

## VÄYLÄTEKNIIKAN VAIHTO

Kaivoksella olevien Profibus-laitteiden siirtäminen Profinet-väylään

Kallionlähde Sofia

Opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2021

Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Sofia Kallionlähde	Vuosi	2021
<b>Ohjaaja(t)</b>	DI Jaakko Etto		
<b>Toimeksiantaja</b>	Agnico Eagle Finland Oy		
<b>Työn nimi</b>	Väylätekniikan vaihto		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	43 + 12		

---

Opinnäytetyö tehtiin Agnico Eagle Finland Oy:lle ja työn tavoitteena oli saada Profibus-laitteet vaihdetuiksi Profinet-väylään. Työn keskeinen sisältö oli tehdä tarvittavat muutokset kahteen kenttäkoteloon, suunnitella työ ja kertoa työn suorituksesta teorian kautta.

Työ rajattiin koskemaan kaivoksen ilmanvaihtonousun Profibus-automaatiolaitteiston siirtoa Profinet-väylän alle yhden kaivoksen tärkeimmän ilmanvaihtonousun eli IVN1 osalta. Profibus-väylätekniikka ei enää palvele täysin kaivoksen tarpeita, minkä vuoksi on päätetty siirtyä käyttämään pääasiassa Profinet-väylätekniikkaa. Profinet-väylätekniikkaan siirryessä on odotettavissa varmempi käyttökokemus niin laitetasolla kuin ohjelmapuolella. Väylätyypin vaihdolla pyritään minimoimaan katkoksien määrä tietoliikenteessä ja näin saada tuotannolliset tappiot mahdollisimman pieneksi.

Kyseisellä IVN:llä oli käytössä Profibus-järjestelmän laitteita, jotka siirrettiin Profinet-väylään. Koko muutostyötä ei saatu tehtyä sillä muutokset tarvitsevat isomman katkon. Kenttäkoteloiden muutostyö suoritetaan seuraavan huoltoseisokin yhteydessä. Tämän työn aikana vaihdettiin taajuusmuuttajan väyläkortit pari tuntia kestävässä järjestetyssä katkossa. Kohteessa oli kaksi taajuusmuuttajaa ACS850 ja ACS880, joihin molempiin vaihdettiin väyläkortti.

Tämän muutostyön suunnitelmia voidaan käyttää jatkossa myös muualla kaivosalueella suunnitteilla oleviin väylätekniikan vaihdoksiin. Profibus-väyläjärjestelmästä tullaan luopumaan kokonaan kaivosalueella ja korvataan pääasiallisesti Profinet-väylätekniikalla.

Technology, Communication and Transport  
Electrical and Automation Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Sofia Kallionlähde	Year	2021
<b>Supervisor</b>	Jaakko Etto, MSc		
<b>Commissioned by</b>	Agnico Eagle Finland Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Exchange of bus technology		
<b>Number of pages</b>	43 + 12		

---

The thesis was made for Agnico Eagle Finland Oy and the objective was to get Profibus devices replaced on Profinet bus. The main objectives of the thesis were to make the necessary changes in two field cabinets, plan the work and report performance of the work through the theory.

The work was focused on the transfer of the Profibus automation equipment to the Profinet bus in IVN1 area. IVN1 is one of the underground mine's most important ventilation riser. Profibus technology is no more a reliable choice in mine which is why it has been decided to switch the Profibus technology to Profinet technology. Profinet bus technology is expected to provide a more reliable user experience. The aim of changing the bus type is to minimize the number of interruptions in telecommunications and therefore to keep production losses to a minimum.

IVN1 used Profibus system equipment which was transferred to the Profinet bus. The whole change work could not be done because the changes need a bigger shutdown. Modification work on the field cabinets will be carried out during the next maintenance shutdown. During the work, bus cards of the frequency converters were changed during a couple of hours of interruption. The site has two ACS850 and ACS880 drives, into which both a bus card was changed.

This work and the results of the work can also be use as a basis for a change in the bus technology of the underground mine in the future. The Profibus system will be abandoned entirely in the mine area and will be replaced by the Profinet system.

Key words

automation system, I/O-module, Profinet, Profibus

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	AGNICO EAGLE.....	9
3	TASOTUULETUKSET .....	10
4	ILMANVAIHTONOUSU IVN1.....	13
5	KÄYTETTÄVÄT VÄYLÄTEKNIIKAT .....	15
5.1	Profibus.....	15
5.2	Profinet .....	16
5.3	Modbus TCP/IP .....	16
6	KÄYTETYT AUTOMAATIOLAITTEET .....	18
6.1	ACS800 Taajuusmuuttaja .....	18
6.1.1	ACS800 Väylämoduulit .....	19
6.2	ACS880 Taajuusmuuttaja .....	20
6.2.1	ACS880 Väylämoduulit .....	21
6.3	ACS850 Taajuusmuuttaja .....	22
6.3.1	ACS850 Väylämoduulit .....	23
6.4	Sisäinen väylä.....	23
6.4.1	ModuleBus .....	23
6.4.2	ModBus .....	24
6.4.3	MTU .....	25
6.5	S800 I/O-moduulit.....	25
6.5.1	Analogiatulomoduuli AI845.....	26
6.5.2	Analogilähtömoduuli AO845.....	26
6.5.3	Digitaalitulomoduuli DI810.....	26
6.5.4	Digitaalilähtömoduuli DO810.....	26
6.6	Siemens OLM .....	27
6.7	CI801 .....	28
6.8	TU860 .....	28
6.9	CI845.....	28
6.10	TC810.....	28
6.11	Muut laitteet .....	28
7	KENTTÄKOTELOIDEN SUUNNITTELU .....	30

7.1	Kenttäkotelo KK1022 .....	30
7.1.1	Kenttäkotelon mekaaninen rakenne .....	31
7.1.2	Kotelon luokitus .....	32
7.1.3	Kenttäkotelon Layout.....	32
7.1.4	Pääkaavio .....	33
7.2	Kenttäkotelo KK1060 .....	33
7.2.1	Kenttäkotelon mekaaninen rakenne .....	34
7.2.2	Kotelon luokitus .....	34
7.2.3	Kenttäkotelon Layout.....	35
7.2.4	Pääkaavio .....	36
8	TYÖN TOTEUTUS .....	37
8.1	Kenttäkotelo 1022 muutostyön selvitys.....	37
8.2	Kenttäkotelo 1060 muutostyön selvitys.....	38
9	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET .....	43

## ALKUSANAT

Kiitän toimeksiantajaani Agnico Eagle Finland Oy:n automaatiotiimiä opinnäytetyöni aiheesta ja ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää Lapin ammattikorkeakoulun opettajaa DI Jaakko Ettoa työni ohjaamisesta.

Kittilässä 18.8.2021

*Sofia Kallionlähde*

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AEF	Agnico Eagle Finland Oy
IVN	Ilmanvaihtonousu
VOD	Ventilation on demand
PLC	Programmable Logic Controller
DCS	Distributed Control System
AI	Analog Input
AO	Analog Output
DI	Digital Input
DO	Digital Output
KK	Kenttäkotelo
OLM	Optical Link Module, Optinen muunnin
TOKE	Tuotannonohjauskeskus
STO	Safe Torque Off
TCP/IP	Transmission Protocol/ Internet Protocol
MTU	Module Termination Units
FCI	Fieldbus Communication Interface
DTC	Direct Torque Control
EMC	ElectroMagnetic Compatibility

## 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa väylätekniikan vaihto Agnico Eagle Oy:n omistaman Kittilän kultakaivoksen ilmanvaihtonousussa. Profibus DP- väyläjärjestelmä tullaan korvaamaan Profinet-väylätekniikalla.

Profibus-väylätekniikka ei palvele enää nykypäivänä täysin kaivoksen tarpeita, minkä vuoksi on päätetty siirtyä käyttämään pääasiassa Profinet-väylätekniikkaa. Profinet-väylätekniikkaan siirtyessä on odotettavissa varmempi käyttökokemus niin laitetasolla kuin ohjelmapuolella. Väylätyypin vaihdolla pyritään saamaan katkoksien määrä tietoliikenteessä minimiin ja täten tuotannolliset tappiot mahdollisimman vähäisiksi.

Kyseisellä ilmanvaihtonousulla eli IVN:llä on käytössä profibuslaitteita, jotka siirretään Profinet-väylään. Kohteessa on kaksi taajuusmuuttajaa ACS850 ja ACS880, joihin molempiin vaihdetaan väyläkortti. Vaihdos vaatii katkon, jolloin taajuusmuuttajat käännetään uuden väylätekniikan alle.

Työn tavoitteena on suunnitella kaksi kenttäkoteloa uusiksi niin, että poistettavan Profibus-väylätietoyksikön tilalle mahtuu Profinet- väylätietoyksikkö. Muutostyön työkuvakansiot tehdään ja tilataan oikeat komponentit. Toteutus suunnitellaan tehtäväksi ajankohtana, jolloin työstä aiheutuva tuotannollinen haitta on vähäistä.

Pitkän, 12 viikon, toimitusajan vuoksi kenttäkoteloiden konkreettinen muutostyö jää tämän työn ulkopuolelle. Muutostyö on kuitenkin suunniteltu ja esitetään tässä työssä.



## 2 AGNICO EAGLE

Agnico Eagle on kanadalainen kultakaivosyrittäjä, joka on tuottanut jalometalleja vuodesta 1957. Agnico Eaglen kaivoksia on yhteensä 8, jotka sijaitsevat Kanadassa, Suomessa ja Meksikossa. Yhtiö tekee jatkuvasti malminetsintää edellä mainituissa maissa, mukaan lukien Yhdysvalloissa ja Ruotsissa. (Agnico Eagle Finland Oy 2021.)

Agnico Eagle Finland omistaa Kittilän kultakaivoksen, joka on Euroopan suurin kultakaivos. AEF harjoittaa malminetsintää myös muissa Pohjoismaissa. Kittilän kaivoksen toiminnan on ennustettu jatkuvan vähintään 2034 vuoteen saakka. Toiminta voi kuitenkin jatkua tämänkin yli, jos malminetsintä löytää siihen syytä. Kaivoksen kullantuotanto on tällä hetkellä vuosittain noin 200 000 unssia eli 6000 kiloa kultaa. (Agnico Eagle Finland Oy 2021.)

Kittilän kultakaivos on erikoistunut louhimaan malmia, josta rikastetaan kultaa. Kaivos perustettiin vuonna 2008, jolloin toiminta oli aluksi avolouhintaa, mutta vuoden 2012 jälkeen on louhintaa tehty pelkästään maan alla. Tällä hetkellä kivimursketta ajetaan maan pinnalle kiviautoilla, joka säilötään välivarastoon tai ajetaan suoraan murskaamolle. Murskaamolta louhittu malmi siirretään kuljettimella rikastamolle, jossa kulta erotetaan malmista monivaiheisen prosessin avulla.

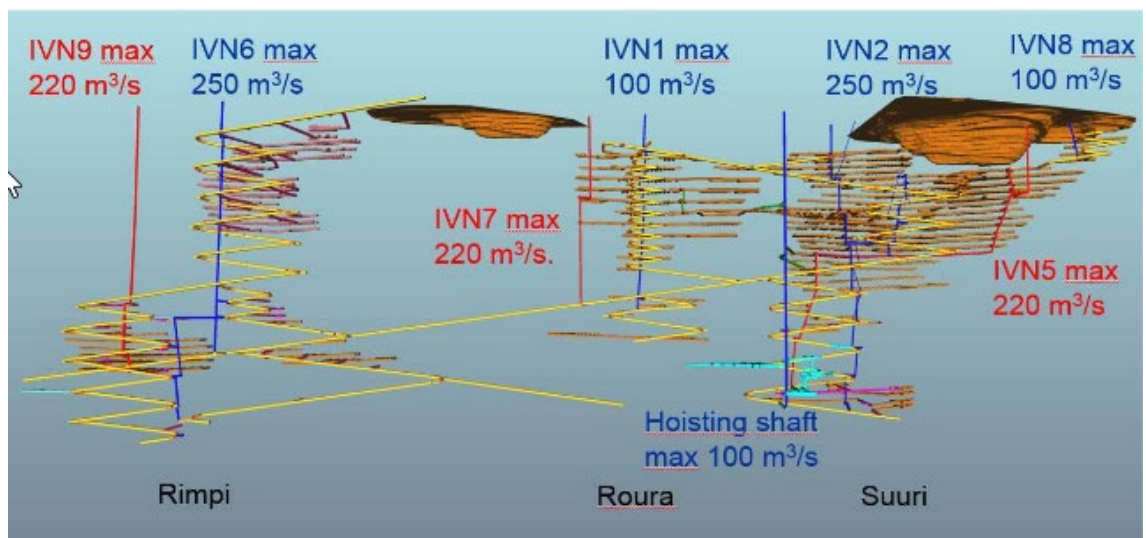
Kaivoksella on kaksi eri osastoa, joista kaivososaston vastuualueeseen kuuluu maan alainen louhintaa sekä kuilun valmistamiseen liittyvät projektit. Rikastamon vastuualueeseen kuuluu malmin jalostus, jossa tuotetaan lopputuote aina kultaharkoksi saakka.

### 3 TASOTUULETUKSET

Kaivosteollisuudessa on tarvittavat tuuletukset määrätty asetuksilla ja säädöksillä. Kaivosturvallisuus asetus määrää, että ”Kaivos tulee suunnitella siten, että maanalaisten kaivosten ilma on riittävän happipitoista eikä siinä esiinny haitallisissa määrin epäpuhtauksia” (Kaivosturvallisuusasetus 2§ 2011).

Kaivosturvallisuusasetuksessa viitattut epäpuhtaudet ovat muun muassa pakokaasut, räjähdyskaasut, pöly, kallioperän kaasut ja ruiskubetonoinnin aiheuttamat kaasut. Maanalaisen kaivoksen yleistuuleuksesta käytetään termiä primary ventilation. Yleistuuleuksessa käytetään puhaltavaa tai imevää tuuletusta sekä niiden yhdistelmää tuuletusmenetelminä. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

AEF:n Kittilän kaivoksella raitista ilmaa ohjataan maan alle pääpuhaltimien puhaltamana ilmanvaihtonousuja pitkin. Kaivoksen ilmanvaihtonousuja ovat IVN1, IVN2, IVN6 ja IVN8. Kaivoksesta poistettavaa, käytettyä ilmaa, ohjataan kaivoksesta ulos pääpuhaltiminen imemänä poistoilmanousuja pitkin. Kaivoksen poistoilmanousuja ovat IVN5, IVN7 ja IVN9. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.) Kuvassa 1 näkyy tuuletusnousut.



Kuva 1. Maanalaisen kaivoksen pitkittäisleikkaukset, jossa näkyy tuuletusnousut sekä suojavaikat (Jokelainen & Peuraniemi 2019).

Raitisilmanousut ovat kapasiteetiltaan suuremmat kuin poistoilmanousut, joten loppu käytetty ilma nousee pintaan vinotunneleita pitkin. Tämä toimintamalli edesauttaa myös vinotunneleissa liikkuvien autojen pakokaasujen poiston kaivoksesta pintaan poistoilman mukana. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

Talvella maan alle ohjattava ilma on lämmitettävä, jotta estetään nousujen jäätyminen. Eri ilmanvaihtonousuille on käytössä omat lämmitystekniikat. Esimerkiksi IVN1:stä lämmitetään rikastamon kaasupesurista lähtöisin olevalta kaukolämmöllä. Varalämpönä ilmanvaihtonousuun käytetään polttoöljyllä toimivaa lämpökeskusta. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

Raittiin ilman saavuttua alas, se on puhallettava vielä lopullisiin työkohteisiin. Puhallusta vaaditaan yleensä umpiperiin, joissa ei ole lainkaan ilmavirtausta omasta takaa, ellei siellä ole puhallinta. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

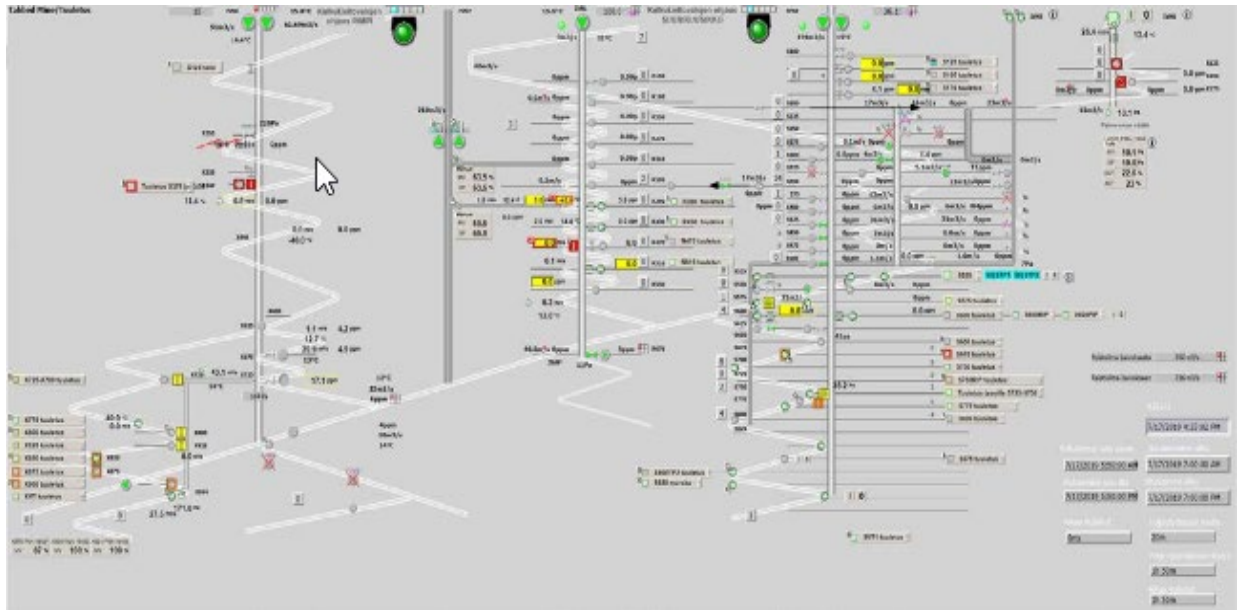
Umpiperiin puhalletaan ilmaa tuuletuslinjaa pitkin paikallispuhaltimilla, jotka ovat noin 1 metrin halkaisijaltaan. Perään tuotetaan puhalluksella ylipaine, jolloin ilma lähtee virtaamaan epäpuhtaudet mukanaan kohti pienempää painetta. Paikallistuuletuksella tarkoitetaan työkohteiden tuuletusta tasoilla ja vinotunneleissa. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

Myös luonnollista ilmanvaihtoa tapahtuu tietyillä alueilla maanalaisessa kaivoksessa. Tällöin ilma liikkuu pääasiassa vinotunneleissa ja tuuletusnousuissa ilman puhallinta.

Maanalaista kaivoksen tuuletusta ohjataan ABB 800xA automaatio-ohjelmalla tuotannonohjauskeskuksesta eli Tokesta. Ohjelman kautta osa toiminnoista on automatisoitu kokonaan, kuten puhaltimien sammuminen ennen vuoron lopussa suoritettavia räjäytyksiä. Kaikki paikallispuhaltimet sammuvat porrastetusti ennen räjähdystä. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

Räjäytysten jälkeen puhaltimet käynnistyvät syötetyn viivearvon kuluttua räjäytysten jälkeen. Puhaltimien on mahdollista käynnistyä tasoilla myös liiketunnistimista sekä häkäarvojen noususta. Hälyttävä häkäraja on 5 ppm tai sen yli menevä arvo. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.)

Pienemmät puhaltimet maanalaisessa kaivoksessa ovat ainoastaan paikalliskäyttöisiä ja niitä operoidaan käynnistinboksilta, joka sijaitsevat puhaltimien välittömässä läheisyydessä. (Jokelainen & Peuraniemi 2019.) Kuvassa 2 on ABB ohjelman näkymä, josta tuuletukselta ohjataan.



Kuva 2. Tuotannonohjauskeskuksen ABB ohjelman näkymä, josta tuuletukselta ohjataan

#### 4 ILMANVAIHTONOUSU IVN1

IVN1 on yksi maanalaisen kaivoksen tärkeimmistä ilmanvaihtonousuista. IVN1 eli Ilmanvaihtonousu 1 (Kuva 3), on maanalaisen kaivoksen, Rouravaaran malmion raitisilmanousu. IVN1 kautta toimitetaan maanalaiseen kaivokseen kaivostoiminnan eri työvaiheissa tarvittava raitis ilma. Alun perin IVN1 oli poistoilmanousu, mutta se muutettiin raitisilmanousuksi vuonna 2013. Samalla vaihdettiin puhallin ja sen yhteydessä rakennettiin kanavisto patteritalolta puhaltimelle ja puhaltimelta maan alle menevään nousuun. Nousu on maan pinnalta lähtiessä 3,5 metriä halkaisijaltaan oleva täysprofiilinousu. (Peuraniemi 2021.)

Talvella elohopean mennessä miinuksen puolelle raitis ilma täytyy lämmittää, jotta nousu ei pääse jäätymään. Nousuun tulee jonkin verran vettä kallion ruhjeista eli pohjavedestä. (Peuraniemi 2021.)

Puhaltimeen imeytyvä ulkoilma kulkeutuu patteritalon lämmityspattereiden läpi puhaltimelle ja siitä edelleen maan alle. Pattereissa kiertää glykoli, jota lämmitetään pääasiassa rikastamon kaasupesurin hukkalämmöllä. Varalämmitysjärjestelmänä on polttoöljykattila. (Peuraniemi 2021.)

Puhaltimen kierroksia säädetään taajuusmuuttajalla tarvittavalle tasolle. Ventilation on demand eli VOD –periaatteen mukaisesti maan alle puhalletaan vain tarvittava määrä ilmaa, jolloin säästetään sekä sähköä että lämmitysenergiaa silloin kun hukkalämpöä ei saada rikastamolta. Tällä myös varmistutaan siitä, että kaivokseen ei mene liian pientä ilmamäärää kerralla. (Peuraniemi 2021.)

Raitisilmanousun jokainen yhteys maanalaiseen kaivokseen on suljettu tuuliseinällä, johon on kiinnitetty paikallispuhallin. Seinät eivät ole täysin tiiviitä muun muassa tarvittavien vesiläpivientien vuoksi, mutta niiden avulla muodostetaan noususta käytännössä suljettu tila. Suljetun tilan paine vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon ilmaa sinne puhalletaan maan päältä ja kuinka paljon ilmaa paikallispuhaltimet imevät noususta tuotantotasolle. (Peuraniemi 2021.)

Nousun alapäässä R735RIP:ssä (Rouravaaran taso 735, raitisilmaperä) on paine-eromittari R735-PDI-16497, joka mittaa paine-eroa tuuliseinän nousun puolen ja kaivoksen puolen välillä. Tämä paine-ero pyritään säätimen R675-PDIC-16175 ohjaamana pitämään nollassa tai muutaman Pascalin verran ylipaineella, jolloin paikallispuhaltimilla on käytettävissä niiden tarvitsema määrä ilmaa. Myös nousun entisen alapään tuuliseinässä R675RIP:ssä on paine-eromittari, joka nykyään toimii varamittarina siltä varalta, että R735RIP:n mittarilta ei jostain syystä tule signaalia. (Peuraniemi 2021.)



Kuva 3. Raitisilmapuhallinasema IVN1

## 5 KÄYTETTÄVÄT VÄYLÄTEKNIIKAT

Kaivoksella käytetään pääasiassa Profinet-väylätekniikkaa. Profinet kasvattaa suosiotaan ja käyttövarmuudeltaan on vakaampi kuin Profibus- väylätekniikka. Tämän vuoksi Profinet tulee korvaamaan Profibus- järjestelmän kokonaan. Joissakin tapauksissa kaivoksella on käytössä myös Modbus TCP/IP.

Kenttäväylien avulla ohjauslaitteet, kuten PCL/DCS (Programmable Logic Controller/ Distributed Control System) pystyvät kommunikoimaan kenttälaitteiden kanssa saumattomasti.

### 5.1 Profibus

Profibus on Fieldbus-tekniikkaan perustuva kenttäväyläpohjainen automaatiostandardi. Profibustekniikka yhdistää yhdellä väyläkaapelilla ohjaimen tai ohjausjärjestelmät hajautettuihin kenttälaitteisiin, kuten antureille ja toimilaitteisiin. Tämä mahdollistaa myös johdonmukaisen tiedonvaihdon korkeamman tason viestintäjärjestelmien kanssa. (PI North America 2021b.)

Profibus-järjestelmästä on mahdollista saada yhdenmukainen käyttämällä standardisoitua, sovelluksesta riippumatonta tiedonsiirtoprotokollaa, joka tukee kenttäväyläratkaisuja niin tehdas- ja prosessiautomaatiossa kuin liikkeenohjauksessa. Tämä tiedonsiirtoprotokolla on nimeltään Profibus DP. (PI North America 2021b.)

Kenttäväylä eli fieldbus on digitaalinen teollinen verkkotekniikka, jota käytetään tiedon siirtämiseen ohjauslaitteiden, kuten PLC:n tai DCS:n ja kenttälaitteiden, kuten I/O:t sekä taajuusmuuttajat, välillä. Tietoja siirretään ohjauslaitteiden ja kenttälaitteiden välillä tuotantolinjojen ja laitteiden ohjaamiseksi. Näiden laitteiden ja laitteistojen välistä tiedonsiirtoa parantamalla Fieldbus helpottaa tapaa, jolla laitoksia ohjataan ja hallitaan niin prosessi- kuin tehdasautomaatiossa. Fieldbus yhdistää useita laitteita vain yhdellä väyläkaapelilla. (PI North America 2021c.)



## 5.2 Profinet

Profinet on tiedonsiirtoprotokolla tietojen välittämiseksi ohjaimien ja laitteiden välillä. Profinet-viestirunko kykenee kuljettamaan jopa 1440 tavua prosessidataa, joka voi suuruudeltaan olla noin 4 GT:n kokoinen. (Siemens AG 2021.)

Profinet käyttää integroitua Ethernet-pohjaista tiedonsiirtoa, joka Ethernet tekniikan vuoksi mahdollistaa myös langattoman liikenteen. Profinet käsittelee I/O liikenteen sekä älykkäiden laitteiden keskinäisen kommunikaation. (Siemens AG 2021.)

Ethernet-standardi on kehitelty sen tarpeen pohjalta, että tietoa halutaan välittää ja vastaanottaa reaaliaikaisena. Profinet on yhteensopiva Ethernet-väylien kanssa ja pystyy hyödyntämään kaikkia Ethernet-väyliä. Tietokoneisiin käytettävä Ethernet ei kuitenkaan kykene reaaliaikaiseen suorituskykyyn teollisen automaation tarpeissa, minkä vuoksi Profinet käyttää teollista Ethernetia, jonka toimintavarmuus pysyy myös vaikeissa teollisuusympäristöissä. (PI North America 2021a.)

Profinetissa on paljon samaa Profibus-väylätekniikan kanssa I/O tietojen käsittelyssä. (PI North America 2021a.). Yhteneväisten ominaisuuksien vuoksi väylätekniikan vaihto näiden kahden väylätekniikan välillä on suhteellisen helppo suunnitella ja toteuttaa.

## 5.3 Modbus TCP/IP

TCP/IP on lyhenne sanoista Transmission protocol / Internet protocol. Kyseessä on kaksisuuntaisesti, lähettävänä ja vastaanottavana toimiva datan siirrosta ja vastaanotosta vastuussa oleva protokolla. (Cloudflare 2020.)

IP on internetin osoitejärjestelmä ja sen pääasiallisena tehtävänä on toimittaa tietopaketteja lähdelaitteesta vastaanottavaan laitteeseen. IP muodostaa verkkoyhteydet ja muodostaa internetin perustan. IP ei kuitenkaan yksittäään pysty käsittelemään muun muassa virheiden tarkastelua, joten tähän vaaditaan toinen protokolla, TCP. (Cloudflare 2020.)



IP on yhteydetön protokolla, jonka avulla tietoyksiköt jaetaan ja jokainen yksikkö osoitetaan erikseen vastaanottajalle ja reititetään lähelaitteesta kohdelaitteeseen. Vastaanottaja ei lähetä enää kiittausta takaisin lähteelle. (Cloudflare 2020.)

TCP käytetään yhdessä IP:n kanssa yhteyden ylläpitämiseksi lähettäjän ja vastaanottajan välillä. Jaetut tietoyksiköt kootaan yhteen, jolloin IP/TCP varmistaa kootun järjestyksen oikeaksi. TCP/IP hoitaa useimmiten diagnostiikka- ja konfigurointitiedot. (Cloudflare 2020.)

## 6 KÄYTETYT AUTOMAATIOLAITTEET

Tärkeimmät työssä käytettävät automaatiolaitteet ovat taajuusmuuttajat ja väyläkortit.

Taajuusmuuttajat säätävät moottorin tehonsyötön taajuutta sekä jännitettä. Säädön ansiosta moottorin nopeutta sekä momenttia voidaan ohjalla taajuusmuuttajan avulla. Taajuusmuuttajan avulla moottorista saadaan tehollisesti enemmän irti. Moottori voidaan säätää toimimaan jopa reilusti yli nimellisnopeuden, mikä parantaa prosessien tuottavuutta huomasti. (Danfoss 2021)

Taajuusmuuttajan käytölle on monia syitä, joista energiansäästö sekä järjestelmän tehokkuuden parantaminen ovat yleisimmät. Myös moottorin mekaaninen rasitus pienenee, jolloin mekaaninen rasitus on vähäisempää sekä käyttöikä pidempi. (Danfoss 2021)

ACS800, ASC880 ja ACS850 käyttää ABB:n lanseeraamaa suoraa momentinsäätöä eli DTC:tä. Kyseisen tekniikan avulla, modulaattoria, takometria tai asentoanturia ei tarvita lainkaan käyttää moottorin akselin nopeuden tai asennon takaisinkytkentään. Tämä tekniikka on käytössä myös muissa ABB:n taajuusmuuttaja sarjoissa. (ABB Tekninen opas nro.1 2001.)

### 6.1 ACS800 Taajuusmuuttaja

ACS800 on yksi ABB:n AC-käyttöjä. Sarjan taajuusmuuttaja on suunniteltu pääasiassa teollisuuden eri tarpeisiin ja ominaisuuksiltaan se onkin hyvä vaihtoehto prosesseihin. (ABB Oy 2021c.)

Kaikissa sarjan taajuusmuuttajissa on kattava valikoima sisään rakennettavia ominaisuuksia ja lisävarusteita. ACS800 sisältää esimerkiksi sisäänrakennetut suotimet, jotka estävät radiotaajuiset häiriöt. Kuristimet suodattavat puolestaan yliaaltoja. Yliaaltoja pyritään häivyttämään mahdollisimman tehokkaasti, jotta niiden haittavaikutukset pystyttäisiin minimoimaan. Yliaallot saattavat häiritä ja jopa vaurioittaa lähiympäristöön kytkettyjä sähköisiä laitteita. (ABB Oy 2021c.)

Taajuusmuuttajaan saa erilaisia sisään rakennettavia lisävarusteita, jotka voidaan sijoittaa taajuusmuuttaja kotelon sisälle. Tämä vähentää kustannuksia, kun erillistä kaapelointia ja lisätilaa ei tarvita. Yksi ACS800 hienouksista on Startup Assistant käyttöönotto työkalu, joka on suunniteltu helpottamaan käyttöönottoa. (ABB Oy 2021c.) ACS800 sarjan ohjauspaneelit on yksinkertaisia (Kuva 4), verrattuna ACS850 ja ACS880 sarjan ohjauspaneelisiin.



Kuva 4. ACS800 taajuusmuuttajan ohjauspaneeli (ABB Oy 2021c.)

#### 6.1.1 ACS800 Väylämoduulit

Profibus- väylätekniikassa käytetään RPBA-1 kenttäväyläsovitinta, joka asennetaan lisävarusteena ABB:n taajuusmuuttajiin. Sovitinmoduulin avulla taajuusmuuttaja voidaan yhdistää Profibus-väylään. RPBA-1 sovitinmoduulin avulla on mahdollista esimerkiksi antaa ohjauskäskyjä taajuusmuuttajalle, muuttaa moottorin nopeutta ja momenttia, lukea tilatietoja taajuusmuuttajasta, muuttaa taajuusmuuttajan parametrejä sekä kuitata ilmenneet vikahälytykset ja viat taajuusmuuttajasta. (ABB Oy 2017e.)

RETA-02 kenttäväyläsovitin tukee profinet- väylätekniikkaa, joka mahdollistaa taajuusmuuttajan lisäämisen Ethernet-verkkoon. RETA- 02 Ethernet moduulin kautta on mahdollista antaa ohjaukskäskyjä taajuusmuuttajalle, muuttaa moottorin nopeutta ja momenttia, lukea tilatietoja taajuusmuuttajasta, muuttaa taajuusmuuttajan parametrejä sekä kuitata ilmenneet vikahälytykset ja viat taajuusmuuttajasta. (ABB Oy 2017a.)

## 6.2 ACS880 Taajuusmuuttaja

ACS880 sarja on uudempaa mallia kuin edeltäjänsä ACS800 sarja. Markkinoille sarjan ensimmäiset mallit ilmestyivät vuonna 2012.

ACS800 ja ACS880 välillä on eroavaisuuksia, sillä runkokoot läpi sarjan on muuttuneet. Sarjojen runkokoot eivät ole toistensa kanssa yhteensopivat, sillä uudemmassa sarjassa kokoa on pienennetty. Tästä johtuen aikaisemman sarjan taajuusmuuttajan tilalle uuden sarjan taajuusmuuttajaa vaihdettaessa on huomioitava muuttunut koko tuotteiden välillä. (ABB Oy 2012e.)

Safe torque-off eli STO on rakennettuna kaikkiin ACS880 sarjan taajuusmuuttajiin, jolla pystytään estämään odottamaton käyttö. Toiminto takaa, että pysäytykset ja käyttökatkot pystytään tekemään turvallisesti moottorin käytön ja huollon aikana. STO poistaa moottorilta vääntömomentin sekä estää tahattoman käynnistyksen. STO:n katkaisee ohjauselektroniikan sähkönsyötön mikä poistaa moottorin väännön. (ABB Oy 2012e.)

ACS880 on erillinen siirrettävä muistiyksikkö, joka tallentaa asetellut parametrit ja muutokset irrotettavaan muistimoduuliin. Vaurioituneen taajuusmuuttajan tilalle voidaan vaihtaa helposti uusi poistamalla vanhasta taajuusmuuttajasta muistimoduuli ja siirtämällä se uuteen taajuusmuuttajaan. Näin saadaan kaikki parametrit ja varmuuskopiot palautettua uuteen taajuusmuuttajaan. (ABB Oy 2012e.) ACS880 taajuusmuuttajan ohjauspaneelin (Kuva 5) alunäytöltä näkee moottorin kierrosnopeuden, virran sekä momentin.



Kuva 5. ACS880 taajuusmuuttajan ohjauspaneeli (ABB Oy 2021e.)

### 6.2.1 ACS880 Väylämoduulit

FPBA-01 moduuli voidaan asentaa ABB:N ACS880 sarjan taajuusmuuttajiin. Sovitin moduulin kautta taajuusmuuttaja voidaan yhdistää Profibus- väylään. FPBA-01 sovitinmoduulin avulla on mahdollista antaa ohjaukskäskyjä taajuusmuuttajalle, muuttaa moottorin nopeutta ja momenttia, lukea tilatietoja taajuusmuuttajasta, muuttaa taajuusmuuttajan parametrejä sekä kuitata ilmenneet vikahälytykset ja viat taajuusmuuttajasta. (ABB Oy 2017d.)

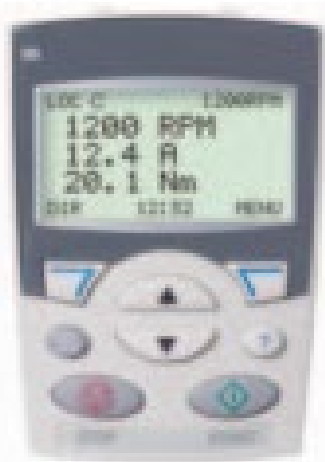
FPNO-11 sovitinmoduuli mahdollistaa taajuusmuuttajan liittämisen Profinet I/O- väylään. FPNO-11 sovitinmoduulin avulla on mahdollista esimerkiksi antaa ohjaukskäskyjä taajuusmuuttajalle, muuttaa moottorin nopeutta ja momenttia, lukea tilatietoja taajuusmuuttajasta, muuttaa taajuusmuuttajan parametrejä sekä kuitata ilmenneet vikahälytykset ja viat taajuusmuuttajasta. Tämän lisäksi moduulin avulla on mahdollista yhdistää Drive composer pro-ohjelmistotyökalu taajuusmuuttajan, jolloin voidaan konfiguroida taajuusmuuttajan parametrejä sekä saada talteen taajuusmuuttajan muistiin kerätyt käyntiarvot. (ABB Oy 2017c.)

### 6.3 ACS850 Taajuusmuuttaja

ACS850 sarjan taajuusmuuttajat on suunniteltu kaappiasennuksia varten, minkä ansiosta ne voidaan tarvittaessa asentaa vierekkäin. ACS850 sarja sisältää runsaasti sisäänrakennettuja lisävarusteita, kuten I/O ja tiedonsiirtoliitännät. (ABB Oy 2021d.) Kuvassa 6 on esitetty sarjan taajuusmuuttajan ohjauspaneeli. Ohjauspaneelin aloitusnäyttö kertoo moottorin kierrokset, kulutetun virran sekä momentin.

ACS850- taajuusmuuttajat voidaan liittää useimpiin saatavilla oleviin automaatiojärjestelmiin monien kenttäväyläprotokollien tuen vuoksi. Sarjan taajuusmuuttajissa on erikseen irrotettava muistiyksikkö, joka tallentaa ohjelmistotiedot, käyttäjäasetukset sekä moottoritiedot. Tämän vuoksi teho- ja ohjausyksikköä vaihdettaessa, voidaan taajuusmuuttaja ottaa uudelleen käyttöön ohjelmistoasennuksia tekemättä. (ABB Oy 2021d.)

Safe torque-off eli STO, on rakennettuna kaikkiin ACS850 sarjan taajuusmuuttajiin, jolloin pystytään estämään odottamaton käyttö.



Kuva 6. ACS850 taajuusmuuttajan ohjauspaneeli (ABB Oy 2021d.)

### 6.3.1 ACS850 Väylämoduulit

FPBA-01 väylämoduulia voidaan käyttää sekä ACS850- että ACS880- sarjan taajuusmuuttajissa. FPBA-01 moduuli voidaan asentaa ABB:N ACS880 sarjan taajuusmuuttajiin. Sovitinmoduulin kautta taajuusmuuttaja voidaan yhdistää Profibus- väylään. FPBA-01 sovitinmoduulin avulla on mahdollista antaa ohjaukaskäskyjä taajuusmuuttajalle, muuttaa moottorin nopeutta ja momenttia, lukea tilatietoja taajuusmuuttajasta, muuttaa taajuusmuuttajan parametrejä sekä kuitata ilmenneet vikahälytykset ja viat taajuusmuuttajasta. (ABB Oy 2017d.)

FENA-02 väylämoduulin avulla taajuusmuuttaja voidaan liittää Profinet Ethernet-verkkoon. FENA-02 väylämoduulin avulla on mahdollista esimerkiksi antaa ohjaukaskäskyjä taajuusmuuttajalle, muuttaa moottorin nopeutta ja momenttia, lukea tilatietoja taajuusmuuttajasta, muuttaa taajuusmuuttajan parametrejä sekä kuitata ilmenneet vikahälytykset ja viat taajuusmuuttajasta. (ABB Oy 2017b.)

## 6.4 Sisäinen väylä

Sisäinen väylä on taajuusmuuttajan sisälle rakennettu yhteysmuoto, joka voi olla esimerkiksi Modulebus, Modbus tai MTU. Taajuusmuuttajiin saa lisäksi erillisiä väyläyksiköitä, mutta ne eivät ole taajuusmuuttajaan sisäänrakennettuja. Sisäistenväylätyyppien saatavuus vaihtelee taajuusmuuttajamallien mukaan. (Schneider electric 2016.)

### 6.4.1 ModuleBus

ModuleBus on I/O moduulit yhdistävä lisäväyläyhteys. Jokainen I/O-moduuli asennetaan moduulien pääteyksikköön, eli MTU:n. Ensimmäinen MTU yhdistää I/O:t ModuleBus isäntään. ModuleBus- modeemi on kuituoptinen liitäntä Module Bus-väylään. Modeemissa on sähköinen ja optinen liitäntä. Sähköiseen ModuelBus väylään voidaan kytkeä 12 eri I/O-moduulia ja seitsemän klusteria, eli I/O ryhmää. Moduulit voidaan liittää kuituoptiseen ModuleBus-väylään.

Kuituliitintää käytetään silloin, kun tarvitaan yli 12 I/O moduulin sarjaa. (ABB Oy 2021.)

Module Bus on varustettu 6- pinnisellä RJ12-pistokeliitännällä.

#### 6.4.2 ModBus

Modbus on tiedonsiirtoprotokolla, jonka mallit ovat master/slave ja client/server. Modbus helpottaa luotettavaa ja nopeaa tiedonsiirtoa automaation ohjelmapuolen ja kenttälaitteiden välillä (Wago 2021)

Modbusin ansiota nopea Ethernet-tiedonsiirto on mahdollista ja datansiirto suoritetaan yhtenäisesti vaadittujen standardien mukaisesti. Tiedonsiirto onnistuu myös eri laitevalmistajien ja tekniikaltaan eroavien laitteiden välillä, mikä takaa käytettävyyden monissa prosessin vaiheissa. (Wago 2021.)

Modbusilla on useampi protokolla ja menetelmä tiedonvaihtoa varten: Modbus-ASCII, Modbus RTU, Modbus UDP/IP tai Modbus TCP/IP. (Phoenix Contact 2021c.)

Modbus American Standard Code for Information Interchange eli Modbus ASCII, on tarkoitettu pääasiassa ASCII kielen välitykseen. Tämä on suhteellisen harvinainen ja vähiten käytetty protokolla. (Phoenix Contact 2021c.)

Modbus Remote Terminal Unit eli Modbus RTU käytetään asynkroniseen, bittipohjaiseen ohjelmointiin. Tiedonsiirto tapahtuu sarjassa RS-232 tai RS-485 kautta. (Wago 2021.)

Modbus Transmission Control Protocol eli Modbus TCP, perustuu Ethernet TCP/IP pohjaiseen tiedonsiirtoon. Tällä tiedonsiirtoprotokollalla on oma portti, jonka kautta voidaan yhdistää useita verkkoja ja sitä voidaan internetin kautta operoida etänä. (Phoenix Contact 2021c.)



### 6.4.3 MTU

Module Termination Units eli MTU, on moduulin päätelaitteen passiivinen perusyksikkö, joka sisältää prosessin päätteet eli prosessijohdotusliittimet ja on osa ModuleBusia. Nämä isännöivät S800 I/O-moduuleja. Eri S800 I/O-moduuleille on saatavana monia vaihtoehtoja moduulien lopetusyksiköistä. Tärkeintä on varmistaa niiden yhteensopivuus I/O-moduulien kanssa. (ABB Oy 2013.)

MTU:n tarkoituksena on jakaa ModuleBus I/O-moduuleille ja taas prosessin seuraavalle MTU:lle. Ensimmäinen MTU toimittaa oikean osoitteen I/O-moduuleille siirtämällä toiselle MTU:lle sijaintisignaali. (Aotewell automation 2020.)

### 6.5 S800 I/O-moduulit

S800 on modulaarinen ja hajautettu prosessi- I/O- järjestelmä. S800 järjestelmä kommunikoi tavallisten kenttäväylien kautta ylemmän tason ohjainten kanssa. S800 on mahdollistanut myös muiden valmistajien prosessiohjainten käytön lisäämällä eri liitäntämahdollisuuksia. (ABB Oy 2021b.)

S800 I/O- moduulit on suunniteltu käytettäväksi yhdessä MTU:n kanssa. S800 sarjan moduulit ovat asennettavissa suoraan DIN-kiskoon, joka helpottaa asennustyötä. (ABB Oy 2021b.)

I/O-kortit voidaan liittää kenttäväylän avulla prosessiasemaan tai vaihtoehtoisesti kortit voidaan asentaa kiinni samaan kehikkoon prosessiaseman kanssa.

### 6.5.1 Analogiatulomoduuli AI845

AI845 on analogiatulo- eli analog Input- moduuli käytettäväksi joko yksittäisiin tai kahdennettuihin eli redundanttisiin ratkaisuihin. (ABB Oy 2021f.)

AI845-moduulissa on 8 kanavaa, joista jokainen vastaanottaa Input viestiä 4–20 mA virtaviestiä tai 1-5VDC jännitettä. Käytettävästä korttipohjasta riippuen, kortin jokaista kanavaa voidaan käyttää joko jännite- tai virtaviestinä. (ABB Oy 2021f.)

AI-kortti syöttää itsessään 24V jännitettä, joten erillistä 24V syöttöä sitä vaativille laitteille ei tarvita. AI-kortilla voidaan lukea muuttuvilla luvuilla ilmaistuja mittaustietoja. (ABB Oy 2021f.)

### 6.5.2 Analogilähtömoduuli AO845

AO845 on analogilähtö- eli analog output- moduuli käytettäväksi joko yksittäisenä tai kahdennettuna ratkaisuna. AO845 on 8 kanavaa, joista jokainen tuottaa 4–20 mA virtaviestiä. (ABB Oy 2021g.) AO-korttia käytetään ohjaamaan esimerkiksi säätöventtiiliä tiettyyn asentoon.

### 6.5.3 Digitaalitulomoduuli DI810

DI810 on 0V-24V jännitettä käyttävä digitaalitulo - eli digital input- moduuli, jossa on 16 kanavaa. (ABB Oy 2021j.) DI-kortissa signaalin muoto on joko True tai False, eli 1 tai 0. Tämän digitaalinput kortin tarkoitus on lukea prosessissa tapahtuvia muutoksia esimerkiksi tilatietoja, kuten onko venttiilin asento kiinni vai auki. (ABB Oy 2021j.)

### 6.5.4 Digitaalilähtömoduuli DO810

DO810 on digitaalilähtö- eli Digital output- moduuli, jossa on 16 kanavaa ja 24V jännitettä. (ABB Oy 2021k.) DO-kortissa signaalin muoto on joko True tai False,

eli 1 tai 0. DO kortilla voidaan ohjata esimerkiksi venttiileitä ja releitä. Moduulilla voidaan ohjata myös merkkivalon syttyminen päälle ja pois.

## 6.6 Siemens OLM

Optical Link Module eli optinen muunnin (Kuva 7) on profibus väyläteknikassa käytettävä laite, joka muuntaa esimerkiksi sähköisen kenttäväyläyhteyden optiseksi signaaliksi eli käytännössä valokuituyhteydeksi. Optinen muunnin tarjoaa mahdollisuuden pidempiin yhteysetäisyyksiin laitteiden välillä. (PJC 2021.) OLM:a käytetään järjestelmissä erityisesti siksi, että se mahdollistaa pitkät tiedonsiirtopituudet sekä korkean EMC-häiriökestävyyden. (Phoenix Contact 2021b.)

OLM:n avulla kaksi erillistä Profibus- segmenttiä voidaan sisällyttää yhteen optiseen verkkorakenteeseen. Mahdollisia verkkorakenteita on redundanttinen, tähti tai linjassa oleva. OLM:n eri versiot käyttävät eri kaapeleita, vaihtoehtona on muovikuitukaapeli tai lasikuitukaapeli. (Phoenix Contact 2021a.)



Kuva 7. Siemens OLM (PJC 2021)

## 6.7 CI801

CI801 on FCI, Fieldbus Communication Interface, - väylätietoyksikkö, joka on konfiguroitavissa tiedonsiirtoliitännänsä kautta, suorittaen eri toimintoja, kuten signaalikäsitteilyä. (ABB Oy 2021h.)

## 6.8 TU860

TU860 toimii MTU:na S800 sarjan I/O-laitteille. TU860 yhdistää jopa 12 I/O-moduulia sekä MTU:ta ja toimii isäntänä niin yksittäisille kuin kahdennetuille Ethernet-sovitinille TC810 ja TC811, sekä Ethernet FCI-viestintämoduuleille CI845. TU860 sopii myös redundanttiselle järjestelmälle. (ABB Oy 2021o.)

## 6.9 CI845

CI845-moduuli hoitaa yhteydet AC 800M-ohjaimiin. Redundanttisia ratkaisuja varten TU860 pohjaan on asennettava kaksi kappaletta CI845 moduulia. (ABB Oy 2021i.)

## 6.10 TC810

TC810 on Ethernet sovitin kuparille, varusteltuna 2 porttisella RJ45-kytkennällä. Redundanttisen kokoonpanon saamiseksi, kaksi TC810 on asennettava TU860 pohjaan. (ABB Oy 2021n.)

## 6.11 Muut laitteet

Kenttäkoteloissa on edellä mainittujen lisäksi myös sulakkeita, muuntajia, päävirtakatkaisija, Phoenix Contact 24V ja 24V virtalähde.

Edellä mainittuihin laitteisiin ei kohdistu muutostarpeita, vaan ne saavat jäädä kenttäkoteloihin niin kuin ne on alun perin sinne suunniteltu ja asennettu.

## 7 KENTTÄKOTELOIDEN SUUNNITTELU

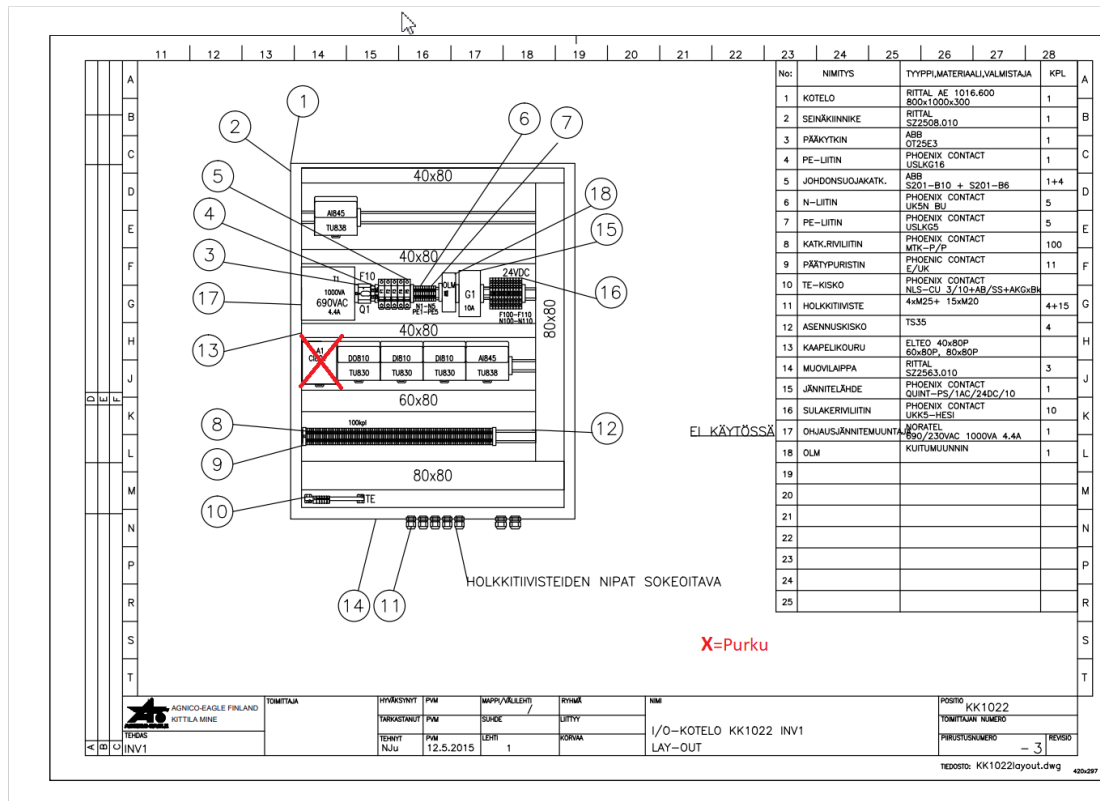
Työssä suunniteltiin kaksi kenttäkoteloa sisällöltään uusiksi. Kenttäkotelon suunnittelu alkaa kentältä, jossa selvitetään vanhan kotelon toteutus, komponentit ja mahdolliset muutokset. Tässä vaiheessa otetaan huomioon poistettavat komponentit ja kentälle lisättävät komponentit ja laitteet. Kotelo on suunniteltava mittakaavassa, joten yksittäisten komponenttien mitat ja mahdolliset sijoitusrajoitteet on selvitettävä. Tämä helpottaa suunnittelun ja toteutuksen yhteen hitsautumista. Suunnittelijan on tiedettävä kunkin komponentin mitat, jotta hän voi suunnitella kaappiin mahdutettavaksi kaiken tarpeellisen. Kenttäkotelot ovat yleensä jo valmiiksi täynnä, joten suunnitelmissa tulee ottaa huomioon myös mahdollinen kenttäkotelon laajennus tai vaihto suurempaan koteloon.

Tässä vaiheessa suunnittelua voidaan miettiä myös vanhan kotelon käytettävyyttä. Kannattaako esimerkiksi vaihtaa samalla jotain muutakin, kuten kuluneita komponentteja tai siirtää laitteita kotelon sisällä parempiin paikkoihin sisäisen johdotuksen kannalta. Johtimien pituudet on syytä huomioida, ettei tarvitse tehdä turhaan johtimien jatkoksia jälkikäteen. Jos huomataan, että johdotus jää liian lyhyeksi, riviliittimien ja kortin välille on ensisijaisesti vedettävä kokonaan uusi johdin. Jos jostain syystä näin ei voida järkevästi tehdä, tulee tehdä joko jatkos tai suunnitella kotelo uusiksi niin, että johdin ylittää määränpaikkaansa. Kotelon tulee olla tarpeeksi isot, jotta tarvittavat komponentit saadaan asennettua kaappiin.

Kenttäkoteloiden 1022 ja 1060 tapauksessa ei tarvitse hankkia suurempia koteloita, vaan vanhojen sisälle saadaan kaikki tarpeellinen mahtumaan. Osaa I/O korteista joutuu kuitenkin vähän siirtämään.

### 7.1 Kenttäkotelo KK1022

Kenttäkotelon purkukuva on esitetty kuvassa 8. Purkukuvassa purettavan komponentin päälle piirretään ruksi ja siirrettävät komponenttien sijoituspaikat ilmaistaan nuolella.



Kuva 8. KK1022-purkukuva

Layout-kuvan piirtäminen toteutetaan AutoCAD-ohjelmalla. Vanhat purkukuvat DWG- muodossa ovat hyvä pohja uudelle layout-kuvalle. Näin nopeutetaan suunnittelu- ja toteutus prosessia, kun vanhat kuvat ovat oikeassa tiedostomuodossa ja suoraan muokattavissa. Purkukuva myös liitteenä, (Liite 1.)

### 7.1.1 Kenttäkotelon mekaaninen rakenne

Kenttäkotelo sisältää ennestään 4 kappaletta 800-logiikka sarjan I/O moduulia. Määrä ei muutu uudessa suunnitelmassa, sillä laitteita ei ole suunnitteilla lisätä.

### 7.1.2 Kotelon luokitus

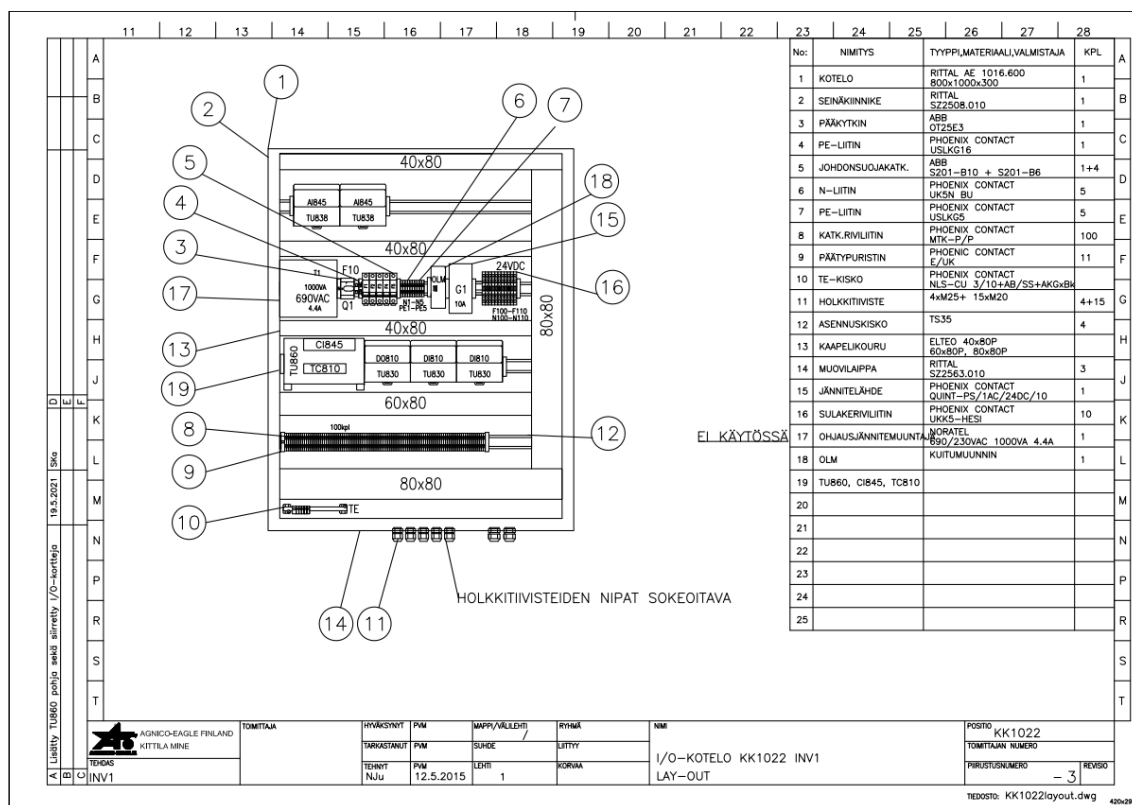
Kotelo on luokiteltava niin, että kotelo kestää vettä, pölyä sekä kosteutta. Kotelo on ruostumatonta terästä. Kotelon IP on 66 ja läpiviennit ovat IP68. Korkealla IP luokituksella estetään mahdollisen veden, pölyn ja korrosoivien kaasujen pääsy kotelon sisälle.

Kotelo on saatava auki vain työkalua tai avainta käyttämällä. Tällöin erheellinen kosketus jännitteisiin osiin on poissuljettu. Kotelon on oltava paikallaan lujasti kiinni ja tukeva, jotta kotelointiluokka pitää paikkansa. (SFS-Käsikirja 600–2:2018 2018.)

### 7.1.3 Kenttäkotelon Layout

Kenttäkoteloiden layout kuvat piirrettiin uusiksi. Uusiin kuviin sisällytettiin kaikki ennestään kaapista puuttuneet komponentit sekä poistettiin profibus-väylään liittyvät komponentit. Kenttäkotelon uusi suunnitelma on esitetty kuvassa 9. Kenttäkotelon 1022 uusi layout myös liitteenä, (Liite 2.)





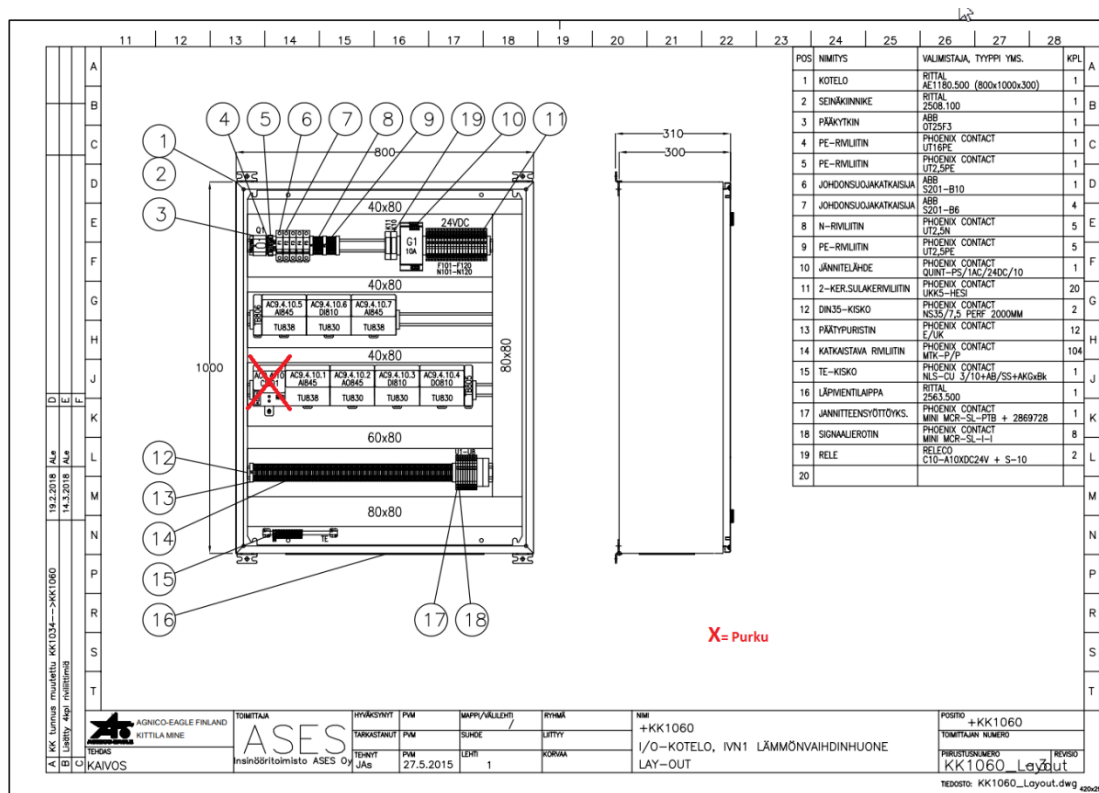
Kuva 9. KK-1022 uusi layout

### 7.1.4 Pääkaavio

Pääkaaviossa esitetään kenttäkotelolle tuleva pääsyttö ja kotelossa oleville komponenteille sulakelähdöt. KK1020- pääkaavio liitteinä 3, 4 ja 5. Purkupääkaavio Liitteenä 6.

### 7.2 Kenttäkotelo KK1060

Kenttäkotelon purkukuva on esitetty kuvassa 10. Purkukuvassa purettavan komponentin päälle piirretään ruksi ja siirrettävät komponenttien sijoituspaikat ilmaistaan nuolella. Kenttäkotelon 1060 purkukuva myös liitteenä, (Liite 7.)



Kuva 10. KK1060-purkukuva

### 7.2.1 Kenttäkotelo mekaninen rakenne

Kenttäkotelo sisältää ennestään 7 kappaletta 800 logiikka sarjan I/O korttia. Määrä ei muutu uudessa suunnitelmassa, sillä kortteja tai korttipohjia ei ole suunnitteilla lisätä.

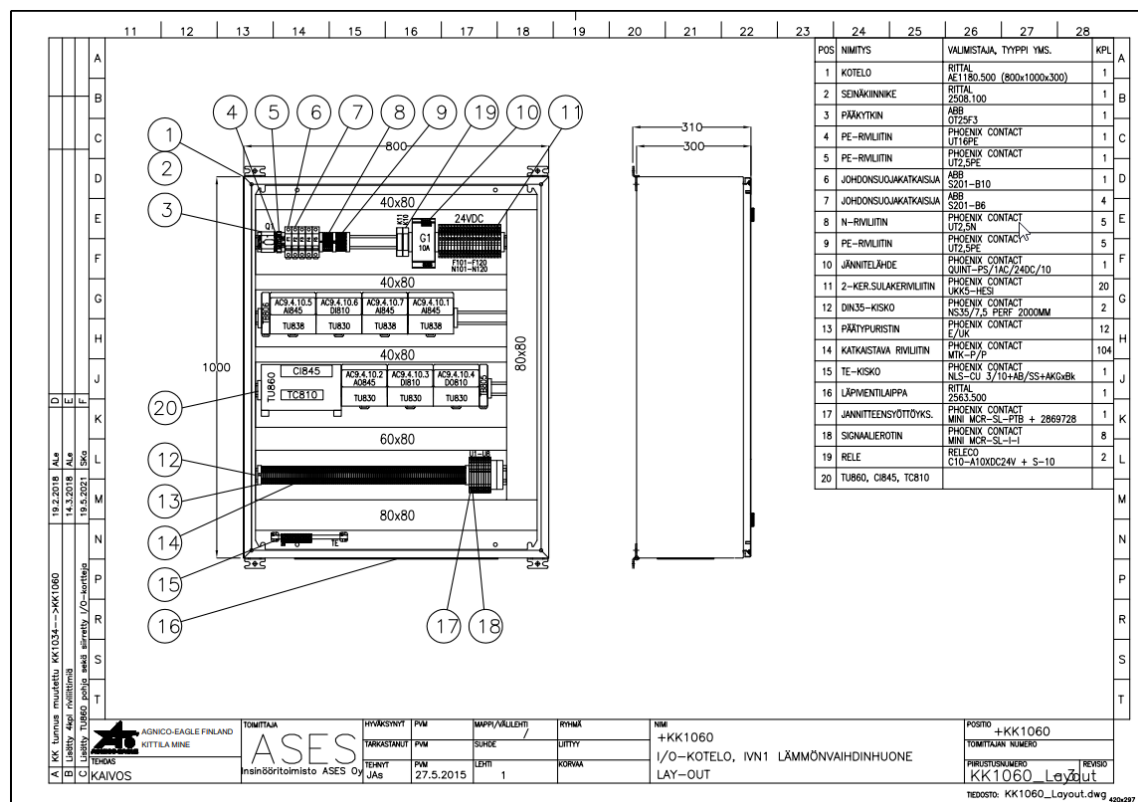
### 7.2.2 Kotelo luokitus

Kotelo on luokiteltava niin, että kotelo kestää vettä, pölyä sekä kosteutta. Kotelo on materiaaliltaan ruostumatonta terästä. Kotelo on IP 66 ja läpiviennit ovat luokitukseltaan IP65.

Kotelo on saatava auki vain työkalua tai avainta käyttämällä. Tällöin erheellinen kosketus jännitteisiin osiin on poissuljettu. Koteloa on oltava paikallaan lujasti kiinni ja tukeva, jotta kotelointiluokka pitää paikkansa. (SFS-Käsikirja 600–2:2018 2018.)

### 7.2.3 Kenttäkotelon Layout

Kenttäkoteloiden layout kuvat piirrettiin uusiksi AutoCAD-ohjelmalla. Uusiin kuviin sisällytettiin kaikki ennestään kaapista puuttuneet komponentit sekä poistetaan Profibus-järjestelmään liittyvät komponentit. Kuvassa 11 on esitetty kenttäkotelon uusi layout. Uusi layout myös liitteenä, (Liite 8.)

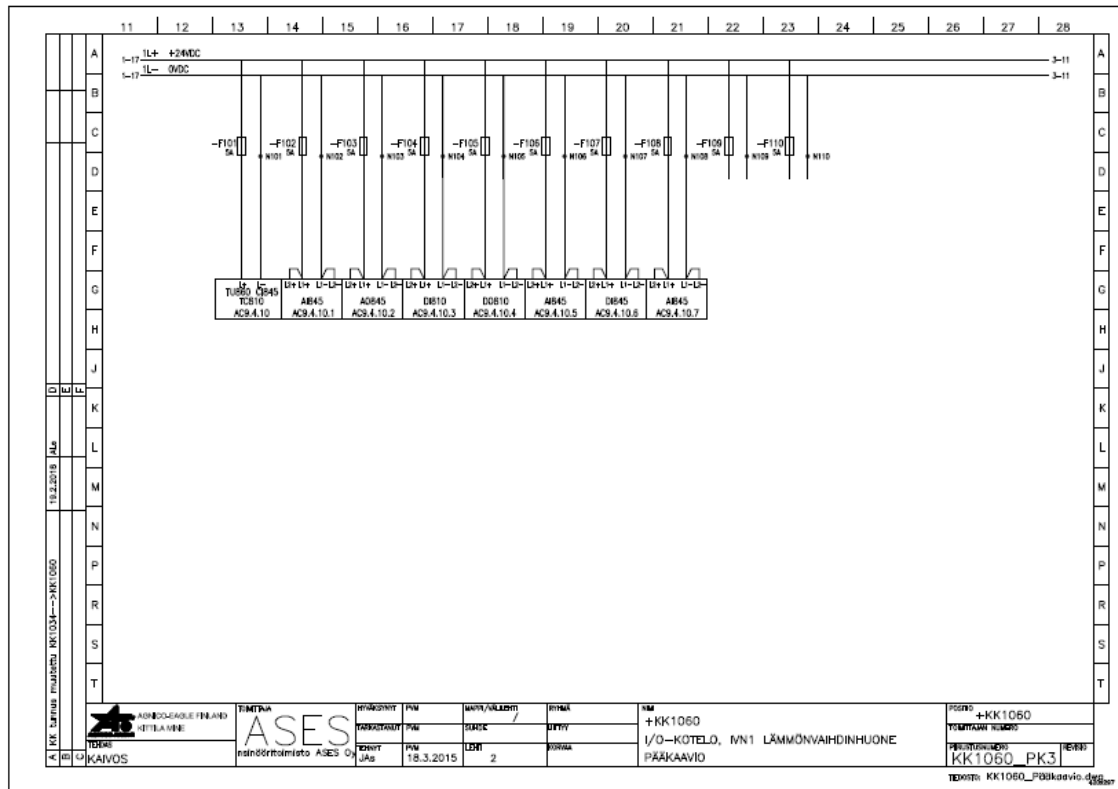


Kuva 11. KK-1060 uusi layout

7.2.4 Pääkaavio

Pääkaaviossa esitetään kenttäkotelolle tuleva pääsyöttö ja kotelossa oleville komponenteille sulakelähdöt. Kenttäkotelon 1060 uusi pääkaavio liitteinä 9, 10 ja 11. Purkupääkaavio liitteenä, (Liite 12.)

Pääkaaviossa on kolme sivua, joista muutoksia tehtiin vain yhteen. Uudessa pääkaaviossa (Kuva 12) FCI-väyläyksikkö on korvattu Profinet-väylän TU860 MTU:lla sekä korteilla CI845 ja TC810.



Kuva 12. Uusi kenttäkotelon 1060 pääkaavio sivu 2

## 8 TYÖN TOTEUTUS

Ennen työn toteutusta on tarvittavat komponentit tilattu ja vastaanotettu. Mahdolliset kaapeloinnit sekä valmistelevat työt on tehty. Työ valmistellaan mahdollisimman pitkälle, jotta työn toteutus on sujuva ja pysyy aikataulussa. Työn toteutuksen jälkeen dokumentoidaan tehty työ ja talletetaan tietokantaan.

Työ toteutetaan huoltoseisakin aikana. Muutostyölle on varattava aikaa tarpeeksi, jotta tarvittavat muutokset pystytään suorittamaan sekä kuittaamaan käyttöönottossa mahdollisesti ilmentyvät ongelmat. Koska IVN1 on kaivoksen yksi tärkeimmistä ilmanvaihtonousuista, täytyy katkon ajankohta suunnitella tarkasti.

Tähän työhön kuuluu taajuusmuuttajien väyläkorttien vaihto. Muut toimenpiteet, kuten I/O- korttien siirto ja uudelleen johdotus sekä Profinet moduulien asennus, tapahtuu myöhemmin. Muut työt vievät noin 8 työtuntia, joten vaihtotyölle on varattava kokonainen työpäivä aikaa.

Maanalaisen kaivoksen poistuva liikenne ajoittuu iltapäivälle kello viiden ja varttia vaille kuuden välille. Tänä aikana kaivos tyhjennetään ihmisistä, kello kuuden tapahtuvan räjäytyksen vuoksi.

Väyläkortin vaihto suunniteltiin alkavan vähän ennen kello viittä, jolloin liikenne ulos tunnelista on jo alkanut. Vaihdon aikaikkuna on kello 17–18 välillä.

### 8.1 Kenttäkotelo 1022 muutostyön selvitys

Kenttäkotelon muutosselvitys on oltava tarkka kuvaus asentajalle tulevasta tehtävästä. Selostus toimii työkuvan apuna, joka tukee asennustyön onnistumisen ja takaa työn laadun.

Muutostyön selvitys:

- CI801 poistetaan kenttäkotelosta ja tilalle lisätään TU860 pohja, johon liitetään CI845 ja TC810.

- I/O-kortti AC9.4.9.4 on siirrettävä kenttäkotelossa yhden kiskon ylemmäksi sekä AC9.4.9.1, AC9.4.9.2 ja AC9.4.9.3 on siirrettävä nykyisellä kiskolla eteenpäin, jotta TU860 pohja mahtuu CI801:n paikalle.
- Kortin AC9.4.9.4 kohdalla, KK:n sisäinen johdotus on purettava ja johdotettava uudelleen riviliittimiltä AI845-kortille.

## 8.2 Kenttäkotelo 1060 muutostyön selvitys

Muutostyön selvitys:

- FCI-väyläyksikkö CI801 poistetaan kenttäkotelosta ja tilalle lisätään TU860 pohja, johon liitetään liitäntäyksikkö CI845 ja TC810.
- I/O-kortti AC9.4.10.4 on siirrettävä kenttäkotelossa yhden kiskon ylemmäksi sekä AC9.4.10.1, AC9.4.10.2 ja AC9.4.10.3 on siirrettävä nykyisellä kiskolla eteenpäin, jotta TU860 pohja mahtuu CI801:n paikalle.
- Kortin AC9.4.9.4 kohdalla, KK:n sisäinen johdotus on purettava ja johdotettava uudelleen riviliittimiltä AI845-kortille.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön teossa otettiin huomioon kaivosalueen haastavuus työympäristönä. Maanalaisen kaivoksen tärkeimpiä toimintoja on kattava ilmanvaihtojärjestelmä ja tuuletukset. Koska työ keskittyi yhden kaivoksen tärkeimmän ilmanvaihtonousun, IVN1:n, väylätyypin vaihtoon, oli suunnitelmat tehtävä tarkasti standardeja noudattaen.

Työ aloitettiin kartoittamalla IVN1:n puhaltimien alue. Ilmanvaihtonousun vaikutuspiirissä olevia alueita on niin pinnalla kuin maan alla. Kartoituksen jälkeen otettiin selvää, mitkä komponentit tullaan vaihtamaan ja minkä tyyppisiin osiin ne vaihdetaan. Katkon aikaikkunaa pohdittiin ja tultiin lopulta tulokseen, että koko muutostyöhön menee yksi työpäivä. Tällöin katko tulee suunnitella tarkkaan, jotta tuotannon häviöt jäisivät minimiin.

Tilattavat osat listattiin kartoitettujen komponenttitarpeiden mukaan. Tilausvaiheessa komponenteille luvattiin pitkä toimitusaika varaosapuutteiden vuoksi. Pitkän toimitusajan vuoksi osa tavoitteena olleista työn toteutuksesta jää työn ulkopuolelle. Työssä on kuitenkin esitetty koko laajuudessaan olevan työn suunnitelmat ja materiaalit. Työn viimeinen vaihe suoritetaan lähitulevaisuudessa, jossa johdotetaan kenttäkotelon sisäiset johdotukset uusiksi suunnitelmien mukaisesti.

Työssä saavutettiin asetetut tavoitteet. Muutostyön suunnitelmia voidaan käyttää jatkossa myös muualla kaivosalueella suunnitteilla oleviin väylätekniikan vaihdoksiin. Muutostyön seurauksena käyttövarmuus kasvaa ja odottamattomat katkot vähenevät huomattavasti.

## LÄHTEET

ABB Oy 2013. S800 I/O Modules and Termination Units. Viitattu 3.8.2021. [https://library.e.abb.com/public/e78b5c07ed71e2ecc1257b40001d787a/3BSE020924-510\\_B\\_en\\_S800\\_I\\_O\\_Modules\\_and\\_Termination\\_Units.pdf](https://library.e.abb.com/public/e78b5c07ed71e2ecc1257b40001d787a/3BSE020924-510_B_en_S800_I_O_Modules_and_Termination_Units.pdf)

ABB Oy, 2017a. User's manual. Ethernet adapter module RETA-02.

ABB Oy, 2017b. User's manual. FENA-01/-11/-21 Ethernet adapter module.

ABB Oy, 2017c. User's manual. FPNO-21 Profinet fieldbus adapter module.

ABB Oy, 2017d. User's manual. Profibus DP adapter module FBPA-01.

ABB Oy, 2017e. User's manual. Profibus DP adapter module RBPA-1.

ABB Oy 2021a. 3BSE021456R1. Viitattu 22.6.2021. <https://new.abb.com/products/fi/3BSE021456R1/3bse021456r1>

ABB Oy 2021b. ABB taajuusmuuttajat. Viitattu 14.7.2021. <https://www.auser.fi/tuotteet/moottorikaytot/taajuusmuuttajat/abb-2/>

ABB Oy 2021c. ACS800 single drives catalog. Viitattu 14.7.2021. [https://www.auser.fi/wp-content/uploads/FI\\_ACS800singledrivescatalogREVK.pdf](https://www.auser.fi/wp-content/uploads/FI_ACS800singledrivescatalogREVK.pdf)

ABB Oy 2021d. ACS850 single drive taajuusmuuttajat, 1,1–500 kW. Viitattu 14.7.2021. [https://library.e.abb.com/public/d683c03681234494c12575c1002c5e2a/FI\\_ACS850catalogREVB.pdf](https://library.e.abb.com/public/d683c03681234494c12575c1002c5e2a/FI_ACS850catalogREVB.pdf)

ABB Oy 2021e. ACS880-laiteopas. Viitattu 14.7.2021 [https://www.auser.fi/wp-content/uploads/ACS880\\_01-laiteopas.pdf#page=68&zoom=100,41,132](https://www.auser.fi/wp-content/uploads/ACS880_01-laiteopas.pdf#page=68&zoom=100,41,132)

ABB Oy 2021f. AI845. Viitattu 22.6.2021. <https://www.800xahardwareselector.com/product/ai845>

ABB Oy 2021g. AO845. Viitattu 22.6.2021. <https://www.800xahardwareselector.com/product/ao845a>

ABB Oy, 2021h. CI801. Viitattu 9.8.2021. <https://www.800xahardwareselector.com/product/ci801>

ABB Oy, 2021i. CI845. Viitattu 9.8.2021. <https://www.800xahardwareselector.com/product/ci845>

ABB Oy 2021j. DI810. Viitattu 22.6.2021. <https://www.800xahardwareselector.com/product/di810>

ABB Oy 2021k. DO810. Viitattu 22.6.2021 <https://www.800xahardwareselector.com/product/do810>



ABB Oy 2021l. TB820V2. Viitattu 15.7.2021  
<https://www.800xahardwareselector.com/product/tb820v2>

ABB Oy 2021m. TC810. Viitattu 9.8.2021.  
<https://compacthardwareselector.com/product/tc810>

ABB Oy, 2021n. TU860. Viitattu 9.8.2021.  
<https://www.800xahardwareselector.com/product/tu860>

ABB Tekninen opas nro.1 2001. Suora momentinsäätö. Helsinki: ABB Oy

Agnico Eagle Finland 2021. Agnico Eagle. Viitattu 30.4.2021. AgnicoEagle.fi.

Aotewell Automation 2020. ABB S800 I/O Modules and termination units. Viitattu 14.6.2021.  
<https://www.industry-mall.net/Categories/abb-s800-o-modules-termination-units>

Cloudflare 2020. What are IP&TCP? Viitattu 31.6.2021.  
<https://www.cloudflare.com/learning/ddos/glossary/tcp-ip/>

Danfoss 2021. Mikä on taajuusmuuttaja? Viitattu 12.7.2021  
<https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/our-businesses/drives/what-is-a-variable-frequency-driv>

Jokelainen, M & Peuraniemi, T 2019. Tuuletusopas. Kittilä: Agnico Eagle Oy.

Kaivosturvallisuusasetus 2§ 2011.

Peuraniemi, T. 2021. IVN1 Opinnäytetyö. Sähköposti tomi.peuraniemi@agnicoeagle.com 22.6.2021. Tulostettu 22.6.2021.

Phoenix Contact 2021a. Modbus. Viitattu 8.7.2021.  
[https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm:path:/fifi/web/main/products/subcategory\\_pages/Modbus\\_P-08-12-08/c0002d5d-7dc1-4103-ad05-8c90cf31098f](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm:path:/fifi/web/main/products/subcategory_pages/Modbus_P-08-12-08/c0002d5d-7dc1-4103-ad05-8c90cf31098f)

Phoenix Contact 2021b. Redundanttinen kahdennusratkaisu. Viitattu 8.7.2021.  
[https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A/fifi/web/main/solutions/subcategory\\_pages/Energy\\_technologies\\_redundant\\_auxiliary\\_power\\_supply/73e5f142-0b5d-4611-862b-1af0562ff68d](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A/fifi/web/main/solutions/subcategory_pages/Energy_technologies_redundant_auxiliary_power_supply/73e5f142-0b5d-4611-862b-1af0562ff68d)

Phoenix Contact 2021c. Valokaapelimediamuuntimet (OLM). Viitattu 8.7.2021.  
[https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm:path:/fifi/web/main/products/subcategory\\_pages/Profibus\\_P-08-12-09/73fe0226-994f-4510-8c4a-7fd3585f3b72/73fe0226-994f-4510-8c4a-7fd3585f3b72](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm:path:/fifi/web/main/products/subcategory_pages/Profibus_P-08-12-09/73fe0226-994f-4510-8c4a-7fd3585f3b72/73fe0226-994f-4510-8c4a-7fd3585f3b72)

PI North America 2021a. Implementation. Viitattu 21.5.2021.  
<https://www.profibus.com/technology/profibus/implementation>

PI North America 2021b. Profibus. Profibus.com Viitattu 21.5.2021

PI North America 2021c. Why use a fieldbus? Viitattu 21.5.2021.  
<https://us.profinet.com/white-papers/why-use-a-fieldbus/>

PJC.fi 2021. Profibus muunnin Siemens. Viitattu 24.5.2021  
<https://www.pjc.fi/automaatio/teollisuusvayla/profibus/88/profibus-muunnin-siemens>

Schneider electric 2016. Taajuusmuuttajat ja pehmokäynnistimet. Viitattu 18.8.2021  
[https://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/FISTK\\_3888971\\_351155.pdf](https://kesko-onninen-pim-resources-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/pimdocuments/FISTK_3888971_351155.pdf)

SFS-Käsikirja 600–2:2018. 2018. Pienjännitesähköasennukset. Osa 2: Sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Espoo: Sesko ry.

Siemens AG 2021. Profinet. Viitattu 21.5.2021.  
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet.html>

Wago 2021. Modbus. Viitattu 30.6.2021 <https://www.wago.com/fi/modbus>

## LIITTEET

Liite 1. KK-1022 purkukuva

Liite 2. KK-1022 uusi kuva

Liite 3. KK-1022 pääkaavio 1/3

Liite 4. KK-1022 pääkaavio 2/3

Liite 5. KK-1022 pääkaavio 3/3

Liite 6. KK-1022 pääkaavio purkukuva 2/3

Liite 7. KK-1060 purkukuva

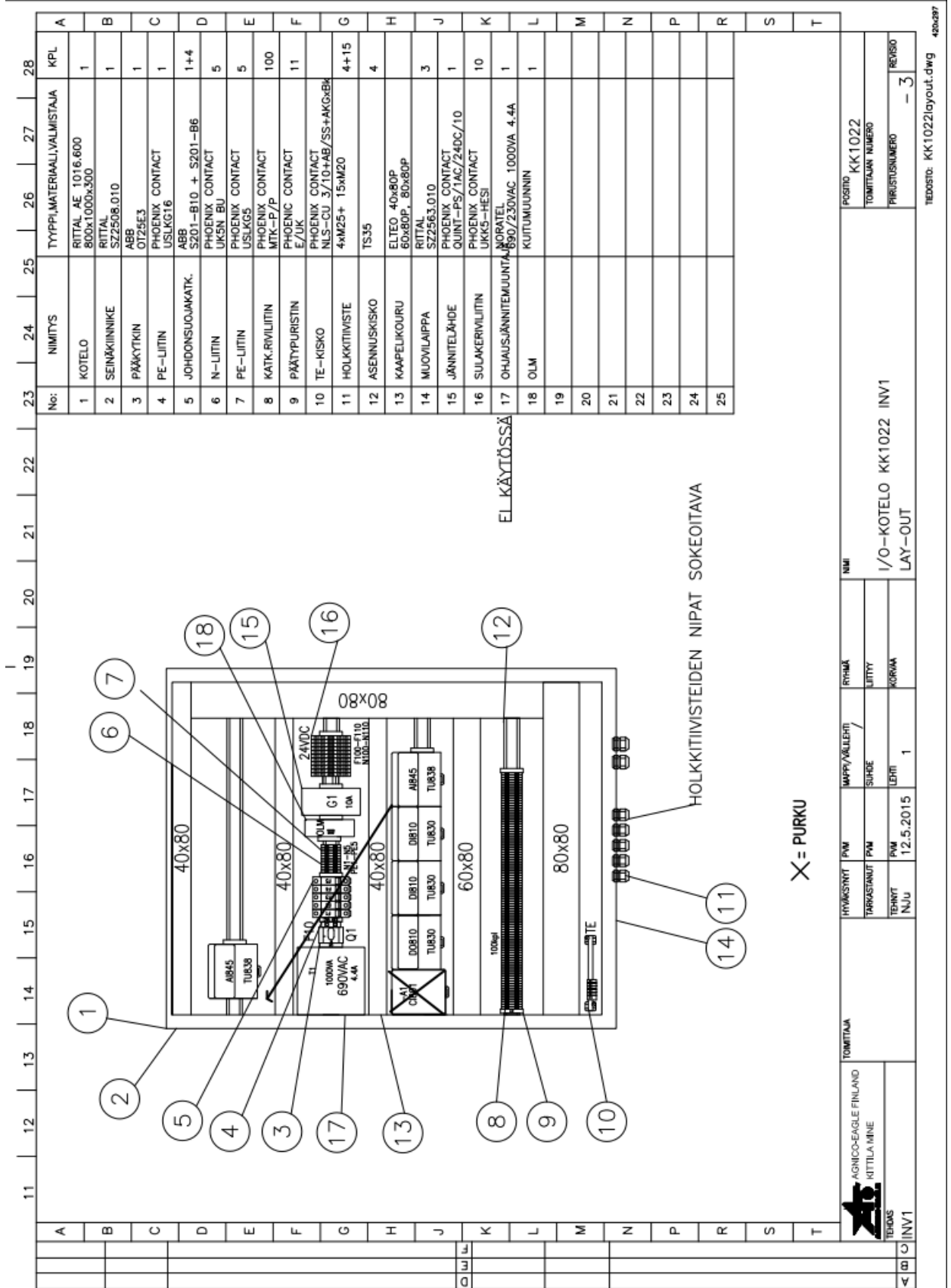
Liite 8. KK-1060 uusi kuva

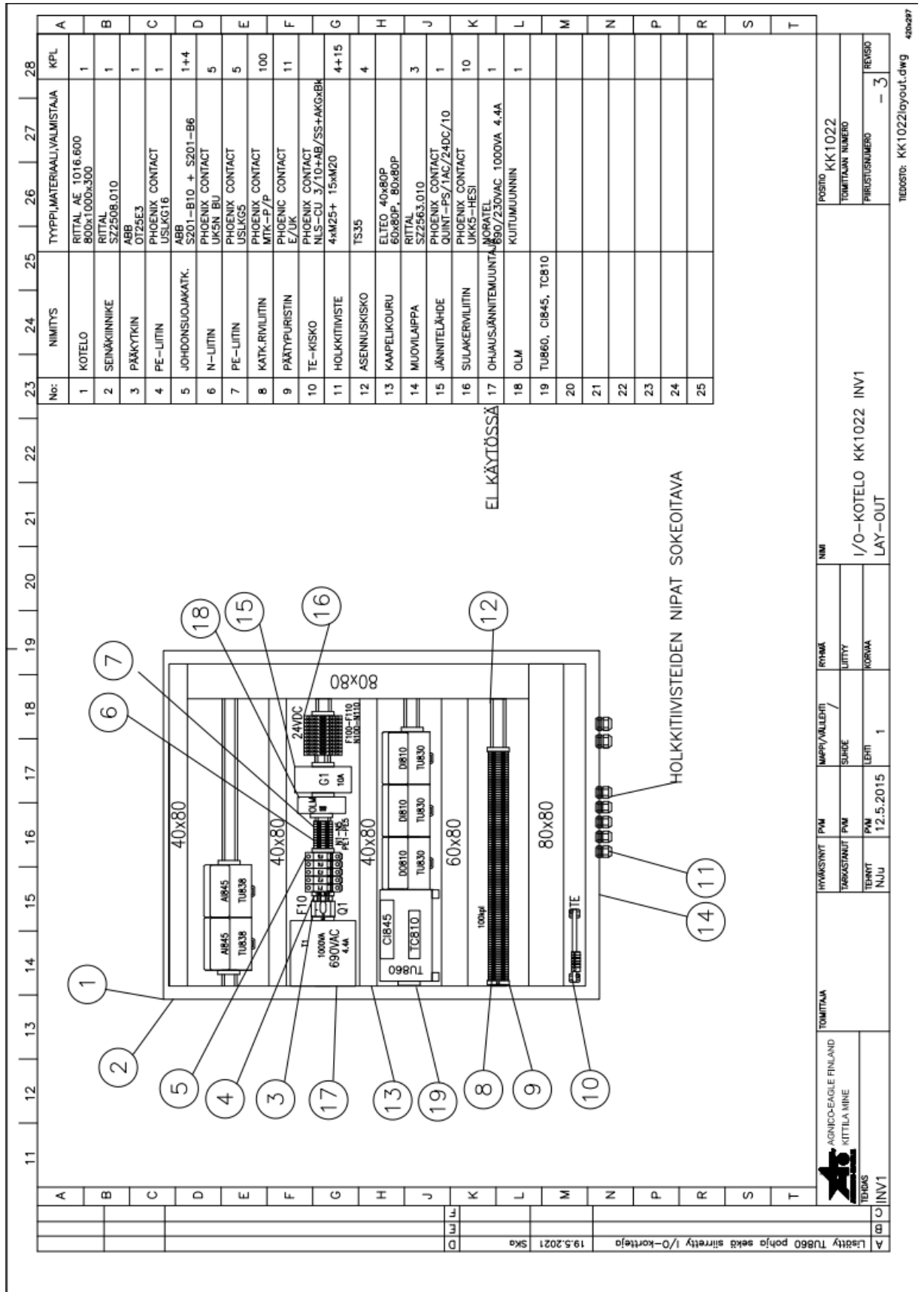
Liite 9. KK-1060 pääkaavio 1/3

Liite 10. KK-1060 pääkaavio 2/3

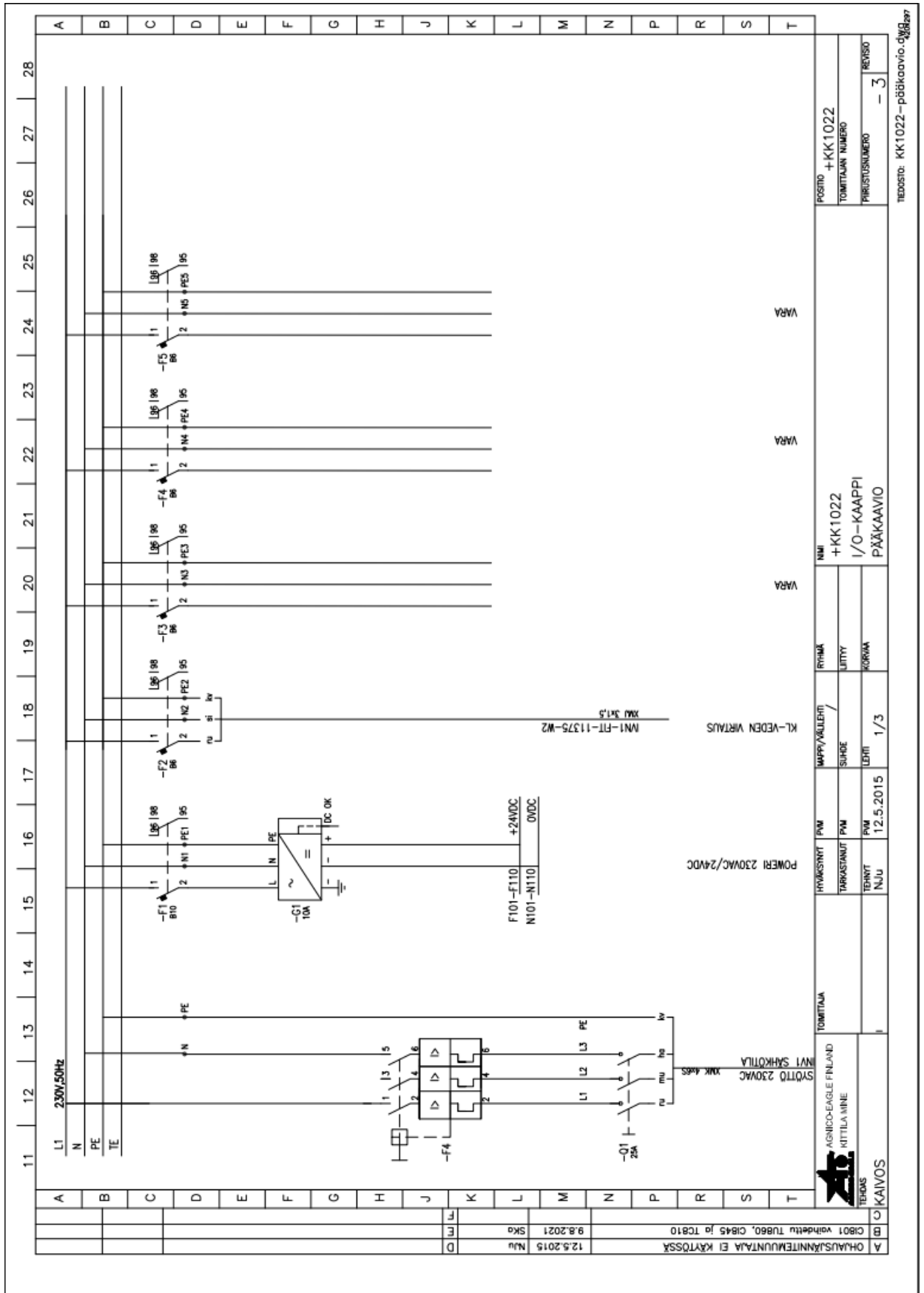
Liite 11. KK-1060 pääkaavio 3/3

Liite 12. KK-1060 pääkaavio purkukuva 2/3





Liite 3. KK-1022 pääkaavio 1/3



A	OHJAUS/KÄNNITTELMUUNTAJA EI KÄYTÖSSÄ	12.5.2015	Nju
B	CIB01 vaihdettu TU860, CIB45 ja TC810	9.8.2021	SKd
C			
D			

**AGNICO-EAGLE FINLAND**  
KITTILÄ MIINE

**KAIVOS**

TEHDÄS

TOIMITAJA	AGNICO-EAGLE FINLAND
HYVÄKSYNYT PÄIV	
TARKASTANUT PÄIV	
TEHTYNT N:U	12.5.2015

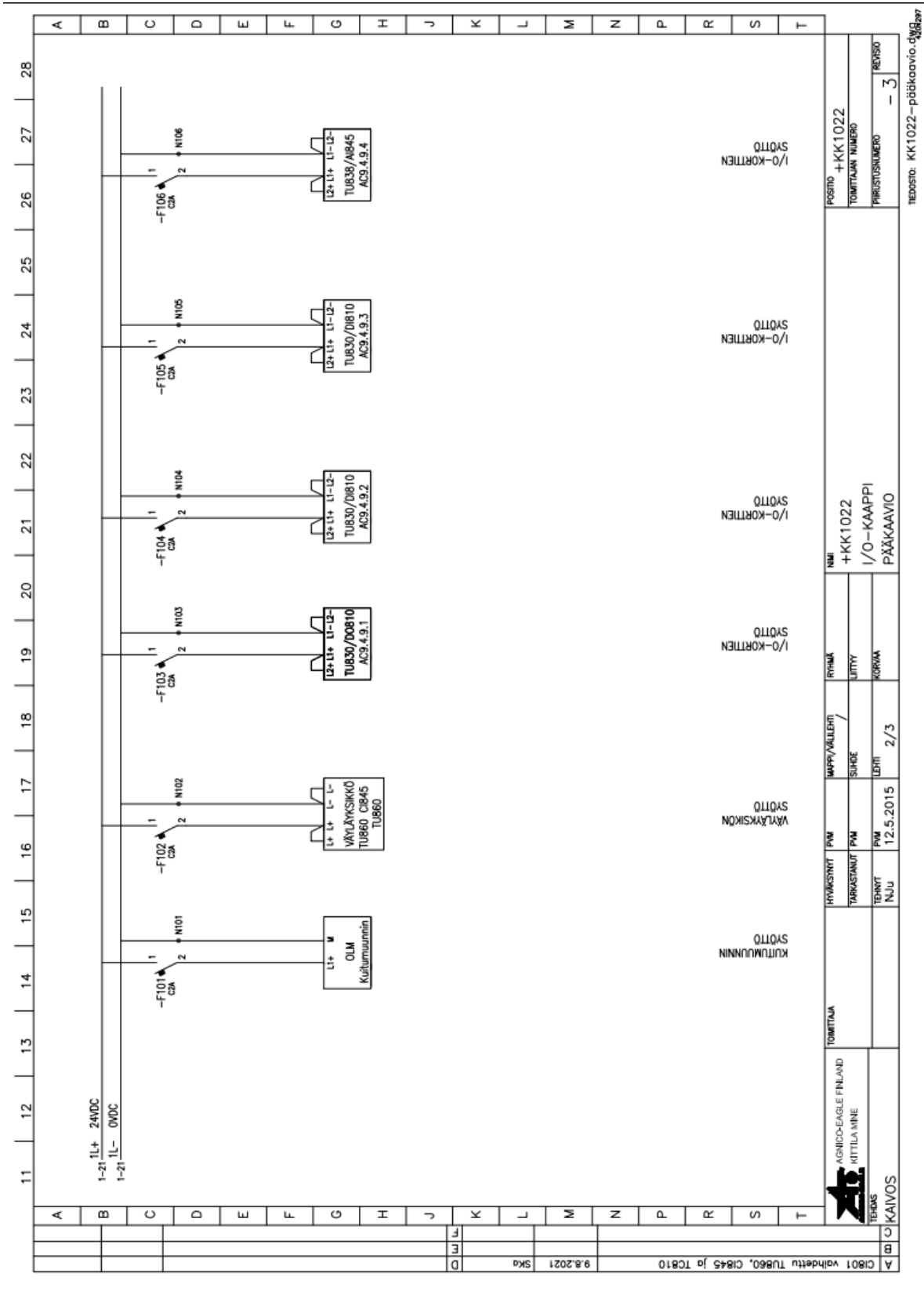
MAPPI/VÄLLEHTI	RYHMÄ
SURBE	LIITTY
LEDIT	KORVA
1/3	

NIMI	+KK1022
I/O-KAAPPI	
PÄÄKAAVIO	

POSITIO	+KK1022
TOIMITAJAN NUMERO	
PIIRUSTUSNUMERO	- 3
REVISIO	

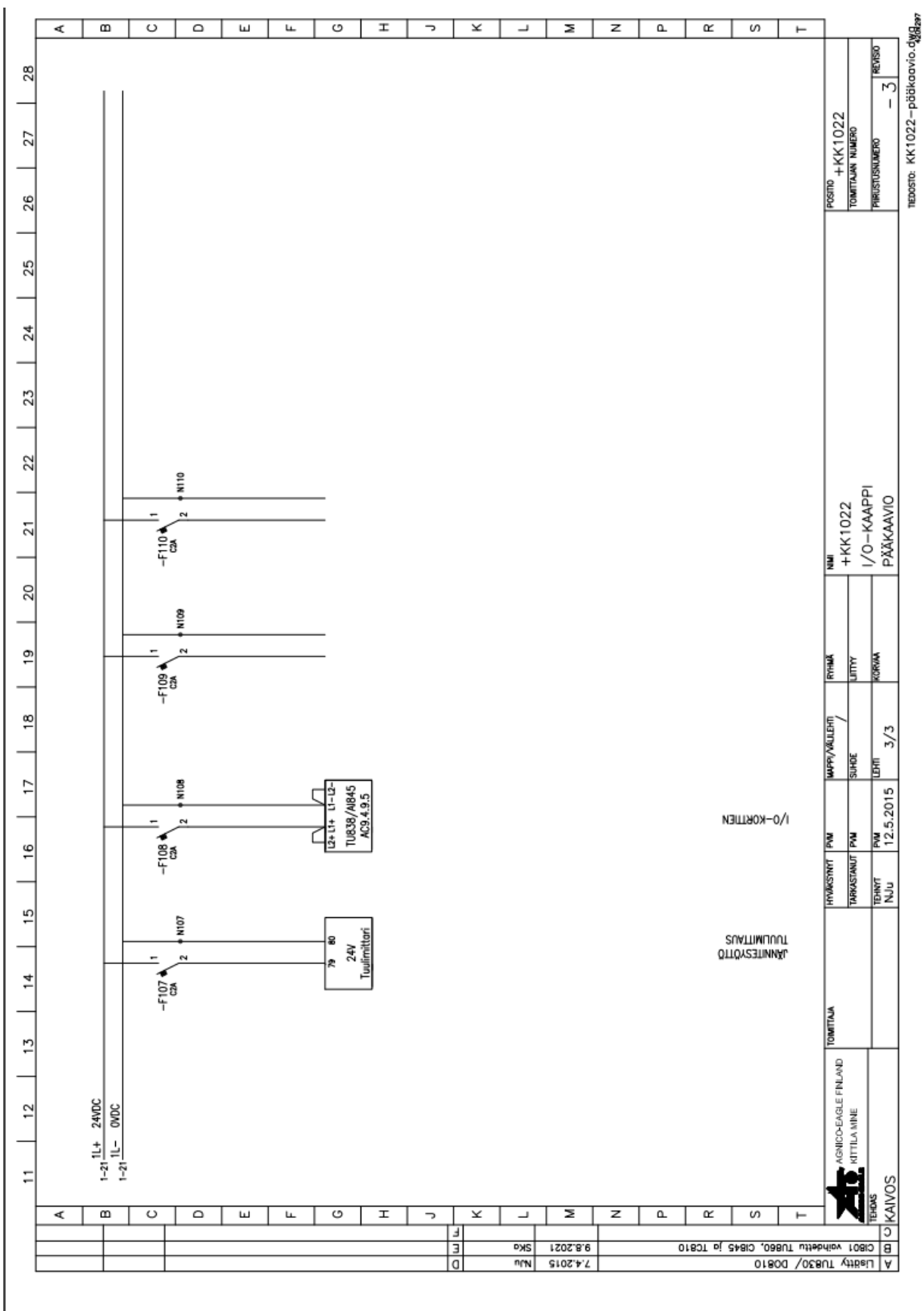
TIEDOSTO: KK1022-pääkaavio.dwg

Liite 4. KK-1022 pääkaavio 2/3



Tiedosto: KK1022-pääkaavio.dwg

Liite 5. KK-1022 pääkaavio 3/3



POSTO + KK1022	NIMI	RYHMÄ	MÄPPY/ALLEHTI	RYHMÄ	NIMI	POSTO
TOMITTAJAN NUMERO	+KK1022		SUHDE	JUTTY	I/O-KAAPPI	TOMITTAJAN NUMERO
PIIRUSTUSNUMERO	PÄÄKAAVIO		LEHTI	KORVA		PIIRUSTUSNUMERO
			3/3			- 3
						REVISIO

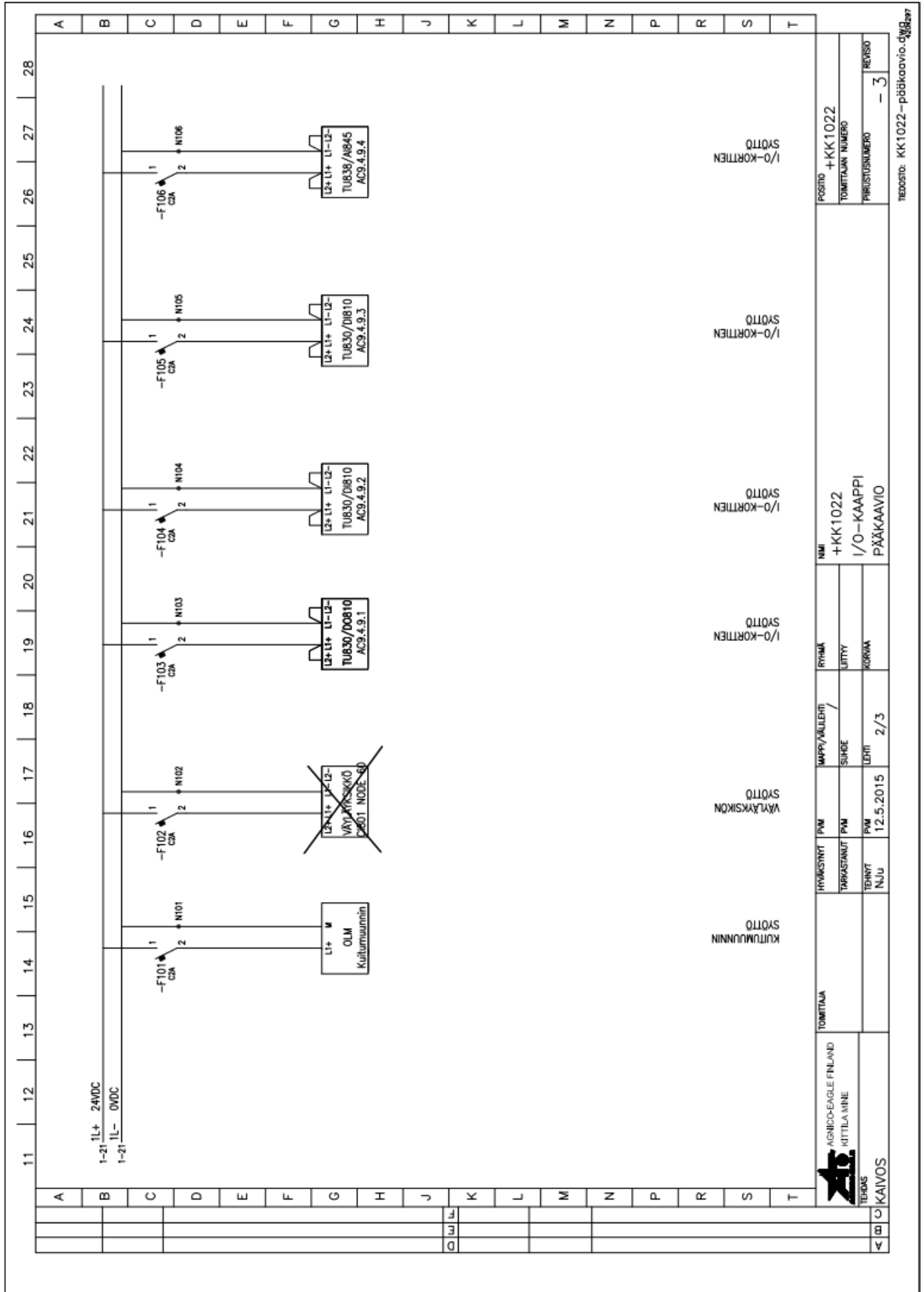
TIEDOSTO: KK1022-pääkaavio.dwg Rev7

AGNICO-EAGLE FINLAND	TOMITTAJA	HYVÄKSYNT	PVM	TARKASTAMUT	PVM	TEHTYNT	N/Ju	12.5.2015			
KITTILÄMINE											
TERHAS											
KAIVOS											
7.4.2015											
9.8.2021											
SKo											

A Lääty TU830/ D0810  
 C801 vaihdettu TU860, C845 ja TC810  
 7.4.2015



Liite 6. KK-1020 pääkaavio purkukuva 2/3



**KAIVOS**  
 AIGNCO-EAGLE FINLAND  
 KITTLA MINE

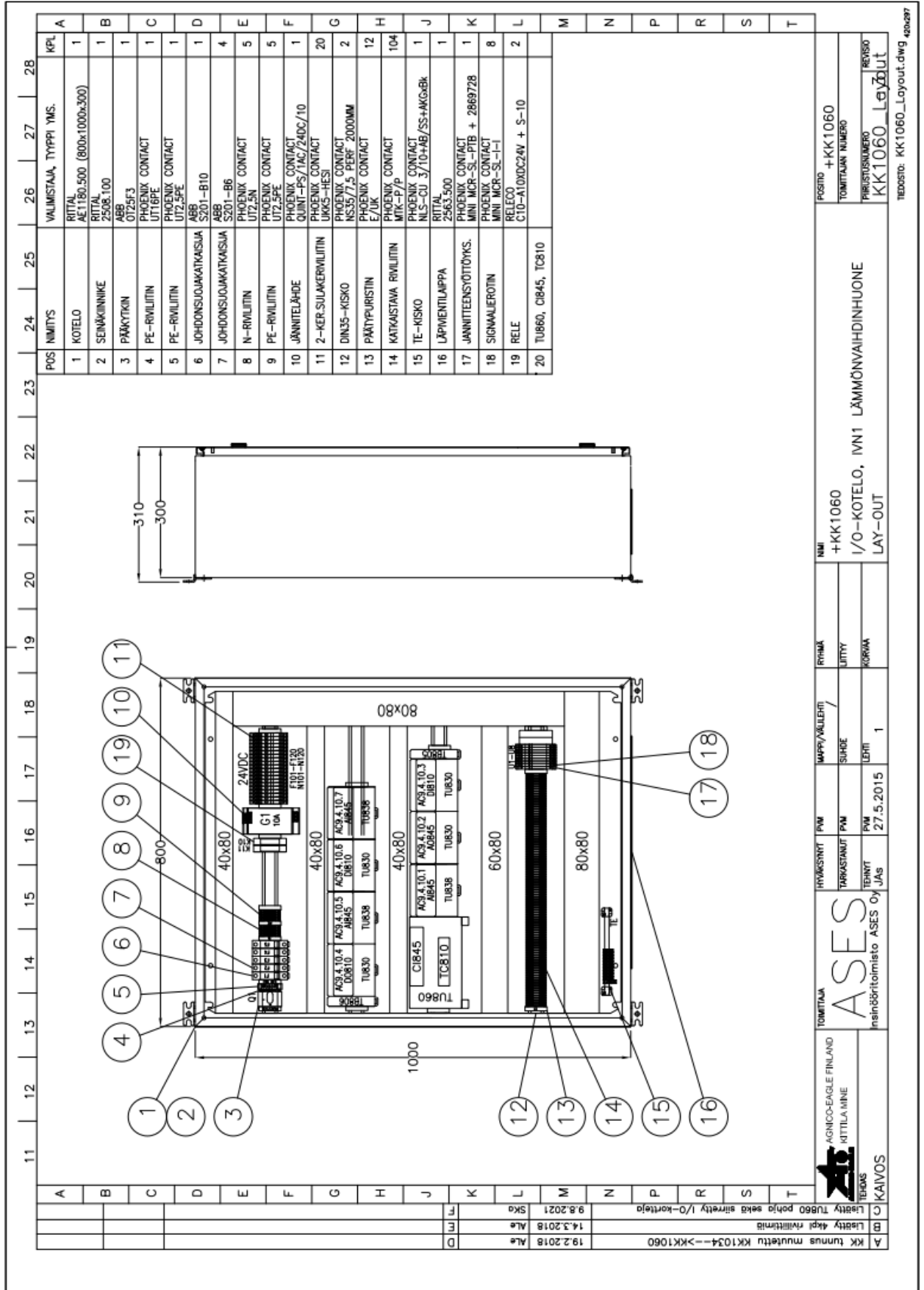
HYVÄKSYNYT	PAM	RYHMÄ	MAFY/ALLEHTI
TARKASTANUT	PAM	SURHE	LITTY
TEHTY	N.Ju	LEDIT	KORVA
		2/3	

PROSIO	+KK1022
TOMITTAJAN NUMERO	
PIRUSTUSNUMERO	
REVISIO	- 3

Tiedosto: KK1022-pääkaavio-dwg



Liite 8. KK-1060 uusi kuva



**ASES**  
AGNICO-EAGLE FINLAND  
RIITILA NINE  
INSINÖÖRITOIMISTO ASES OY JAS

27.5.2015

LEHTI 1

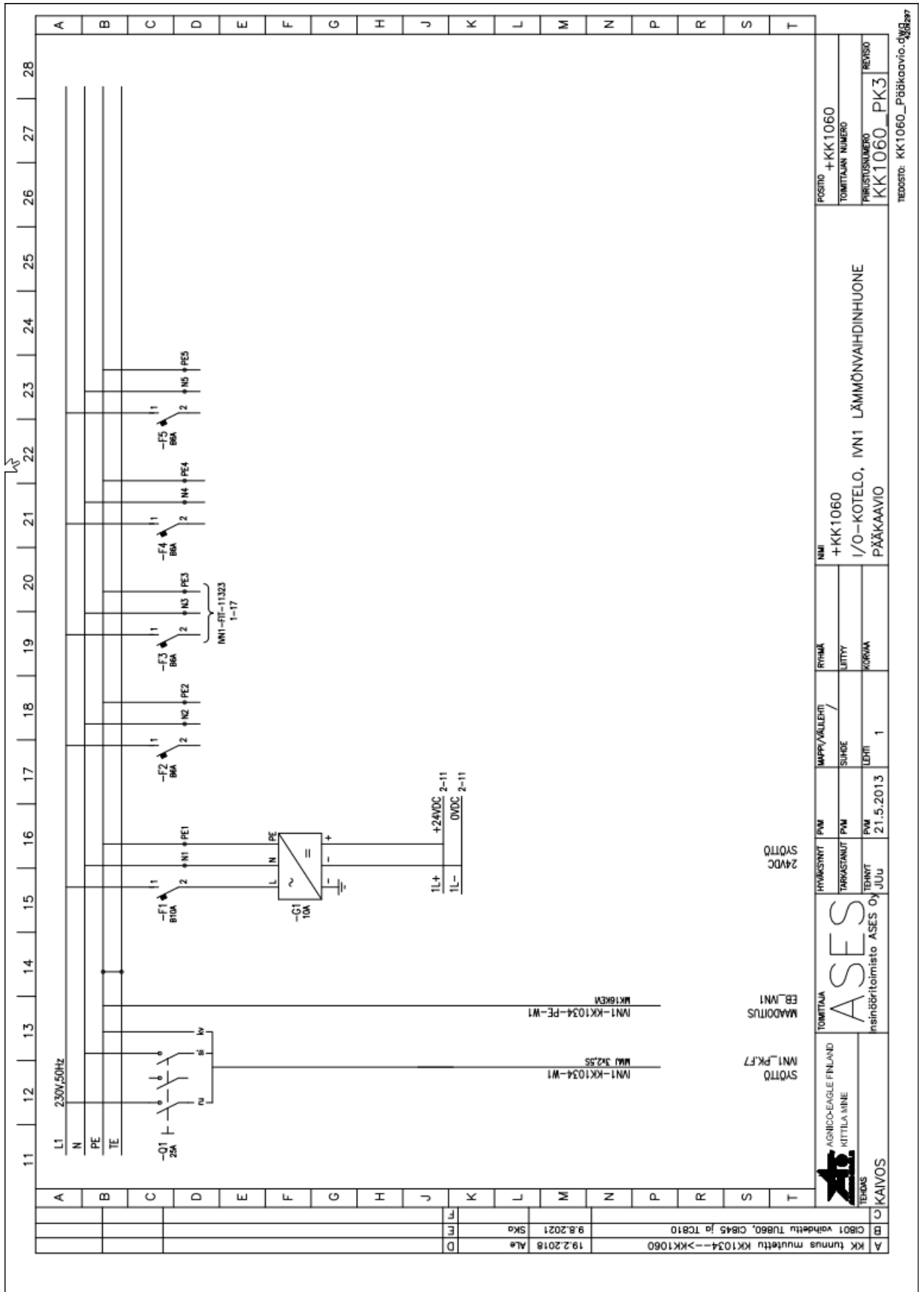
KORVA

RYHMÄ  
LITTY

NIMI  
+KK1060  
I/O-KOTELO, IIN1 LÄMMÖNVAIHDINHUONE  
LAY-OUT

POSITO  
+KK1060  
TOMITTAJAN NUMERO  
K1060\_LayOut  
REVISIO

Liite 9. KK-1060 pääkaavio 1/3



POSITIO	+KK1060
TOIMITTAJAN NUMERO	
PIIRUSTUSNUMERO	KK1060_PK3
REVISIO	

TEOSTO: KK1060\_Pääkaavio.dwg/27

NIMI	+KK1060 I/O-KOTELO, IN1 LÄMMÖNVAIHDINHUONE PÄÄKAAVIO
RYHMÄ	
MAPPI/VÄLILEHTI	
SURBE	
LEHTI	1
KORVA	

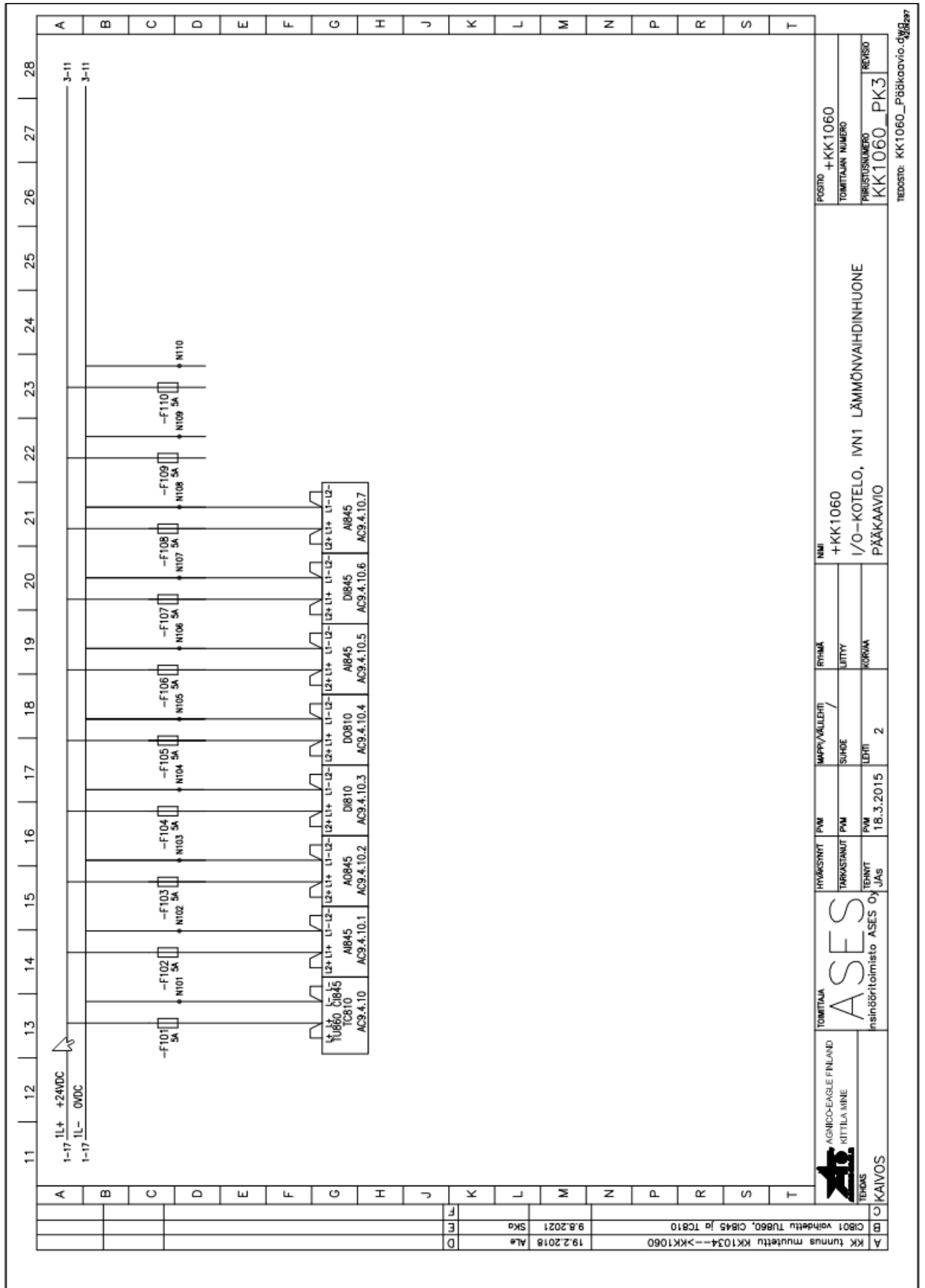
HYVÄKSYNYT	PVM	21.5.2013
TARKASTAUS	PVM	JUU
TEHTY	JUU	

TOIMITAJA	ASES
MAADONTUS	maininjohtomisto ASES Oyj

AGNICO-EAGLE FINLAND KITTLA MINE	SYTTÖ IN1_PK.F7
KAIVOS	

A	KK tinnus muutettu KK1034-->KK1060	19.2.2018	AL#
B	CI801 vaihdettu TU860, CI845 ja TC810	9.8.2021	SK#
C			
D			

Liite 10. KK-1060 pääkaavio 2/3



ASIS-TECHNICAL FINLAND  
KITTILA MINE

TOIMITAJA  
ASES  
insinööritoimisto ASES Oy

TEROOS  
KAIVOS

PROJEKTI  
+KK1060

TOIMITAJAN NUMERO  
KK1060\_PK3

PROJEKTI  
REK150

NIMI  
+KK1060  
I/O-KOTELO, IVN1 LÄMMÖNVAIHDINHUONE  
PÄÄKAAVIO

RYHMÄ  
LITTY  
KOKOJA

MAKSETTY  
SUURE  
LEHTI  
2

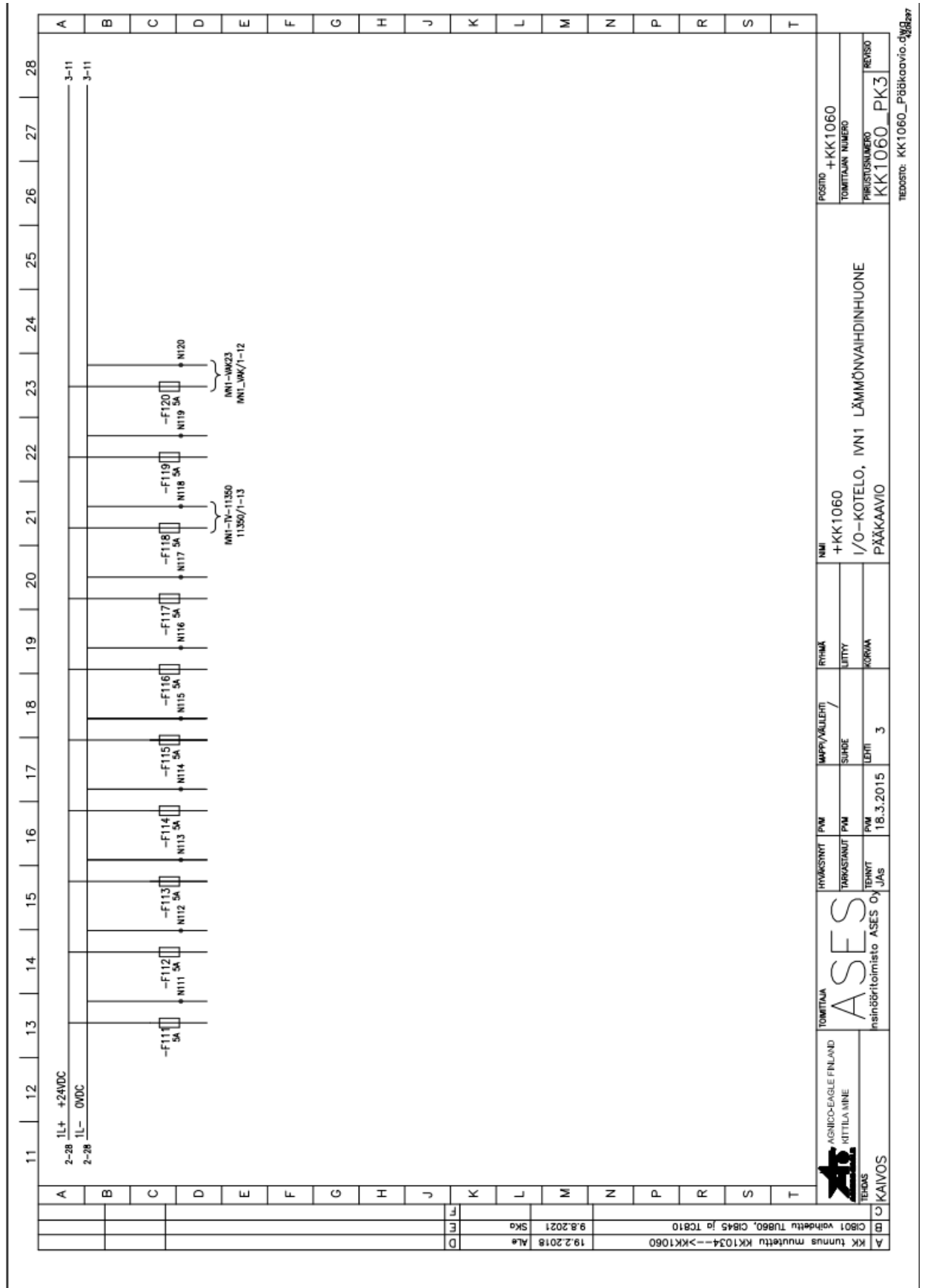
HYVÄKSYNTÄ PVM  
TARKASTAJAN PVM  
TÖNNYT PVM  
JAS

18.3.2015

19.2.2018  
9.8.2021  
12.2018

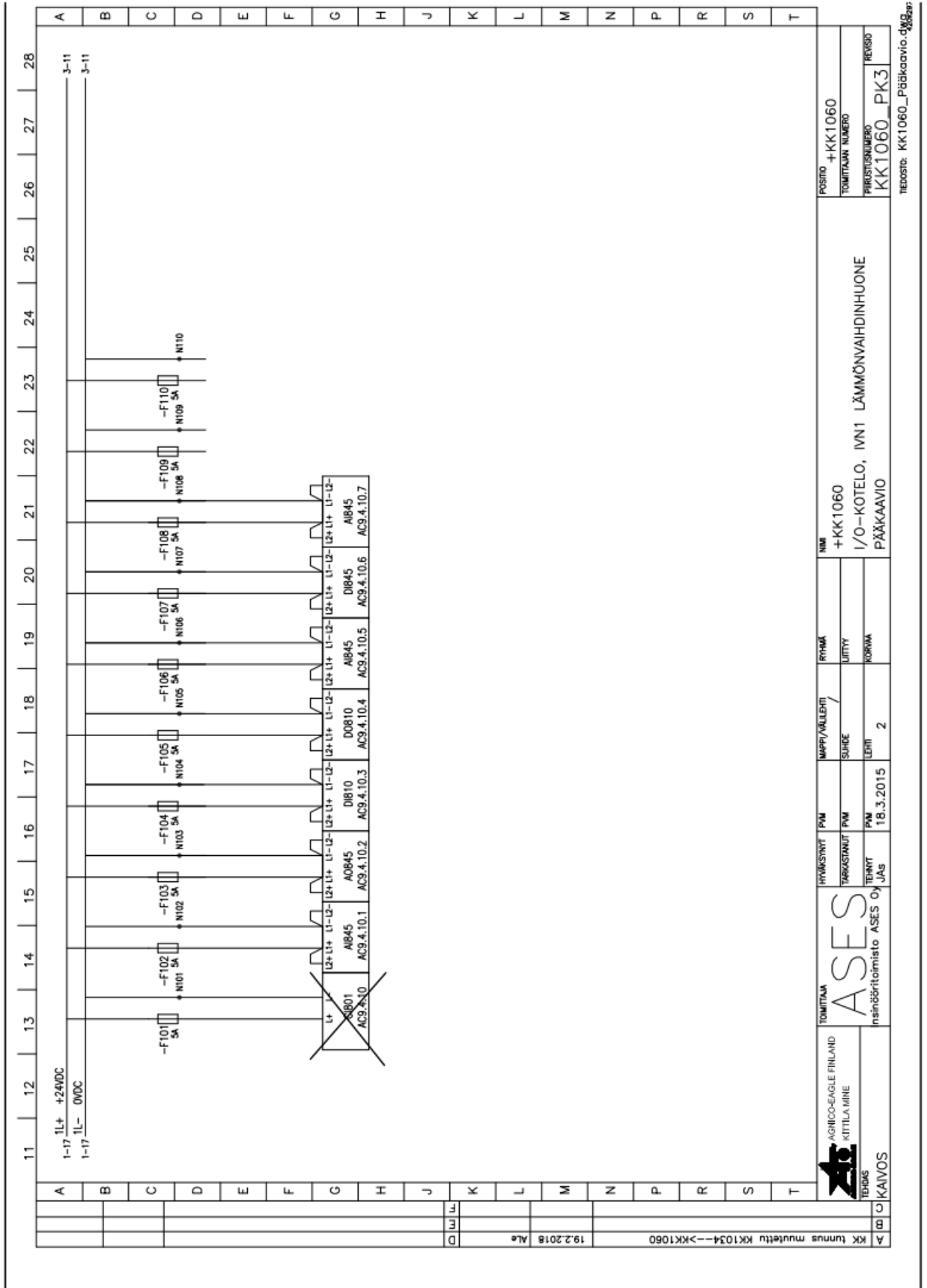
KK tunnus muutettu KK1034-->KK1060  
CIB01 vaihdettu TUB60, CIB45 ja TC810

Liite 11. KK-1060 pääkaavio 3/3



TEOSTO: KK1060\_Pääkaavio.dwg

Liite 12. KK-1060 pääkaavio purkukuva 2/3



Käynnös muutettu KK1034->KK1060		19.2.2018	Ala
TERÄS		KAIVOS	
 AGNICO-EAGLE FINLAND KITTILÄ MIIE		TOIMITAJA <b>ASES</b> nsäinöörtoimisto ASES Oy	
IHANUSRYHTY PAM TARAKASTAUKU PAM		RYHMÄ / MÄLLEHTI SUURE / LEHTI 2	
RYHMÄ LUUTTY KORONA		NM +KK1060 I/O-KOTELO, IVN1 LÄMMÖNVAIHDINHUONE PÄÄKAAVIO	
POSITIO +KK1060 TOIMITAJAN NUMERO KK1060_PK3		REKVISIO KK1060_Pääkaavio.dwg	