A.52-17
	Rum Flerledarkabel i rör i värmeisolerad vägg	A/ A2	A.52-2 kolumn 2/3	A.52-3 kolumn 2	A.52-14	A.52-17
	Isolerade ledare i rör på vägg	B/ B1	A.52-2 kolumn 4/5	A.52-3 kolumn 3	A.52-14	A.52-17
	Kabel i rör på vägg	B/ B2	A.52-2 kolumn 4/5	A.52-3 kolumn 3	A.52-14	A.52-17
	En- eller flerledarkabel på trävägg	C	A.52-2 kolumn 6/7	A.52-3 kolumn 4	A.52-14	A.52-17
	Flerledarkabel i marken	D	A.52-2 kolumn 8	A.52-3 kolumn 5	A.52-15	A.52-18 och A.52-19
 Avståndet till vägg minst 0,3 gånger kabelns diameter	Flerledarkabel fritt i luften	E	Koppar A.52-4 Aluminium A.52-5	Koppar A.52-6 Aluminium A.52-7	A.52-14	A.52-17
 Avståndet till vägg minst en kabels diameter	Enledarkablar berör varandra fritt i luft	F	Koppar A.52-4 Aluminium A.52-5	Koppar A.52-6 Aluminium A.52-7	A.52-14	A.52-17
 Avståndet minst en kabels diameter	Enledarkablar med inbördes avstånd fritt i luft	G	Koppar A.52-4 Aluminium A.52-5	Koppar A.52-6 Aluminium A.52-7	A.52-14	-

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 237)

Tabell A.52-2 Belastningsförmåga i ampere, PVC

Tabell A.52-2 (52-C1) Belastningsförmågan i ampere för referensinstallationsätten A, B, C och D. PVC-isolerade koppar- eller aluminiumkablar, allmänt tre belastade ledare, likaledes två belastade ledare för mindre dimensioner. Ledarens temperatur 70 °C. Omgivningens temperatur: 25 °C i luft och 15 °C i marken.

Nominell tvärsnittsarea för ledare mm ²	Referensinstallationsätt enligt tabell A.52-1						
	A		B		C		D
	tre belastade ledare	två belastade ledare	tre belastade ledare	två belastade ledare	tre belastade ledare	två belastade ledare	tre belastade ledare
1	2	3	4	5	6	7	8
Koppar							
1,5	14	15	16	17,5	18,5	20	26
2,5	19	20	21	24	25	29	35
4	24	27	29	32	34	38	46
6	31	34	36	40	43	49	57
10	41	46	49	55	60	67	77
16	55	60	66	73	80	90	100
25	72	79	85	95	102	119	130
35	88	97	105	118	126	146	160
50	105		125		153		190
70	133		158		195		240
95	159		190		236		285
120	182		218		274		325
150	208		-		317		370
185	236		-		361		420
240	278		-		427		480
300	316		-		492		550
Aluminium							
16	43		51		62		78
25	56		66		77		100
35	69		82		95		125
50	83		97		117		150
70	104		123		148		185
95	125		147		180		220
120	143		170		209		255
150	164		-		240		280
185	187		-		274		330
240	219		-		323		375
300	257		-		372		430

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 238)

Tabell A.52-3 Belastningsförmåga i ampere, PEX. (SFS 6000, 2008)

Tabell A.52-3 (52-C2) Belastningsförmågan i ampere för referensinstallationssätten A, B, C och D. PEX- eller EPR-isolerade koppar- eller aluminiumledare, tre belastade ledare. Ledarens temperatur: i luft 90 °C, i marken 65 °C. Omgivningens temperatur: i luft 25 °C, i mark 15 °C

Nominell tvärsnittsarea för ledare mm ²	Referensinstallationssätt enligt tabell A.52-1			
	A	B	C	D
1	2	3	4	5
Koppar				
1,5	17	20	23	26
2,5	23	27	31	35
4	31	36	42	46
6	39	45	52	57
10	53	62	71	77
16	70	83	100	100
25	92	109	124	130
35	113	133	153	160
50	135	160	186	190
70	170	202	238	240
95	205	242	289	285
120	236	278	335	325
150	269	–	386	370
185	306	–	441	420
240	360	–	520	480
300	411	–	599	550
Aluminium				
16	57	66	79	78
25	73	87	94	100
35	90	107	116	125
50	108	129	141	150
70	136	162	181	185
95	163	195	219	220
120	187	224	255	255
150	214	–	294	280
185	242	–	336	330
240	283	–	397	375
300	325	–	458	430

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 239)

Tabell A.52-4 Belastningsförmåga i ampere, PVC. (SFS 6000, 2008)

Tabell A.52-4 (52-C3) Belastningsförmågan i ampere för referensinstallationssätten E, F och G i tabell A.52-1. PVC-isolerade kopparledare. Leartemperatur: 70 °C. Omgivningstemperatur: 25 °C

Nominell tvärsnittsarea för ledare	Referensinstallationssätt enligt tabell A.52-1				
	Flerledarkabel		Enledarkabel		
	Tre belastade ledare	Tre belastade ledare i triangel	Tre belastade ledare i samma plan		
			Berör varandra	Med avstånd	
					Vågrätt
E	F	F	G	G	
1	2	3	4	5	6
1,5	19	–	–	–	–
2,5	26	–	–	–	–
4	36	–	–	–	–
6	45	–	–	–	–
10	63	–	–	–	–
16	85	–	–	–	–
25	107	117	121	155	138
35	134	145	152	192	172
50	162	177	184	232	209
70	208	229	238	298	269
95	252	280	291	361	330
120	292	326	340	420	384
150	338	377	395	483	444
185	386	434	453	552	509
240	456	514	537	652	603
300	527	595	622	751	698
400	–	695	730	903	843
500	–	794	836	1041	975
630	–	906	959	1206	1134

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 240)

Tabell A.52-5 Belastningsförmåga i ampere, PVC. (SFS 6000, 2008)

Tabell A.52-5 (52-C4) Belastningsförmågan i ampere för referensinstallationssätten E, F och G i tabell A.52-1. PVC-isolerade aluminiumledare. Ledartemperatur: 70 °C. Omgivningstemperatur: 25 °C

Nominell tvärsnittsarea för ledare mm ²	Referensinstallationssätt enligt tabell A.52-1				
	Flerledarkabel	Enledarkabel			
	Tre belastade ledare	Tre belastade ledare i triangel	Tre belastade ledare i samma plan		
			Berör varandra	Med avstånd	
			Vågrätt	Lodrätt	
	E	F	F	G	G
1	2	3	4	5	6
16	65	–	–	–	–
25	83	89	92	119	105
35	102	111	116	147	131
50	124	136	141	179	161
70	159	176	183	230	208
95	194	215	225	281	255
120	225	251	262	326	299
150	260	290	304	377	347
185	297	334	350	431	399
240	350	397	415	511	474
300	404	460	482	590	550
400	–	558	585	711	667
500	–	647	678	821	774
630	–	754	791	954	903

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 241)

Tabell A.52-6 Belastningsförmåga i ampere, PEX. (SFS 6000, 2008)

Tabell A.52-6 (52-C5) Belastningsförmågan i ampere för referensinstallationssätten E, F och G i tabell A.52-1. PEX- eller EPR-isolerade kopparledare. Ledartemperatur: 90 °C. Omgivningstemperatur: 25 °C

Nominell tvärsnittsarea för ledare mm ²	Referensinstallationssätt enligt tabell A.52-1				
	Flerledarkabel	Enledarkabel			
	Tre belastade ledare	Tre belastade ledare i triangel	Tre belastade ledare i samma plan		
			Berör varandra	Med avstånd	
			Vågrätt	Lodrätt	
	E	F	F	G	G
1	2	3	4	5	6
1,5	24	–	–	–	–
2,5	33	–	–	–	–
4	44	–	–	–	–
6	56	–	–	–	–
10	78	–	–	–	–
16	104	–	–	–	–
25	132	140	147	189	167
35	164	176	183	235	209
50	200	215	225	286	256
70	256	279	290	367	331
95	310	341	356	447	405
120	370	398	416	520	472
150	415	462	483	600	548
185	474	530	554	687	629
240	560	631	659	812	747
300	646	731	765	938	866
400	–	856	902	1128	1048
500	–	984	1038	1303	1216
630	–	1132	1197	1512	1416

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 242)

Tabell A.52-7 Belastningsförmåga i ampere, PEX. (SFS 6000, 2008)

Tabell A.52-7 (52-C6) Belastningsförmågan i ampere för referensinstallationsätten E, F och G i tabell A.52-1. PEX- eller EPR-isolerade aluminiumledare. Ledartemperatur: 90 °C. Omgivningstemperatur: 25 °C

Nominell tvärsnittsarea för ledare mm ²	Referensinstallationsätt enligt tabell A.52-1				
	Flerledarkabel	Enledarkabel			
	Tre belastade ledare	Tre belastade ledare i triangel	Tre belastade ledare i samma plan		
			Berör varandra	Med avstånd	
			Vågrätt	Lodrätt	
	E	F	F	G	G
1	2	3	4	5	6
16	80	–	–	–	–
25	101	107	111	144	127
35	125	134	140	179	159
50	152	165	172	218	195
70	194	214	224	282	254
95	236	263	275	345	312
120	274	308	320	402	365
150	316	357	372	466	424
185	361	411	430	536	489
240	425	490	512	635	583
300	490	569	594	736	678
400	–	689	722	890	824
500	–	800	838	1 030	958
630	–	935	980	1200	1120

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 243)

Tabell A.52-17 Korrektionsfaktorer vid anhopningar. (SFS 6000, 2008)

Tabell A52-17 (52-E1) Korrektionsfaktorer vid anhopningar, som består av flera kretsar eller kablar. Korrektionsfaktorerna används för korrigering av belastningsförmågan i tabellerna A.52-2...A.52-8

Fall	Placering (kablarna berör varandra)	Antal kretsar eller flerledarkablar												Används tillsammans med belastningsförmåga från tabell
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Förknippade i luft, på ytan, infällda eller inkapslade	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	A.52-2...A.52-7 installations-sätt A...F
2	Ett lager på vägg, golv eller operererad kabelhylla	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	För mer än nio flerledarkablar eller kretsar krävs ingen ytterligare korrektion			A.52-2...A.52-3 installations-sätt C
3	Ett lager fäst direkt under ett undertak av trä	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Ett lager på perforerad horisontell eller vertikal kabelhylla	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Ett lager på stege, stöd eller klammer osv.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				A.52-4...A.52-7 installations-sätt E och F
<p>ANM. 1 Dessa korrektionsfaktorer tillämpas på anhopningar av likadana eller lika belastade kablar.</p> <p>ANM. 2 Om det horisontella avståndet mellan två intilliggande kablar överstiger 2 ggr kablarnas totala ytterdiameter behöver ingen korrigering göras.</p> <p>ANM. 3 Samma korrektionsfaktor gäller för: – anhopningar bestående av två- eller tre enledarkablar – flerledarkablar.</p> <p>ANM. 4 Om en installation innefattar både två- och treledarkablar, anses antalet kablar vara detsamma som antalet kretsar. Motsvarande korrektionsfaktor för tvåledarkablar tas från tabellen för två belastade ledare, och motsvarande korrektionsfaktor för treledarkablar från tabellen för tre belastade ledare.</p> <p>ANM. 5 Om en grupp innehåller n enledarkablar kan den endera anses motsvara n/2 kretsar med två belastade ledare eller n/3 kretsar med tre belastade ledare.</p> <p>ANM. 6 De angivna korrektionsfaktorerna är medelvärden inom det areområde och för de installations-sätt som omfattas av tabellerna A.52-2...A.52-7. Korrektionsfaktorernas noggrannhet ligger inom ±5 %.</p> <p>ANM. 7 Vid vissa installationer, samt för förläggningssätt som inte är medtagna i tabellen ovan kan det vara lämpligt att använda korrektionsfaktorer för speciella fall, se exempel i tabellerna A.52-20 och A.52-21.</p>														

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 246)


Tabell A.52-18 Korrigering av belastningsförmåga vid anhopning.

Tabell A.52-19 Korrigering av belastningsförmåga vid anhopning.


Tabell A.52-18 (52-E2) Korrigering av belastningsförmågan vid anhopning av flera än en flerledarkablar eller enledarkablar i mark. (Referensinstallationssätt D i tabellerna A.52-2...A.52-3, en- eller flerledarkablar)

Avstånd mellan kablarna a* mm	Antal flerledarkablar bredvid varandra eller enledargrupper bredvid varandra						
	2	3	4	5	6	8	10
	Korrektionsfaktor						
0	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,46
70	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53
250	0,87	0,79	0,75	0,72	0,69	0,66	0,64

* Flerledarkablar

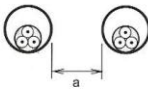


* Enledarkablar



Tabell A.52-19 (52-E3) Korrigering av belastningsförmåga vid anhopning av kablar i rör förlagda i mark (Referensinstallationssätt D i tabellerna A.52-2...A.52-3)

Avstånd mellan rör mm	Antal rör bredvid varandra							
	1	2	3	4	5	6	8	10
	Korrektionsfaktor							
0	0,80	0,75	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
70		0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55
250		0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,65



Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s. 247)

2.1 Huvudcentralens matarkabel

Till industrin kommer att installeras en 630 A huvudcentral där den totala belastningen uppskattningsvis kommer att ligga på cirka 500 A. Elverket planerar att mata industrin med tre stycken parallellkopplade AXMK 4X240 mm² kablar. Eftersom inte full belastning är på så behövs endast två av kablarna, men eftersom man beaktar en eventuell utvidgning så kommer även den tredje att förberedas för. Trots att man enligt beräkningarna skulle klara sig på 150 mm² så var det önskvärt från elbolaget sida att använda 240 mm², då man beaktar förläggningssättet i mark och värmekoefficienten. Framför elcentralen skall det finnas minst 1,2 m fritt utrymme. Då matningskablarna är tre parallellkopplade kablar kommer de att kortslutningsskyddas med 250 A säkringar i början av ledningarna och 200 i slutet av ledningarna. Den teoretiska anslutningseffekten och toppeffekten beräknas enligt formeln $P=U \cdot I \cdot \sqrt{3}$, där U är 400 V och I är 600 A då man beräknar anslutningseffekten och 400 A vid beräkning av toppeffekten. Denna variation i belastning på grund av att man inte exakt vet med säkerhet vilka maskiner som kommer att förflyttas till den nya produktionshallen. Detta ger en teoretiska anslutningseffekt på 415,7 kVA och en toppeffekt på 277,1 kVA.

Huvudkabel: Är förlagd i mark med två ytterligare kablar.

- Strömförbrukning 200 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 200 A => Man väljer 200 A säkringar av typen gG.

Korrektionsfaktor för förläggning i mark.

Temperatur +15 °C och PEX-isolering => 1,07

I mark tre kablar => 0,75

Säkring som är 200 A kräver att kabeln har 221 A belastbarhet.

Belastbarhet i mark $221 \text{ A} : (1,07 \times 0,75) = 275 \text{ A}$

Ledararea ur tabell A.52-3, som ger 150 mm² Al (280 A)

Överlastskydd 200 A gG och AXMK 4X150

2.2 Maskinkabeldimensionering

På grund av den stora strömförbrukningen och de långa avstånden till de större maskinerna så beräknas maskinmatarkablarna skilt för sig. De beräknas med hjälp av formler och tabeller ur SFS 6000.

Tabell B52-1 Minivärde för ledarens belastning för olika säkringars märkström

Säkringens märkström gG typ A	Minivärde på ledarens belastning A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883

Källa: (SFS – Handboken 600:sv, s.251)

Rörlaser: Är förlagd på en perforerad kabelhylla vågrätt med ytterligare en kabel.

- Strömförbrukning 125 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 125 A => Man väljer 125 A säkringar av typ gG.

Korrektionsfaktor för förläggning på hylla.

Temperatur +35 °C och PEX-isolering $\Rightarrow 0,92$

Vågrät hylla två kablar $\Rightarrow 0,88$

Säkring som är 125 A kräver att kabeln har 138 A belastbarhet.

Belastbarhetskrav vågrät sträcka $138 \text{ A}:(0,92 \times 0,88) = 170 \text{ A}$

Ledararea ut tabell A.52-6, som ger 50 mm² Cu (200 A)

Överlastskydd 125 A gG och MCMK 4X50/25

Planlaser 1: Är förlagd på en vågrät perforerad hylla med ytterligare en kabel.

- Strömförbrukning 80 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 80 A \Rightarrow Man väljer 80 A säkringar av typen gG.

Korrektionsfaktor för förläggning av kabel på hylla.

Temperatur +35 °C och PEX-isolering $\Rightarrow 0,92$

Vågrät hylla två kablar $\Rightarrow 0,88$

Säkringen som är 80 A kräver att kabeln har 88 A belastbarhet.

Belastbarhet vågrät sträcka $88 \text{ A}:(0,92 \times 0,88) = 109 \text{ A}$

Ledararean ur tabell A.52-6, som ger 25 mm² Cu (132 A)

Överlastskydd 80 A gG och MCMK 4X25/16

Planlaser 2: Är förlagd på en vågrät perforerad hylla med ytterligare fem kablar.

- Strömförbrukning 100 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 100 A \Rightarrow Man väljer 100 A säkringar av typen gG.

Korrektionsfaktor + 35 °C och PEX-isolering $\Rightarrow 0,92$

Vågrät hylla sex kablar $\Rightarrow 0,76$

Säkringen som är 100 A kräver att kabeln har 110 A belastbarhet.

Belastbarhet vågrät sträcka $110 \text{ A} : (0,92 \times 0,76) = 157 \text{ A}$

Ledararea ur tabell A.52-6, som ger $35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ (164 A)

Överlastskydd 100 A gG och MCMK 4X35/16

Vattenskärare: Är förlagd på en vågrät perforerad hylla med ytterligare fem kablar.

- Strömförbrukning 80 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 80 A \Rightarrow Man väljer 80 A säkringar av typen gG.

Korrektionsfaktor + 35 °C och PEX-isolering $\Rightarrow 0,92$

Vågrät hylla sex kablar $\Rightarrow 0,76$

Säkring som är 80 A kräver att kabeln har 88 A belastbarhet.

Belastbarhet vågrät sträcka $88 \text{ A} : (0,92 \times 0,76) = 126 \text{ A}$

Ledararean ur tabell A.52-6, som ger $25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ (132 A)

Överlastskydd 80 A gG och MCMK 4X25/16

Kompressor, Futura och Unica: Är förlagd på en vågrät perforerad hylla med ytterligare fem kablar.

- Strömförbrukning 35 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 35 A \Rightarrow Man väljer 35 A säkringar av typen gG.

Korrektionsfaktor + 35 °C och PEX-isolering $\Rightarrow 0,92$

Vågrät hylla sex kablar $\Rightarrow 0,76$

Säkring som är 35 A kräver att kabeln har 39 A belastbarhet.

Belastbarhet vågrät sträcka $39 \text{ A} : (0,92 \times 0,76) = 56 \text{ A}$

Ledararean ur tabell A.52-6, som ger $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ (56 A)

Överlastskydd 35 A gG och MMJ 5X6 S

Sax: Är förlagd på en vågrät perforerad hylla med ytterligare fem kablar.

- Strömförbrukning 32 ampere.
- Spänning 400 volt.

Strömbehov 32 A => Man väljer 32 A säkringar av typen gG.

Korrektionsfaktor +35 °C och PEX-isolering => 0,92

Vågrät hylla sex kablar => 0,76

Säkring som är 32 A kräver att kabeln har 35 A belastbarhet.

Belastbarhet vågrät sträcka $35 \text{ A} : (0,92 \times 0,76) = 50 \text{ A}$

Ledararean ur tabell A.52-6, som ger $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ (56 A)

Överlastskydd 32 A gG och MMJ 5X6 S

2.3 Jordning

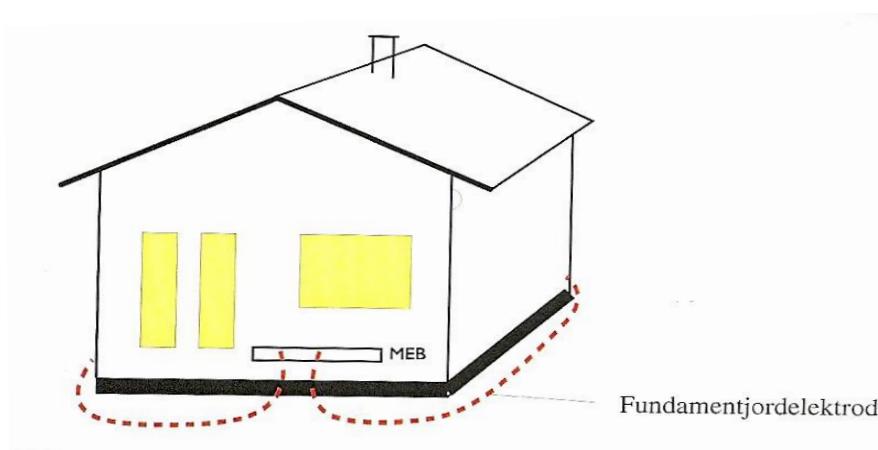
Ur elsäkerhetssynpunkt är huvudsyftet med jordning att begränsa beröringsspänningar och stegspänningar om ett fel skulle uppstå. Jordning i byggnader omfattar även potentialutjämningsystem.

Jordningen har också som uppgift att ur elsäkerhetssynpunkt hindra överföring av farliga spänningar från ett system till ett annat, att hindra uppkomsten av läckströmmar, gnistor och ljusbågar samt att skapa funktionsförutsättningar för jordfels- och felskydd (D1 2009, s. 270).

2.4 Potentialutjämnning

I detta arbete är fundamentaljordelektroden en sluten ringformad kopparledning vars diameter är 25 mm². Hallen består av fyra stycken separata betongplattor där fyra stycken 10 mm² betongjärn sammanbinds med 25 mm² kopparledning till huvudpotentialskenan. En 25 mm² kopparledning ansluts sedan till huvudcentralen från huvudpotentialskenan.

För att förhindra att främmande ledande delar skall ha olika potential mot jordningen så sammanbinds de till huvudpotentialskenan. I detta fall avses alla vattenledningsrör, ventilationsrör och kabelhyllor (D1 2009, s. 276) (Annanpalo, J. Koivisto, P. Nurmi, T. Roine, R. Saastamoinen, A. Taimisto, S. Tiainen, E. Ruotsin, J. Väyrysen, O. & Ylinen, T. (2007)).



Figur 1. Fundamentjordelektrod

Källa: (D1 2009, s. 275)

2.5 Jordfelsbrytare

Jordfelsbrytaren är ett tilläggsskydd som skyddar med snabb frånkoppling av matning och så är det ett brandskydd tillika. Ifall en jordfelsbrytare skall vara personsäker så skall den vara högst märkt med 30 mA och ifall jordfelsbrytaren används som brandskydd får den högst vara märkt med 300 mA. Jordfelsbrytaren kan fungera med summaströmmen av ytterledaren och neutralledaren eller så med strömmen i skyddsledaren. Normalt sker utlösningen med hjälp av fjäderkraft (D1 2009, s. 111, 112).

I planeringsprojektet har alla uttagsgrupper ett tilläggsskydd det vill säga jordfelsbrytare, förutom de maskiner som har ett bestämt uttag så som spis, kylskåp, diskmaskin och UPS.

2.6 EMC

Elektromagnetisk kompatibilitet behandlar frågan om störningar från olika källor. Industrihallen är ett TN-S system. Detta betyder att från transformatorn till huvudcentralen har matningen kombinerad noll och jordledare, PEN. I huvudcentralen delas PEN-ledaren upp i nolledare N och jord PE.

TN-S systemet är en viktig förutsättning för EMC-skyddet. Andra åtgärder för att förbättra EMC-skyddet i projektet är att separera störningskänsliga kablar så som kommunikationskablar från matningskablarna detta kan uppnås genom att placera kablarna tillräckligt långt ifrån varandra eller genom att dra kablarna på separata hyllor. Användningen av potentialutjämning förbättrar också EMC-skyddet (SFS – 600:sv, s. 165) (D1 2009, s. 67).

Installationen mellan frekvensomriktare och respektive motor EMC-skyddas genom att använda MCCMK, säkerhetsbrytare av EMC-typ och för ändamålet avsedda genomföringar av EMC-typ.

2.7 Kortslutningsström

Med hjälp av kortslutningsströmmen kan man beräkna fränkopplingstiden som skyddar den termiska påverkningen på ledarna under kortslutningen. Då man beräknar kortslutningen behöver man ta reda på kortslutningsströmmen vid anslutningspunkten. Enligt elverkets teoretiska beräkning är kortslutningsströmmen 11,6 kA i anslutningspunkten och det uppmätta värdet i centralen 2,87 kVA (D1 2009, s. 134).

Med hjälp av formeln:

$$Z_v = \frac{c * U}{I_{kv} * \sqrt{3}}$$

c = korrektionsfaktor (0,95)

U = huvudspänning

I_{kv} = korslutningsströmmen i anslutningspunkten

Z_v = impedansen före anslutningspunkten

Då man beräknat Z_v kan man beräkna kortslutningsströmmen med hjälp av kabelns impedansvärde och ledningens längd.

$$Z_{kabel} = l * Z$$

$$Z_k = Z_{kabel} + Z_v$$

$$I_k = \frac{c * U}{Z_k * \sqrt{3}}$$

Z_{kabel} = impedans (Ω)

l = kabelns längd (km)

Z = kabelns nominella impedans ($\frac{\Omega}{km}$)

Z_k = kretsens totala impedans (Ω)

I_k = teoretisk kortslutningsström (A)

Tabell 41.6 Approximativa impedanser

Tabell 41.6. Approximativa impedanser för kablar (Ω/km) vid 80 °C ledartemperatur.

Ledararean A/mm ²	Koppar			Aluminium		
	Resistans r	Reaktans x	Impedans z	Resistans r	Reaktans x	Impedans z
4 × 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 × 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 × 4	5,480	0,107	5,480			
4 × 6	3,660	0,100	3,660			
4 × 10	2,244	0,094	2,246			
4 × 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 × 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 × 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 × 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 × 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 × 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 × 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 × 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 × 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 × 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 × 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Källa: (D1 2009 sid 93)

Tabell 41.5. Minsta kortslutningsströmmar som krävs för gG-smältskydd

Tabell 41.5. Minsta kortslutningsströmmar, som krävs för gG-smältskydd.

Märkström A	Minsta utlösningsströmmar för gG-smältskydd och värden som krävs vid mätning			
	gG-smältskydd 0,4 s A	Värdet, som krävs vid mätning A	gG-smältskydd 5,0 s A	Värdet, som krävs vid mätning A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10 625	5100	6375

Källa: (D1 2009 sid 91)

Beräkning:

$$Z_v = \frac{0,95 * 400 V}{11,6 kA * \sqrt{3}} = 0,0189 \Omega$$

Kortslutningsströmmar hos de olika GC-centralerna.

GC1

$$Z_{MCMK} = (2 * 0,030)km * 1,415 \frac{\Omega}{km} = 0,0849 \Omega$$

$$Z_{k1} = (0,0849 + 0,0189)\Omega = 0,1038\Omega$$

$$I_{k1} = \frac{0,95 * 400 V}{0,1038 \Omega * \sqrt{3}} = 2113,6 A$$

GC2

$$Z_{MCMK} = (2 * 0,040)km * 1,415 \frac{\Omega}{km} = 0,1132 \Omega$$

$$Z_{k2} = (0,1132 + 0,0189)\Omega = 0,1321 \Omega$$

$$I_{k2} = \frac{0,95 * 400 V}{0,1321 \Omega * \sqrt{3}} = 1660,8 A$$

GC3

$$Z_{MCMK} = (2 * 0,120)km * 1,415 \frac{\Omega}{km} = 0,3396 \Omega$$

$$Z_{k3} = (0,3396 + 0,0189)\Omega = 0,3585 \Omega$$

$$I_{k3} = \frac{0,95 * 400 V}{0,3585\Omega * \sqrt{3}} = 611,9 A$$

Minsta tillåtna kortslutningsström vid 5 sekunders återkoppling är 320 A och för 0,4 sekunders återkoppling är det 550 A som fås ur tabell 41.5 D1 2009 sidan 91.

3 Belysning, våta och fuktiga utrymmen

3.1 Belysning

En bra belysning på en arbetsplats hjälper till att höja prestandan. Den ger personalen en möjlighet att fokusera bättre vilket leder till ökad produktivitet. Bra belysning minskar även trötthet och höjer säkerheten i arbetsmiljön.

Belysningsstyrkan mäts i lux vilket motsvarar lumen/m². 1000 lumen som belyser en 1 kvadratmeter stor yta har en belysningsstyrka på 1000 lux, men 1000 lumen som belyser en 10 kvadratmeter stor yta har en belysningsstyrka på 100 lux.

På grund av armaturernas verkningsgrad och reflektionen som fås från väggar och golv och av spilljus leder det till att det inte är fullt så enkelt att beräkna ljusstyrkan, varje gång ljus reflekteras mot någon yta så försvagas ljuset. I stället beräknar man ett rumsindex med hjälp av formeln.

$$k = \frac{L * B}{hm * (L + B)}$$

$k = \text{rumsindex}$

$L = \text{längd}$

$B = \text{bredd}$

$hm = \text{armaturernas montage höjd över beräkningsplanet}$

Belysningens verkningsgrad kan utläsas ur tabeller då man förutom rumsindexet även känner till rumsytornas reflektionsfaktorer. Man använder ett standardvärde på 0,20 för golvets reflektion. Kontorsutrymmens tak brukar man välja till 0,7 och väggarna till 0,5, i industrilokaler används 0,5 respektive 0,3. På grund av nedsmutsning av ljusarmaturerna och minskningen av ljusstyrkan på grund av ålder så bör man beakta bibehållningsfaktorn β . Bibehållningsfaktorn brukar ligga emellan 0,5 och 0,8 (Ljuskultur).

Tabell. Reflektionsförhållande och belysningsverkningsgrad

Reflektionsförhållande									
Tak	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,0
Väggar	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1	0,0
Golv	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
Belysningsverkningsgrad (%)									
umsindex k									
0,60	30	25	22	29	25	22	25	22	21
0,80	37	33	29	36	32	29	32	29	28
1,00	43	38	35	42	38	35	37	34	33
1,25	47	43	40	46	43	40	42	39	38
1,50	51	47	44	49	46	43	45	43	41
2,00	55	52	49	53	51	48	49	47	45
2,50	58	55	53	56	54	51	52	50	48
3,00	60	57	55	58	56	54	54	52	50
4,00	62	60	58	60	58	57	56	55	52
5,00	64	62	61	61	60	59	58	57	54

Källa: (Halonen, L. & Lehtovaara, J. (1992))

Med hjälp av dessa faktorer kan man med en formel beräkna belysningsstyrkan och eventuellt antalet armaturer. Formeln lyder enligt följande:

$$E = \frac{N * n * \Phi * \eta * \beta}{A}$$

E = medelbelysningsstyrka, lux

N = antalet armaturer

n = antalet ljuskällor i armaturer

Φ = ljusflödet från varje ljuskälla

η = belysningsverkningsgraden

β = bibehållningsfaktorn

A = arean av den belysta ytan

Kunden önskemål på belysningsstyrka i industrihallen är cirka 350 lux. Produktionshallen har en längd 51,11 m och en bredd på 30,76 m, vilket ger att den totala belysta ytan blir 1572,14 m². Takhöjden är 5 m. Då planeringen sker för en industrihall väljs 0,5, 0,3 och 0,2 till reflektionsvärden för tak, väggar och golv. Phillips 58 W 840 T5 utstrålar 5200 lm.

Rumsindex:

$$k = \frac{L * B}{hm * (L + B)}$$

$$\frac{51,11 * 30,76}{(5 - 0,85) * (51,11 + 30,76)} = 4,63$$

Ur tabellen fås resultatet att belysningsverkningsgraden blir 58 % när man har fastställt dessa fyra faktorer.

Antalet armaturer beräknas då enligt följande:

$$N = \frac{E * A}{n * \Phi * \eta * \beta}$$

$$\frac{350 * (51,11 * 30,76)}{2 * 5200 * 0,6 * 0,5} = 176$$

Dessa 176 lampor skulle fördelas på 8 rader med 22 lampor per rad.

Nu visar det sig så att den tänkta armaturen för industrihallen har en verkningsgrad på 96,4 %, vilket minskar antalet armaturer betydligt.

$$\frac{350 * (51,11 * 30,76)}{2 * 5200 * 0,964 * 0,5} = 109,8$$

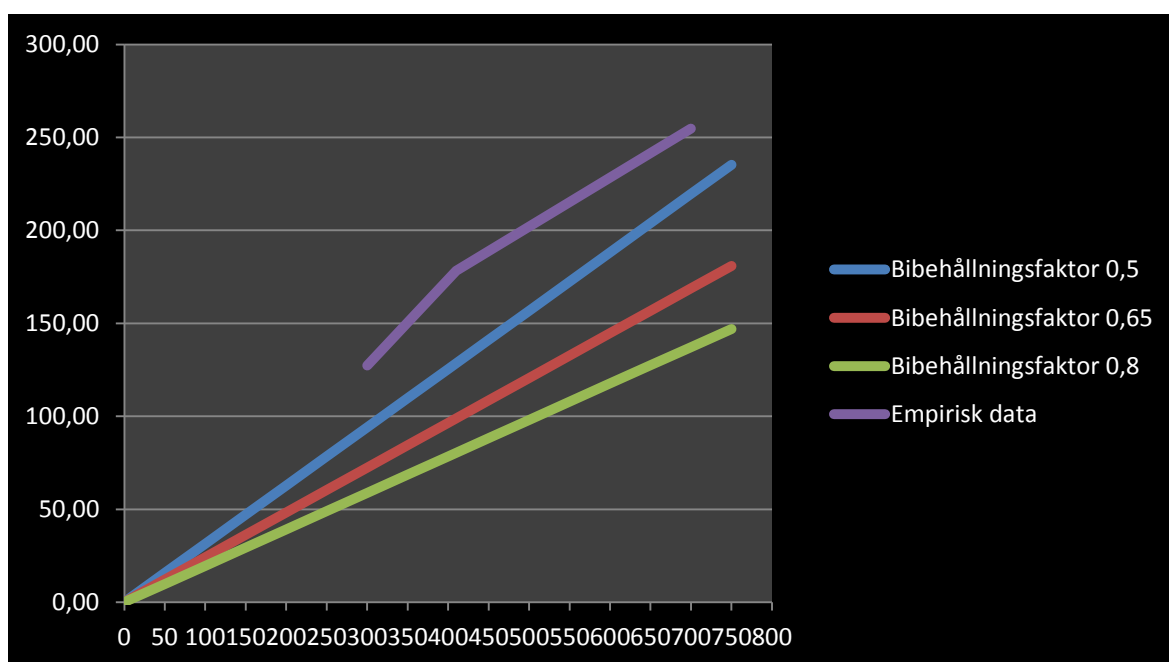
Denna beräkning beskriver den sämsta tänkbara situationen med tanke på nedsmutsning och föråldringen.

Under de bästa förhållanden i industrihallen då nedsmutsningen är väldigt liten skulle följande antal armaturer vara teoretiskt lämpligt för en belysningsstyrka på 350 lux.

$$\frac{350 * 51,11 * 30,76}{2 * 5200 * 0,964 * 0,8} = 68,6$$

En empirisk studie utfördes vid en liknande industrihall med dimensionerna 24*18 meter med takhöjden 5 meter. Den totala ytan hos denna industrihall är 432 m² alltså 3,68 gånger mindre än arean hos planeringsobjektets hall.

Då belysningsförhållandet är linjärt i proportion med arean, belysningsstyrkan och armaturmängd, så för att komma upp till samma area så användes det empiriska resultatet gånger en faktor på 3,68. Genom dessa värden framställdes en tabell där x-axeln är belysningsstyrkan i lux och y-axeln armaturmängd.



Figur 2. Förhållande mellan armaturmängd och belysningsstyrka

Då man beräknar den teoretiska belysningsstyrkan utgår man ifrån att hallen är oinredd. Likaså ljusflödet som kommer från eventuella fönster är svårt att beakta då man gör en teoretisk beräkning. Det var ljust ute då den empiriska studien gjordes likaså var industrihallen inredd med ett antal maskiner som skuggar och gör att ljuset sprids annorlunda. Likaså är mätningen gjord vid ungefär en människas midjemått och vid den teoretiska beräkningen vid 0,85 m över golvet (Ljuskultur) (Halonen, L. & Lehtovaara, J. (1992)).

3.2 Våta och fuktiga utrymmen

Enligt SFS-6000, 2006 andra utgåvan:

"Definitionen på fuktiga utrymmen är:

Ett utrymme, där luften normalt eller ofta är så fuktig, att fuktigheten kondenseras på väggarna, i taket eller på ytan av elmateriel, men där vattendroppar förekommer i undantagsfall.

I sådana utrymmen ska materiel av kapslingsklass IPX1 användas.

Definitionen på våta utrymmen är:

Område 0 är den invändiga delen av badkar eller duschkar. Om det i utrymmet finns en dusch utan kar begränsas område 0, horisontellt av golvet och ett plan 0,05 m ovanför golvet. Vertikalt avgränsas området av ett vertikalplan som är på

Ett utrymme, där luften normalt eller ofta är så fuktig, att vattendroppar bildas av kondenserat vatten på väggar, i tak eller på ytan av elmateriel eller elmaterielen annars är utsatt för vatten.

I sådana fall skall material av kapslingsklass IPX4 användas.

Våta utrymmen indelas i zoner från 0 till 3.

0,6 m horisontalt avstånd från duschens munstycke eller duscharmaturen på väggen.

Område 1 begränsas av:

Om det i utrymmet finns bad- eller duschkar, ett vertikalplan vid bad- eller duschkarets begränsningslinje. Om duschen saknar kar, ett vertikalplan, som befinner sig på 0,6 m avstånd från duschens munstycke eller duscharmaturen på väggen.

Horisontalt vid övre gränsen av område 0 och ett horisontalplan på 2,25 m höjd över golvet.

Utrymme under ett badkar eller duschkar hör även till område 1, om utrymmet är åtkomligt utan verktyg.

Område 2 begränsas av:

Vertikala plan vid yttre gränsen av område 1 och ett plan i samma riktning 0,6 m utanför område 1.

Golvet och ett horisontalplan 2,25 m över golvet.

Område 3 begränsas av:

Vertikala plan vid yttre gränsen av område 2 och ett plan i samma riktning 2,4 m från yttre gränsen av område 2.

Golvet och ett horisontalplan 2,25 m över golvet.

Dessutom, om innertaket befinner sig på över 2,25 m höjd över golvet, hör område 1 och 2 till område 3, dock till högst 3 m ovanför golvet.

Elmaterial i olika områden skall ha minst följande kapslingsklasser:

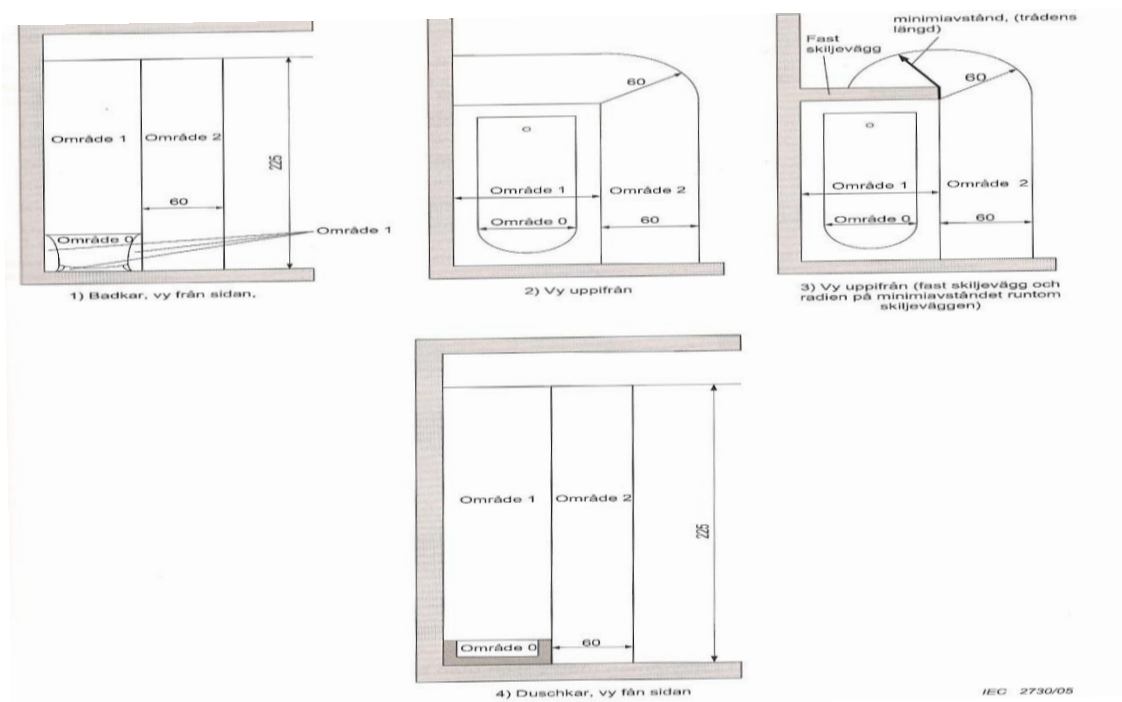
I område 0: IPX7.

I område 1 och 2: IPX4 i offentliga badutrymmen, om det är sannolikt att utrymmena rengörs genom vattenspolning, skall kapslingsklassen vara IPX5.

I område 3 rekommenderas material av kapslingsklass minst IPX1. I offentliga badutrymmen, om det är sannolikt att utrymmena rengörs genom vattenspolning, skall kapslingsklassen vara IPX5 (D1 2006, s. 236)."

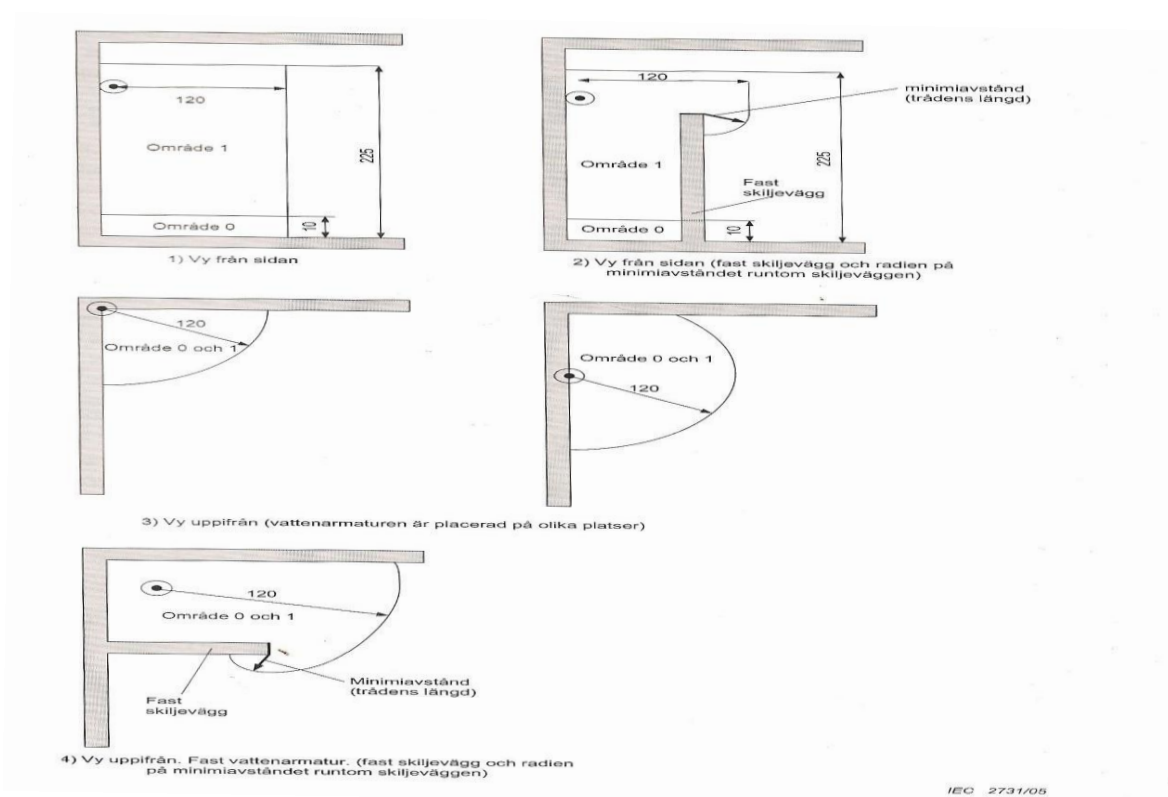
Alla badrum klassas som våta utrymmen likaså klassas vattenskärningshallen till våta utrymmen då vattenstänk förekommer från vattenskäraren. Till de sociala våta utrymmena hör toaletter, dusch och städskrubb där alla uttag har en kapslingsklass på IP44. I toaletterna placeras uttagen på 1,7 m höjd. På grund av de sociala duschutrymmens frekventa användning valdes det att inte installeras uttag i dem utan endast belysning. Belysningens IP-klass i de våta utrymmena är av IP44.

I männens sociala utrymme placeras belysningsarmaturen på 1,9 m höjd ovanför handfatena och armaturen är av kapslingsklass IP44. Uttaget bredvid handfatet i omklädningsrummet är på höjden 1,7 m. I kvinnornas sociala utrymme placerades ett uttag bredvid handfatet på en höjd av 1,7 m. (se bilaga 7, Uttag våning 1)



Figur 3. Områdes indelning med badkar

(SFS 6000, sid 343)



Figur 4. Områdes indelning utan badkar

(SFS 6000, sid 344)

4 Faskompensering

Med faskompensering avses att belastningens effektfaktor ökar och dess fasvinkel minskar. Faskompenseringen varierar beroende på den reaktiva lastens typ. Induktiva laster faskompenseras med hjälp av kapacitans medan kapacitiva laster kompenseras med induktanser. Med hjälp av faskompensering kommer den reaktiva effekten att pendla mellan förbrukaren och kondensatorbatteriet i stället för förbrukaren och elbolaget.

Faskompenseringen förbättrar kvaliteten på spänningen och minimerar övertoner. I elnätet finns aktiv och reaktiv effekt, det är den aktiva effekten man vill åt för det är den som gör arbetet. Den reaktiva effekten behövs men bara på vissa områden, till exempel för att magnetisera en motor så att den skall kunna starta här behövs den reaktiva effekten endast i kablar nära motorn.

Företag har tillgång till faskompenseringsutrustning som själv producerar den reaktiva effekten till motordrifterna. På detta sätt slipper man betala elleverantören för den reaktiva effekten. Faskompenseringen förlänger även livslängden på transformatorerna då den sänker belastningen på dem (ABB) (Wikipedia).

Den uppskattade $\cos \phi$ utan faskompensering ligger på 0,83 och önskas vara ungefär 0,95 med faskompensering för maskinparken. Detta beräknas enligt formeln:

$$Q = \frac{P}{\theta} * (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

Q är reaktiva effekten

P är aktiva effekten (uppskattas till 160kW, ~400 A belastning)

θ är verkningsgraden (bör ej beaktas i detta fall)

$\tan \phi_1$ är fasvinkeln utan faskompensering

$\tan \phi_2$ är fasvinkeln önskad kompensering

Beräkning:

$$\cos^{-1} 0,83 = 33,9^\circ$$

$$\cos^{-1} 0,95 = 18,2^\circ$$

$$Q = 160kW * (\tan 33,9^\circ - \tan 18,2^\circ) = 54910,2 \text{ VAr}$$

Ett lämpligt faskondenseringsbatteri skulle vara NORELCO:s NACBn som är ett golvmonterat faskompenseringsbatteri. I denna kabinettt kan man sätta in kassetter på 12,5 kVAr, 25 kVAr och 50 kVAr. I en kabinettt kan man sätta upp till sex kassetter, vilket ger max 300 kVAr per kabinettt. Den behöver ingen särskild uppstartningsprocedur då den använder en mikroprocessbaserad kontroll med färdiga fabriksinställningar (Norelco).



Figur 5. Faskompenseringskabinettt

Källa: (Norelco)

Vid den gamla produktionshallen fanns sedan tidigare installerad kondensatorbatteri vilket flyttas enligt kundens önskemål till den nya produktionsanläggningen.

Teknisk data:

LSE 25X4-400-8A

Q_n 100 kVAr

U_n 400 V

I_n 144 A

4X25 kVAr

C_1 3X166 μ F

För belysningen beräknades den totala reaktiva effekten till 23,5 kVAr men den behöver ej beaktas vid faskompenseringen av maskinparken då armaturerna är färdigt faskompenserade.

5 Resultat och diskussion

5.1 Resultat

Elplaneringen är nu klar och kommer att användas vid byggandet av industrihallen. Då en utomstående entreprenör tog på sig den fysiska aspekten av arbetet kompletteras elritningarna av denne så att färdigställandet av slutritningarna kan förverkligas.

Den planerade elcentralen planerades i ett tidigt skede för att beställningstiden på den var lång.

5.2 Diskussion

Det var som att stiga in i en annan värld då jag visste att jag skulle göra en elplanering för en industrihall. Tidigare har jag gjort elplaneringar för egnahemshus, par- och radhus, men dessa gjordes för hand. Nu införskaffades AutoCad så att man skulle få ett snyggare resultat för kunden.

Då det tog ett par veckor innan AutoCad levererades så beslöt vi oss att börja elplaneringen för hand på ett vanligt ritbord och sedan flytta över ritningarna till AutoCad, vilket för mig var mycket enklare då jag endast hade en grundkurs inom AutoCad.

I nutid går det väldigt bra att elplanera i AutoCad. Jag har planerat många olika projekt vilket inkluderar egnahemshus, parhus, radhus, lägenheter, kontorsutrymmen, garage och villor. Men att börja sin AutoCad karriär med att planera en 2000 m² stor industrihall är inte att rekommendera.

En annan stor utmaning var att planera elcentralen och planera ett centralschema för en så stor anläggning. Detta gjordes genom nära samarbete med arbetsgivaren då detta var ett helt nytt kapitel för mig.

Det är tidskrävande och svårt att elplanera ett stort projekt då små detaljer utgör stora kostnader för kunden då man exempelvis tänker på hur många kabelhyllor som behövs och vilken rutt som är bäst lämpad för att dra kabeln.

Det har varit väldigt givande att planera detta objekt fastän det varit väldigt krävande. Att de har kommit igång med genomförandet av elplaneringen känns väldigt bra.

6 Källförteckning och bilageförteckning

6.1 Källförteckning

ABB

Faskompensering

<http://www.abb.se/cawp/seabb361/fa9589bd479cdd40c125739a0035d0f7.aspx>

(Läst 25.10.2011 kl. 14.00)

Annapalo, J. Koivisto, P. Nurmi, T. Roine, R. Saastamoinen, A. Taimisto, S. Tiainen, E. Ruotsin, J. Väyrysen, O. & Ylinen, T. (2007) *Maadoituskirja*. Esbo: Painokurki OY

D1-2002 (2002)

Handboken om byggnaders elinstallationer

Edita

ISBN 952-5382-39-7

Esbo

D1-2009 (2010)

Handboken om byggnaders elinstallationer

Edita

ISBN 978-952-231-008-8 (nid.)

Esbo

Faskompensering

<http://sv.wikipedia.org/wiki/Faskompensering>

(Läst 25.10.2011 kl. 14.30)

Halonen, L. & Lehtovaara, J. (1992) *Valaistustekniikka*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino O

Ljuskultur

Verkningsgradsmetoden

<http://www.ljuskultur.se/fakta-och-miljo/belysningsplanering/att-planera-och-berakna-belysning/verkningsgradsmetoden/>

(Läst 5.8.2011 kl. 15.00)

Norelco

PFC-Systems

<http://www.norelco.fi/index.php?pid=71&lg=en>

(Läst 25.10.2011 kl. 13.00)

SFS – Handbok 600:sv (2008)

Lågspänningselinstallationer och säkerhet vid elarbeten

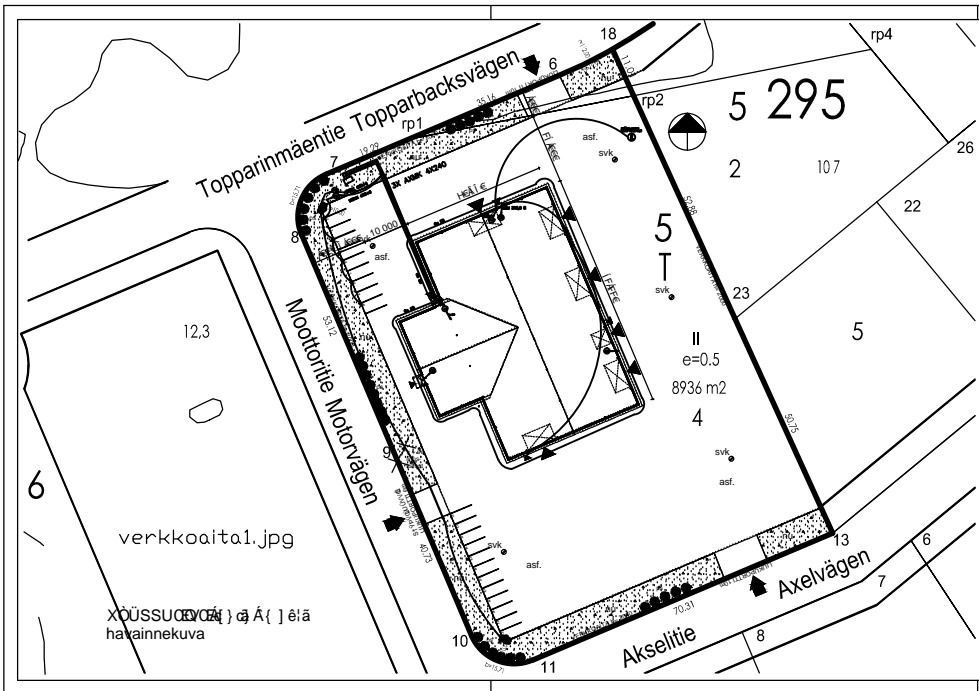
ISBN 978-952-5650-57-0

Helsingfors

6.2 Bilageförteckning

Ritningar

Nr.	Innehåll	Sidantal
1.	Situationsplan	1
2.	Maskinkabeldragning	1
3.	Uttag produktionshall	1
4.	Belysning produktionshall	1
5.	Nödbelysning och rökgasluckor	1
6.	Brandalarm	1
7.	Uttag våning 1	1
8.	Belysningvåning 1	1
9.	Ventilation	1
10.	Uttag våning 2	1
11.	Belysning våning 2	1
12.	Centralschema	8
13.	Manöverschema belysning	11
14.	Elcentral	2



Rakennuksen laajuus:

	1.kerros	2.kerros	Yht.
Huon.alat	1 734,0 (sis. vss)	171,0	1 905,0
Tekn.tilat	195,0	20,0	215,0
Krs.alat	1 795,0	222,0	2 017,0
Tilavuus			11 430

RAKENNUKSEN PALOTEKNINEN SELVITYS

Paloluokka P3, palovarallisuusluokka 1

	KÄYTTÖTILAT		KÄYTTÖTILAT		KÄYTTÖTILAT		KÄYTTÖTILAT	
	Ei 30	Ei 30	Ei 30	Ei 30	Ei 30	Ei 30	Ei 30	Ei 30
TOIMISTOTILAT	0	0	0	0	0	0	0	0
ULOTTAKOTILAT	0	0	0	0	0	0	0	0
TEKNISET TILAT	0	0	0	0	0	0	0	0

Hilttop Oy / Uudisrakennus

Vaestösuojeluohjelma, Kuukausi-ohjelmajärjestelmä

Kerrosalut: 1.kerros 1795,0m²
2.kerros 222,0m²
Yht. 2017,0 m²

Suojattilan tarve: krs.ala x21% = 2017 m²

Yht.	Var.suojatila	Lisätilat
20,00	2,00	22,00

Yhteensä: 22,00 m²

Huonokomäärä: 0,75m²/hlö 26 hlö

Varsinaiseen suojattilaan kuuluvat tilavaraukset:

Yht.	Var.suojatila	Lisätilat
2,00	2,00	22,20

Yhteensä: 24,20 m²

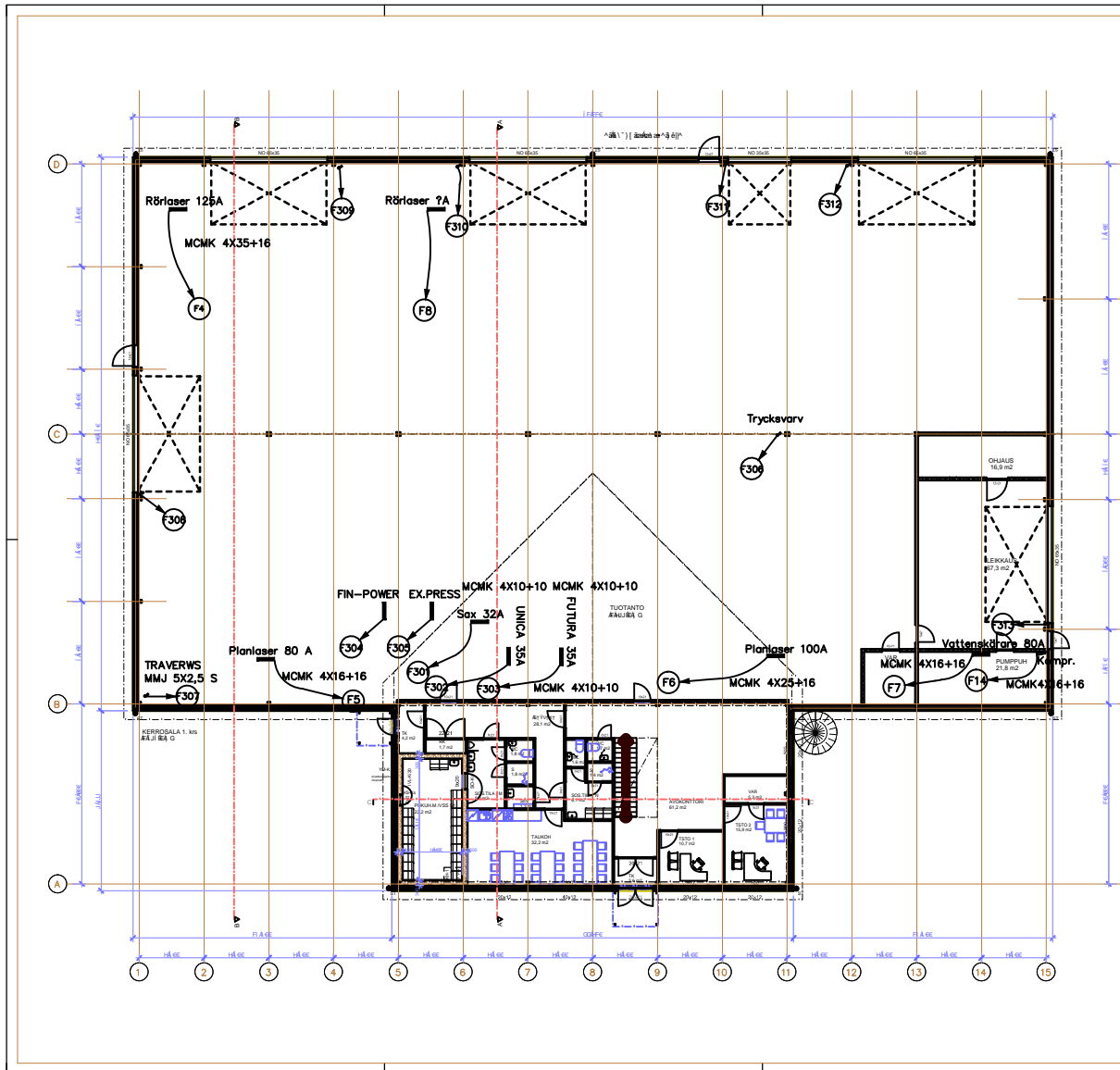
Normaalikäytön tilat: 22,00 m²
Välikäytävät: 2,20 m²

Koko: 24,20 m²

Istutukset: pensassembra yhtiö 30 kpl

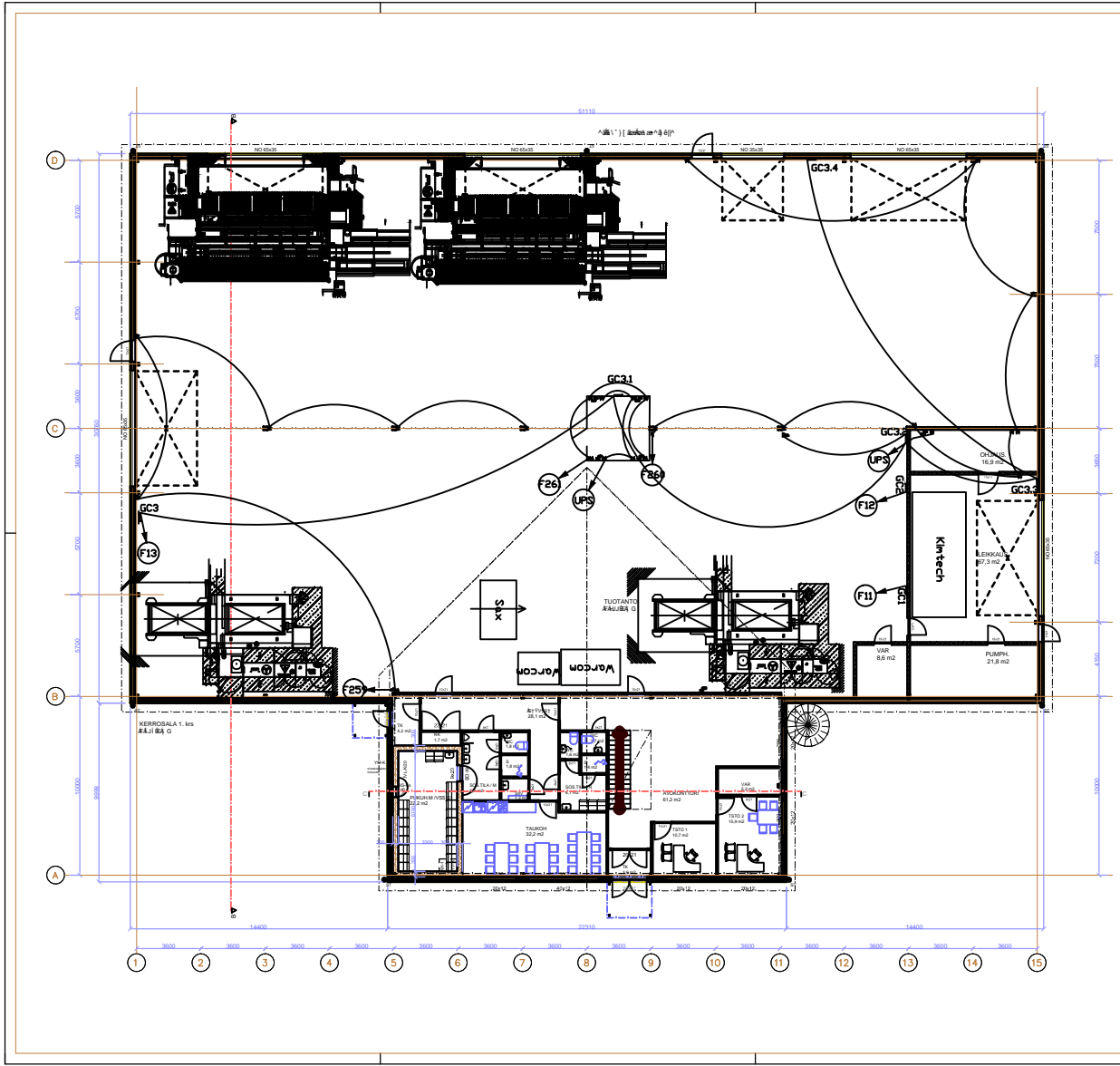
AUTOPAIKKALASKELMA
KERROSALA 2017,0 ()
AUTOPAIKKATARVE 1 kpl
Asemapiirissä on esitetty 22 ap.

Käyttötarkoitus: asuinrakennus		Suojattilan määritys: 26,4	
Rakennusvaihe: UUDISRAKENNUS		Puhdusluokka: BELYSNING UTE, UTTAG UTE	
Rakennusvaihe: Hilttop		Suojattilan määrä: 1:500	
Rakennusvaihe: EL-SLOTTE		Suojattilan määrä: SÄHKÖ	
Rakennusvaihe: KYRNABBÄCKEN 23		Suojattilan määrä: 26,4	
Rakennusvaihe: 6850 ÖJA		Suojattilan määrä: 1:500	
Rakennusvaihe: Hilttop Oy		Suojattilan määrä: ARK 1	
Rakennusvaihe: VUURUOJEN OY		Suojattilan määrä: 1:500	
Rakennusvaihe: arkintekninen arkkitehtuurit oy		Suojattilan määrä: 1:500	

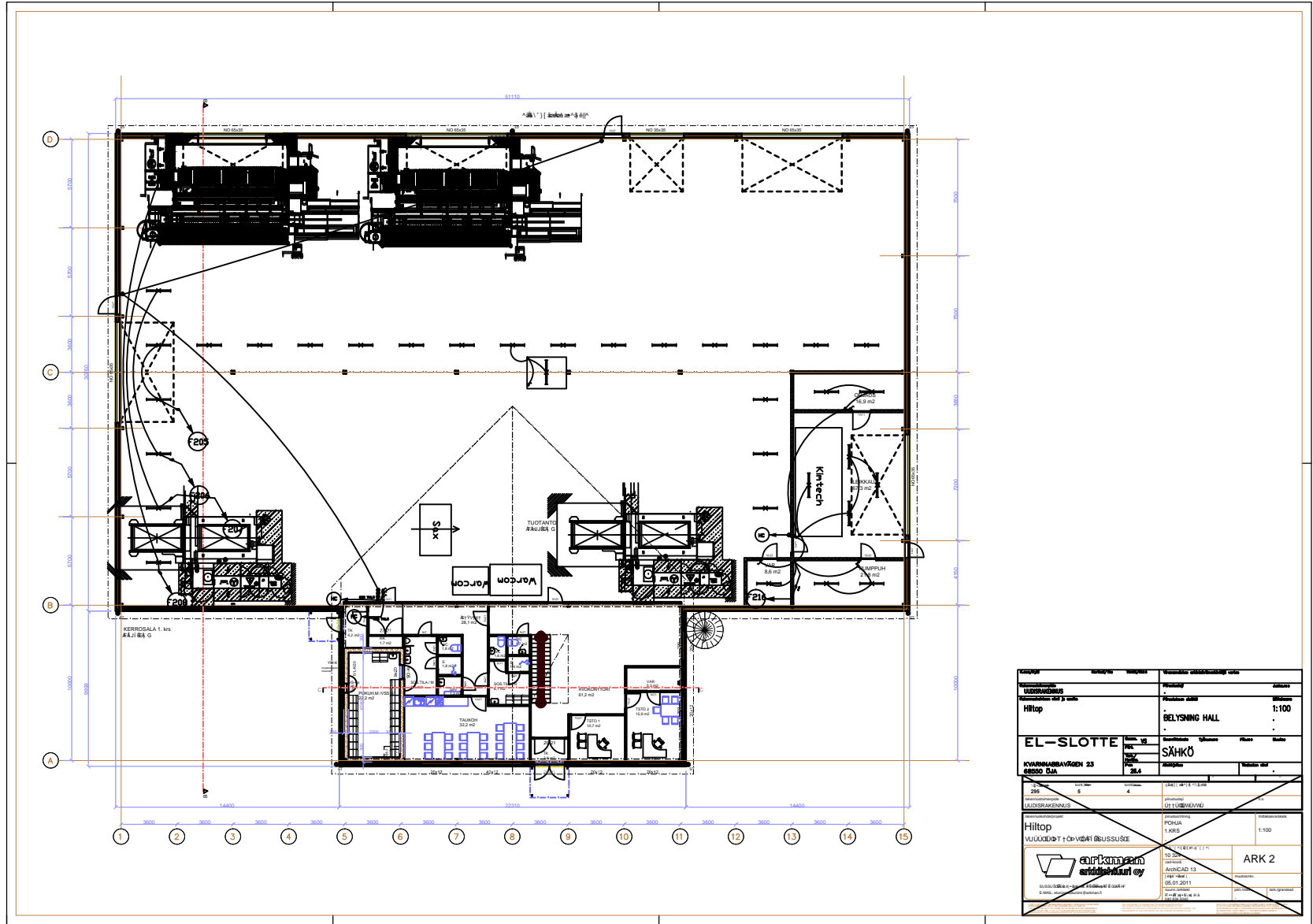


Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	
EL-SLOTTE Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	
Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	
Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	

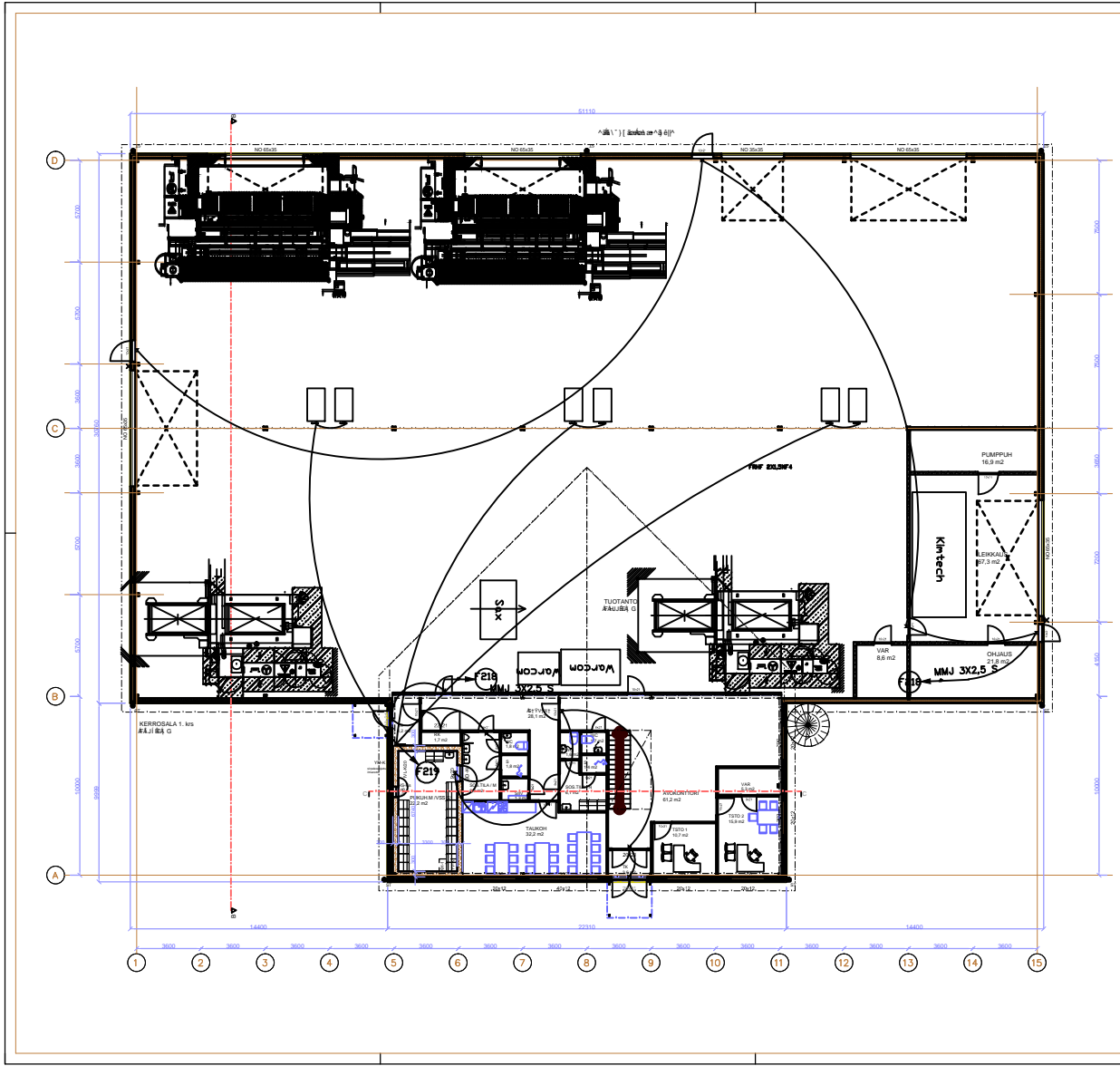
Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	
Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	
Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	
Hitop Yrityksen nimi ja osoite Yrityksen nimi ja osoite		Piirustuksen laajuus ja määrä Yhteensä 200 kpl	



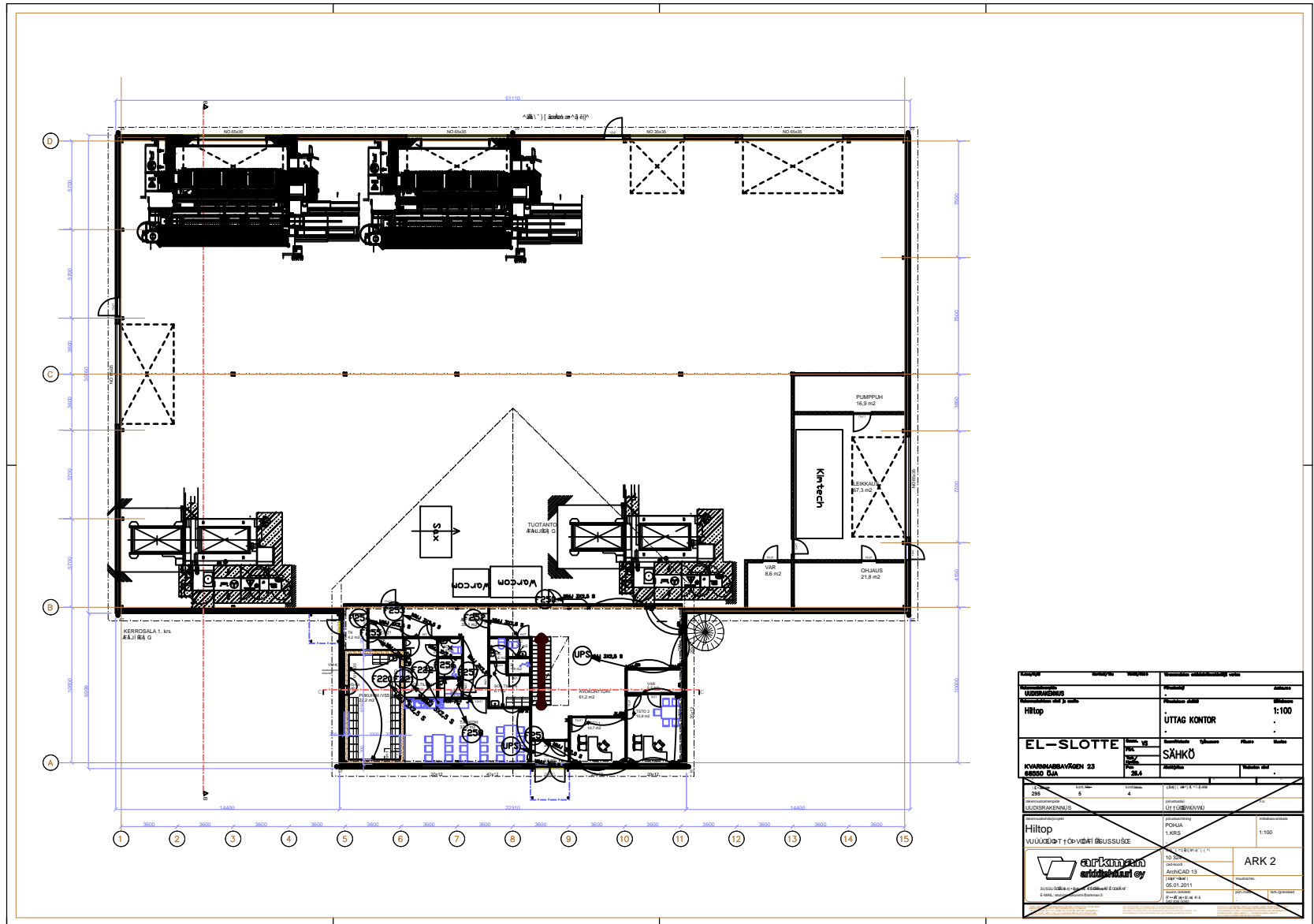
Kauppi	Asiantuntija	Projekti	Luokitus	Maastalon sijaintipaikka	Maastalon nimi
UUSIKUUSIS					
Hittop				JITTAG HALL	1:100
EL-SLOTTE	Yht. V. 10	Yht. P. 25.4	Yht. S. 15.6	SÄHKÖ	
KIVINKALIBAYANEN 23					
2300	5	4			
UUSIKUUSIS					
Hittop					
UUSIKUUSIS					
ARK 2					



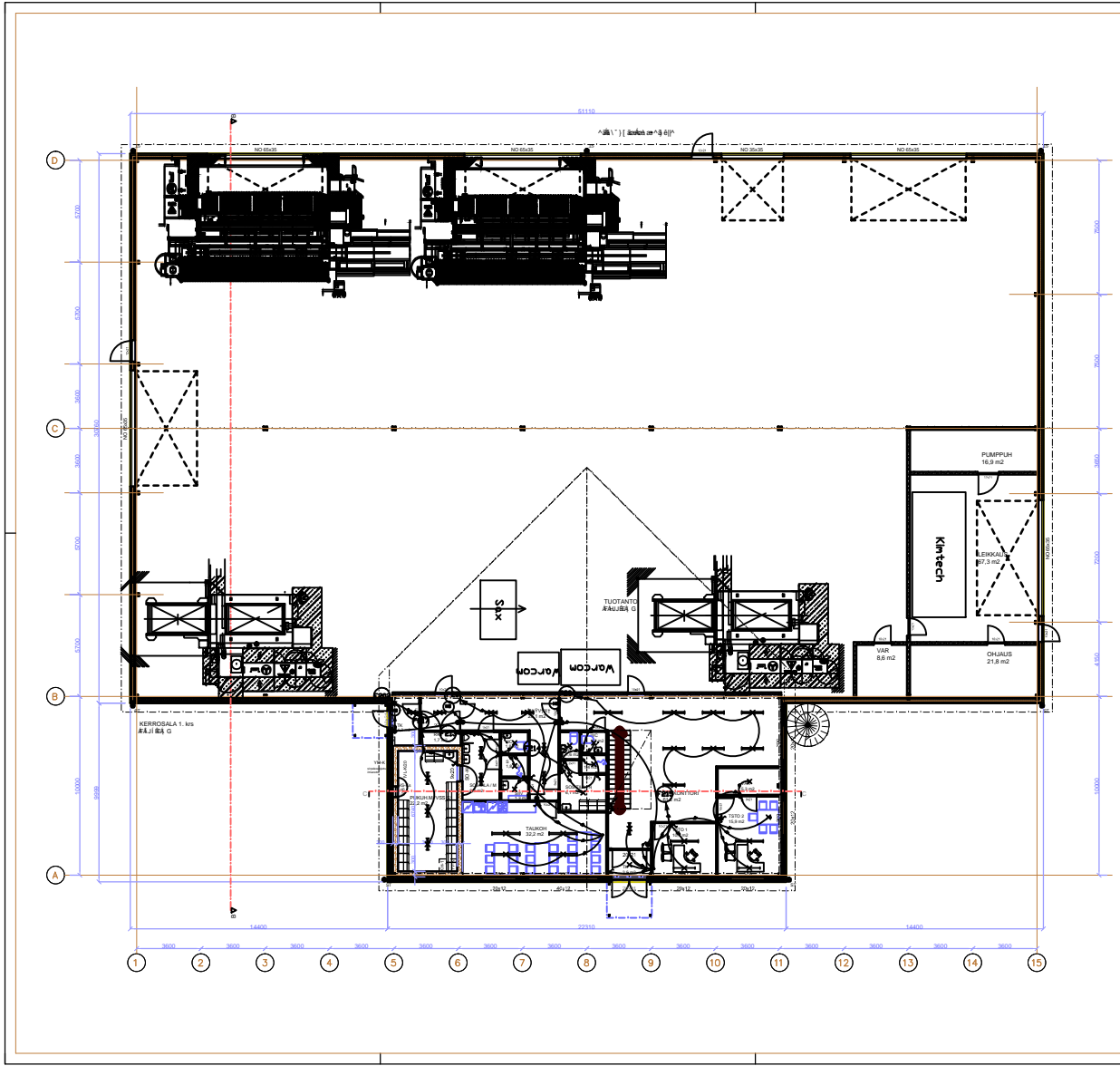
Kaupunki	Kaupunki	Kaupunki	Kaupunki	Kaupunki	Kaupunki
UURAS	UURAS	UURAS	UURAS	UURAS	UURAS
Hittop	Hittop	Hittop	Hittop	Hittop	Hittop
EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE
KIVINKAARVAAREN 23	KIVINKAARVAAREN 23	KIVINKAARVAAREN 23	KIVINKAARVAAREN 23	KIVINKAARVAAREN 23	KIVINKAARVAAREN 23
5	4	5	4	5	4
Hittop	Hittop	Hittop	Hittop	Hittop	Hittop
ARK 2	ARK 2	ARK 2	ARK 2	ARK 2	ARK 2



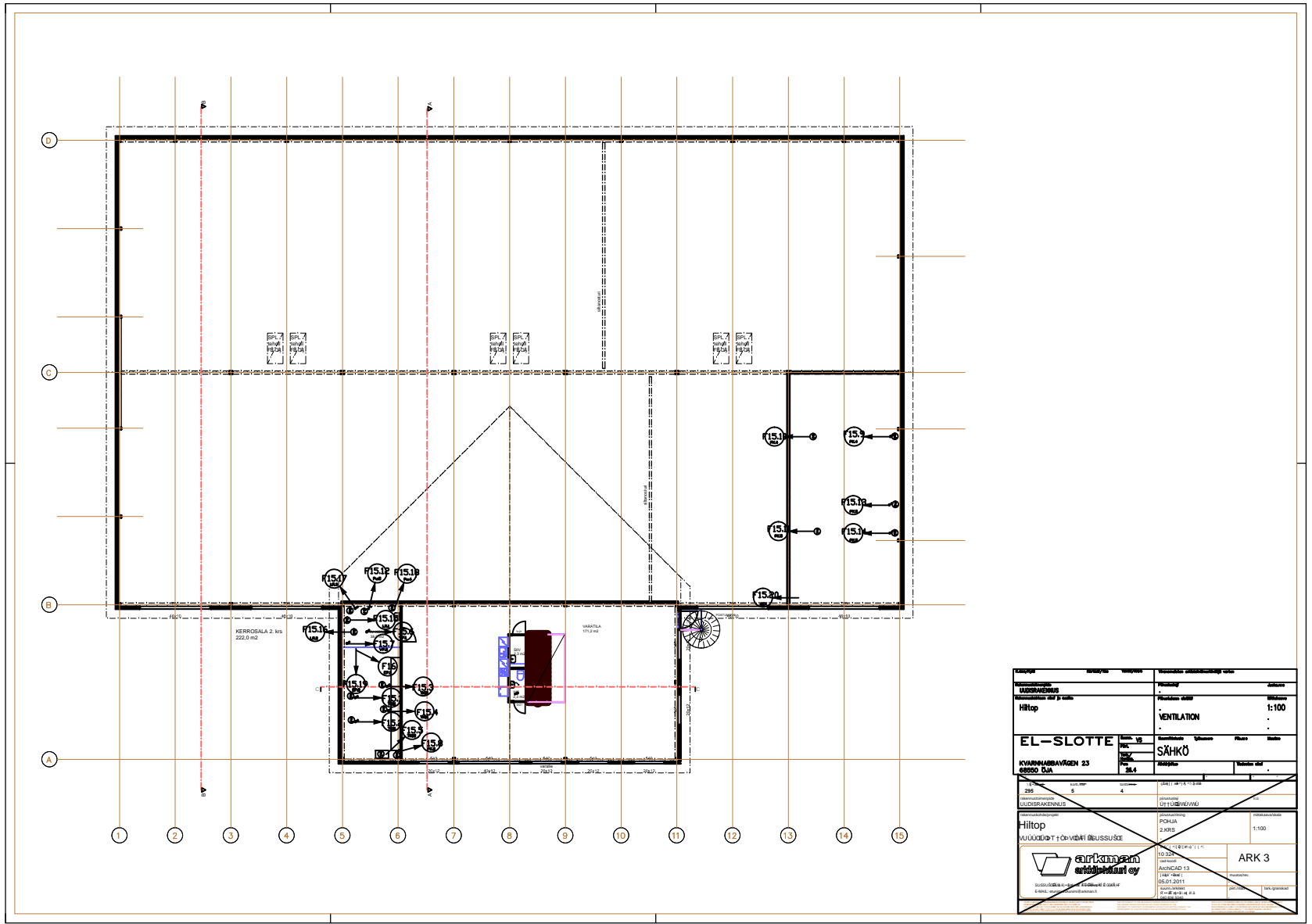
Kauppi	Asiantuntija	Asiantuntija	Kuukausittain esitettävissä
LUONNOSKUVIUS	Projekti	Maailmanlaajuinen	Yhteisö
Kuukausittain nelj. 3 kpl.	Kaivanto	2018	1:100
Hitop	NÖDBELYSNING, RÖKGLUCKOR		
EL-SLOTTE	Kassa	Yö	
KVARNSHÄRVAÄRDN 23	Kassa	2018	
82500 BJA	Kassa	2018	
238	5	4	1:100
LUONNOSKUVIUS	5	4	1:100
Hitop	POHJA	1:100	1:100
VIUOJEDIT + ÖPVIDAR BRUSLUÖSE	1:100	1:100	1:100
		ARK 2	
10172 10172 10172 10172 10172		10172 10172 10172 10172 10172	

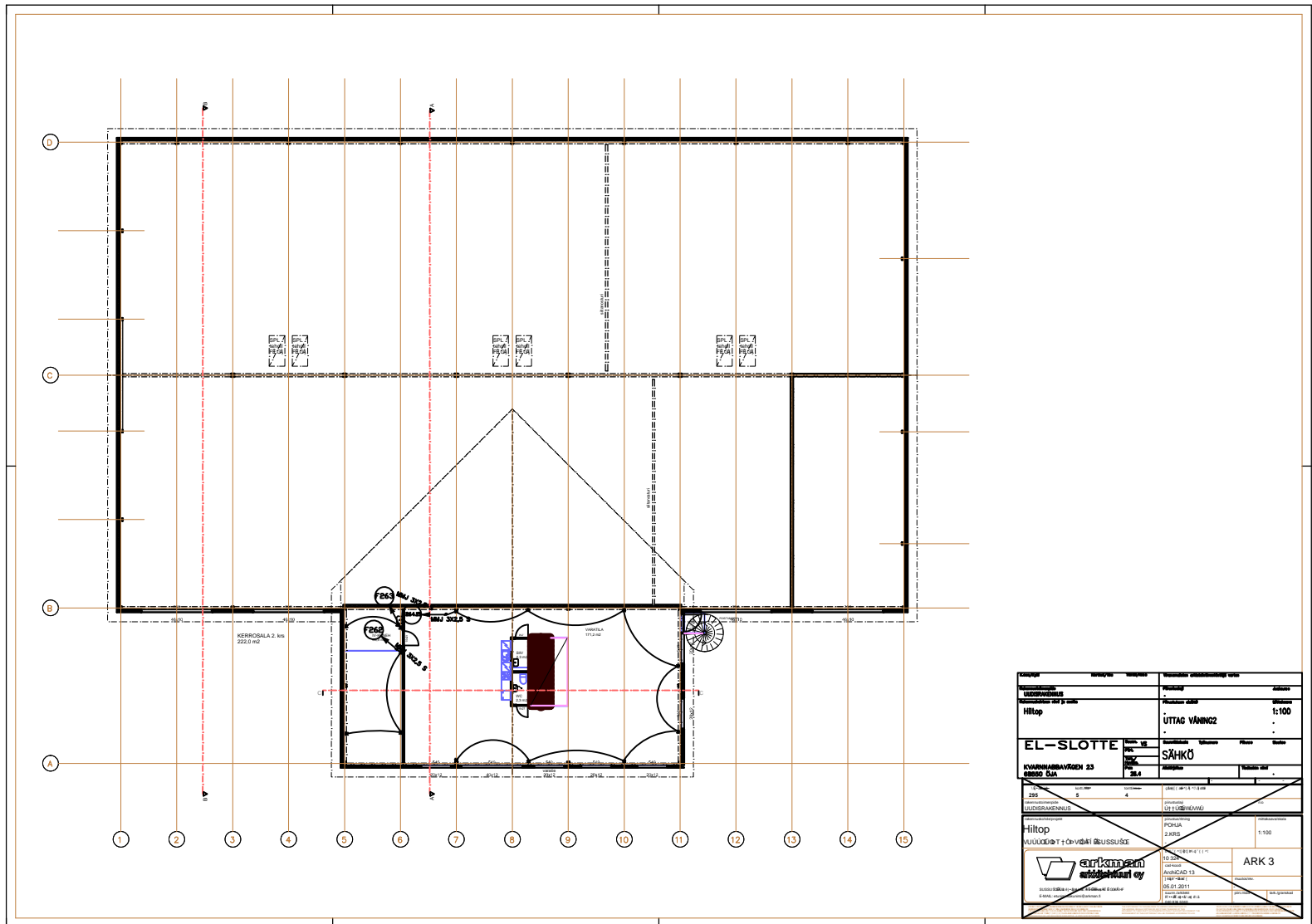


Kaupunki	Asiantuntijatoimisto	Kuulustelijat	Maailmanlaajuinen
UUSIRAKENNUS	Uusirakennus	Uusirakennus	Uusirakennus
Hittop	Hittop	Uttag Kontor	1:100
EL-SLOTTE	El-Slotte	SÄHKÖ	1:100
KIVINKAIVANVAHÄN 23	Kivinkavivanvahän 23	Kivinkavivanvahän 23	Kivinkavivanvahän 23
Hittop	Hittop	Hittop	1:100
KUULUSTELU	Kuulustelu	Kuulustelu	Kuulustelu
ARK 2	Ark 2	Ark 2	Ark 2

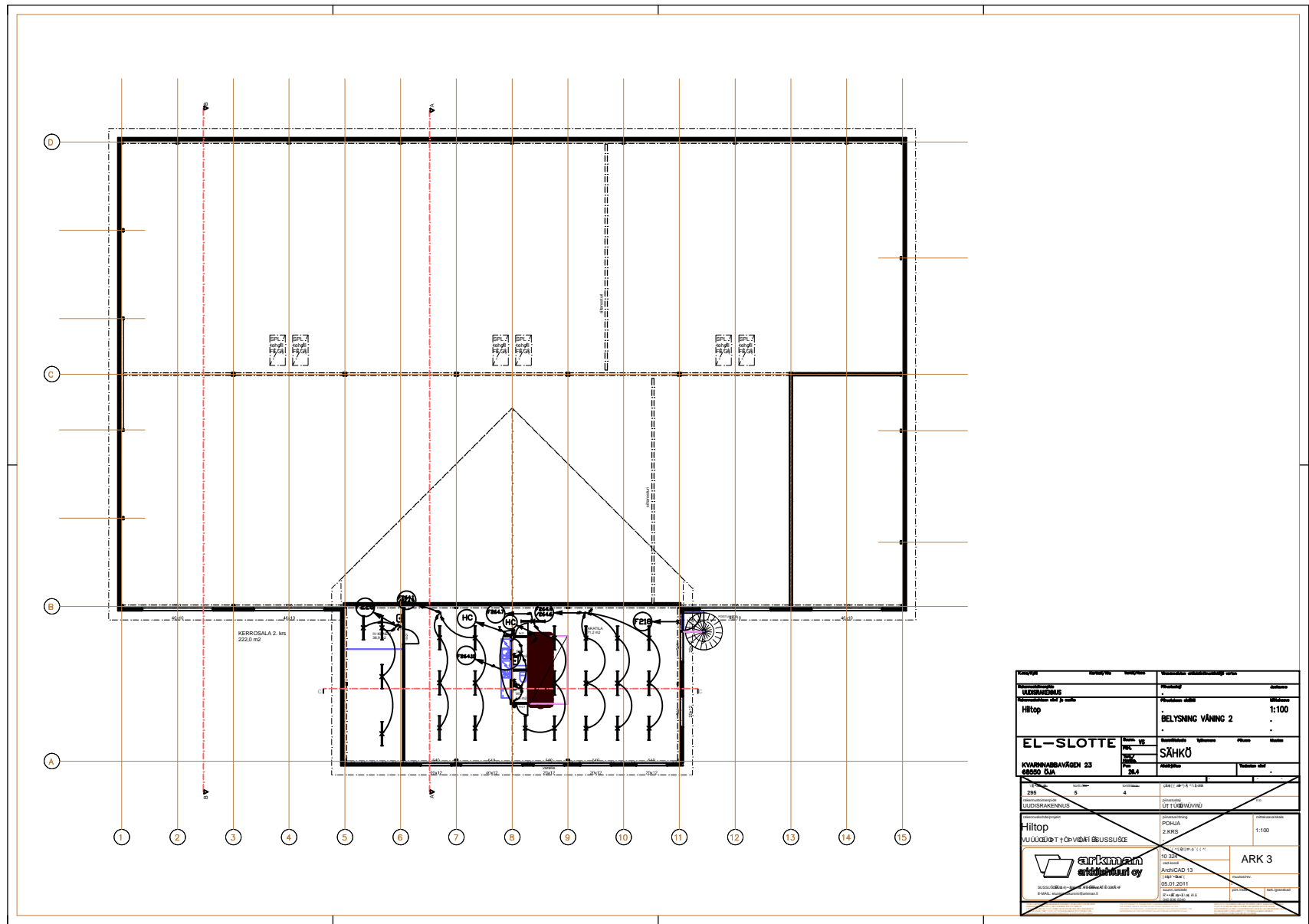


Käyttöpöytä	Käyttöpöytä	Käyttöpöytä	Käyttöpöytä	Käyttöpöytä	Käyttöpöytä
UURIMÄÄRÄ	UURIMÄÄRÄ	UURIMÄÄRÄ	UURIMÄÄRÄ	UURIMÄÄRÄ	UURIMÄÄRÄ
Hiitop	Hiitop	Hiitop	Hiitop	Hiitop	Hiitop
EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE	EL-SLOTTE
KVARNHÄRVAÄREN 23	KVARNHÄRVAÄREN 23	KVARNHÄRVAÄREN 23	KVARNHÄRVAÄREN 23	KVARNHÄRVAÄREN 23	KVARNHÄRVAÄREN 23
Hiitop	Hiitop	Hiitop	Hiitop	Hiitop	Hiitop
ARK 2	ARK 2	ARK 2	ARK 2	ARK 2	ARK 2





Projekti: Uudisrakennus		Pääsuojat: Arkkitehti		Tekijä: Jukka	
Kohde: Hiltop		Käyttötarkoitus: UUTAG VÄNNÖ2		Mittakaava: 1:100	
EL-SLOTTE		Suunnittelu: SÄHKÖ		Päivä: -	
Käyttökohde: KIVIKUUSIKKIHEN 23		Käyttökohde: KÄYDÄLLÄ 2		Käyttökohde: -	
Kerros: 2RS		Kerros: 5		Kerros: 4	
Lisämerkinnät: LUOSIRAKENNUS		Lisämerkinnät: POHJA		Lisämerkinnät: 2 ABS	
Suunnittelija: Hiltop		Suunnittelija: Kivikuu		Suunnittelija: 1100	
Suunnittelija: Kivikuu Oy		Suunnittelija: Kivikuu Oy		Suunnittelija: Kivikuu Oy	
Päivä: 05.01.2011		Päivä: 05.01.2011		Päivä: 05.01.2011	
Tekijä: Arkkitehti		Tekijä: Arkkitehti		Tekijä: Arkkitehti	
Käyttökohde: ARK 3		Käyttökohde: ARK 3		Käyttökohde: ARK 3	



Kuvaus		Päätyy	
1. LÄMPÖVAIHTO		Päätyy	
Hittop		Päätyy 2,25	
EL-SLOTTE		Päätyy 1,8	
KVARNHÄRÄVÄGEN 23		Päätyy 2,25	
68200 DJÄ		Päätyy 1,8	
295		Päätyy 2,25	
HITTOP		Päätyy 2,25	
VUUDOTEITTOVAIHTO		Päätyy 2,25	
arkkitaiteilija		Päätyy 2,25	
arkkitaiteilija oy		Päätyy 2,25	
ARK 3		Päätyy 2,25	

	KAAVIO	NIMITYS	A / A	mm 2
		JORDNINGSELEKTROD		Cu 25
		KABELHYLLOR		MK 25
		RÖRLEDNINGAR		MK 25
		VENTILATIONSRÖR		MK 25
		ADB		MK 6
		ANSLUTNING AXMK 4X240S	200/250	
		ANSLUTNING AXMK 4X240S	200/250	
		ANSLUTNING AXMK 4X240S	200/250	
		RESERVERAD KVAR		
		KWh-MÄTARE		
		STRÖMTRANSFORMATOR 500/5A LK0,2S		
		RESERVERAD	10/25	
		FASKOMPENSERING/RESERVERAD	10/25	
		STRÖMTRANSFORMATOR 500/5A LK1,0		
		FASKOMPENSERING	/250	
		AUTOMATSÄKRINGSGRUPPER	/125	
		AUTOMATSÄKRINGAR ÖVRIGA	100/125	

EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

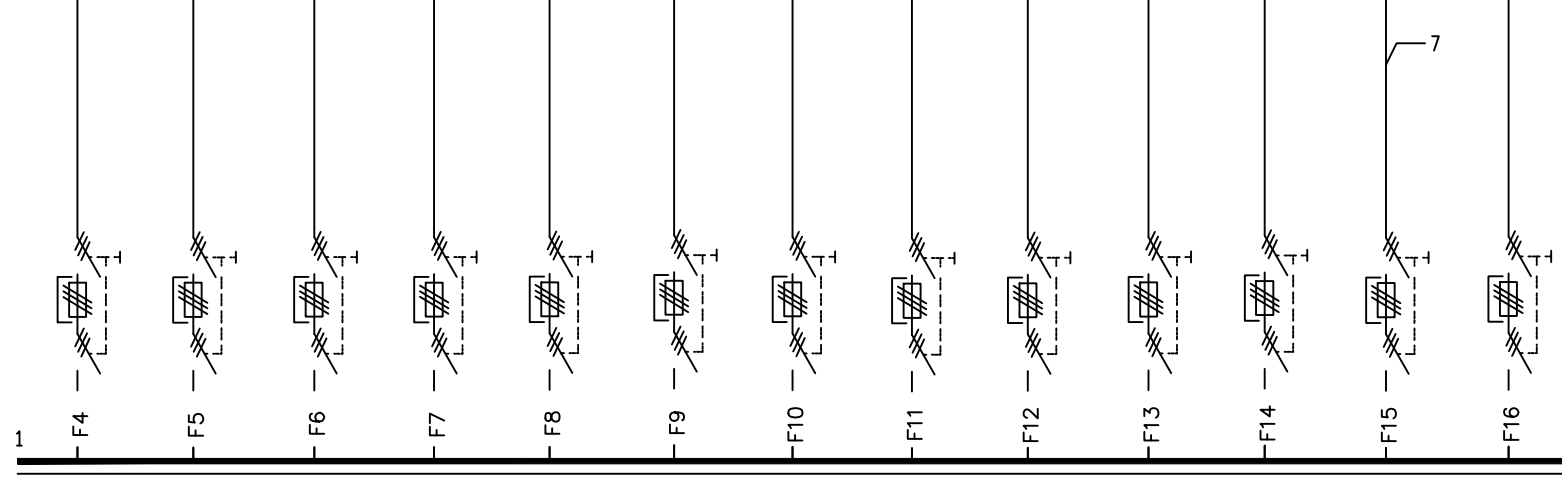
HUVUDCENTRAL

PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 001

SÄHKÖ

TIEDOSTO	
LEHTI	1
LEHTIÄ	8
MUUTOS	

KAATIO	NIMITYS	A / A	mm ²
L1,L2,L3	RÖRLASER	125/160	4X35+16
L1,L2,L3	PLANLASER	80/125	4X16+16
L1,L2,L3	PLANLASER	100/160	4X25+16
L1,L2,L3	VATTENSKÄRARE	80/125	4X16+16
L1,L2,L3	RÖRLASER		
L1,L2,L3	RESERVERAD		
L1,L2,L3	RESERVERAD		
L1,L2,L3	SVETS GC1	63/125	4X16+16
L1,L2,L3	SVETS GC2	63/125	4X16+16
L1,L2,L3	UTTAG GC3	63/125	4X16+16
L1,L2,L3	KOMPR. GC4 2X11 kW	63/125	4X16+16
L1,L2,L3	VENTILATION	80/160	
L1,L2,L3	ELVÄRMEPANNA	63/125	4X16+16



3NPE 50Hz 380V

EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

HUVUDCENTRAL

PVM. 26,4
SUUNN. VS
PIIRT.
TARK./ HYV.

SÄHKÖ

TYÖNO

PIIR.NO HC 001

TIEDOSTO	
LEHTI	2
LEHTIÄ	8
MUUTOS	

KAAVIO	NIMITYS	A / A	mm 2
L1	VALAISTUS KÄYTÄVÄ	B10	MMJ3X1,5S
L2	VALAISTUS TK	B10	MMJ3X1,5S
L3	RESERVERAD	B10	
L1,L2,L3	Val.Avokonttori	B10	MMJ5X1,5S
L1,L2,L3	VAL. TUOT.HALL	B16	MMJ5X2,5S
L1,L2,L3	VAL. TUOT.HALL	B16	MMJ5X2,5S
L1,L2,L3	VAL. TUOT.HALL	B16	MMJ5X2,5S
L1,L2,L3	VAL. TUOT.HALL	B16	MMJ5X2,5S
L1	GÅRDSBELYSNING/RESERVERAD	B16	
L2	GÅRDSBELYSNING BRYTARE: 1-0-2	B16	MCMK4X6+6
L3	GÅRDSBELYSNING BRYTARE: 1-0-2	B16	
L1	UTEBEL.LAGER	B16	MMJ3X2,5S
L2	UTEBEL.DÖRR BRYTARE: 1-0-2	B16	MMJ3X2,5S
L3	LOGO BRYTARE: 1-0-2	B16	MMJ3X2,5S

1/F2
4

3NPE 50Hz 380V

EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI	Hiltop

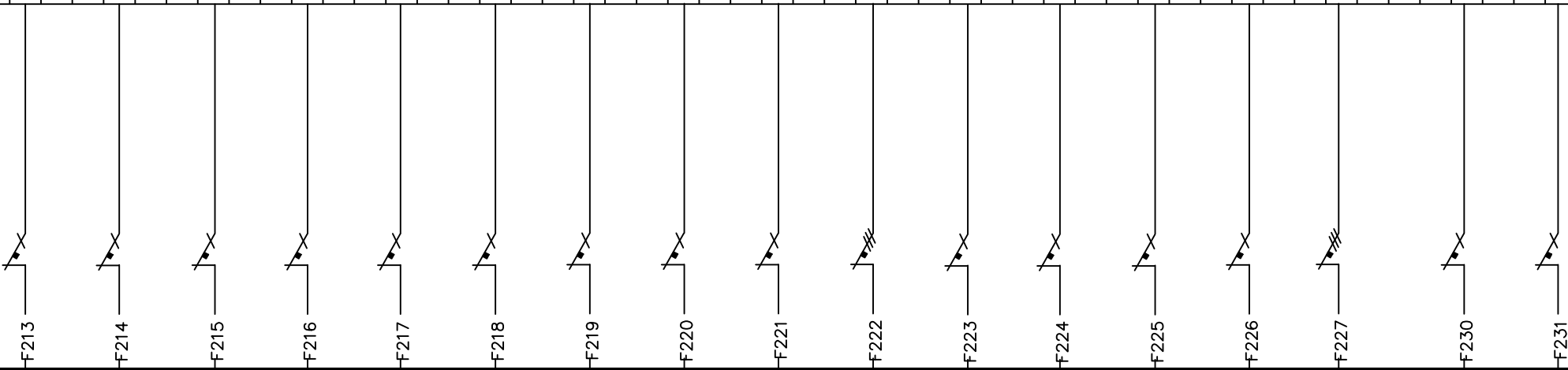
HUVUDCENTRAL

PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 001

SÄHKÖ

TIEDOSTO	LEHTI	LEHTÄ	MUUTOS
	3	8	

3



3NPE 50Hz 380V

5

EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

HILTOP

HUVUDCENTRAL

PVM. 26.4
SUUNN. VS
PIIRT.
TARK./ HYV.

SÄHKÖ

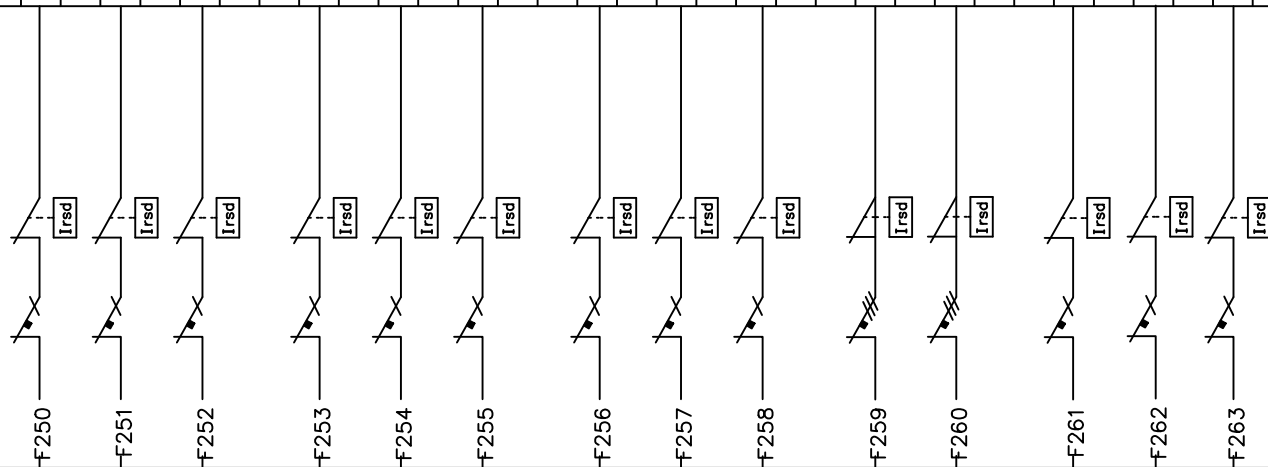
TYÖNO
PIIR.NO HC 001

TIEDOSTO	
LEHTI	4
LEHTIÄ	8
MUUTOS	

KAAVIO	NIMITYS	A / A	mm 2
L1	BEL.KÖK	B10	MMJ3X1,5S
L2	BEL.SOSUTRUMME	B10	MMJ3X1,5S
L3	BEL.KONTOR	B10	MMJ3X1,5S
L1	VATTENSKÄRNING	B16	MMJ3X2,5
L2	BEL.BOMBSKYDD	B10	MMJ3X1,5S
L3	BEL.NÖDUT	B16	MMJ3X2,5
L1	RÖKGASLUCKOR	B16	MMJ3X2,5
L2	KYLSKÅP	B16	MMJ3X2,5
L3	DISKMASKIN	B16	MMJ3X2,5
L1,L2,L3	UGN	B16	MMJ5X2,5S
L1	UPS	B16	MMJ3X2,5S
L2	RESERVERAD	B16	
L3	RESERVERAD	B16	
L1	BEL.ELUTRUM	B10	MMJ3X1,5S
L1,L2,L3	TRAVERS	B16	MMJ5X2,5S
L1	MANÖVER UTEBEL	B10	
L2	MAÖVER INNEBEL	B10	

4

3NPE 50Hz 380V



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.

MUUTTI

Hiltop

HUVUDCENTRAL

PVM.
26.4SUUNN.
VS

PIIRT.

TARK./
HYV.

SÄHKÖ

TYÖNO

PIIR.NO
HC 001

TIEDOSTO

LEHTI

LEHTIÄ

MUUTOS

5

8

KAAVIO

NIMITYS

A / A

mm²

L1

UTTAG.KONTOR

C16

MMJ3X2,5S

L2

UTTAG KONTOR1, KONTOR2

C16

MMJ3X2,5S

L3

UTTAG SOC./N WC WC REK.RUM

C16

MMJ3X2,5S

L1

UTTAG HALL WC STÄD. SOC./M

C16

MMJ3X2,5S

L2

UTTAG HALL SOC./M

C16

MMJ3X2,5S

L3

UTTAG BOMBSKYDD

C16

MMJ3X2,5S

L1

PIST.KEIT.

C16

MMJ3X2,5S

L2

PIST.KEIT

C16

MMJ3X2,5S

L3

VAL.PIST.KEIT

B10

MMJ3X1,5S

L1,L2,L3

PIST.TUOT

C16

MMJ5X2,5S

L1,L2,L3

PIST.TUOT

C16

MMJ5X2,5S

L1

PIST.OHJAUSKOPPI

C16

MMJ3X2,5S

L2

UTTAG CENTRALUTRUM

C16

MMJ3X2,5S

L3

UTTAG CENTRALUTRUM

C16

MMJ3X2,5S

RESERVERAD 30 MODUL

2/F15

3NPE 50Hz 380V

EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

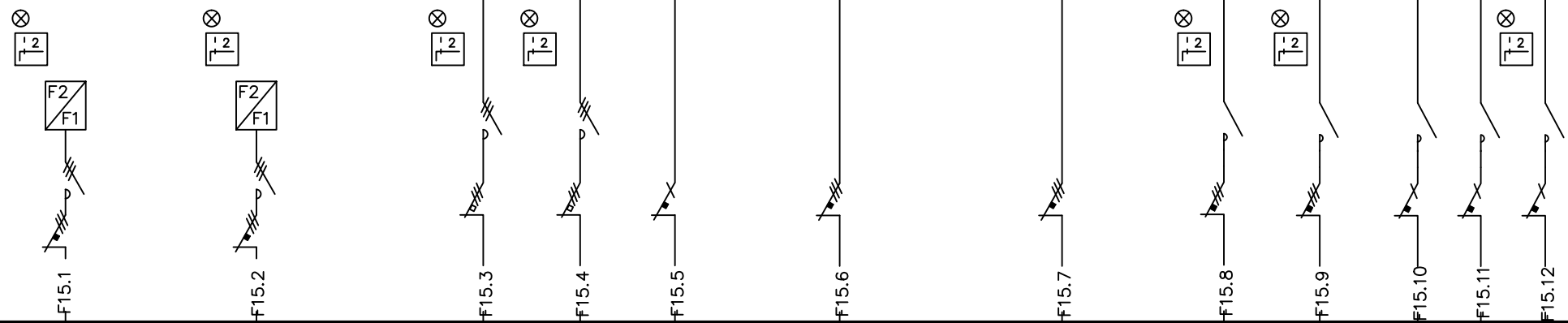
Hiltop

HUVUDCENTRAL

PVM. 26.4	SÄHKÖ
SUUNN. VS	
PIIRT.	TYÖNO
TARK./ HYV.	PIIR.NO HC 001

TIEDOSTO	
LEHTI	6
LEHTIÄ	8
MUUTOS	

KAAVIO	NIMITYS	A / A	mm ²
L1,L2,L3	TILL LUFT FREK.OMV. MCMK	C16	4X2,5+2,5
L1,L2,L3	TILL LUFT MOTOR 3 kW MCCMK		3X2,5+2,5
L1,L2,L3	FRÅN LUFT FREK.OMV. MCMK	C16	4X2,5+2,5
L1,L2,L3	FRÅN LUFT MOTOR 3 kW MCCMK		3X2,5+2,5
L1,L2,L3	CIRKULATIONS PUMP	C10	MMJ3X1,5S
L1,L2,L3	VÄRMEÅTERVINNING	C10	MMJ3X1,5S
L1	VENTILATION KONTOR	C16	MMJ3X2,5S
L1,L2,L3	JORDVÄRMEPUMP	C40	5X10
L1,L2,L3	JORDVÄRMEPUMP	C40	5X10
L1,L2,L3	FRÄNLUFTSFLÄKT WC	C10	MMJ5X1,5S
L1,L2,L3	FRÄNLUFTSFLÄKT VATTENSKÄ	C10	MMJ5X1,5S
L1	SPJÄLLMOTOR VATTENSKÄR	C10	MMJ3X1,5S
L2	SPJÄLLMOTOR PUMPRUM	C10	MMJ3X1,5S
L3	VVC PUMPMOTOR	C10	MMJ3X1,5S



6

3NPE 50Hz 380V

EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.

MUUTTI

Hiltop

HUVUDCENTRAL

PVM.

26,4

SUUNN.

VS

PIIRT.

TARK./
HYV.

SÄHKÖ

TYÖNO

PIIR.NO

HC 001

TIEDOSTO

LEHTI

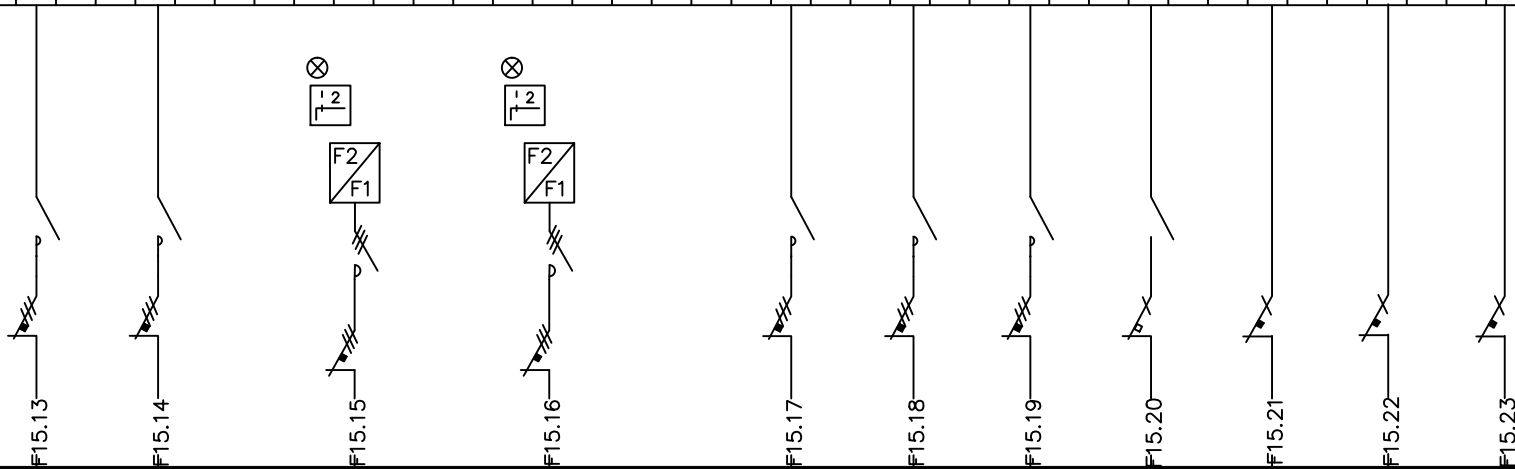
7

LEHTIÄ

8

MUUTOS

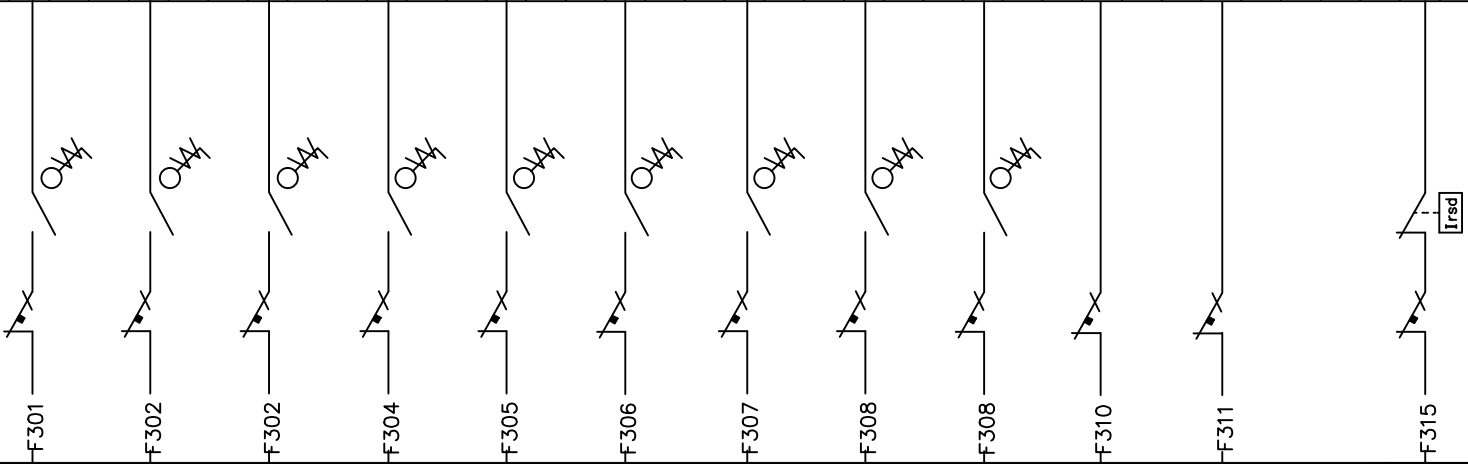
KAAVIO	NIMITYS	A / A	mm ²
L1,L2,L3	FRÄNLUFTSLÄKT PUMPRUM M1	C10	MMJ5X1,5S
L1,L2,L3	FRÄNLUFTSLÄKT PUMPRUM M2	C10	MMJ5X1,5S
L1,L2,L3	GOLVVÄRMEKRETS 1.1 kW	10/25	MCCMK
L1,L2,L3	FREKVEN SOMRIKTARE	10/25	MMJ
L1,L2,L3	GOLVVÄRMEKRETS 0.2 kW	10/25	MCCMK
L1,L2,L3	FREKVEN SOMRIKTARE	10/25	MMJ
L1,L2,L3	VÄRMELEDNINGSPUMP 0,75kW	C10	MMJ5X1,5S
L1,L2,L3	KYL VATTENPUMP 0,05kW	C10	MMJ5X1,5S
L1,L2,L3	ELMOTSTÅND/ELPANNA VVB	C16	MMJ5X2,5S
L1	OLJEAVSKILJARE - LARM	C10	MMJ3X1,5S
	MANÖVER FLÄKT PUMPHUS	10/25	
	MANÖVER GOLVÄRME	10/25	



5/F264



3NPE 50Hz 380V



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

HUVUDCENTRAL

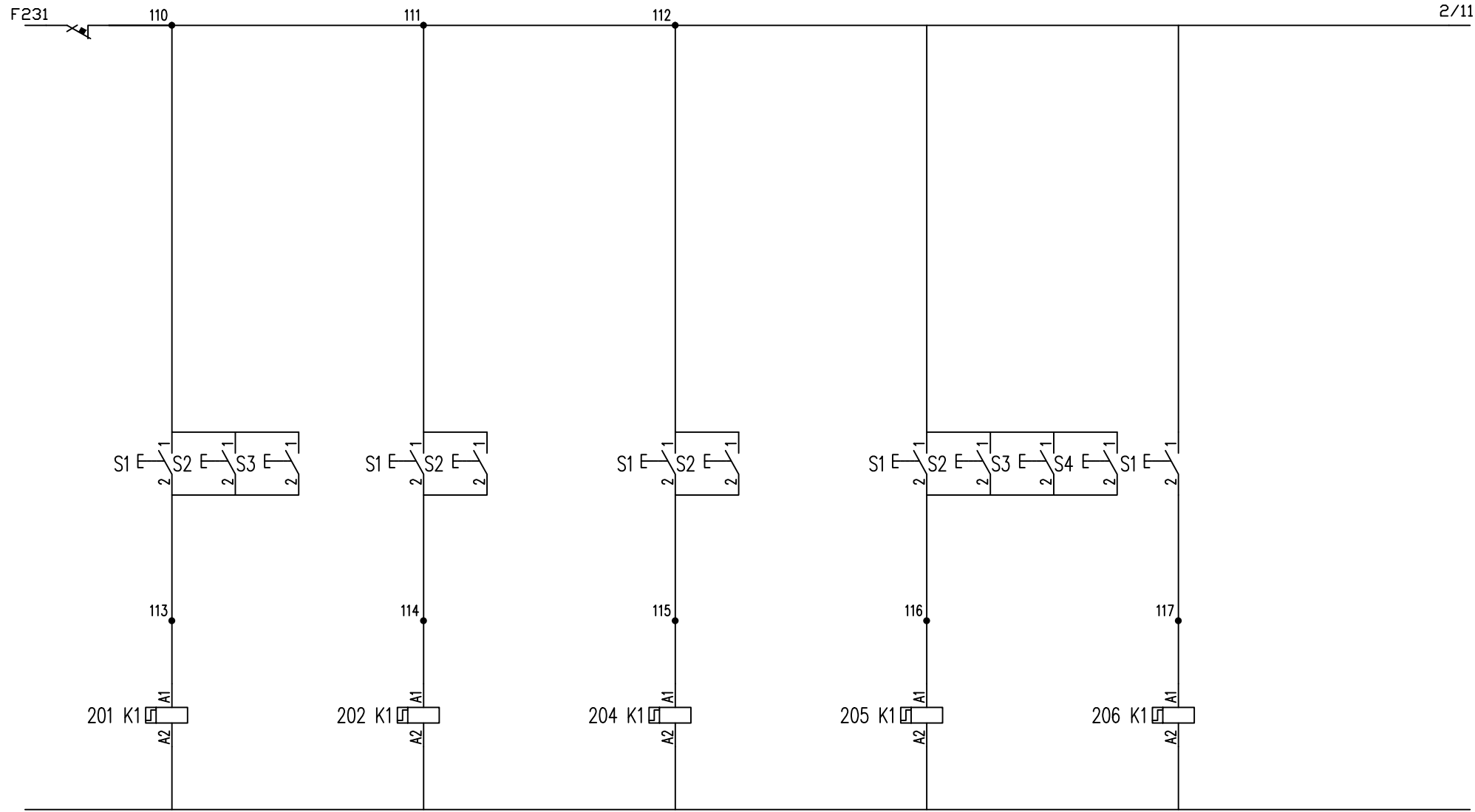
PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO

SÄHKÖ

HC 001

TIEDOSTO	
LEHTI	8
LEHTIÄ	8
MUUTOS	

KAAVIO	NIMITYS	A / A	mm ²
	RESERVERAD		
	8 MODUL DINSKENA		
L1	BEL.KONTOR	B10	MMJ5X1,5S
L2	BEL.KONTOR	B10	MMJ5X15S
L3	BEL.KONTOR	B10	MMJ5X15S
L1	BEL.KONTOR	B10	MMJ5X15,S
L2	BEL.KONTOR	B10	MMJ5X1,5S
L3	BEL.KONTOR	B10	MMJ5X1,5S
L1	BEL.HALL	B10	MMJ5X15,S
L2	BEL.HALL	B10	MMJ5X1,5S
L3	BEL.HALL	B10	MMJ5X1,5S
L1	BEL.WC	B10	MMJ3X15,S
L2	MANÖVER	B10	
L1	UTTAG.KONTOR	C16	MMJ3X2,5S
	RESERVERAD 15 MODUL		



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

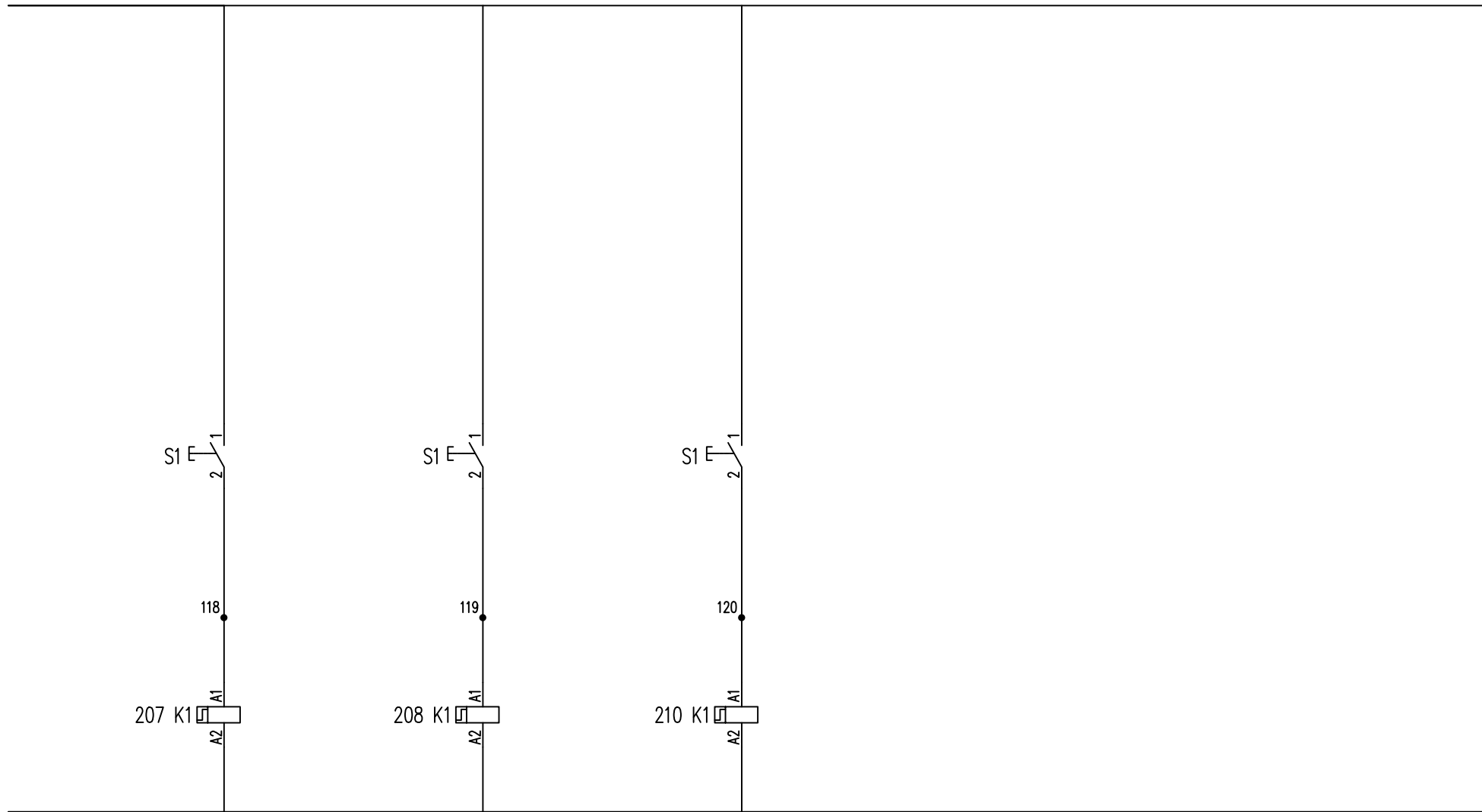
BELYSNING
VÅNING 1

PVM. 26.4
SUUNN. VS
PIIRT.
TARK./ HYV.

SÄHKÖ
TYÖNO
PIIR.NO HC 002

TIEDOSTO
LEHTI 1
LEHTIÄ
MUUTOS

1/28



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

BELYSNING
VÅNING 1

PVM.	26.4
SUUNN.	VS

SÄHKÖ

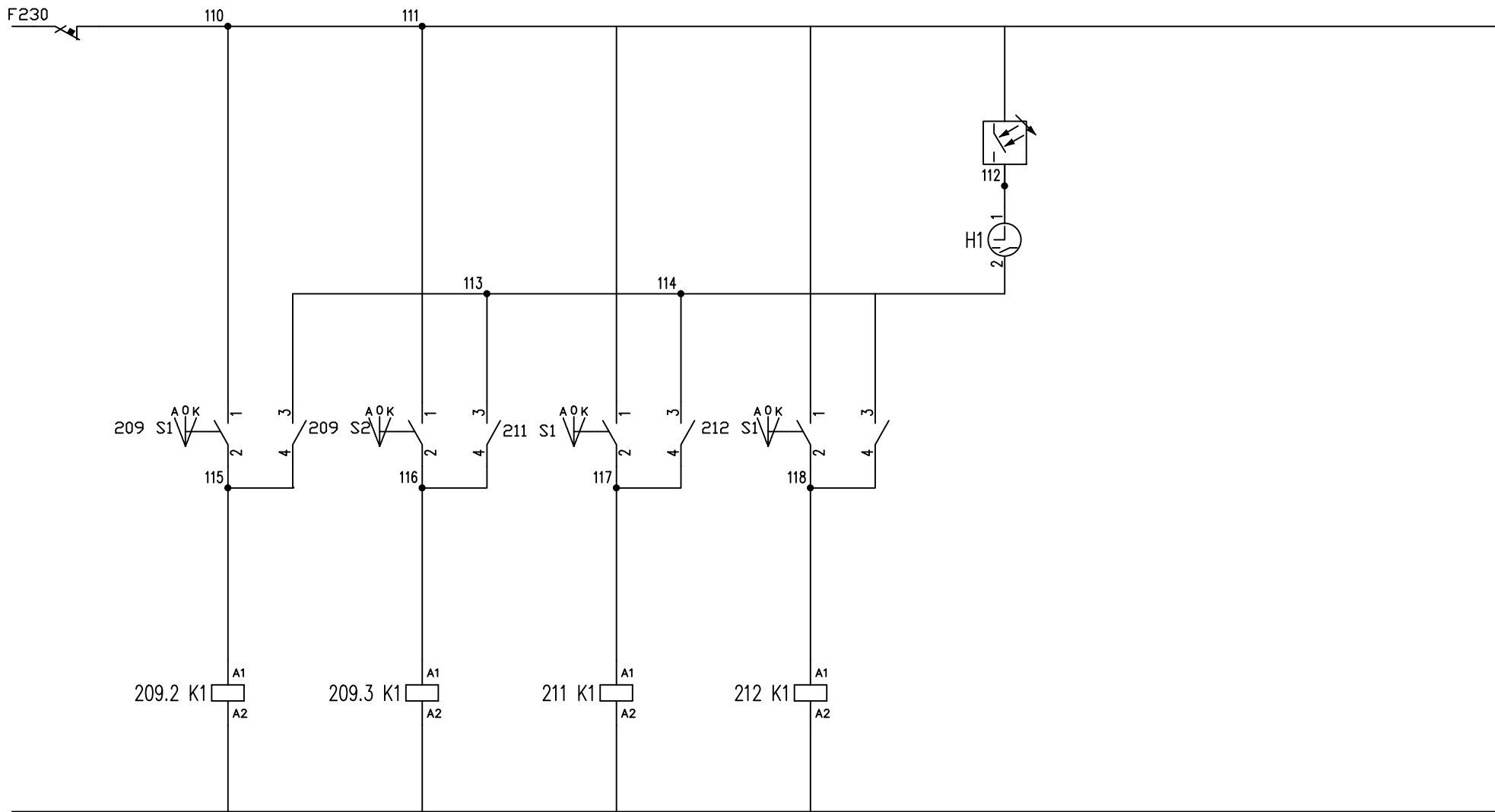
TIEDOSTO

LEHTI	2
-------	---

PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 002

TYÖNO	PIIR.NO HC 002
-------	----------------

LEHTIÄ	MUUTOS
--------	--------



EL-SLOTTE

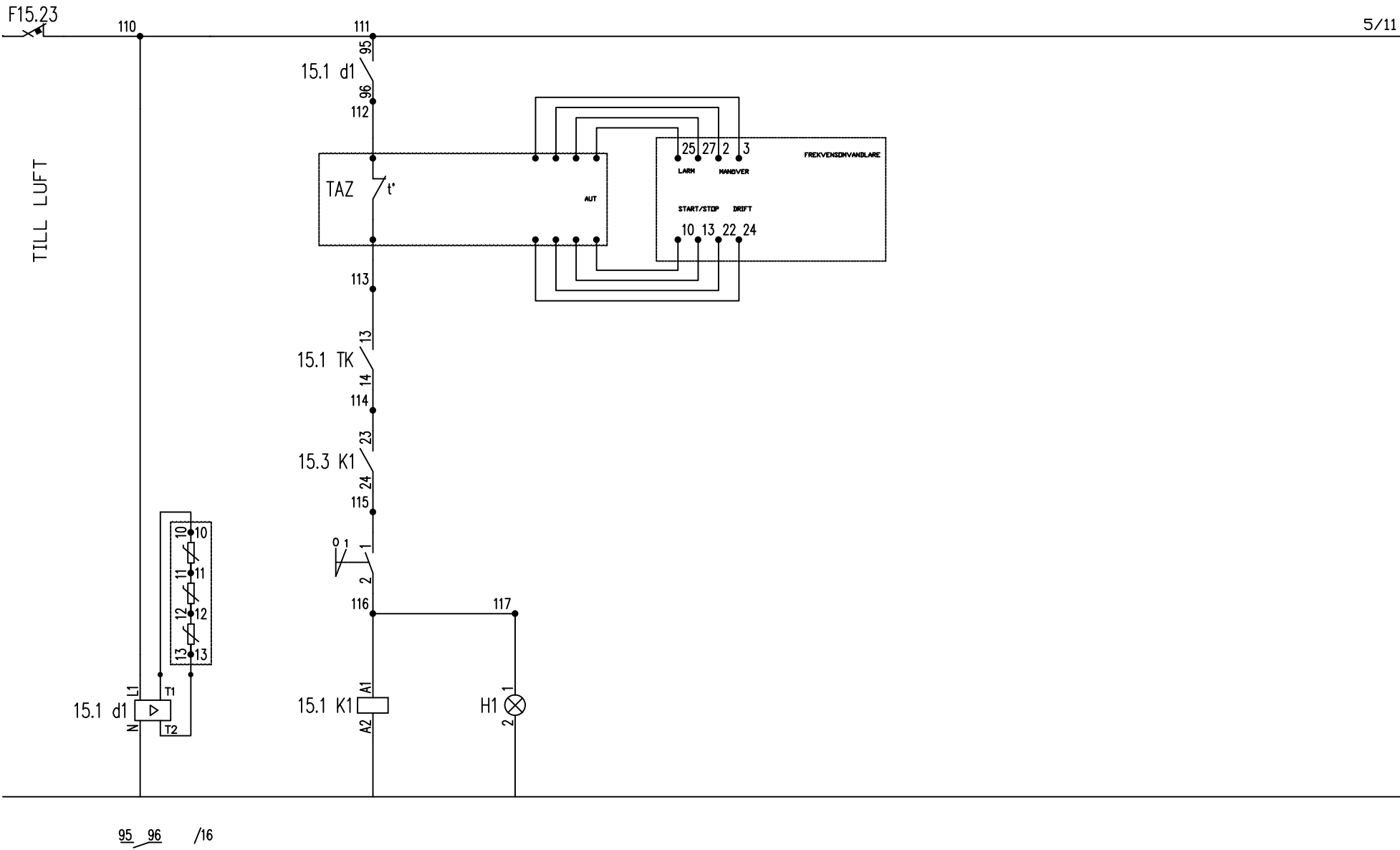
KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

UTEBELYSNING
LOGO

PVM. 26.4	SÄHKÖ	TIEDOSTO
SUUNN. VS		LEHTI 3
PIIRT.	TYÖNO	LEHTIÄ
TARK./ HYV.	PIIR.NO HC 002	MUUTOS



95 96 /16

EL-SLOTTE

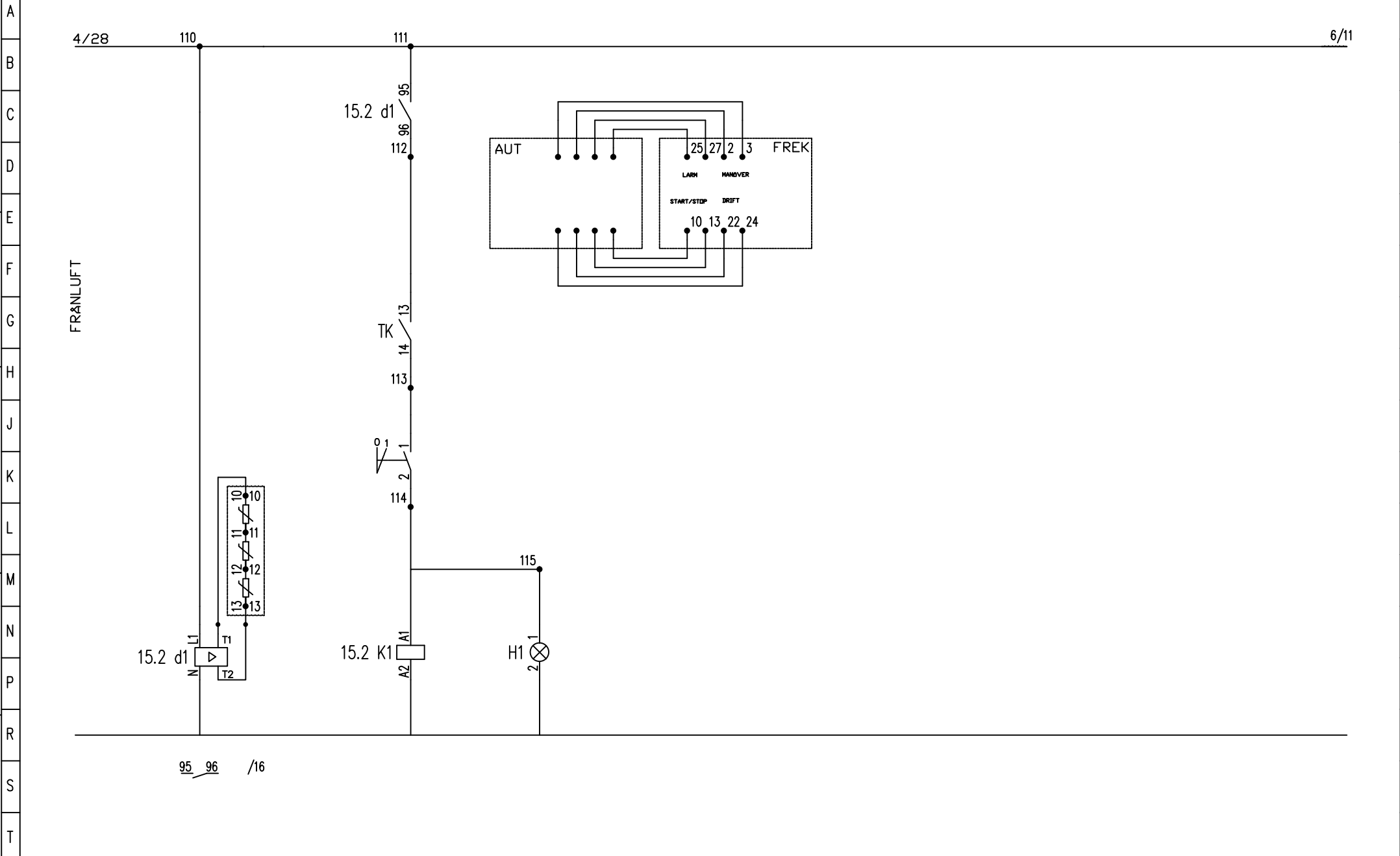
KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

TILL LUFT

PVM. 26.4	SÄHKÖ	TIEDOSTO
SUUNN. VS		LEHTI 4
PIIRT.	TYÖNO	LEHTIÄ
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 002	MUUTOS



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

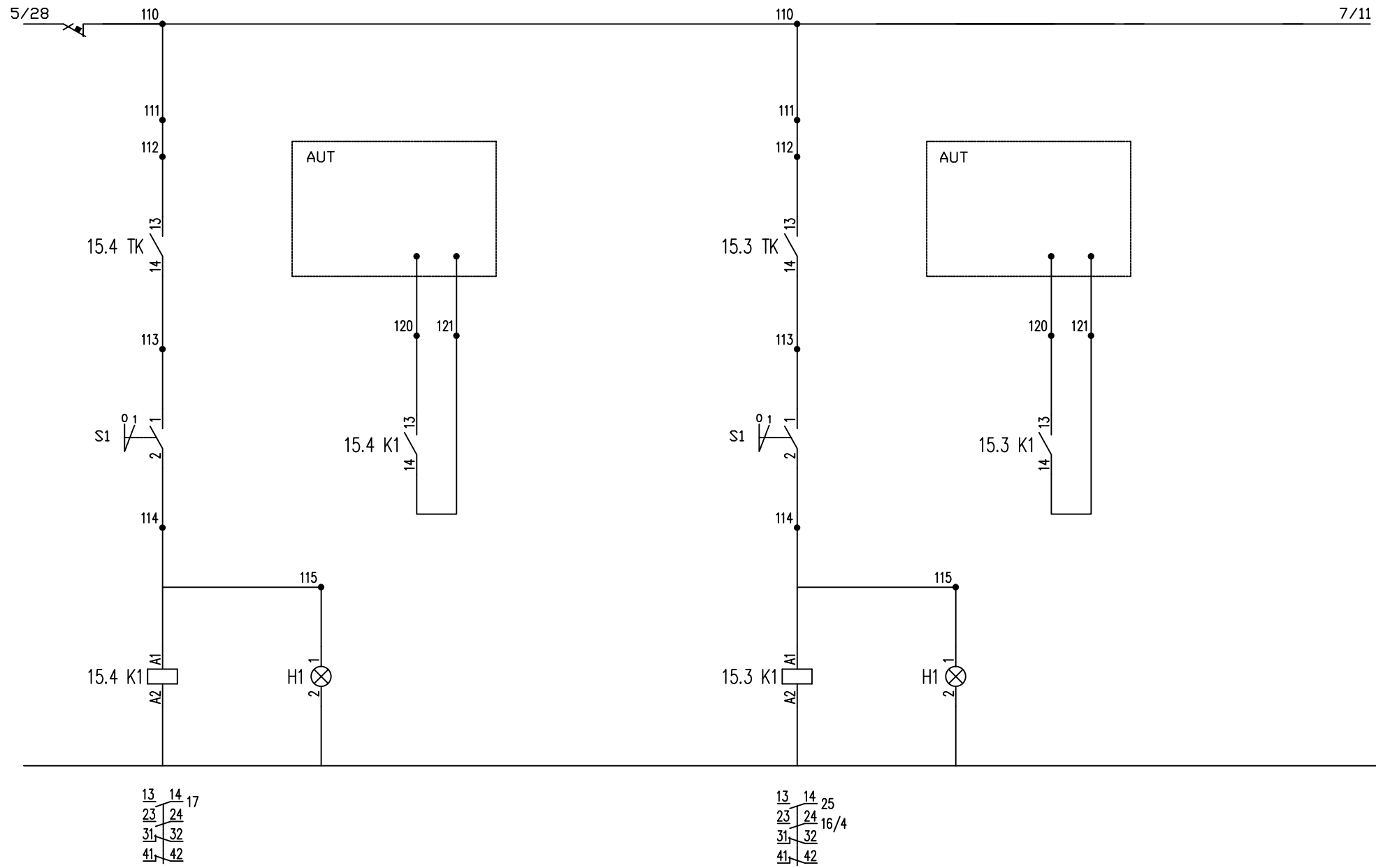
Hiltop

FRÅN LUFT

PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 002

SÄHKÖ

TIEDOSTO	LEHTI 5
LEHTIÄ	
MUUTOS	



EL-SLOTTE

KVARNABBÄVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

ÅTERVINNING
CIRKULATIONS PUMP

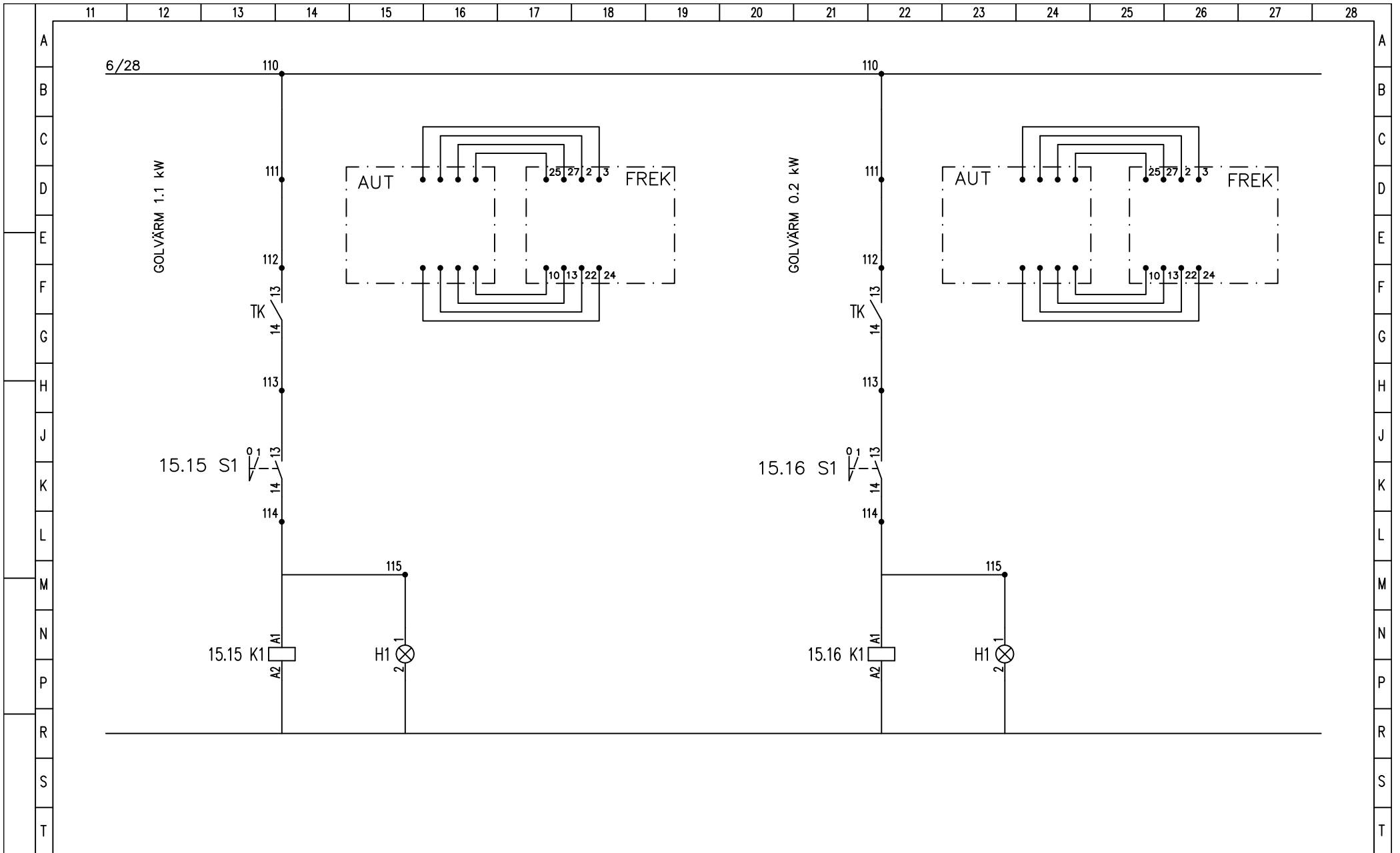
PVM. 26.4
SUUNN. VS
PIIRT.
TARK./HYV.

SÄHKÖ

TYÖNO

PIIR.NO HC 002

TIEDOSTO
LEHTI 6
LEHTIÄ
MUUTOS



EL-SLOTTE

KVARNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

GOLVÄRME 1.1 kW
GOLVÄRME 0.2 kW

PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	
TARK./HYV.	

SÄHKÖ

TYÖNO

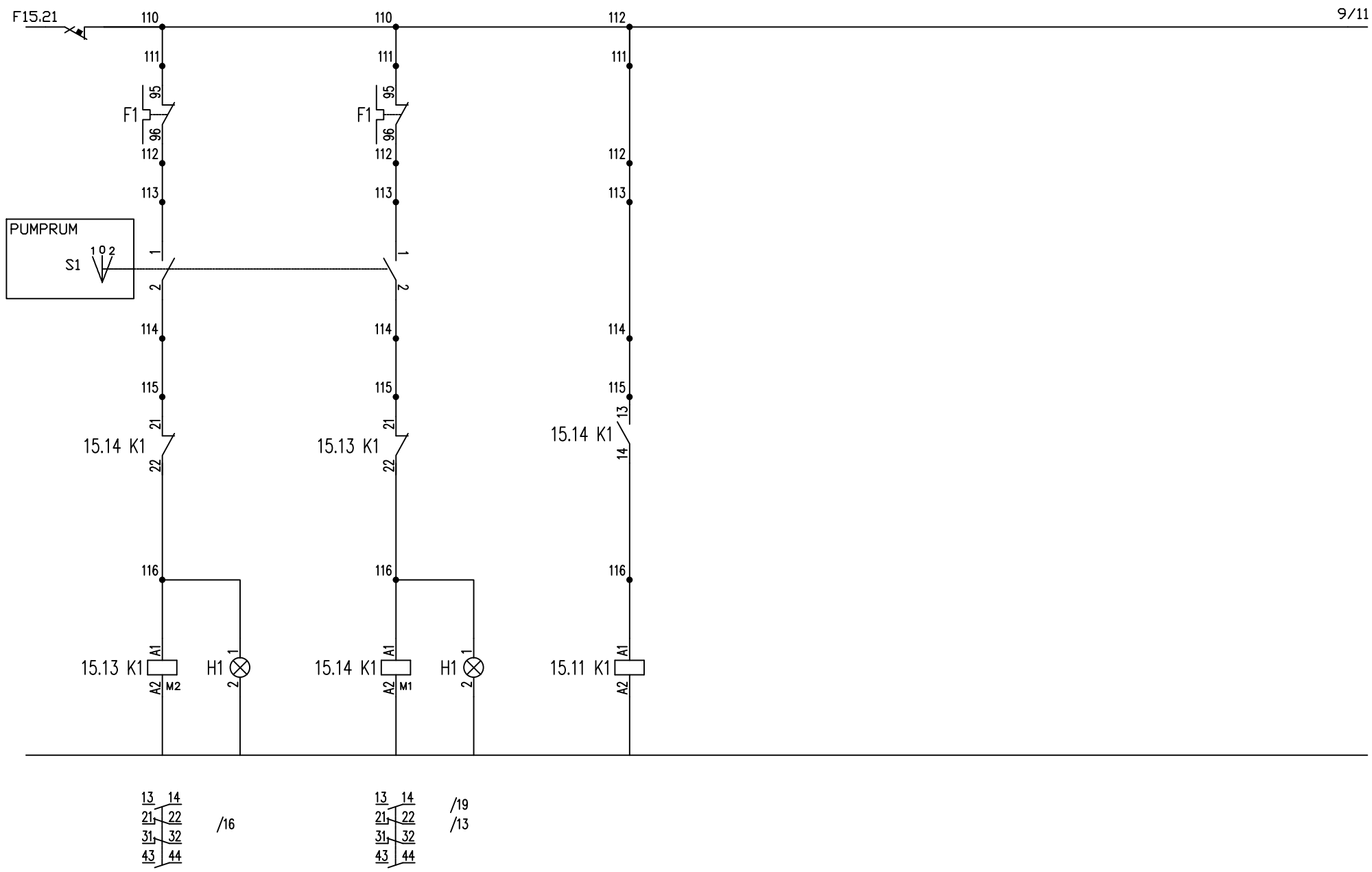
PIIR.NO HC 002

TIEDOSTO

LEHTI 7

LEHTÄ

MUUTOS



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

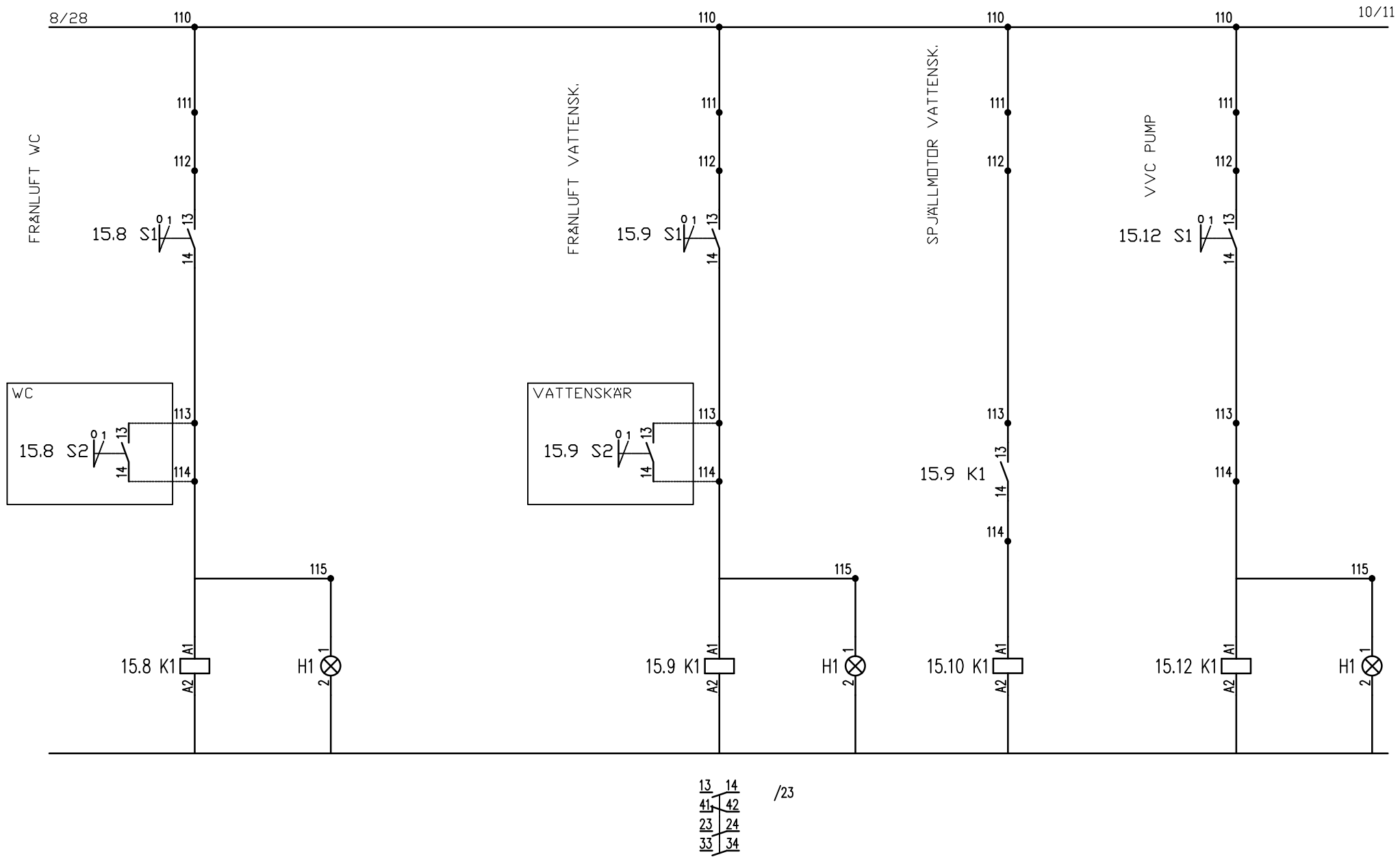
Hiltop

SPJÄLLMOTOR PUMPRUM
FRÄNLUFT M1
FRÄNLUFT M2

PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 002

SÄHKÖ

TIEDOSTO	LEHTI 8
LEHTIÄ	
MUUTOS	



EL-SLOTTE

KVARNABBÄVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

FRÄNLUFT WC
FRÄNLUFT VATTENSK.
SPJÄLLMOTOR VATTENSK.
VVC PUMP

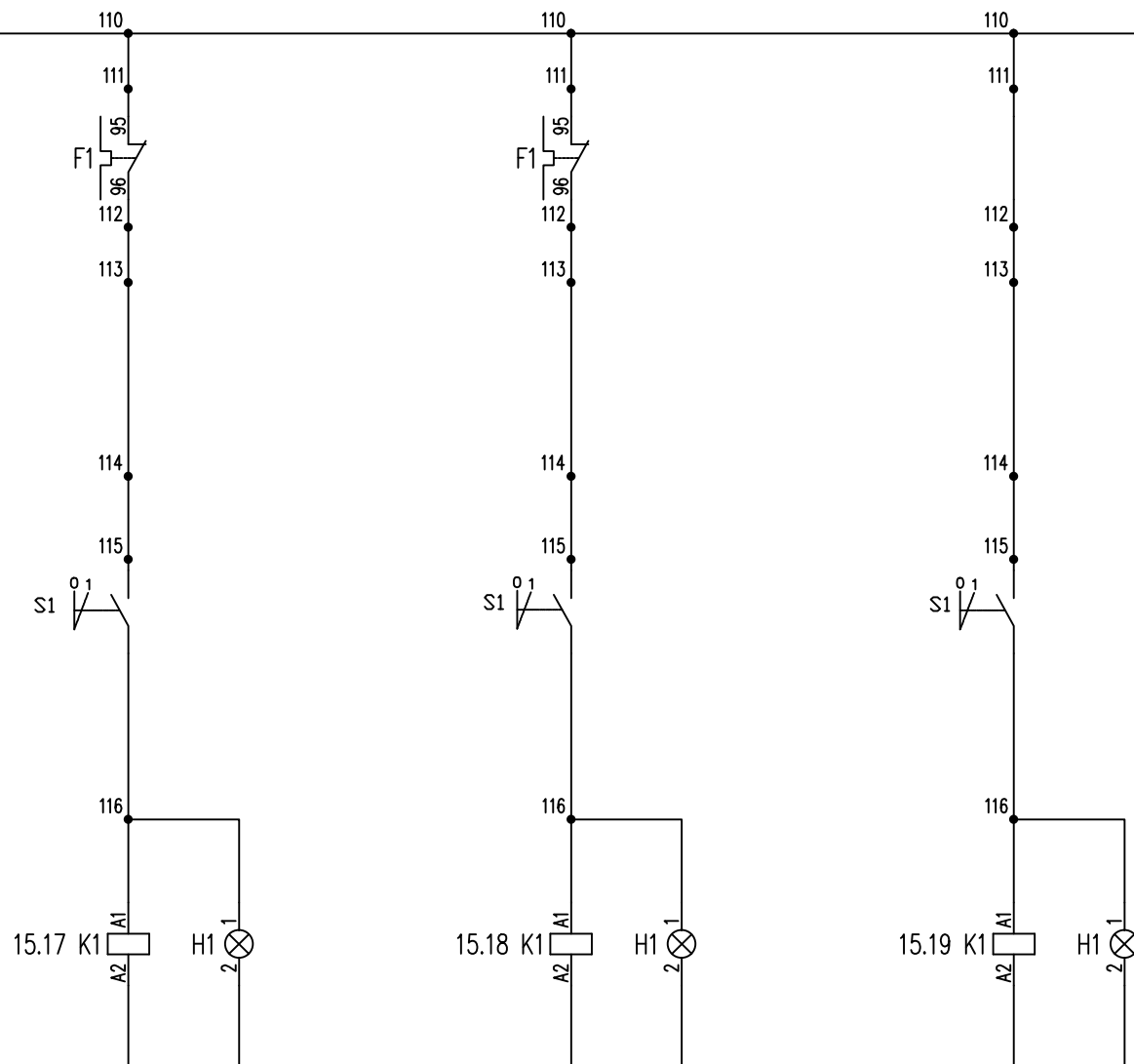
PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	
TARK./HYV.	

SÄHKÖ

PIIR.NO HC 002

TIEDOSTO	
LEHTI	9
LEHTIÄ	
MUUTOS	

9/28



EL-SLOTTE

KVARNNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

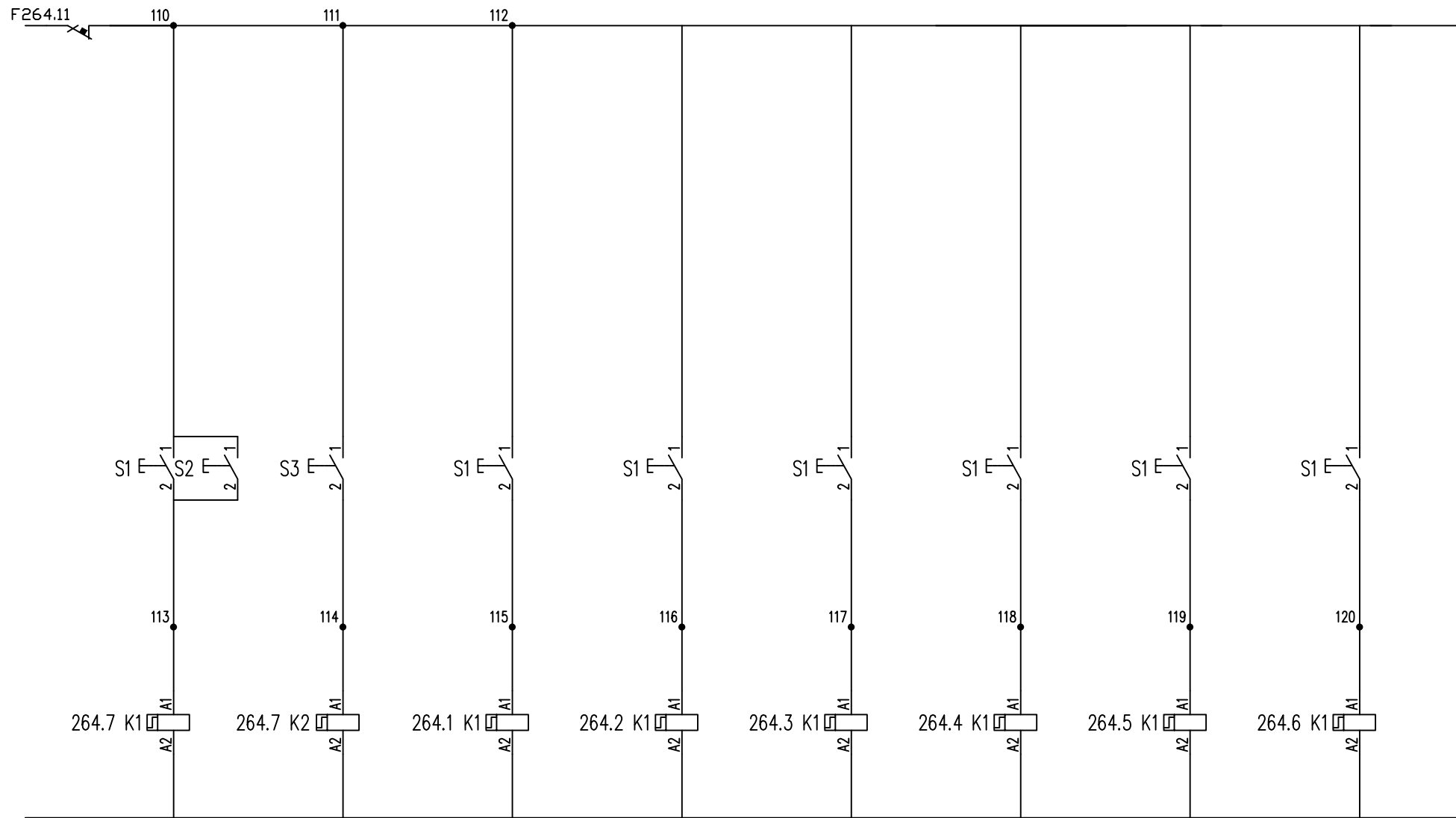
Hiltop

VATTENLEDNINGS PUMP
KYLVATTENPUMP
ELMOTSTÄND

PVM.	26.4
SUUNN.	VS
PIIRT.	TYÖNO
TARK./HYV.	PIIR.NO HC 002

SÄHKÖ

TIEDOSTO	LEHTI 10
	LEHTIÄ
	MUUTOS



EL-SLOTTE

KVARNABBAVÄGEN 23
68550 ÖJA

MUUTOS PVM.	MUUTTI

Hiltop

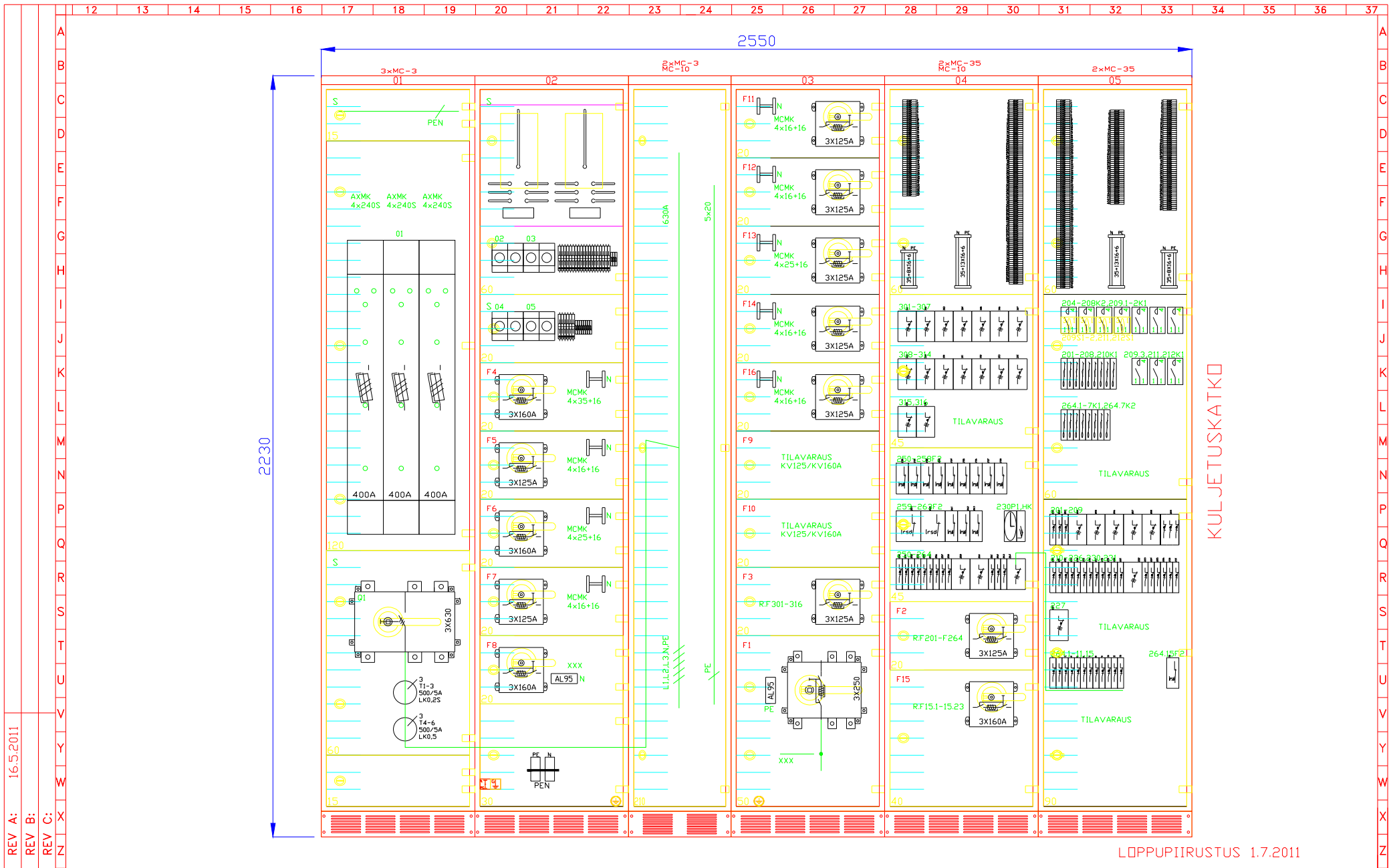
BELYSNING
VÅNING 2

PVM. 26.4
SUUNN. VS
PIIRT.
TARK./ HYV.

SÄHKÖ

TYÖNO
PIIR.NO HC 002

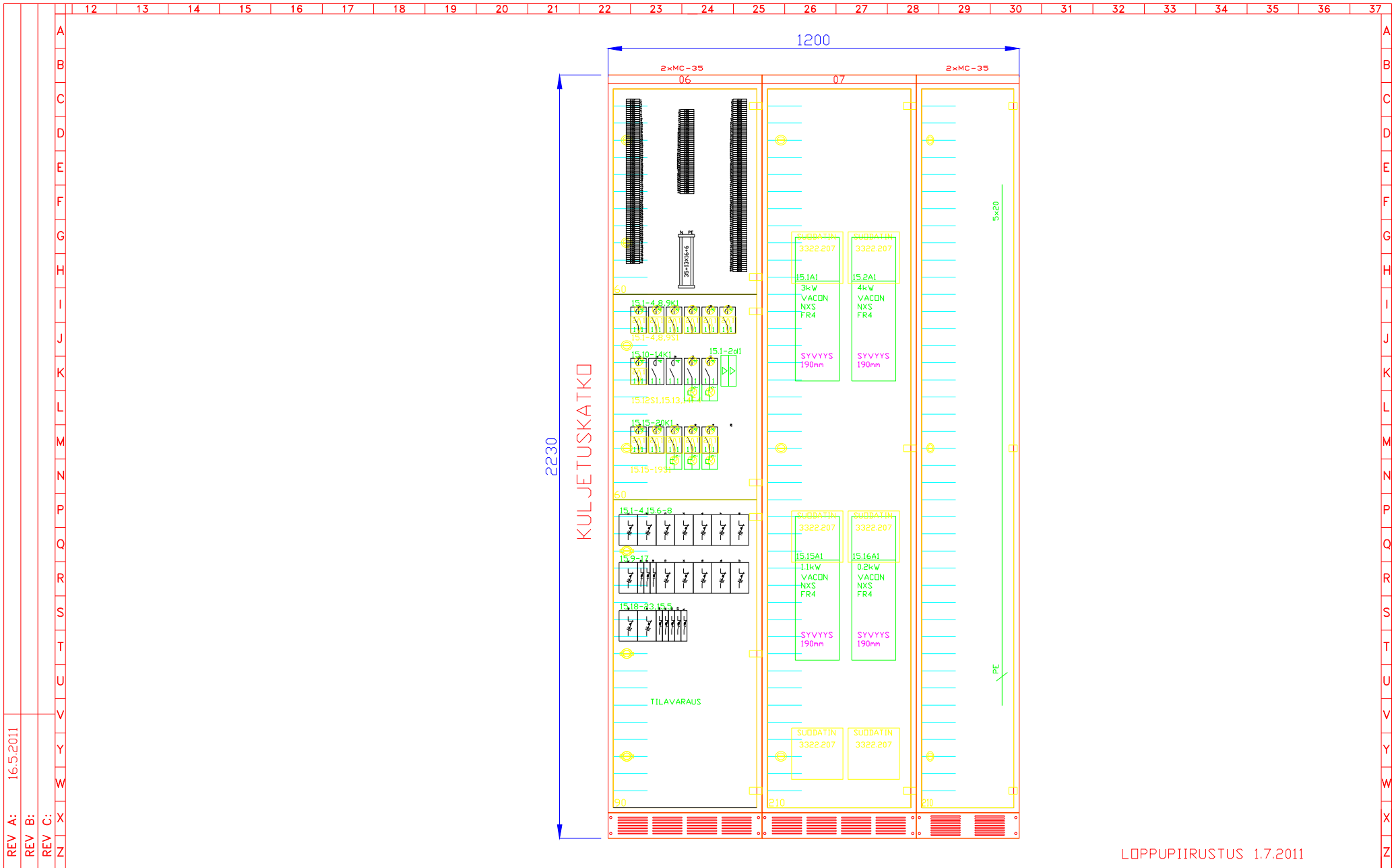
TIEDOSTO
LEHTI 11
LEHTIÄ
MUUTOS



REV A: 16.5.2011
 REV B:
 REV C:

LOPPUPIIRUSTUS 1.7.2011

<p>PL 28, 57201 SAVONLINNA PUH:015-5767 70 FAX:015-5767 710 WWW.NORELCO.FI</p>	TUNNUS: PK	RAKENNE: EHR-C	TAAJUUS: 50 Hz	KOTEL.LUOKKA: IP 34	VALM.NRO: 132202
	KOHDE: HIL TOP	SYVYYS: 330 mm	JAKELUJARJ: TN	EMC-YMPÄRISTÖ: A TAI B	PROJ. NRO: 124755
	TILAAJA: AHLSELL OY	NIM.ER.JÄNN. Ui: 400 V	OSASTOINTIMUOTO: 2-4	KYTKENTÄMENET.: FFF	PIIR. NRO:
	HEINOLANKAARI 12	NIM.VIRTA In: 630 A	SUOJAUS SÄHKÖISKULTA:	SUUNN: □MU	PVM: 13.5.2011
	67600 KOKKOLA	TERM.KEST.lcw: 12,5 kA	SUOJAMAAD.,KOTELOINTI	TARK:	SUHDE: 1:10
	DYN.KEST lpk: 25 kA		HYV:	SIVU NRO: 1/2	



LOPPUPIIRUSTUS 1.7.2011

<p>PL 28, 57201 SAVONLINNA PUH:015-5767 70 FAX:015-5767 710 WWW.NORELCO.FI</p>	TUNNUS: PK	RAKENNE: EHR-C	TAAJUUS: 50 Hz	KOTEL.LUOKKA: IP 34	VALM.NRO: 132202
	KOHDE: HILTOP	SYVYYS: 330 mm	JAKELUJARJ: TN	EMC-YMPÄRISTÖ: A TAI B	PROJ. NRO: 124755
	TILAAJA: AHLSELL OY	NIM.ER.JÄNN. Ui: 400 V	OSASTOINTIMUOTO: 2-4	KYTKENTÄMENET.: FFF	PIIR. NRO:
	HEINOLANKAARI 12	NIM.VIRTA In: 630 A	SUOJAUS SÄHKÖISKULTA:	SUUNN: DMU	PVM: 13.5.2011
	67600 KOKKOLA	TERM.KEST.lcw: 12,5 kA	SUOJAMAAD.,KOTELOINTI	TARK:	SUHDE: 1:10
	DYN.KEST lpk: 25 kA		HYV:	SIVU NRO: 2/2	