



Juha-Matti Lämsä

## **PROFINET-LAITTEISTON KÄYTTÖNOTTO**

# PROFINET-LAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO

Juha-Matti Lämsä  
Opinnäytetyö  
Syksy 2011  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Automaatiotekniikan koulutusohjelma	Insinööriyö	38	+	1
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Projektointi	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Oulun seudun ammattikorkeakoulu	Juha-Matti Lämsä			
Työn nimi				
Profinet-laitteiston käyttöönotto				
Avainsanat				
Profinet, Teollisuus-Ethernet, PC WorX				

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota ja ottaa koulutuskäyttöön Profinet Starterkit 3.0 -automaatiojärjestelmä Oulun seudun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratorioon. Laitteiston käyttöönotosta laadittiin laboratoriotyöohje.

Ethernetin käyttö teollisuusympäristössä asettaa käytettävälle protokollalle vaateita muun muassa tiedonkulusta, jonka on usein tapahduttava deterministisesti. Toisaalta Ethernet avaa myös uusia mahdollisuuksia, joiden ansiosta sen ominaisuuksia voidaan hyödyntää myös tuotannossa ja prosessiautomaatiossa. Profinet-standardi tuo vaativaan teollisuusympäristöön Ethernet-tekniikan yksinkertaisen kaapeloinnin, verkkorakenteen ja laajennettavuuden.

Työn lähtökohtana oli Phoenix Contact Oy:n Profinet Starterkitin kokoaminen alustalle, PC Worx -ohjelmiston asentaminen PC:lle ja Starterkitin käyttöönotto ohjelmistoa käyttäen. Työssä tutustutaan Profinet-verkkoprotokollaa käyttävään automaatiojärjestelmään.

Työn teoriaosassa käytiin läpi teollisuusympäristön asettamia vaatimuksia Ethernetin soveltamiseen sekä perehdyttiin Profinet-tekniikkaan ja sen ominaisuuksiin. Työn tuloksena saatiin Profinet-automaatiojärjestelmä ja sen käyttöönottoon liittyvä laboratoriotyöohje, jonka avulla opiskelijat voivat halutessaan tutustua Profinetiin ja PC Worx -ohjelmistoon.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	
SISÄLTÖ.....	3
1 JOHDANTO .....	5
2 TEOLLISUUS-ETHERNET .....	6
2.1 Teollisuus-Ethernetille asetettuja vaatimuksia .....	6
2.2 Ethernet teollisuusautomaatiossa.....	8
3 PROFINET STANDARDINA .....	10
3.1 Esimerkki Profinetin käyttösovelluskohteesta.....	11
3.2 Profinetin versiot.....	12
3.2.1 PROFINET IO -protokolla.....	13
3.2.2 PROFINET CBA -protokolla .....	14
3.3 Profinet IO:n ominaisuudet .....	15
3.3.1 Laitetyypin identifiointi .....	16
3.3.2 GSD-tiedosto.....	16
3.3.3 Laitteiden osoittaminen kentällä .....	17
3.3.4 Laitteen parametrisointi käynnistyksen yhteydessä .....	18
3.4 Reaaliaikainen tiedonsiirto operointivaiheessa.....	18
3.5 Yleinen reaaliaikainen tiedonsiirto RT-mekaniikalla .....	19
4 PROFINET-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	20
5 PROFINET-LAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO .....	22
5.1 Laitteiston kokoaminen.....	23
5.2 Työaseman käyttökuntoon saattaminen .....	26
5.3 Projektin luominen .....	29
5.3.1 Projektin asetusten mukauttaminen .....	29
5.3.2 PC:n valmistelu tiedonsiirtoa varten .....	30
5.3.3 IO-kontrollerin IP-parametrien asettaminen.....	30
5.3.4 Profinet -laitteiden lukeminen .....	31
5.3.5 IO-laitteiden nimien ja IP-asetusten tarkistaminen ja lähettäminen	32
5.3.6 Väylän lukeminen .....	32
6 OHJELMOINTIESIMERKKI .....	34
7 POHDINTA .....	35
LÄHTEET.....	37
LIITTEET	

## Liite 1. Laboratoriotyöohje: Profinet-laitteiston käyttöönotto ja konfigurointi

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Oulun seudun ammattikorkeakoulun automaatio-tekniikan laboratorioon. Työssä koottiin Phoenix Contact Oy:n Profinet Starter Kit versio 3.0 ja otettiin se koulutuskäyttöön yhdessä sen operointiin liittyvän PC WorX -ohjelmiston kanssa.

Työn toisessa vaiheessa laadittiin laboratoriotyöohje laitteiston käyttöönotosta sekä perehdyttiin Profinet-tekniikkaan ja sen ominaisuuksiin. Työn teoriaosassa käsiteltiin lisäksi teollisuusympäristön Ethernet-tekniikan käytölle asettamia vaatimuksia.

Starter Kitin pääkomponentteja ovat kontrolleri, Profinet-kytkin ja väyläkopleri, jotka kommunikoivat keskenään Ethernet-standardiin perustuvan Profinet-verkkoprotokollan avulla. Starter Kit sisälsi tarvittavat komponentit Profinet-järjestelmän kokoamiseen sekä mahdollisti tutustumisen sen konfiguroimiseen ja ohjelmointiin.

## 2 TEOLLISUUS-ETHERNET

Monet valmistajat ovat siirtymässä teollisuus-Ethernet-teknologiaan osana pyrkimystään tehdä organisaatioistaan tehokkaampia ja joustavampia. Sen avulla on mahdollista verkottaa teollisuusautomaatio ja ohjausjärjestelmät sekä liittää tehdas- ja liiketoimintajärjestelmät liiketaloudellisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Teollisuus-Ethernet mahdollistaa joustavamman ja paremmin reagoivan järjestelmän, joka tarjoaa reaaliaikaista dataa tuotantotasolta. Tämä end-to-end-verkkoarkkitehtuuri mahdollistaa paremman liitettävyyden, yhteistyön ja integraation aina laitetasolta yhtiön liiketoimintajärjestelmiin saakka. (1.)

Teollisuus-Ethernet on IEEE 802.3 -standardien käyttösovellus toteutettuna sellaisella kaapeloinnilla, liittimillä ja laitteistolla, jotka ovat kestäviä ja täyttävät tehdasympäristön sille asettamat vaatimukset kohinan, värinän ja lämpötilan sietokyvyn osalta. Se toteutetaan verkkoprotokollalla joka tarjoaa yhteentoimivuutta sekä älykkäiden laitteiden ja koneiden aikakriittistä ohjausta. (2.)

### 2.1 Teollisuus-Ethernetille asetettuja vaatimuksia

Teollisuus-Ethernet on toimistoympäristössä käytettävän Ethernet-teknologian spesialisoitu, eksakti sovellus, joka lisää jonkin, joitakin tai jokaisen seuraavista vaatimuksista:

- *Soveltuvuus kriittisiin tehtäviin:* Tehdasympäristössä tietoliikennekatkokset eivät ole läheskään yhtä hyväksyttäviä kuin toimistoympäristössä. Tehdasympäristössä seisokin vaikutukset ovat usein laaja-alaisia.
- *Vaativat ympäristöolosuhteet:* Tehdaslaitteisto sijaitsee harvoin ilmastoidussa ja suojatussa ympäristössä. Suuret lämpötilanvaihtelut ja värinä ovat uhka tavallisille laitteistoille, kaapelille ja liittimille. Laitteiston valintaan, asentamiseen ja kaapelointiin tulee kiinnittää huomiota.

- *Kohinan sietokyky:* Tehdasympäristössä tavallinen verkkovirta voi olla poikkeus. Teollisuus-Ethernet-laitteet toimivat usein ympäristössä, jossa käytetään voimavirtaa, reaktiivisia kuormia, radiolähettämiä, sähkömoottoreita ja suurjännitekojeita. Tietoverkkoliikenteen tulee jatkua luotettavasti huolimatta näistä hasardeista.
- *Tärinäkestoisuus:* Teollisuus-Ethernetin ”älykkäät laitteet” on usein liitetty koneisiin. Koneet liikkuvat ja tärisevät, joten tämä asettaa vaatimuksia muun muassa liitäntöjen suhteen.
- *Laitteiden tehonsyöttö:* Joidenkin laitteiden virransaanti on helpompaa toteuttaa verkkokaapelin välityksellä. Monet automaatiolaitteet operoivat 24 V:lla ja uusia metodeja on suunnitteilla näiden laitteiden sähköistämiseen Ethernetin välityksellä. (Uusissa järjestelmissä PoE on jo käytössä, eli tehonsyöttö tiedonsiirtokaapelin välityksellä.)
- *Tietoturvan huomioiminen:* Tehtaassa liikkuva data ei välttämättä ole arvokkaampaa kuin toimiston puolella, mutta uhkat ovat erilaisia. Tehdaslaitteisto on luonnollisesti altis hakkereille, mutta myös työntekijöiden aiheuttama tahaton häiriö on mahdollinen. Näiden uhkien torjumiseen tarvitaan erityisiä varotoimia.
- *Eri laitesukupolvien yhteensopivuus:* Oikeat automaatiojärjestelmät ovat usein sekoitus monenikäisiä eri valmistajien laitteita, joiden yhteensopivuus keskenään voi olla puutteellista. Teollisuus-Ethernetin täytyy yhdistää sarjaprotokollia, vanhoja tietoverkkoja ja kenttäväyliä.
- *Yhtyeentoimivuus:* Ethernet-laitteiden täytyy kommunikoida keskenään myös PC:n ja mahdollisesti Internet-sovellusten kanssa. Ethernet-liitäntä ei ole tae avoimuudesta, yhtyeentoimivuudesta tai yhteensopivuudesta. Projektin toteuttajan täytyy ottaa näistä asioista selvää hankintojen yhteydessä.
- *Prioriteettitasojen huomiointi:* Osa kone-ohjauksista vaatii reaaliaikaisen, deterministisen vasteajan, kun taas muut tiedot saattavat olla vähemmän kiireellisiä. On tärkeää tunnistaa että eri tiedoilla on erilaisia prioriteettitasoja.
- *Suorituskyky:* Ohjelmistoajureilla, reitittimillä ja kytkimillä on olemassa monivivahteisia ominaisuuksia, kuten piilossa olevia viiveitä, viiveen



vaihtelua tai rajoitettu määrä liitäntöjä. Myös järjestelmän mahdollinen poikkeava käyttäytyminen arvaamattomissa olosuhteissa on otettava huomioon.

- *Liitettävyyys muihin lähiverkkoihin:* Useimmat teollisuus-Ethernet-järjestelmät täytyy yhdistää (silloittaa) liiketoiminnan intranetteihin, ja internetiin. Tämä on syytä tehdä huolella, jotta ongelmilta vältytään ja järjestelmästä saadaan paras mahdollinen hyöty.
- *Eri näkökantojen huomiointi:* Ethernet on alue, jossa kaksi yhtäläisesti pätevää mutta ristiriitaista näkemystä systeemeistä ja datasta IT- ja automaatio-osastojen välillä saattavat kohdata. Täytyy edetä harkiten, jotta kiistat yrityksen eri osastojen välillä pystytään välttämään.
- *Perusasioiden hallinta:* Ei ole väliä kuinka hyvä järjestelmän laitteisto on, mikäli Ethernetistä ja TCP- ja IP-protokollista ei sovelleta oikeaa tietoa sekä käytetä oikeita asennuskäytäntöjä. Muussa tapauksessa järjestelmä ei tule koskaan toimimaan oikein. (2.)

## 2.2 Ethernet teollisuusautomaatiossa

Tavoite kasvattaa koneiden ja tehtaiden tuotantokykyä samanaikaisesti kuluja leikkaamalla on usein lähtökohtana teollisuusautomaation innovaatioiden takana. Tuotantoyhtiöt pystyvät paremmin säilyttämään asemansa kansainvälisessä kilpailussa, jos heidän ratkaisunsa ovat kilpailukykyisempiä. Siksi tuotantoprosessia on hyvä pyrkiä optimoimaan. (3.)

Toisaalta tuottavuutta pystytään nostamaan myös paremmalla informaationkululla; se mahdollistaa nopeasti reagoivan ja paremmin perustellun päätöksenteon. Lisäksi koneiden ja komponenttien integrointia keskinäiseen tietoverkkoon täytyy yksinkertaistaa, jotta startup-aikaa ja suunnittelua voidaan nopeuttaa. (3.)

Tällä hetkellä monille tuotantotason yritysverkoille ovat luonteenomaisia monimutkaiset käyttöliittymät ja tiedonsiirtomekanismit eri ratkaisujen välillä. Myös tehdas- ja hallintotason välinen tiedonkulku voisi sujua jouhevammin. Transparentti yhteys laitteiden tietoihin olisi usein tarpeen parhaan

mahdollisen työjäljen aikaansaamiseksi ja helpottaisi tuotannonvalvontaa. Tavoitteeksi on siksi hyvä ottaa yhdenmukainen tietoverkkostruktuuuri, joka takaa että kaikki laitteet ja tehtaan osat on verkotettu sekä liitetty tuotannonsuunnitteluun kuin myös yrityksen hallinto- ja päätöksentekotasolle. (3.)

Avain tämän tavoitteen toteuttamiseksi on Ethernet. Se on vakiinnuttanut asemansa toimistoympäristössä ja sitä käytetään nykyisin myös teollisuusympäristössä. (3.)

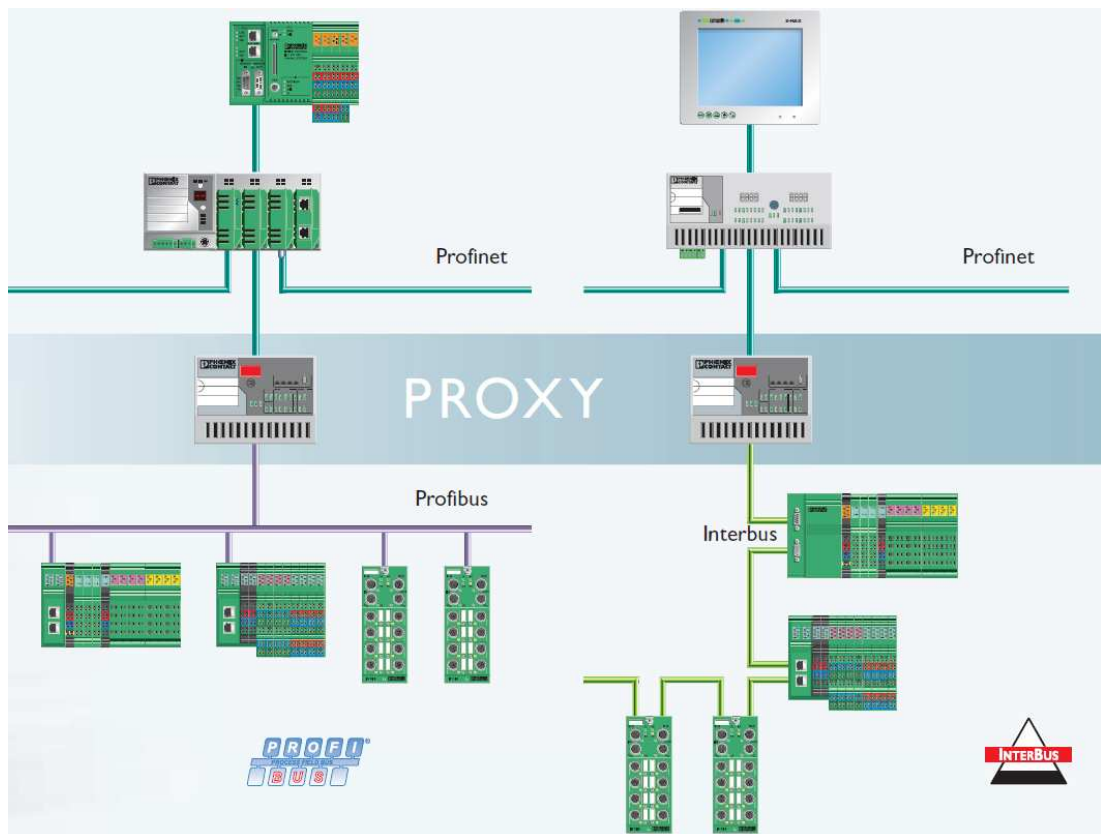
### 3 PROFINET STANDARDINA

Profinet on PROFIBUS & PROFINET Internationalin tiedonsiirto-standardi ja sitä käytetään automaatiotekniikassa. Se on standardisoitu IEC 61158- ja IEC 61784 -standardeissa. Profinet on innovatiivinen ja avoin teollisuus-Ethernet-standardi joka täyttää automaatiotekniikan vaatimukset ja on yksi parhaista vaihtoehdoista automaatio-sovelluksien toteutukseen. Profinet on yleisessä käytössä autoteollisuudessa, mutta sitä käytetään laajalti myös koneenrakennusteollisuudessa, elintarviketeollisuudessa, paketoinnissa sekä logistiikassa. Profinetiä käytetään nykyisin monenlaisissa sovelluksissa ja uusia käyttökohteita nousee esille jatkuvasti, kuten merenkulku, junaliikenne ja varastoautomaatio. (4.)

Teollisuudessa Profinetin käyttö usein vähentää asentamiseen, suunnitteluun ja käyttöönottoon liittyviä kustannuksia. Profinet helpottaa laajennusten toteutusta sekä parantaa järjestelmän käytettävyyttä itsenäisesti toimivien laitosyksiköiden ja helpon huollettavuuden ansiosta. Lisäksi Profinet-laitteiden pakollinen sertifiointi takaa korkean laatutason. (4.)

Monen vuoden kokemus Profibus-standardista ja teollisuus-Ethernetin laaja-alaisesta käytöstä on siirretty Profinetiin. Profinet käyttää UDP/IP:tä protokollana korkeammantason demand-painotteiseen tiedonsiirtoon. Syklinen, toistuva tiedonsiirto Profinetissä perustuu skaalattavaan reaaliaikaiseen konseptiin, joka toimii rinnakkain UDP/IP-tiedonsiirron kanssa. (4.)

Profinetin avulla on mahdollista integroida olemassa olevat kenttäväylät (kuva 1) ilman muutoksia niiden laitteistoihin, joten se on hyvä suoja vanhoille investoinneille. Kenttäväyläjärjestelmät kuten Profibus, AS-interface, Interbus, Foundation Fieldbus ja DeviceNet on mahdollista integroida Profinetiin. (4.)



*KUVA 1. Esimerkki Profinetin avulla toteutetusta kenttäväylä-integraatiosta (5)*

Koska Ethernetiä käytetään laajalti toimistoviestinnässä, on mahdollista vaihtaa tietoa maailmanlaajuisesti toimisto- ja tuotantoympäristön välillä käyttäen web-yhteyttä. Tämä mahdollistaa etähallinnan ja monitoroinnin. (3.)

### **3.1 Esimerkki Profinetin käyttösovelluskohteesta**

Belgialainen ITC (Imperial Tufting Company) uudisti vedenhankinta-toimintansa valitsemalla Phoenix Contact Oy:n toimittamaan ohjausyksiköt ja hajautetut moduulit ohjaamaan useita eri kaivoja ja pumppuja. Moduulien ja PLC:n välinen tietoliikenne toteutettiin Profinetin avulla käyttäen hyväksi olemassa olevaa Ethernet-infrastruktuuria (kuva 2, vasen). (6.)

Vesi on yksi yhtiön tärkeimmistä raakamateriaaleista ja sitä käytetään jauhepohjaisen maalin valmistuksessa (kuva 2, oikea). Vesi nostetaan 28 eri kaivosta, jotka sijaitsevat tehdasalueella. Aiemmin niitä kontrolloitiin 25

vuotta vanhalla keskitetyllä ohjausyksiköllä, jonka käyttö vaati valtavan määrä kaapelointeja eikä täyttänyt nykyisiä standardeja. (6.)

Nykyisin ITC:llä ohjataan vedenottoa Phoenix Contact Oy:n ILC 350 -kontrollerilla yhdessä kahdentoista slave-yksikön kanssa, jotka seuraavat ja operoivat useampaa kaivoa kukin. Profinetin välityksellä tapahtuvassa kommunikoinnissa slave-yksiköt vaihtavat I/O-dataa master-PLC:n kanssa, joka ohjaa pumppuja tulosignaalien perusteella. Tällaisia tulosignaaleja ovat mm. tasaussäiliön alhainen vedenpinta, äkillinen paineenlasku putkistossa sekä useat muut raja-arvot/vikatilanteet. Uudessa järjestelmässä toimihäiriö havaitaan välittömästi ja ohjausyksikkö hälyttää huoltohenkilöstön sähköpostien ja tekstiviestien välityksellä. (6.)

ITC pystyi käyttämään aikaisempien investointiensä yhteydessä hankittuja Ethernet-kytkimiä ja valokuituja hyödykseen, sillä ne sijaitsivat valmiiksi kaivojen lähetyvillä. Täten Profinetin käyttöönotto oli myös verrattain kustannustehokas ratkaisu. (6.)



*KUVA 2. Ethernet-kytkimet (vasemmalla), maalinvalmistusprosessi (oikealla)*  
(7)

### **3.2 Profinetin versiot**

Profinet-konsepti on rakenteeltaan modulaarinen, jotta käyttäjä voi valita sovelluksiinsa tarvitsemansa toiminnot. Nämä toiminnot eroavat pääasiassa tiedonsiirtotavaltaan täyttääkseen tiedonsiirtonopeuden asettamat

vaatimukset. Profinetille on olemassa versiot PROFINET IO ja PROFINET CBA. Kumpiakin tiedonsiirtopolkua voidaan käyttää rinnakkain, erikseen tai yhdistelmänä. (3.)

### **3.2.1 PROFINET IO -protokolla**

PROFINET IO on järjestelmä hajautettujen tulojen ja lähtöjen yhdistämiseen. Sen avulla IO-laitteita voidaan liittää suoraan Ethernetiin. PROFINET IO kuvaa koko tiedonsiirtoa IO-kontrollereiden (laite, jolla on master-toiminnot) ja IO-laitteiden välillä (laite, jolla on slave-toiminnot) sekä parametrisointia ja diagnostiikkaa. (3.)

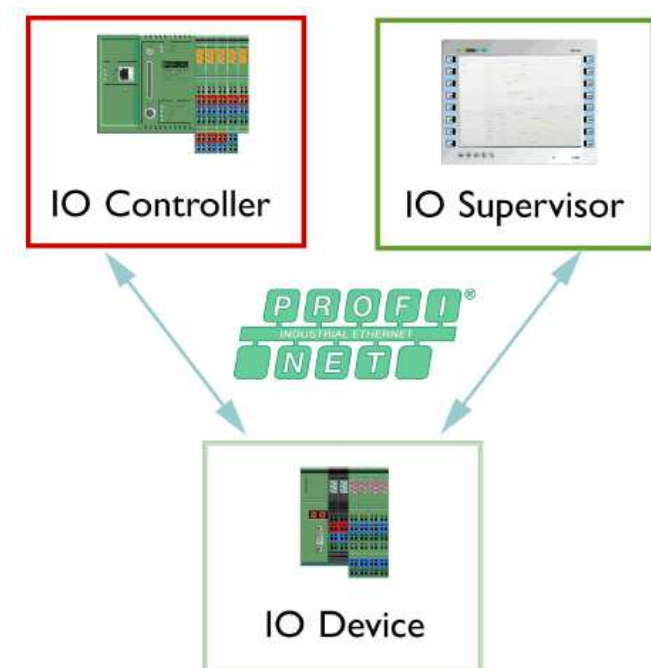
Koska kaikki Ethernet-laitteet operoivat yhtäläisillä oikeuksilla tietoverkossa, kenttäväyläteknologian master/slave-tyyppisestä ratkaisusta tulee PROFINET IO:ssa provider/consumer-tyyppinen ratkaisu. Provider lähettää dataa ilman pyyntöä verkon muille jäsenille eli consumereille, jotka sitten käsittelevät tämän datan. PROFINET IO:n puitteissa erotus tehdään seuraavien komponenttien/roolien välillä (kuva 3): (3.)

**IO controller (IO kontrolleri)** toimii valvontajärjestelmänä joka ohjaa automaatiotehtäviä. Se myös jakaa ositteen kaikille IO-laitteille. Se on yleisesti kontrolleri joka jakaa/vaihtaa tulo- ja lähtösignaalit määriteltyjen kenttälaitteiden kanssa sekä vastaanottaa kaikki hälytykset. IO-kontrolleri laittaa myös alulle täydellisen laitetunnistuksen, yhteyden perustamisen, ja aloittaa kyseisten laitteiden start-up-parametrisoinnin. (3.)

**IO device (IO laite)** toimii kenttälaitteena jota kontrolloi IO-kontrolleri, ja se voi käsittää/moduostua useasta moduulista ja alimoduulista. IO-laite on hajautettu kenttälaitte (esim. hajautettu I/O, ohjaus, venttiili, kytkin), joka on määritetty/osoitettu yhdelle tai useammalle IO-kontrollerille ja joka välittää prosessi- ja konfiguraatietojen lisäksi myös hälytyksiä. (3.)

**IO supervisor (IO valvoja/valvontaohjelma)** toimii insinööriyökaluna yksittäisten IO-laitteiden parametrisointiin ja diagnostiikkaan, se sijaitsee tyypillisesti PC:llä. IO-valvoja voi esimerkiksi olla ohjelmointityökalu, jolla on

pääsy/yhteys kaikkeen prosessi- ja parametridataan rinnakkain IO-kontrollerin kanssa. (3.)



KUVA 3. PROFINET komponentit (3)

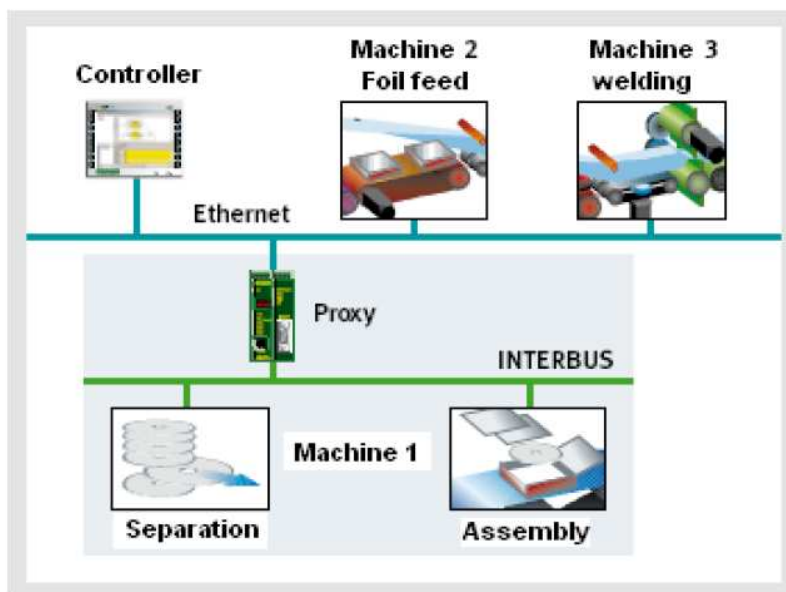
### 3.2.2 PROFINET CBA -protokolla

PROFINET CBA (Component Based Automation) on hajautettu automaatoratkaisu, ja se on toteutettu komponenttipohjaisella arkkitehtuurimallilla. Se tukee trendiä jossa automaatiofunktiot jakautetaan älykkäille osajärjestelmille, koska siinä määritellään sekä tehdassuunnittelu että kommunikaatio eri osajärjestelmien ja niiden laitteiden välillä. (3.)

PROFINET CBA tarkoittaa funktio-orientoitunutta näkymää automaatiojärjestelmästä. Koko järjestelmä on jaettu yksittäisiin moduuleihin, jotka ovat itsenäisesti operoivia osajärjestelmiä (Kuva 4.). Rakenne ja toiminta ovat joko identtisiä tai hieman muunneltuja eri järjestelmissä. PROFINET CBA:ta käytetään jakautetun automaatoratkaisun toteuttamiseen, joka perustuu esiasennettuihin komponentteihin ja osajärjestelmiin. (3.)

Ohjelman ajoaikana osajärjestelmien interaktioon tarvitaan yhteys. Tätä tarkoitusta varten yksiköiden ohjelmoinnin yhteydessä määritetään mitä tietoa ne vaihtavat keskenään. Sitten yksittäisten osajärjestelmien säätöarvot/muuttujat tuodaan linkkieditoriin, jossa ne linkitetään toimilohkoihin. PROFINET CBA:n modulaariset ja älykkäät komponentit luodaan suunnittelutyökalulla, joka voi vaihdella laitevalmistajasta riippuen. (3.)

PROFINET CBA on automaatiokonsepti joka keskittyy modulaaristen käyttösovellusten implementointiin sekä kontrollerin kommunikaatioon. Se tukee jaksottaista ja jaksotonta tiedonsiirtoa jopa 10 ms:n sykleillä, mikä on sopivaa/tarkoituksenmukaista IO-kontrollereiden väliseen kommunikointiin. PROFINET CBA:n TCP/IP-protokolla sopii järjestelmille joiden vasteajat ovat 100 ms luokkaa. (3.)



*KUVA 4. PROFINET CBA tukee modulaaristen, hajautettujen järjestelmien konseptia (3)*

### 3.3 Profinet IO:n ominaisuudet

PROFINET IO sisältää joustavan, mutta myös yksityiskohtaisen tiedonsiirtomallin. Kaikki nykyaikaisen automaatoratkaisun tarpeet pystytään



täyttämään PROFINET IO:n avulla. Laitteiden ei tarvitse käyttää kuin niitä osia standardista mitä kyseinen sovellus tarvitsee. (3).

### **3.3.1 Laitetyypin identifiointi**

Jokaisella PROFINET IO -kenttälaitteella on tunniste (device ID), ja sen välittää IO-kontrolleri. Käynnistyksen yhteydessä IO-laite tarkistaa kontrollerin välittämän tunnisteeseen ja vertaa sitä omaan tallennettuun tunnisteeseen.

Tunniste (device ID) muodostuu valmistajan tunnisteesta (Vendor ID) ja laitetunnisteesta (Device ID). Valmistajan tunniste on 16 bittiä pitkä ja uniikki kyseiselle valmistajalle. Valmistajan tunnisteeseen myöntää PNO (PROFIBUS Nutzerorganisation). Laitetunniste on myös 16 bittiä pitkä ja sitä käytetään eri IO-laitteiden yksityiskohtaiseen erittelyyn. Se määritetään valmistajakohtaisesti, esimerkiksi laiteluokan tai laiteperheen perusteella.

Koska jokaisella laitteella on oma tunnisteensa, voidaan sitä käyttää esimerkiksi tietoverkon rakenteen/topologian tunnistamiseen ja linkittämään laite automaattisesti laitekuvauksella, joka on uniikki kyseiselle tunnisteelle. Normaalisti ei ole tarvetta tarkastella tätä informaatiota, koska se tarkistetaan IO-kontrollerin ja IO-laitteen välillä järjestelmän käynnistyksen yhteydessä. Mikäli asennettu laite ei täsmää offline-tilassa konfiguroituihin tietoihin, vikaviesti lähetetään ja yhteyden muodostaminen keskeytetään. (3.)

### **3.3.2 GSD-tiedosto**

Automaattioratkaisun tarvitsemien komponenttien integrointiin tarvitaan tietoa itse laitteesta, mikä tapahtuu laitekuvauksen avulla (device description). Jokaisella PROFINET-laitteella, jolla on oma laitetunniste (device ID) kuvataan GSD-tiedoston (General Station Description) avulla. Tämä tiedosto sisältää kaiken datan mikä on tärkeää insinööriyölle, kuin myös tiedonsiirrolle IO-laitteen kanssa. (3.)

Suunnittelujärjestelmässä GSD-tiedosto toimii perustana PROFINET I/O-järjestelmän konfiguraation suunnittelulle. Valmistaja kuvaa IO-laitteen ominaisuudet GSD-tiedostossa. Kielenä tähän käytetään GSDML:ää (GSD Markup Language), joka on XML-pohjainen ohjelmointikieli. (3.)

### **3.3.3 Laitteiden osoittaminen kentällä**

Kuten kaikilla komponenteilla Ethernet-verkossa, myös PROFINET-laitteilla on MAC-osoite. Tätä osoitetta käytetään laitteiden tunnistamiseen yksiselitteisesti. (3.)

MAC-osoite löytyy kaikista laitteista, ja se on ainutlaatuinen koko maailmassa. Se muodostuu kahdestatoista merkistä (heksadesimaaliluvusta). MAC-osoitteen ensimmäiset kuusi merkkiä kertovat/ilmaisevat valmistajan, ja Phoenix Contactilla se on 00-a0-45. (3.)

Profinet tietoliikenne vaatii että jokaisella laitteella on PROFINET-nimi. Kaikki PROFINET-tietoverkoston laitteet voidaan identifioida tällä nimellä. PROFINET-nimi ei saa ilmetä kuin kerran tietoverkossa. Nimi tallennetaan laitteen pysyväämuistiin ja se on saatavilla heti käynnistyksen yhteydessä. On hyödyllistä nimetä laite tavalla, joka helpottaa sen tunnistamista. Täten se on usein helpompi paikantaa ongelmatilanteessa. (3.)

IO-kontrolleri etsii IO-laitteita tietoverkosta pelkästään nimen välityksellä/perusteella. Mikäli laitteelle ei löydy nimeä tai tietoverkossa on kaksi samannimistä laitetta, käynnistys (start-up) keskeytyy ja järjestelmä lähettää virheilmoituksen. (3.)

Laitteelle ei ole välttämätöntä määrittää IP-osoitetta, koska sellainen välitetään käynnistyksen yhteydessä projektin asetusten mukaisesti. Toisin kuin PROFINET-nimi IP-osoite tallennetaan laitteen lyhytkestoiseen muistiin ja se jaetaan uudelleen laitteen käynnistyksen yhteydessä. (3.)

### **3.3.4 Laitteen parametrisointi käynnistyksen yhteydessä**

Laiteen identifiointin jälkeen laiteelle informoidaan sen parametrit. Päätelaitte on passiivinen tietoverkossa, kunnes IO-kontrolleri ottaa siihen yhteyttä sen omalla nimellä. Tällöin viestintäparametrit ja laitekohtaiset käynnistysparametrit välittyvät. Jaksottainen datan siirto voi alkaa vasta kun laite vastaanottaa tämän tiedon ja se on varmistettu ristiriidattomaksi ja yhteensopivaksi itse laitteiston (hardware) kanssa.

IP-parametrit ovat osa kommunikaatioparametrejä. IP-parametrit sisältävät IP-osoitteen, aliverkon peitteen (subnet mask) ja porttikäytävän osoitteen (gateway address). Jokaisella IO-laiteella on uniikki IP-osoite. Tätä IP-ositetta voidaan käyttää yhteyden ottamiseen kyseiseen laiteeseen esim. FTP:n tai HTTP:n välityksellä.

Consumer/provider kommunikaatiomalli mahdollistaa erillisen päivitysnopeuden käyttämisen molempiin suuntiin. Laitteelle voidaan määrittää myös watchdog-aika. Päivitysnopeus voi olla 1–512 ms. GSD-tiedosto määrittää mikä päivitysnopeutta IO-laite tukee oletusarvojen (default) lisäksi. Myös nämä parametrit lähetetään laiteelle käynnistyksen yhteydessä. (3.)

### **3.4 Reaaliaikainen tiedonsiirto operointivaiheessa**

PROFINET IO:n jaksottainen tiedonsiirto jaotellaan kahden eri toimitilaan: PROFINET IO-RT ja PROFINET IO-IRT. IRT tulee sanoista Isochronous Real Time ja RT sanoista Real Time. Niitä pystytään operoimaan rinnakkain tietoverkossa. Osoittaminen ja vikatilojen käsittely ovat identtisiä molemmissa toimitiloissa. IRT mahdollistaa korkean synkronisuuden ja sitä käytetään esimerkiksi korkea-deterministisiin paikannustehtäviin. (3.)

### 3.5 Yleinen reaaliaikainen tiedonsiirto RT-mekaniikalla

Jaksottainen tiedonsiirto alkaa, kun laite on tiedostanut yhteyden muodostumisen onnistumisen. Yksi Ethernet-telegrammi lähetetään jokaiseen tiedonkulkusuuntaan jokaiselle IO-laitteelle. (3.)

Kyseinen data-telegrammi käyttää VLAN-tagia joka on määritetty IEE 802.x -standardissa priorisointitietoineen. Profinet asettaa tällöin prioriteetin sen korkeimmalle tasolle, eli 6. Tätä lippua käytetään tietoverkon kytkimissä (switches) lähettämään Profinet-telegrammi etuoikeutetusti. Tämä tarkoittaa sitä, että Profinet-telegrammin ja matalaprioriteettisen ei-Profinet-telegrammin saapuessa kytkimelle samanaikaisesti Profinet-telegrammi on se joka lähtee eteenpäin ensimmäisenä. (3.)

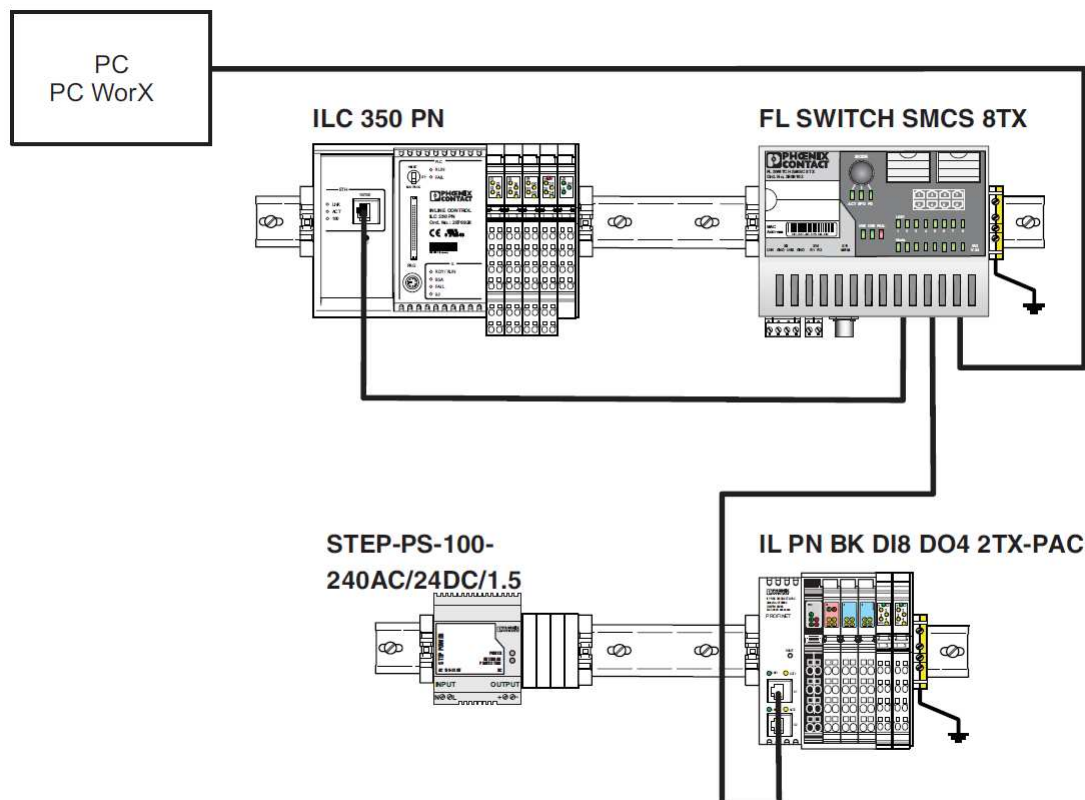
Vastaanotetut arvot lähetetään prosessidatakanavan kautta sovellukselle tai I/O:ille. Tämä tapahtuu yhteyden muodostamisen yhteydessä määritetyllä päivitysnopeudella. Jokaisella IO-laitteella voi olla oma päivitysnopeutensa. PROFINET-järjestelmässä ei ole väylän (bus) sykliäikää/kiertoaikaa. (3.)

I/O-data sisältää lisää status-informaatiota. Se kertoo, mikäli laiteella on virheviesti tai onko sen lähettämä data paikkansapitävää/voimassaolevaa. Kontrolleri ja ajurit evaluoivat tämän tiedon automaattisesti. (3.)

RT-tiedonvälitys kattaa täysin modernien kenttäväyläjärjestelmien viestintävaatimukset. Joustavan startup-parametrisoinnin lisäksi rinnakkainen IP-viestintä ja tehokas asyklinen viestintä voidaan toteuttaa rinnakkain yhdessä tietoverkossa. (3.)

## 4 PROFINET-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Työn Profinet-automaatiojärjestelmä koostuu Profinet Starter Kit versio 3.0 -laitteistosta ja sen konfigurointiin käytettävästä PC WorX -ohjelmistosta. Se sisältää olennaiset komponentit ja ohjelmiston PROFINET IO -järjestelmän rakentamiseen ja käynnistämiseen. Järjestelmä rakentuu kuvassa 5 näkyvistä pääkomponenteista.



KUVA 5. Profinet Starter Kitin pääkomponentit sekä Ethernet-kaapelointi (8)

Työasemaa (PC) käytetään PC WorX -ohjelmiston operointiin. Ohjelmiston avulla pystytään konfiguroimaan Profinet-verkkoa sekä käyttämään muun muassa diagnostiikkatoimintoja.

IO-kontrollerin (tyyppi ILC 350 PN) tehtävänä on Profinet I/O-ohjaus, yhteyden muodostus IO-laitteisiin sekä tiedonsiirron toteuttaminen niiden välillä Ethernetin välityksellä. Se sisältää CompactFlash-parametrisointi-muistikortin.

Järjestelmän virtalähteessä (tyyppi STEP-PS-100-240AC/24DC/1.5) on portainen tehonsäätö, joka muuntaa jännitteen sopivaksi järjestelmälle. Laitteessa on sisäinen sulake. (9.)

Hallittava Profinet-kytkin (tyyppi FL SWITCH SMCS 8TX) on älykäs, hallittava Teollisuus-Ethernet-kytkin varustettuna kahdeksalla RJ45 Ethernet-portilla. Se mahdollistaa kontrolloitavan automaatioverkon muodostamisen Ethernet-kaapeleita käyttäen. (10.)

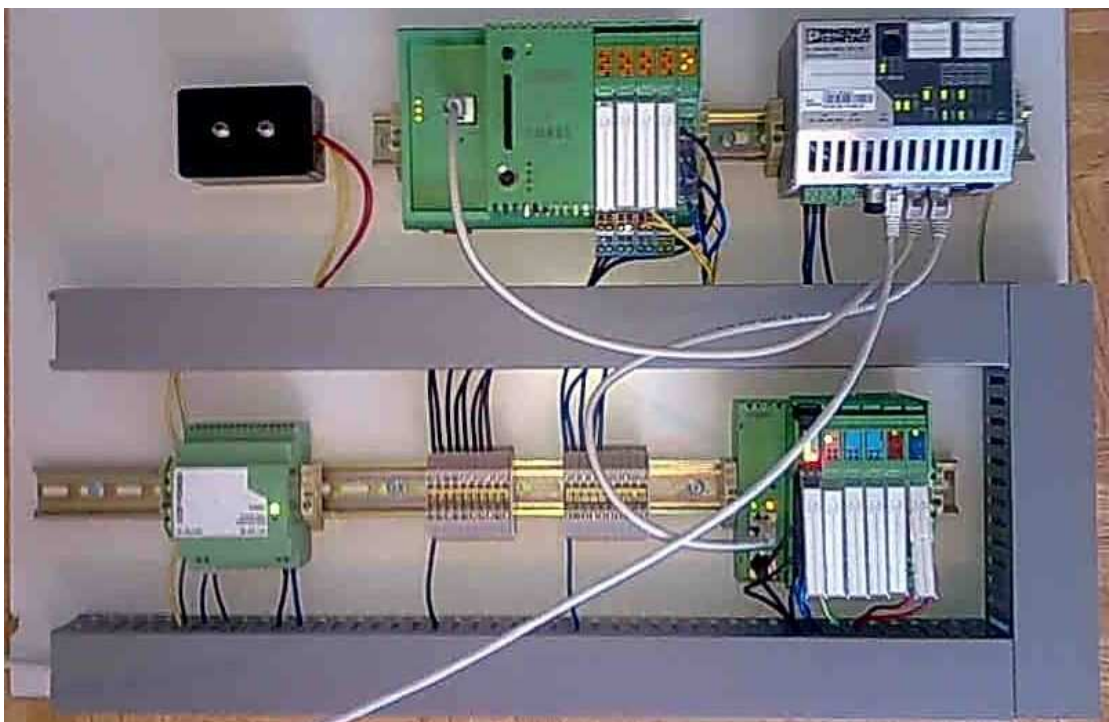
PROFINET IO-väyläkopleri (tyyppi IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC) on hajautettu kenttälaite ja se toimii linkkinä Ethernet-verkon ja I/O-tason välillä. Sen avulla voidaan yhdistää toimintayksiköitä, esimerkiksi digitaalisia ja analogisia tuloja/lähtöjä, laskureita, tehonkatkaisijoita, pneumatiikkaa jne.

PC WorX on automaatio-ohjelmisto, joka yhdistää ohjelmoinnin, kenttäväyläkonfiguroinnin sekä diagnostiikan IEC 61131 -standardin mukaisesti. Ohjelmointijärjestelmä pohjautuu moderniin 32-bittiseen Windows-teknologiaan ja mahdollistaa toimintoja kuten zoomaus, drag&drop sekä telakoituvat ikkunat. IEC-konfiguraatioelementtejä voidaan käsitellä ja ohjelmakirjastoja voidaan integroida. Lisäksi ohjelmointijärjestelmä sisältää tehokkaan testaussysteemin. PC WorX -ohjelmassa kaikki toiminnot löytyvät helposti eri valikoista ja projektinluonti on mahdollista toteuttaa käyttämällä vain muutamaa valintaikkunaa. Tämän jälkeen ohjelman kehittämisen voi aloittaa välittömästi. (11.)

## 5 PROFINET-LAITTEISTON KÄYTTÖNOTTO

Työn lähtökohtana oli Phoenix Contact OY:lta hankittu Profinet Starter Kit. Phoenix Contact on sähköisen liitântätekniiikan ja automaatioteknologian toimittaja. Starter Kit sisälsi komponentit Profinet-verkon rakentamiseen.

Profinet-verkko on rakennettu vanhaan pulpetinkanteen, joka on esitetty kuvassa 6. Vasemmalla alhaalla on teholähde ja oikealla alhaalla on PROFINET IO väyläkopleri. Oikealla ylhäällä on hallittava PROFINET-kytkin ja sen vasemmalla puolella on PROFINET IO -kontrolleri. Vasemmassa yläkulmassa on kotelo, jossa on kaksi ON/OFF-kytkintä, joita käytetään ohjelmointiesimerkissä.



*KUVA 6. PROFINET-automaatiojärjestelmä pulpetin kannessa*

Järjestelmän osat ovat

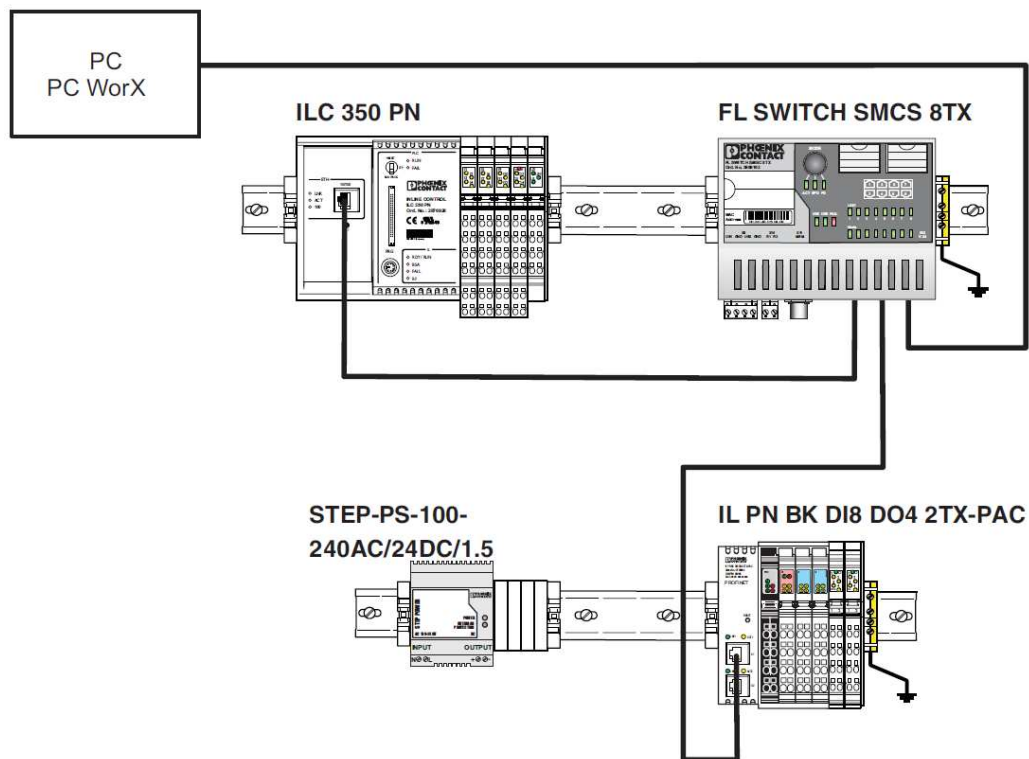
- järjestelmän alusta, vanha pulpetin kansi
- PROFINET IO-kontrolleri ILC 350 PN
- hallittava PROFINET-kytkin FL SWITCH SMCS 8TX
- PROFINET IO väyläkopleri IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC

- teholähde STEP-PS-100-240AC/24DC/1.5
- Inline-terminaalit IB IL 24 DO 4-ME ja IB IL 24 DI 4-ME
- parametrisointimuisti IBS CF FLASH 256MB
- 3 kpl CAT5 Ethernet-kaapeleita
- 2 kpl ON/OFF-kytkimiä kotelossa.

Profinet-järjestelmän työasemana toimii PC (AUTLAB – PHOENIX) Windows XP -käyttöjärjestelmällä varustettuna. Työasemalle on asennettu PC WORX 6.00.25 SP 3.73, jota operoidaan Windows-käyttöjärjestelmässä.

## 5.1 Laitteiston kokoaminen

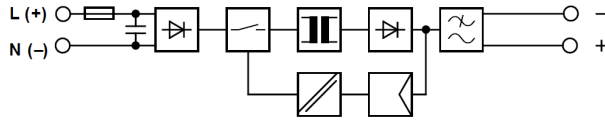
Työ aloitettiin laitteiston fyysisellä kokoamisella. Laitteiston osat kiinnitettiin kahdelle DIN-kiskolle, jotka sijoitettiin alustana toimivaan vanhaan pulpetin kanteen. Järjestelmän Ethernet-kaapelointi (kuva 7) toteutettiin kategorian 5 kaapeleilla (CAT5).



KUVA 7. Profinet Starter Kit:n pääkomponentit sekä Ethernet-kaapelointi (8)

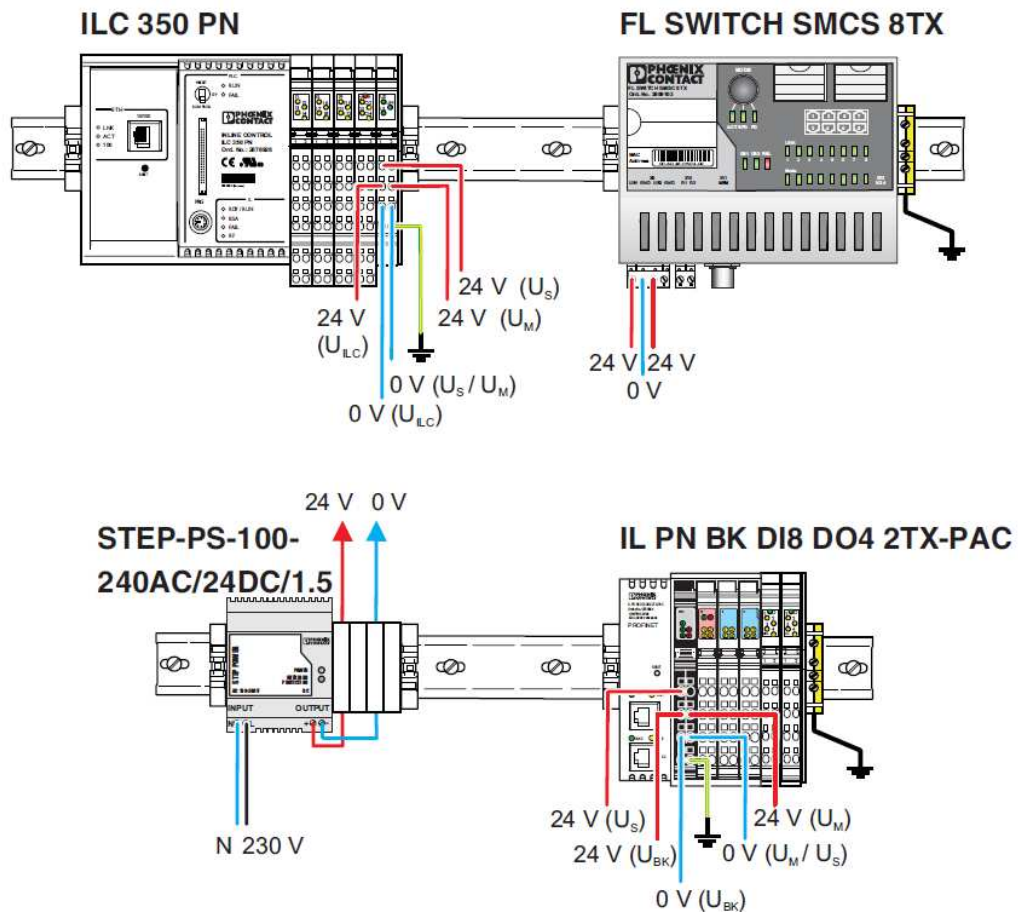


Teholähteeseen tuleva verkkovirta (230 V) vaati kaksois-suojauksen. Teholähde sisältää 1,25 ampeerin sisäisen sulakkeen (kuva 8), ja se käynnistyy automaattisesti järjestelmän sisäisen oikosulun poistuttua. (9.)



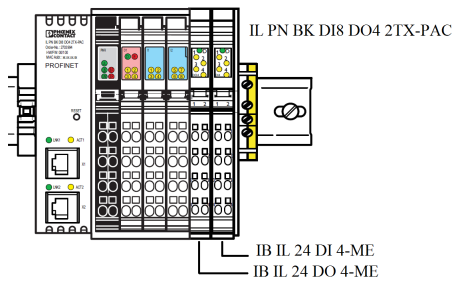
KUVA 8. Teholähteen lohko-kaavio (9)

Toimiakseen Starter Kitin esimerkkisovellus vaatii käyttöjännitteen seuraavanlaista kytkemistä (kuva 9):



KUVA 9. Laitteiston käyttöjännitteen liitännät (8)

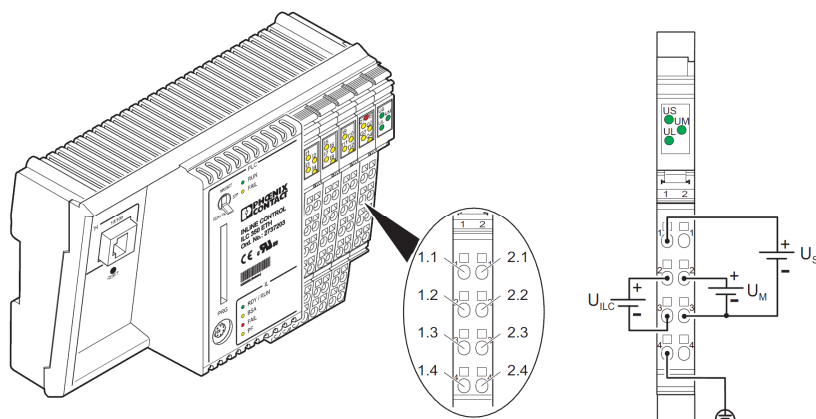
Väyläkoplerin oikeaan laitaan liitettiin Inline-terminaalit IB IL 24 DO 4-ME ja IB IL 24 DI 4-ME (kuva 10).



KUVA 10. Inline-terminaalien sijainti väyläkopleerissa (8)

ILC 350 PN IO-kontrollerin käyttöjännitekytkentä toteutettiin kuvan 11 mukaisesti. IO-kontrollerin liittimet ovat seuraavat:

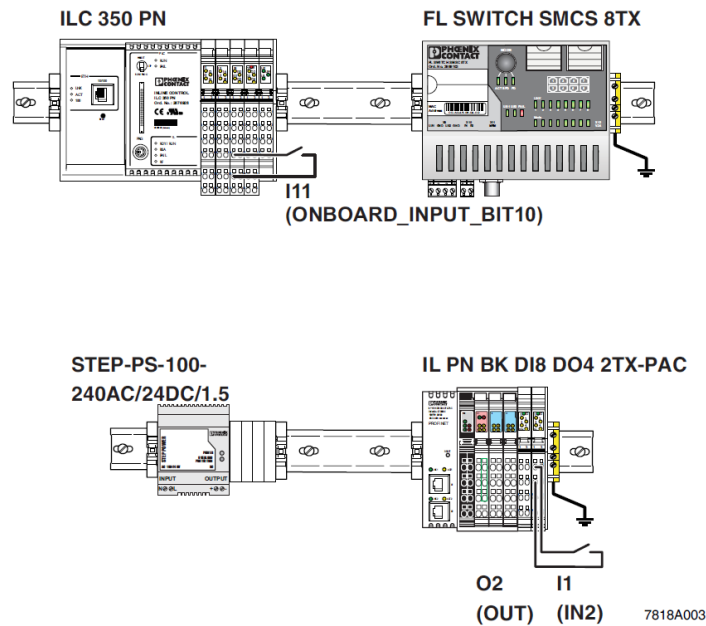
- liitin 1.1 ( $U_S$ ), segmenttivirtapiiri, lähtöjen tehonsyöttö
- liitin 1.2 ( $U_{ILC}$ ), tehonsyöttö ILC:n ja paikallisen väylän laitteiston tietoliikenteelle
- liittimet 2.1 ja 2.2 ( $U_M$ ), pääasiallinen virtapiiri, tulojen tehonsyöttö
- liitin 1.3 (LGND), referenssipotentiaali liittimelle 1.2
- liitin 2.3 (SGND), referenssipotentiaali pääasialliselle virtapiirille sekä segmenttivirtapiirille
- liittimet 1.4 ja 2.4 (FE), funktionaalinen maadoitusvastus.



KUVA 11. IO-kontrollerin ILC 350 PN käyttöjännitekytkentä (12)

Esimerkkiohjelmointisovelluksen käyttämiseen vaadittiin kaksi ON/OFF-vaihtokytkintä. Ne asennettiin kuvan 12 mukaisesti.

Device	Input/output	Signal at	Variable
ILC 350 PN	Input I11	Connector 3 terminal point 1.4	ONBOARD_INPUT_BIT10
IB IL 24 DI 4-ME	Input I1	Terminal point 1.1	IN2
IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC	Output O7	Connector 4 terminal point 1.4	OUT



KUVA 12. Input-johdotus (8)

## 5.2 Työaseman käyttökuntoon saattaminen

PC WorX versio 6.00.25 SP 3.73 asennettiin työasemana toimivalle PC:lle, jolle annettiin nimeksi AUTLAB-PHOENIX. Työasemalle kirjautuminen onnistuu seuraavilla tunnuksilla:

- **User Name:** phoenix
- **Password:** phoenix.
- **Log on to:** AUTLAB-PHOENIX (this computer)

Starter Kit -laitteiston mukana tullut ohjelmistoversio ei soveltunut sellaisenaan, vaan se päivitettiin. Laittevalmistajan nettisivuilta ladattiin sen

hetken uusin ohjelmaversio, joka oli AUTOMATIONWORX Software Suite 2009. Ohjelmaversio päivitettiin lisäksi Service Pack 3:lla ja kyseisen SP3:n Hotfix1-päivityksellä. Täten työssä käytettävän PC WorX:n versio on 6.00.25 SP 3.73.

PC WorXin kaikkien ominaisuuksien käyttöönotto vaati siirtymistä demoversiosta rekisteröityyn versioon. Käytettävä PC WorX 6-ohjelmistoversion rekisteröintikoodi on seuraavanlainen:

- 1692E-723EC-9087F-F3651-187A3-15876-F8E

Rekisteröinti tuli voimaan, kun ohjelma käynnistettiin uudelleen. Suositeltava käyttöjärjestelmä kyseiselle ohjelmistoversiolle on Windows XP. Ohjelma toimii myös Vista-ympäristössä, mutta esimerkiksi kaikki päivitykset eivät välttämättä asennu täydellisesti.

Käytetty PC WorX-versio vaati laitteistolta vähintään seuraavat Firmware-versiot ollakseen täysin yhteensopiva:

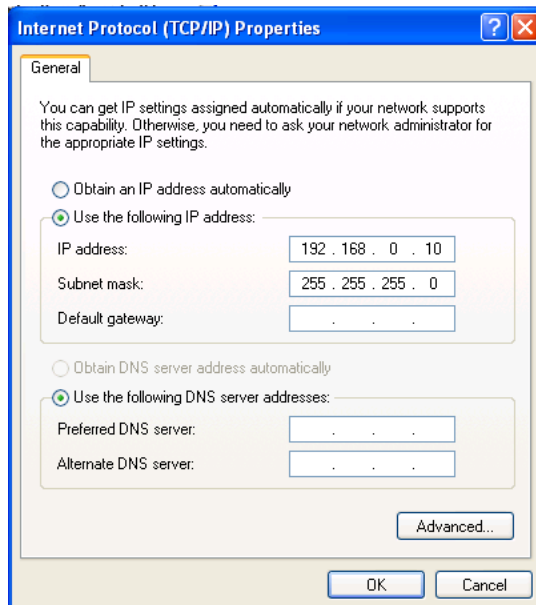
- ILC 350 PN  $\geq$  2.00
- IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC  $\geq$  2.00
- FL SWITCH SMCS 8TX  $\geq$  2.20.

Kyseiset vaatimukset täyttyivät, joten laiteohjelmia ei tarvinnut päivittää.

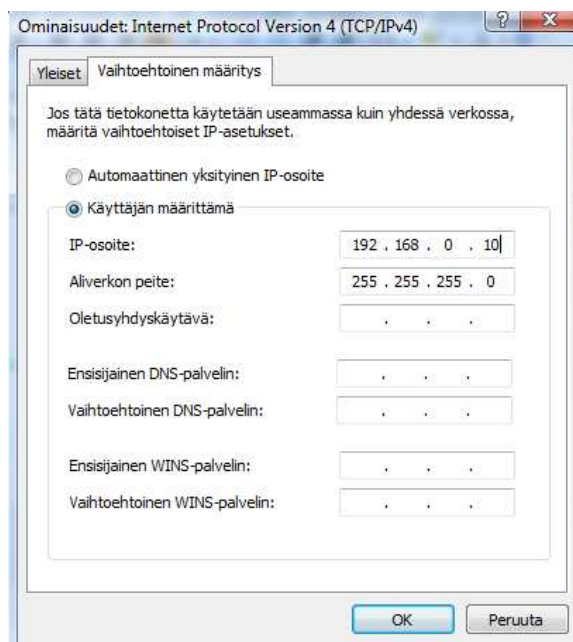
Jotta tiedonsiirto onnistui Profinet-laitteistolta PC:lle päin Windowsin palomuuria asetettiin off-tilaan ja PC:n tietoturvaohjelmisto Symatec Endpoint otettiin pois käytöstä käyttämällä disable-toimintoa.

Projektin luonnin yhteydessä PC WorX asettaa IP-osoitealueen oletusasetuksena yksityiselle/paikalliselle IPv4-osoitealueelle välille 192.168.0.2 ja 192.168.0.254. PC:n IP-osoitteen tulee olla käytettävällä osoitealueella, jotta paikallisverkon laitteisiin saadaan yhteys sen välityksellä.

Myös osoitealueen ensimmäistä osoitetta edeltävä osoite käy, mikäli se vain on käytettävissä. Oletusasetusten ollessa voimassa se on 192.168.0.1. Windows XP:tä uudemmassa Vista-käyttöjärjestelmässä on mahdollista tehdä vaihtoehtoinen määrittäminen jolloin PC:tä pystytään käyttämään yhtä aikaa useammassa verkossa. Kuvat 14 ja 15 esittävät IP-parametrien asetusikkunaa eri käyttöjärjestelmissä.



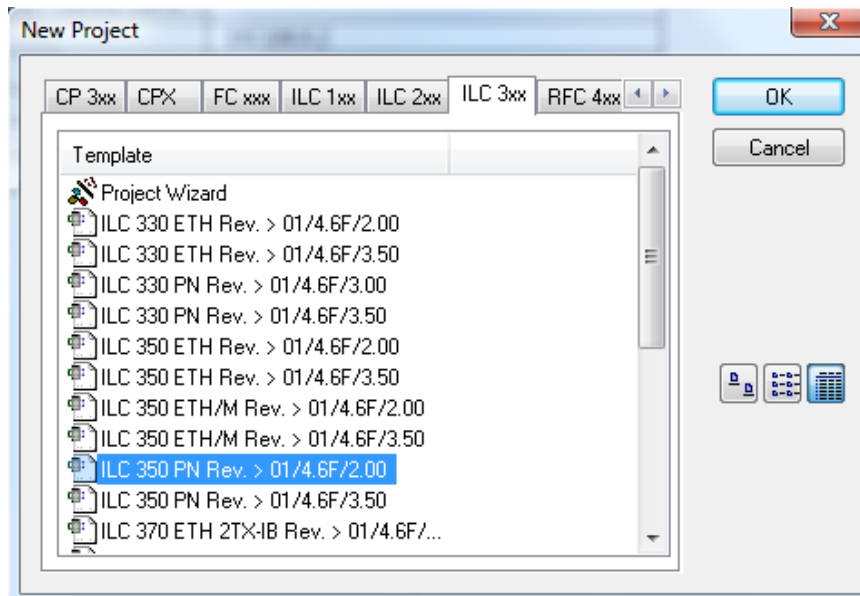
*KUVA 13. PC:n IP-parametrien asettaminen Windows XP:ssä*



*KUVA 14. Vaihtoehtoinen määrittäminen Windows Vista-käyttöjärjestelmässä*

## 5.3 Projektin luominen

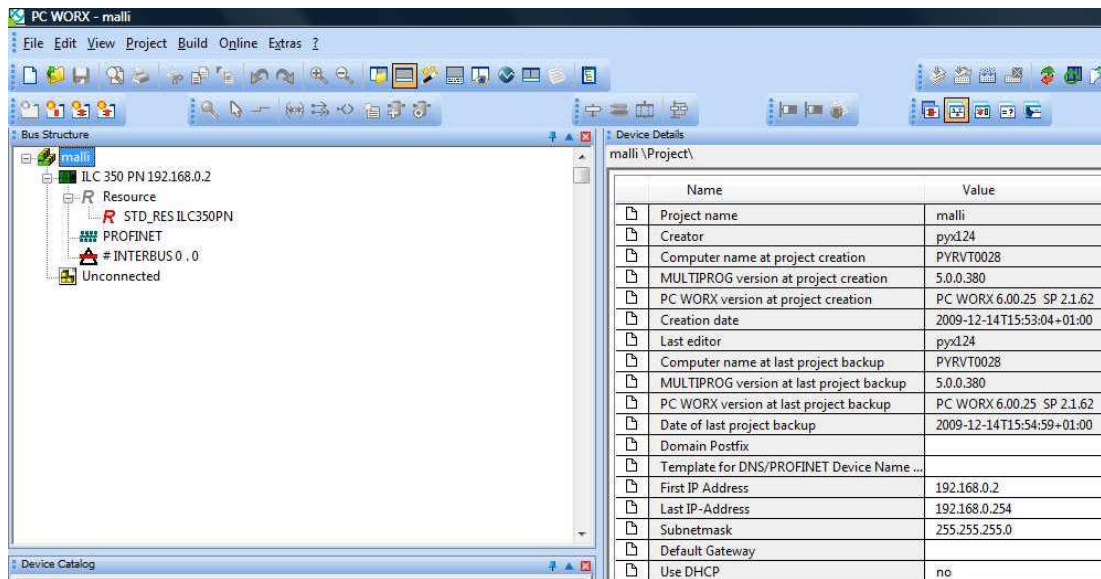
Projektin luominen aloitettiin valitsemalla valikosta järjestelmän IO-kontrolleri. On tärkeää valita oikea malli (template) sen mukaan mitä kontrolleriversiota käytetään ja mitkä ovat kyseisen kontrollerin laiteohjelmisto- (firmware) ja laitteistoversio (hardware). Kuva 15 esittää kontrollerin valintaikkunaa.



KUVA 15. Käytettävän kontrollerin valitseminen

### 5.3.1 Projektin asetusten mukauttaminen

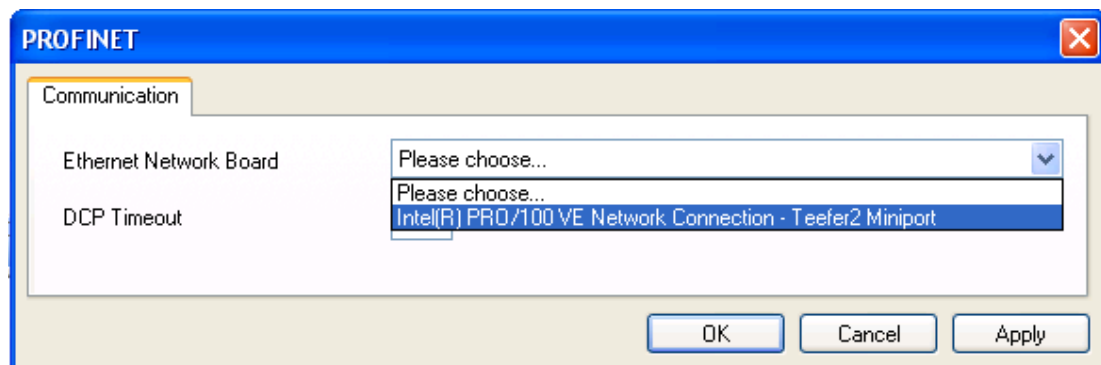
Projektin asetuksia voi tämän jälkeen muokata "Bus configuration workspace" -työtilassa. Tässä työtilassa voidaan muokata muun muassa verkkotunnuksen jälkiliite (Domain Postfix), projektille varattava IP-osoitealue (first and last IP adress) ja aliverkon peite (Subnet mask). Kuva 16 esittää kyseistä työtilaa. PC WorX jakaa automaattisesti valitun IP-osoitealueen osoitteita lisätyille tai löytämilleen Profinet IO -laitteille.



KUVA 16. "Bus configuration workspace" -työtila

### 5.3.2 PC:n valmistelu tiedonsiirtoa varten

Jotta tiedonsiirto PC WorX:n ja kontrollerin välillä onnistuu, määritetään verkkokortti jota käytetään (kuva 17).

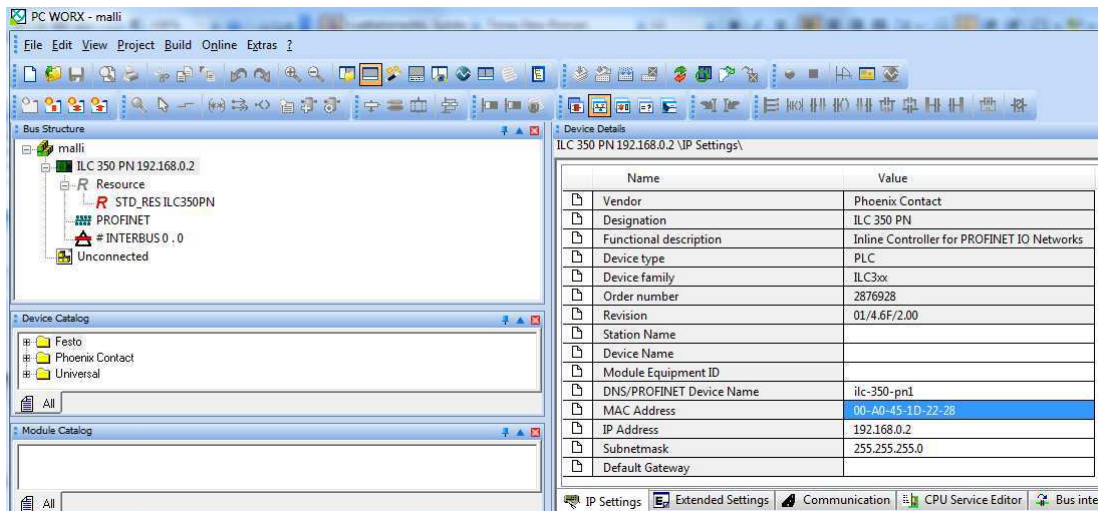


KUVA 17. Verkkokortin määrittäminen

### 5.3.3 IO-kontrollerin IP-parametrien asettaminen

On syytä tarkistaa, että IO-kontrollerin tuleva IP-osoite on käytössä olevan lähiverkon osoitealueella ja ettei se ole sama kuin PC:n. Jotta kommunikointi ohjausjärjestelmän kanssa onnistuisi, muodostetaan Ethernet-yhteys PC:n ja Profinet IO-kontrollerin välille. Tämä tapahtuu aktivoimalla BootP-palvelin,

joka käyttää Bootstrap Internet-protokollaa. Ennen IP-parametrien lähettämistä on tarpeen vielä syöttää IO-kontrollerin MAC-osoite (Kuva 18).



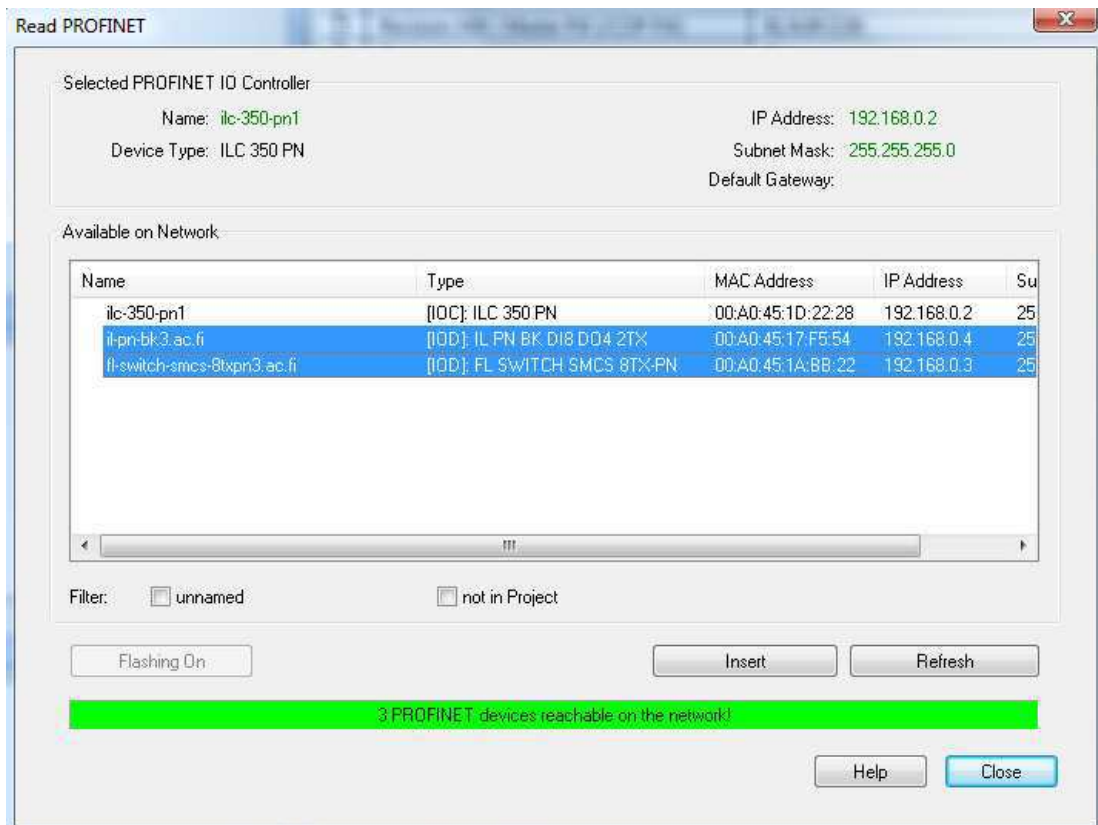
KUVA 18. Käytettävän IO-kontrollerin MAC-osoite; 00-A0-45-1D-22-28

IP-parametrit lähetetään Ethernetin välityksellä IO-kontrollerille minkä jälkeen se käynnistetään uudelleen, jotta uudet asetukset saadaan aktivoituksi. IO-kontrollerin IP-parametrit saadaan näin tallennettua sen muistikortille.

### 5.3.4 Profinet -laitteiden lukeminen

Kun Ethernet-yhteys kontrolleriin on muodostettu, on mahdollista lukea sen avulla järjestelmään liitetyt IO-laitteet. Tämä tapahtuu "Read PROFINET"-toiminnon avulla (kuva 19). Projektiin lisättävät IO-laitteet poimitaan listalta, ja ne löytyvät tämän jälkeen "Bus Structure" -ikkunasta.





KUVA 19. Projektiin lisättävät IO-laitteet

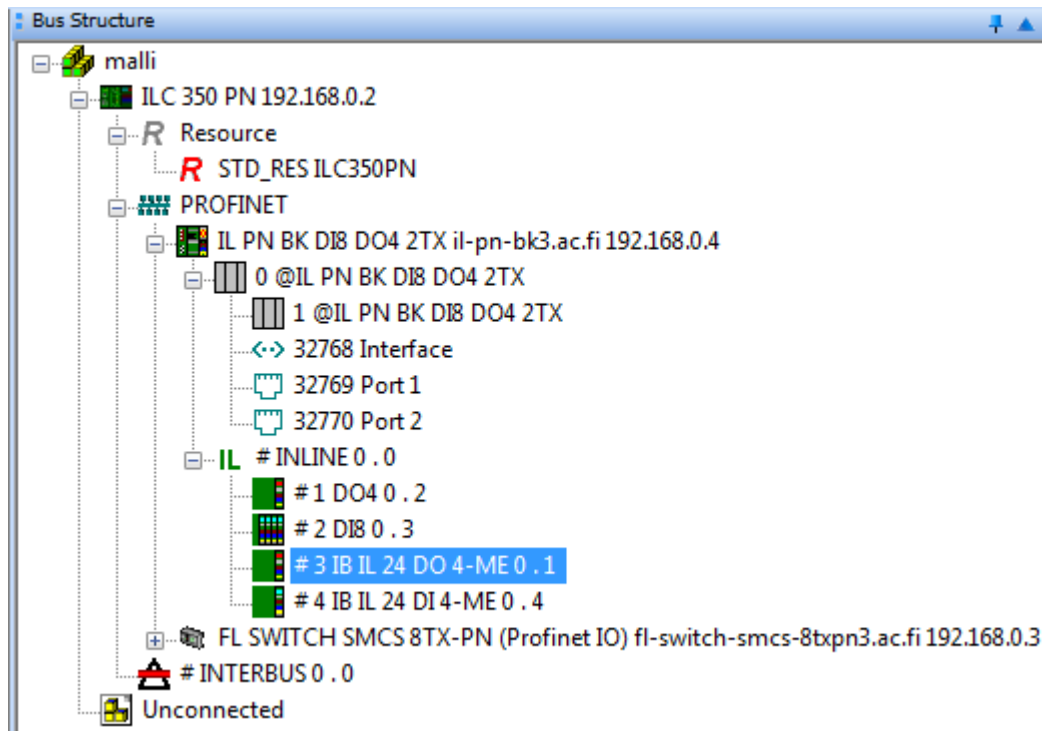
### 5.3.5 IO-laitteiden nimien ja IP-asetusten tarkistaminen ja lähettäminen

Projektiin lisätyt IO-laitteiden Profinet-asetukset ovat oletusasetuksissaan ja niitä voi tarvittaessa muokata, kun IO-laitteet löytyvät "Bus Structure" -ikkunasta. Jotta IO-laitteiden laitenimien ja IP-asetuksien lähettäminen IO-kontrollerille onnistisi täytyy projekti ensin kääntää käyttämällä "compile"-toimintoa. Tämän jälkeen projekti tallennetaan kontrollerin päämuistiin "download"-toiminnon avulla. Lopuksi on vielä tarpeen suorittaa laitteiston uudelleenkäynnistys projektin uusien asetusten aktivoimiseksi.

### 5.3.6 Väylän lukeminen

Nyt kun IO-laitteiden laitenimet ja IP-parametrit on määritetty, on mahdollista lukea kyseisiin laitteisiin liitettyjä moduuleja. Väyläkopleeriin on liitetty kaksi moduulia ja "Connected Bus" -komennon avulla ne saadaan lisätyksi projektiin. Väylän topologia saadaan kokonaisuudessaan valmiiksi kun

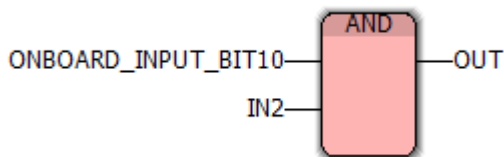
projekti ensin käännetään "compile"-toiminnon avulla, lähetetään kontrollerille ja suoritetaan laitteiston uudelleenkäynnistys. Kuva 20 esittää valmista väylärakennetta (Bus Structure).



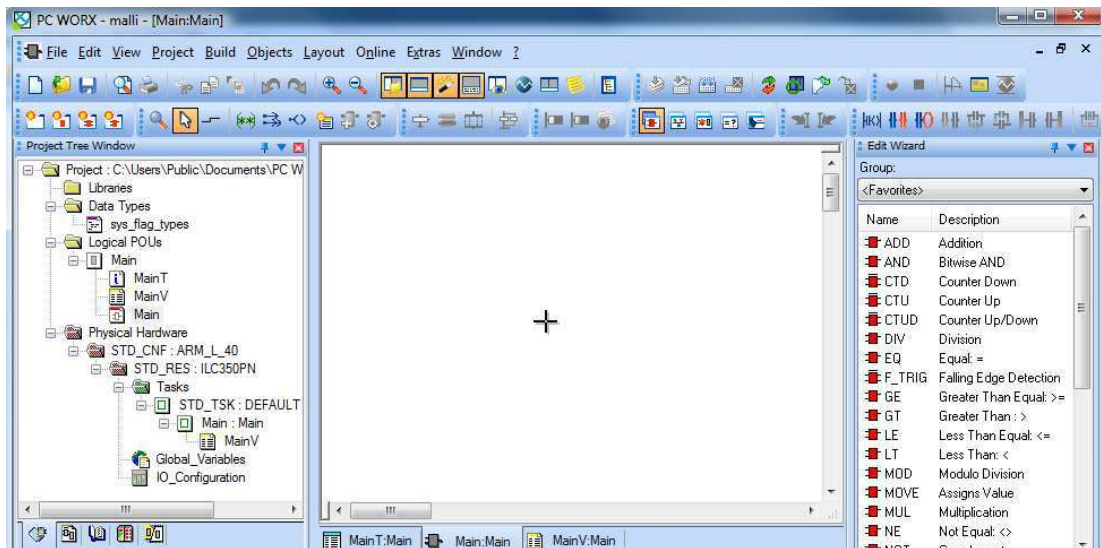
KUVA 20. Projektin väylärakenne

## 6 OHJELMOINTIESIMERKKI

Liitteenä olevassa laboratoriotyöohjeen luvuissa 2.11 ja 2.12 esitetään ohjelmointiesimerkki, jonka avulla tutustutaan ohjelmointiin käyttäen PC WorX -ohjelmistoa. Esimerkissä yhdistetään kaksi ON/OFF-kytkimillä ohjattavaa tuloa AND-toimilohkon avulla. Molempien tulojen ollessa aktiivisia toimilohkon lähtö aktivoituu. Se on sidoksissa väyläkoplerin lähtöön numero kaksi, jonka merkkivalo indikoi sen tilaa. Kuvassa 21 esitetään ohjelmointityötilaan lisätty AND-toimilohko, jossa näkyvät siihen sidoksissa olevat muuttujat. Kuvassa 22 on PC WorX -ohjelmiston IEC-ohjelmointityötila.



Kuva 21. Lähdöt ja tulo AND-toimilohkossa



Kuva 22. PC WorX -ohjelmiston IEC-ohjelmointityötila

## 7 POHDINTA

Insinööriyön tavoitteena oli koota ja ottaa käyttöön PROFINET-automaatiojärjestelmä. Tarkoituksena oli myös laatia laboratoriotyöohje PROFINET-automaatiojärjestelmän käyttöönotosta ja konfiguroinnista.

Työn ensimmäisessä vaiheessa oli mukava päästä tutustumaan aiheeseen ja laitteiston eri osiin sekä koota automaatiojärjestelmä. Opin, millaista pienen automaatiojärjestelmän kokoaminen on ja mitä asioita siinä on otettava huomioon.

PROFINET-automaatiojärjestelmän käyttöönotto ja konfigurointi vei yllättävän paljon aikaa johtuen parista yllättävästä ongelmasta, joiden ratkaiseminen vei kauan aikaa ja vaati useita yhteydenottoja Phoenix Contactin tekniseen tukeen.

Laboriotyöohje tehtiin koulutuskäyttöön, ja siitä tuli mielestäni melko selkeä ja helposti lähestyttävä. Laboriotyöohjetta on käytetty lukuvuoden 2010–2011 aikana ja opiskelijapalautteen perusteella se olisi kaivannut enemmän haasteellisuutta, sillä useat ryhmät suoriutuivat siitä verrattain nopeasti. Laboriotyön avulla opiskelija saa alustavan käsityksen PROFINET-tekniikasta ja -laitteiston käyttöönotosta. Näin jälkikäteen on helppo sanoa, että laboriotyöohjeesta olisi voinut tehdä paljon vaativamman ja siihen olisi voinut lisätä vaiheita. Opetuskäytössä osa Profinetin ominaisuuksista jää pimentoon, eikä niitä kaikkia ole edes mahdollista tuoda esille kyseisellä laitteistolla. Laboriotyöohje on lisätty liitteeksi tämän opinnäytetyön loppuun.

Profinet-järjestelmässä on paljon laajennusmahdollisuuksia. Sekä IO-kontrollerissa että väyläkopleerissa on vielä paljon vapaita tuloja ja lähtöjä, ja niitä saa tarvittaessa lisättyä esimerkiksi liittämällä kyseisiin laitteisiin lisää moduuleja. Järjestelmään on helppo liittää erikoistoimintomoduuleja, jotka mahdollistavat esimerkiksi paikannustehtävät, moottorinohjauksen tai vaikkapa virtausnopeuden seurannan. Väyläkopleerissa on yksi ja Profinet-

kytkimessä viisi vapaata Ethernet-porttia, joten verkon topologiaa on mahdollista laajentaa. Myös WLAN- tai Bluetooth-teknoologiaan pohjautuvan langattomanratkaisun toteuttaminen on mahdollista Phoenix Contact Oy:n Profinet-komponenteilla.

## LÄHTEET

1. Industrial Ethernet: A Control Engineer's Guide. 2010. Cisco. Saatavilla pdf-muodossa: [http://www.cisco.com/web/strategy/docs/manufacturing/industrial\\_ethernet.pdf](http://www.cisco.com/web/strategy/docs/manufacturing/industrial_ethernet.pdf) Hakupäivä 9.6.2011.
2. Marshall, Perry 2004. Industrial Ethernet, 2nd Edition. ISA: The Instrumentation, Systems, and Automation Society.
3. PROFINET basics, User manual. 2010. Phoenix Contact. Saatavilla pdf-muodossa: [http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um\\_en\\_profinet\\_sys\\_7\\_981\\_en\\_00.pdf?cp=y&asid2=801045764421521](http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um_en_profinet_sys_7_981_en_00.pdf?cp=y&asid2=801045764421521) Hakupäivä 5.9.2011.
4. PROFINET System Description, Technology and Application. 2011. PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. Saatavilla pdf-muodossa: [http://www.automation.com/pdf\\_articles/profinet/PI\\_PROFINET\\_System\\_Description\\_EN\\_web.pdf](http://www.automation.com/pdf_articles/profinet/PI_PROFINET_System_Description_EN_web.pdf) Hakupäivä 28.10.2011.
5. Realtime Ethernet Standard PROFINET, Future-proof automation solutions and services from a single source. Phoenix Contact. Saatavilla pdf-muodossa: [http://www.phoenixcontact.fi/local\\_content\\_pdf/pdf\\_fin/Realtime\\_Ethernet\\_Standard\\_PROFINET\\_52004003\\_LR.pdf](http://www.phoenixcontact.fi/local_content_pdf/pdf_fin/Realtime_Ethernet_Standard_PROFINET_52004003_LR.pdf) Hakupäivä: 9.11.2011.
6. PROFINEWS, Official Newsletter of PI International, Issue 63, August 2008. Saatavilla pdf-muodossa: [http://www.profibus.org.pl/index.php?option=com\\_docman&task=docdownload&gid=62](http://www.profibus.org.pl/index.php?option=com_docman&task=docdownload&gid=62) Hakupäivä: 26.10.2011.
7. Flexibele waterwinning bij ITC Balta, Eenvoudige implementatie dankzij PROFINET. Phoenix Contact. Saatavilla pdf-muodossa:

[http://www.phoenixcontact.nl/local\\_content\\_pdf/pdf\\_nld/Artikel\\_ITC\\_Balta.pdf](http://www.phoenixcontact.nl/local_content_pdf/pdf_nld/Artikel_ITC_Balta.pdf) Hakupäivä: 7.11.2011.

8. Quick Start Guide Installing and starting up the PROFINET starter kit 3.0. Revision 00, 02/2009.  
[https://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um\\_gs\\_en\\_profinet\\_starterkit\\_3\\_0\\_7818\\_en\\_00.pdf?cp=y&asid2=3079342353808](https://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um_gs_en_profinet_starterkit_3_0_7818_en_00.pdf?cp=y&asid2=3079342353808)  
Hakupäivä: 11.5.2011.
  
9. Teholähteen STEP-PS-100-240AC/24DC/1.5 Data Sheet. Saatavilla pdf-muodossa:  
[http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/db\\_en\\_step\\_ps\\_100\\_240ac\\_dc\\_5107458\\_03\\_en.pdf?cp=y&asid2=5247612530767](http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/db_en_step_ps_100_240ac_dc_5107458_03_en.pdf?cp=y&asid2=5247612530767)  
Hakupäivä 14.5.2011.
  
10. Ethernet Basics, Rev. 02. Phoenix Contact. Saatavilla pdf-muodossa:  
[http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/Ethernet\\_Basics\\_rev2\\_en.pdf?cp=y&asid2=034297388293932](http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/Ethernet_Basics_rev2_en.pdf?cp=y&asid2=034297388293932) Hakupäivä: 14.11.2011.
  
11. PC WorX Quick Start Guide. Phoenix Contact. Saatavilla pdf-muodossa:  
[http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um\\_gs\\_en\\_pc\\_worx\\_7127\\_en\\_03.pdf?cp=y&asid2=011799110093333](http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um_gs_en_pc_worx_7127_en_03.pdf?cp=y&asid2=011799110093333) Hakupäivä:  
12.11.2011
  
12. User Manual, Installing and Operating the ILC 330 ETH, ILC 350 ETH, ILC 350 ETH/M and ILC 350 PN Inline Controllers. Phoenix Contact. Saatavilla pdf-muodossa:  
[http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um\\_en\\_ilc\\_330\\_350\\_6959\\_en\\_05.pdf?cp=y&asid2=4759316164498](http://select.phoenixcontact.com/phoenix/dwld/um_en_ilc_330_350_6959_en_05.pdf?cp=y&asid2=4759316164498) Hakupäivä: 8.10.2011

**OAMK**  
**TEKNIKAN YKSIKKÖ**

Automaatiotekniikan laboratorio

LABORATORIOTYÖOHJE

Profinet-laitteiston käyttöönotto ja konfigurointi

Syksy 2010



# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tarkoitus

Tässä työssä tutustutaan Phoenix Contactin Profinet Starter Kit -laitteistoon.

## 1.2 Teoria

Profinet on avoin teollisuus-Ethernet-standardi, joka yhdistää kenttätason laitteet suoraan tuotannonohjaustasolle. Profinet perustuu teollisuus-Ethernetiin ja se käyttää TCP/IP:tä (Transport Control Protocol/Internet Protocol) parametointiin, konfigurointiin ja diagnostiikkaan. Phoenix Contact on saksalainen vuonna 1923 perustettu sähköisen liitäntätekniiikan ja automaatio-tekniikan toimittaja.

PROFINET Starter Kit sisältää sekä vaadittavan laitteiston että ohjelmiston perus- Profinet IO järjestelmän rakentamiseen ja käynnistämiseen. Järjestelmä koostuu seuraavista pääkomponenteista:

- PROFINET IO kontrolleri - ILC 350 PN (kuva 1)
- Hallittava PROFINET-kytkin - FL SWITCH SMCS 8TX (kuva 2)
- PROFINET IO väyläkopleri - IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC (kuva 3).



KUVA 1. PROFINET IO kontrolleri ILC 350 PN



KUVA 2. Hallittava PROFINET-kytkin - FL SWITCH SMCS 8TX

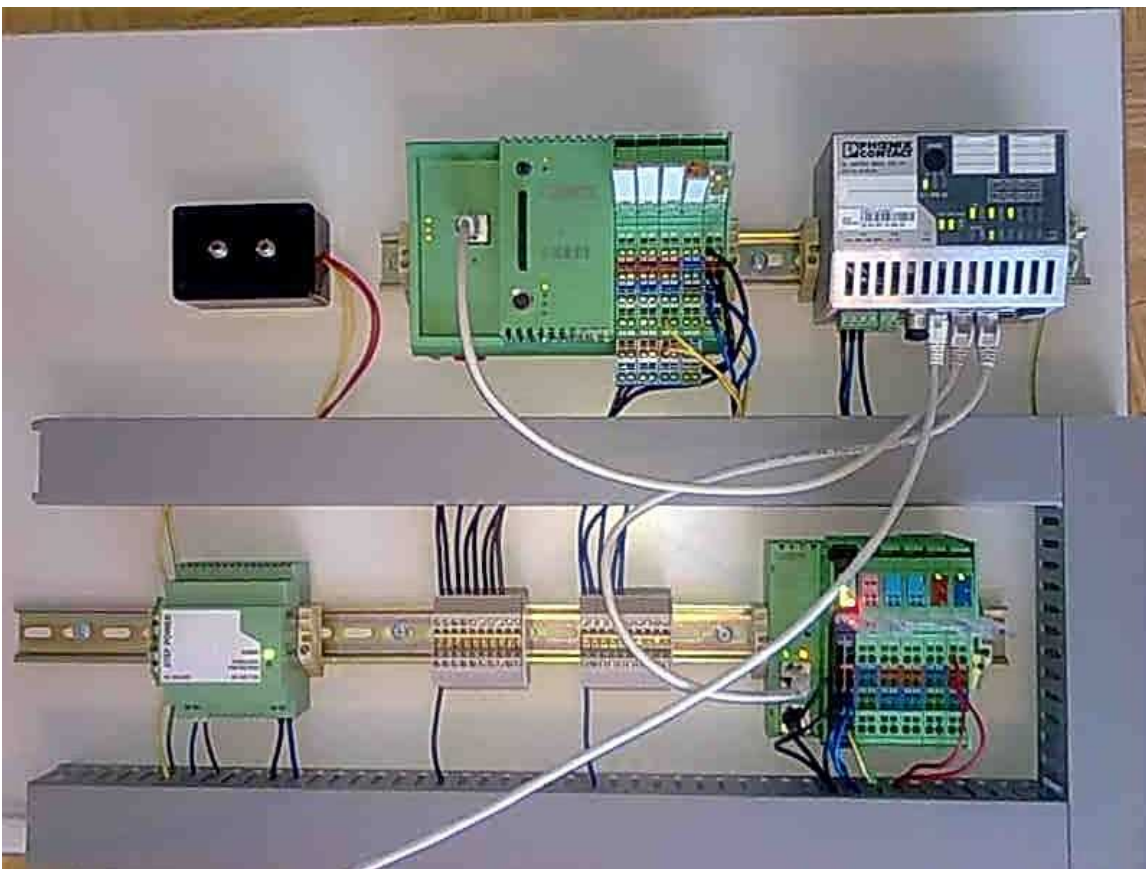


KUVA 3. PROFINET IO väyläkopleri - IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC

Tarkempaa tietoa laitteistosta ja sen komponenteista löytyy seuraavasta nettiosoitteesta:  
<http://www.phoenixcontact.fi/yritys/search.jsp?q=2988395&x=0&y=0>

### 1.3 Tarvittavat laitteet

- PC (AUTLAB - PHOENIX), sisältää PC WORX -ohjelmiston
- Profinet StarterKit 3.0 -laitteisto



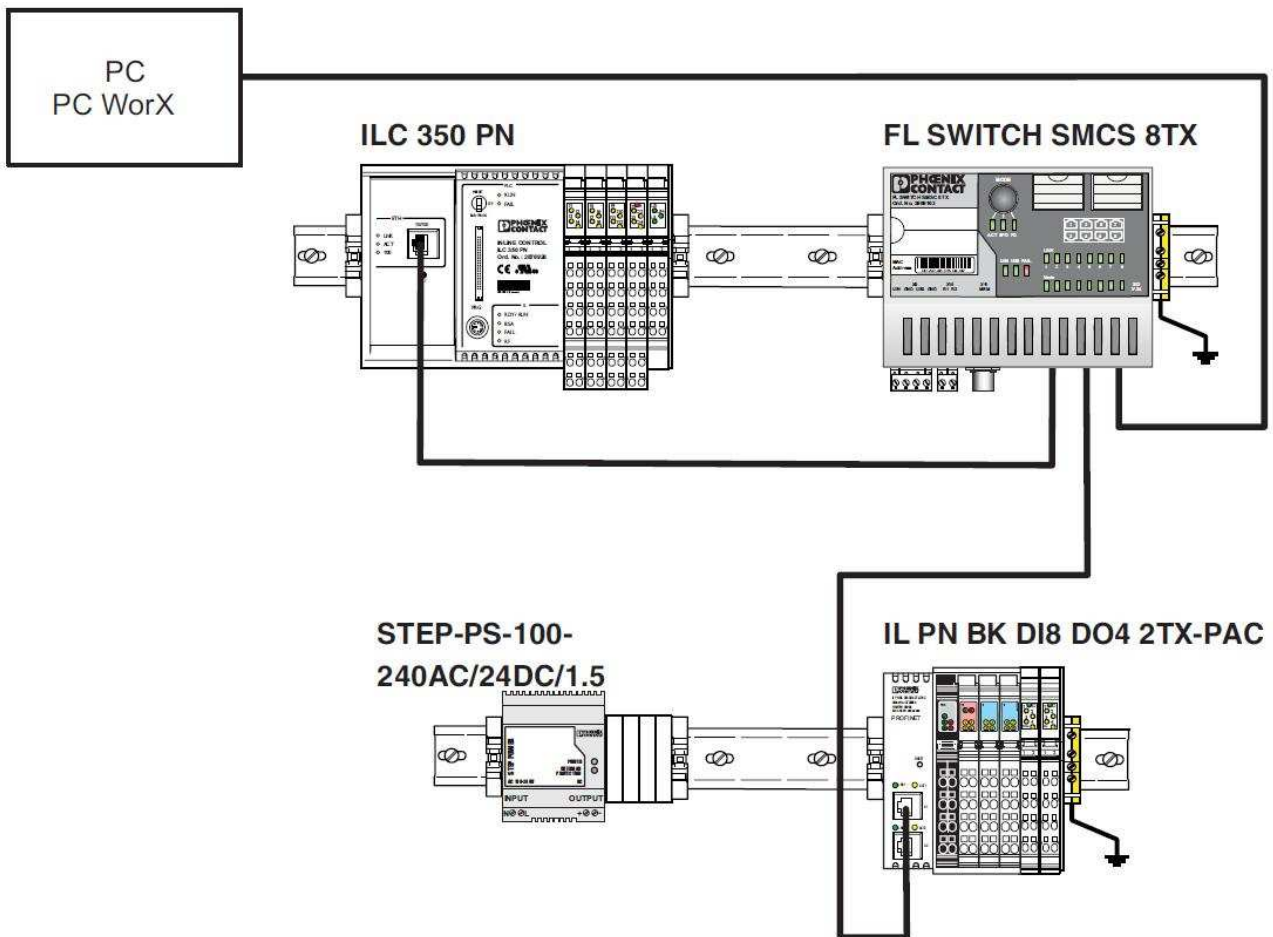
KUVA 4. Profinet Starter Kit -laitteisto

## 2 Työn suoritus

Työ aloitetaan käynnistämällä tietokone (AUTLAB - PHOENIX) ja kirjautumalla sisään seuraavilla tunnuksilla:

- User Name: **phoenix**
- Password: **phoenix.**
- Log on to: **AUTLAB-PHOENIX (this computer)**

Lisäksi yksi Starterkitin Ethernet-kaapeleista on liitettävä PC:n verkkokorttiin. Kyseisen Ethernet-kaapelin toinen pää on kytkettynä laitteeseen FL SWITCH SMCS 8TX PN. (Kuva 5.)

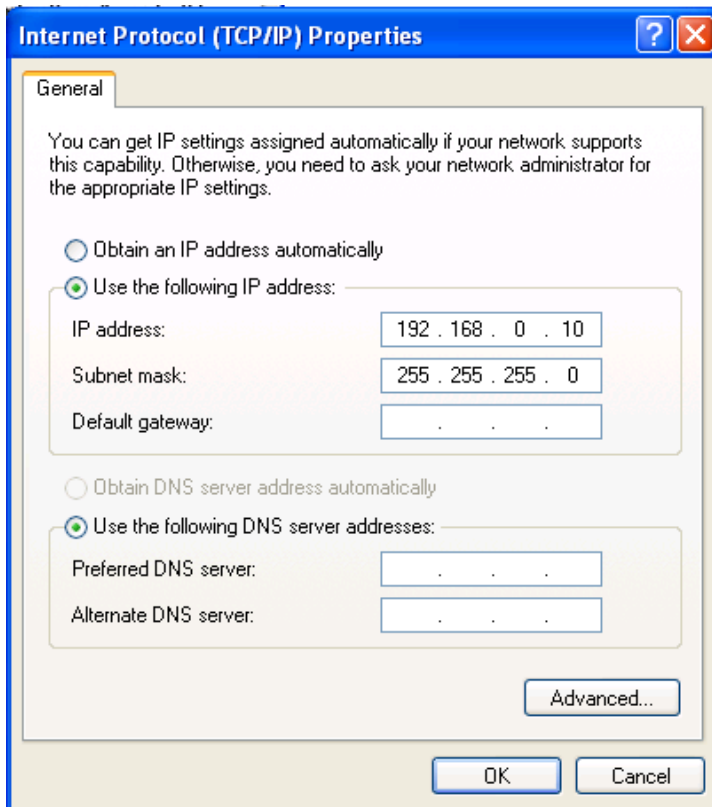


KUVA 5. Työssä käytettävä Ethernet-kaapelointi

## 2.1 PC:n IP-parametrien asettaminen

Työtä aloitettaessa on syytä tarkistaa PC:n IP-parametrit, jotta tiedonsiirto Profinet-laitteiston kanssa onnistuu.

Start -> Settings -> ( Control Panel ) -> Network Connections -> Local Area Connections -> Properties -> kaksois-klikkaa Internet Protocol (TCP/IP) -> valitse “Use the following IP address” -> aseta kuvassa 6 näkyvät parametrit -> paina OK.



KUVA 6. Työssä käytettävät IP-parametrit.

Lisäksi on syytä tarkistaa, että Windowsin palomuri ja virustorjuntaohjelma Symantec Endpoint Protection sallivat PC WORX -ohjelmiston tiedonsiirron myös Profinet-laitteistosta PC:lle päin. Tämä tarkoittaa Windowsin palomuurin asettamista OFF-tilaan sekä Symantec Endpoint Protection virustorjuntaohjelman asettamista disable-tilaan.

Windowsin palomuurin asettaminen ”Off” -tilaan:

Start -> Settings -> Control Panel -> Windows Firewall -> valitse “Off” ja paina “OK”.

Symantec Endpoint Protection virustorjuntaohjelman asettaminen disable-tilaan:

Mikäli virustorjuntaohjelma on ”Enable” -tilassa, paina hiiren oikealla napilla Symantec Endpoint Protection kuvaketta Taskbarin oikeassa laidassa ja valitse ”Disable Symantec Endpoint Protection”.



KUVA 7. Virustorjuntaohjelman kytkeminen pois päältä.

## 2.2 Laitteistoon tutustuminen

Seuraavaksi on syytä tutustua järjestelmän pääkomponentteihin ja erityisesti niiden status ja diagnostiikka ilmaisimiin. Löydät tarvittavat manuaalit työpöydän kansioista Manuaalit.

- PROFINET IO kontrolleri:  
*um\_en\_ilc\_330\_350\_6959\_en\_05.pdf* (Sivut 17 – 21)

**HUOM!** On tärkeää asettaa IO-kontrollerin Mode Selector Switch asentoon ”RUN/PROG”, jotta kaikkia työssä tarvittavia PC WorX -ohjelmiston toimintoja voidaan käyttää (Sivu 20).

- Hallittava PROFINET-kytkin:  
*um\_en\_fl\_switch\_smcs\_7471\_en\_03.pdf* (Sivut 14 - 15)
- PROFINET IO väyläkopleri:  
*db\_en\_il\_pn\_bk\_di8\_do4\_2tx\_pac\_7410\_en\_06.pdf* (Sivut 9 – 10)

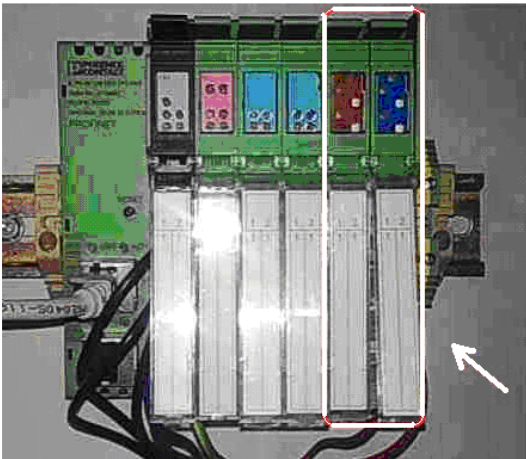
Kyseiset manuaalit löytyvät tarvittaessa myös Phoenix Contact:n nettisivuilta:

<http://www.phoenixcontact.fi/yritys/search.jsp?q=2699370&x=0&y=0>

<http://www.phoenixcontact.fi/yritys/search.jsp?q=2989103&x=0&y=0>

<http://www.phoenixcontact.fi/yritys/search.jsp?q=2703994&x=0&y=0>

PROFINET IO väyläkopleerin oikeaan laitaan on liitetty kaksi I/O-moduulia. Niiden manuaalit *db\_en\_ib\_il\_24\_do\_4\_me\_7036\_en\_00.pdf* ja *db\_en\_ib\_il\_24\_di\_4\_me\_7035\_en\_00.pdf* löytyvät myös työpöydän kansioista Manuaalit.



KUVA 8. I/O-moduulien sijainti.

Myös nämä manuaalit löytyvät tarvittaessa Phoenix Contactin nettisivuilta:

<http://www.phoenixcontact.fi/yritys/search.jsp?q=2863928&x=0&y=0>

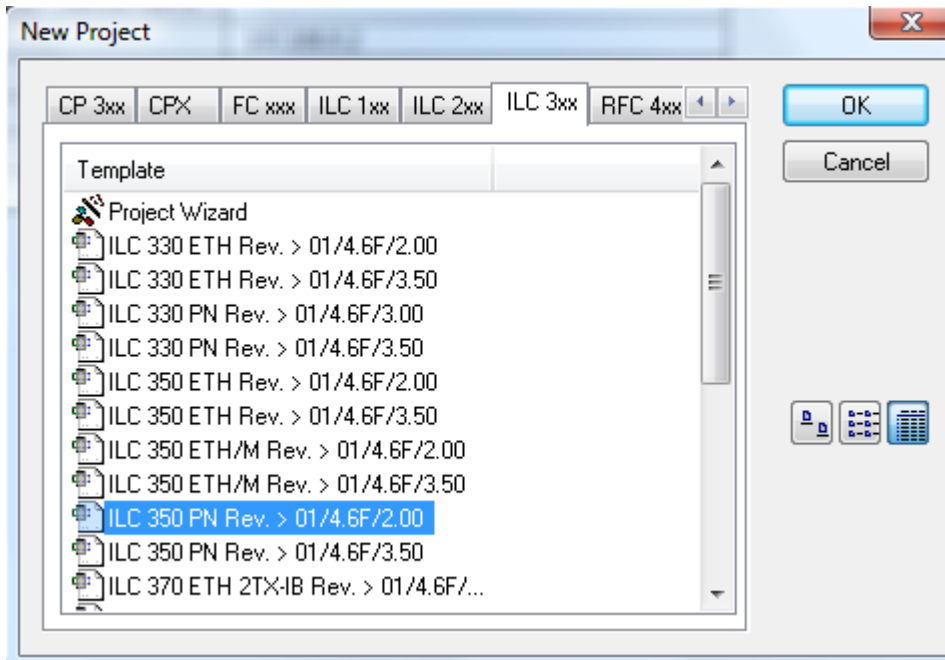
<http://www.phoenixcontact.fi/yritys/search.jsp?q=2863931&x=0&y=0>

## 2.3 PC WORX -ohjelmiston käynnistäminen

PC Worx -ohjelmiston voi käynnistää joko työpöydältä (PC WORX 6.00.25 SP 3.73 -pikakuvake) tai sitten Start-valikon kautta (Start -> Phoenix Contact -> AUTOMATIONWORX Software Suite -> PC WORX 6.00.25 SP 3.73).

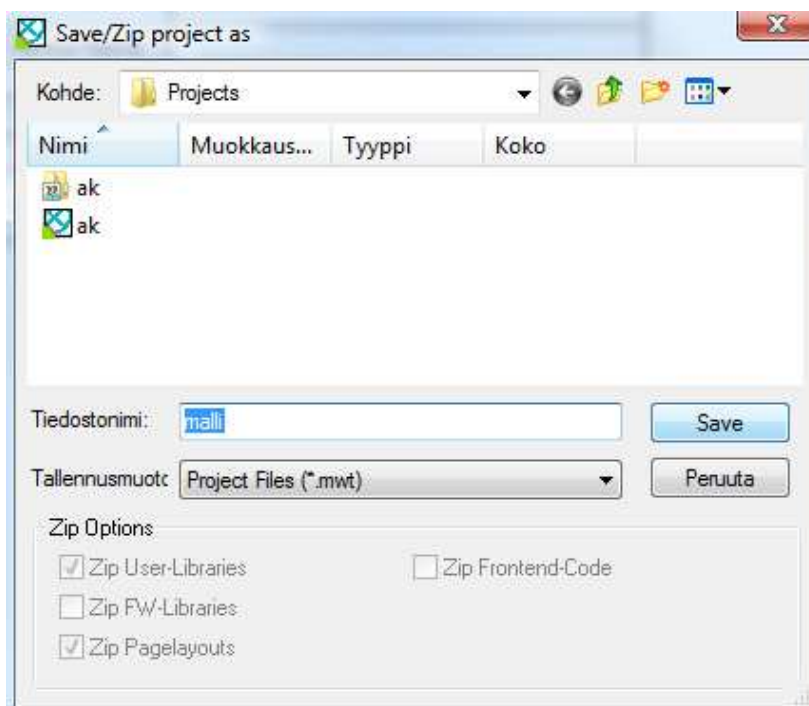
## 2.4 Uuden projektin luominen

- Valitse ”New Project...” -komento File-valikosta luodaksesi uuden projektin.
- Valitse ILC 3xx -välilehti ja valitse työssä käytettävä PROFINET IO-kontrolleri ”ILC 350 PN Rev. >01/4.6F/2.00”. Varmista valintasi painamalla ”OK”.



KUVA 9. Uuden projektin luominen

- Tallentaaksesi luomasi projektin valitse "File, Save Project As/Zip Project As..." -komento.
- Nimeä projekti (tässä tiedostonimenä malli) ja paina ”Save”.



KUVA 10. "Save/Zip project as" -ikkuna

## 2.5 Projektin tietojen mukauttaminen

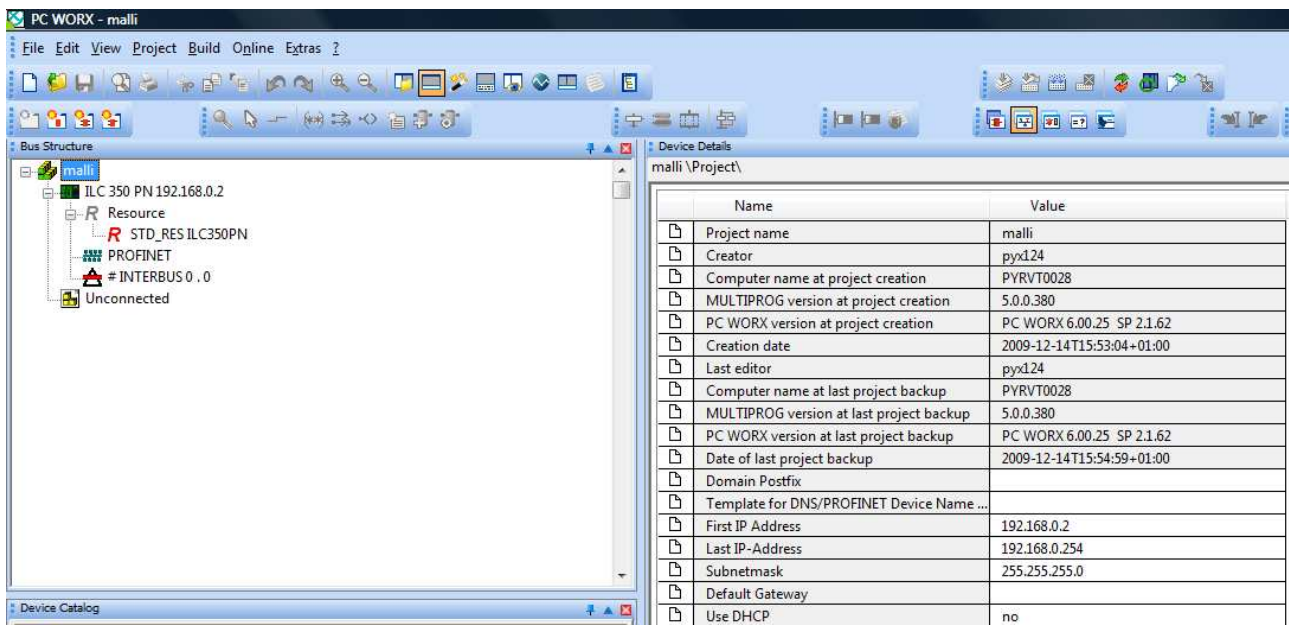
- Vaihda "bus configuration workspace" -työtilaan



KUVA 11. bus configuration workspace

Uuden projektin luomisen jälkeen sen tiedot löytyvät "bus configuration workspace" -työtilasta. Tässä työtilassa projektisi asetuksia voidaan muokata ja se käsittää muun muassa seuraavat tiedot/asetukset:

- Domain Postfix
- Template for DNS/PROFINET device name generation
- First and last IP address
- Subnet mask.

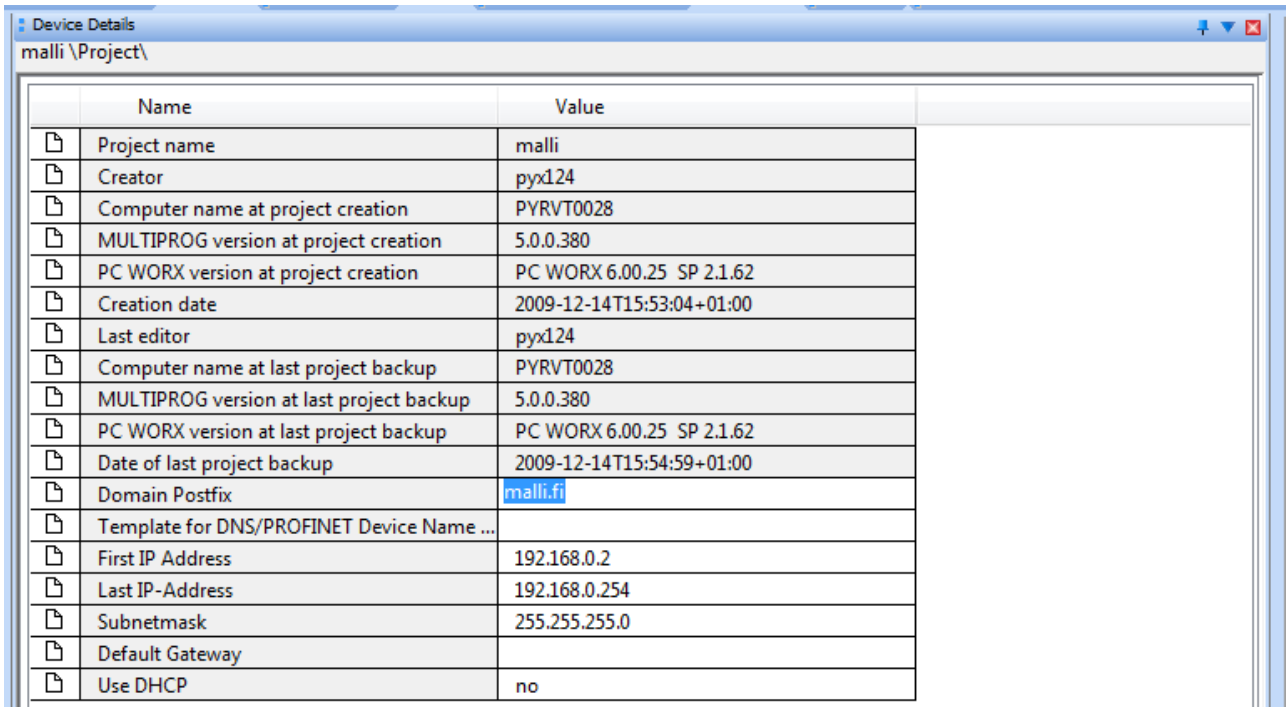


KUVA 12. Projektin tiedot

- Nimeä Profinet-laitteiston suffiksi eli nimen loppuliite (esimerkissä: malli.fi). Se löytyy "Device Details" -ikkunan kohdasta "Domain Postfix"

"Domain Postfix":n nimeämisessä voi käyttää seuraavia merkkejä: Pienet kirjaimet a:sta z:aan, erottimena käytetään pistettä. Myös isoja kirjaimia voi käyttää, mutta järjestelmä ei sisäisesti erota niitä pienistä kirjaimista.

Kun "Domain Postfix" nimetään projektin alussa, ohjelma lisää sen automaattisesti kaikkien järjestelmään liitettävien IO-laitteiden laitenimeen.



Name	Value
Project name	malli
Creator	pyxl24
Computer name at project creation	PYRVT0028
MULTIPROG version at project creation	5.0.0.380
PC WORX version at project creation	PC WORX 6.00.25 SP 2.1.62
Creation date	2009-12-14T15:53:04+01:00
Last editor	pyxl24
Computer name at last project backup	PYRVT0028
MULTIPROG version at last project backup	5.0.0.380
PC WORX version at last project backup	PC WORX 6.00.25 SP 2.1.62
Date of last project backup	2009-12-14T15:54:59+01:00
Domain Postfix	malli.fi
Template for DNS/PROFINET Device Name ...	
First IP Address	192.168.0.2
Last IP-Address	192.168.0.254
Subnetmask	255.255.255.0
Default Gateway	
Use DHCP	no

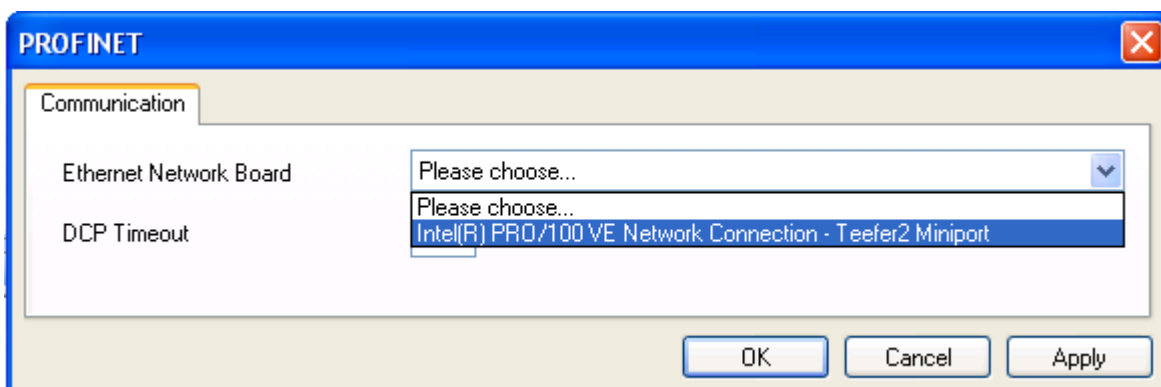
KUVA 13. Domain Postfix:n nimeäminen

### 2.5.1 IP parametrit

Projektin luomisen yhteydessä PC WorX valitsee automaattisesti IP-osoitealueen käytettävälle lähiverkolle (tässä tapauksessa alue 192.168.0.2 – 192.168.0.254). PC WorX jakaa automaattisesti osoitealueen osoitteita lisätyille tai löytämilleen Profinet IO-laitteille.

### 2.6 PC:n preparointi kommunikointia varten

- Klikkaa yläpalkin ”Extras” -valikosta "PROFINET Configuration...". Valitse kommunikointiin käytettävä verkkokortti, ja paina lopuksi OK.

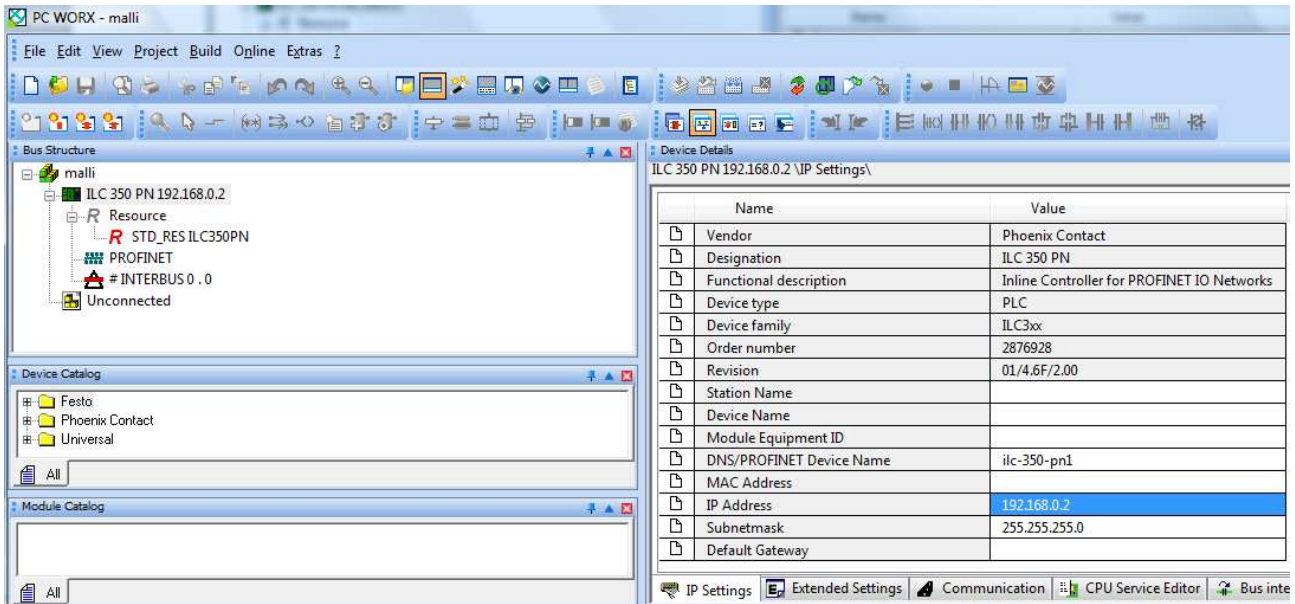


KUVA 14. Verkkokortin valitseminen



## 2.7 IO -kontrollerin IP-asetusten asettaminen

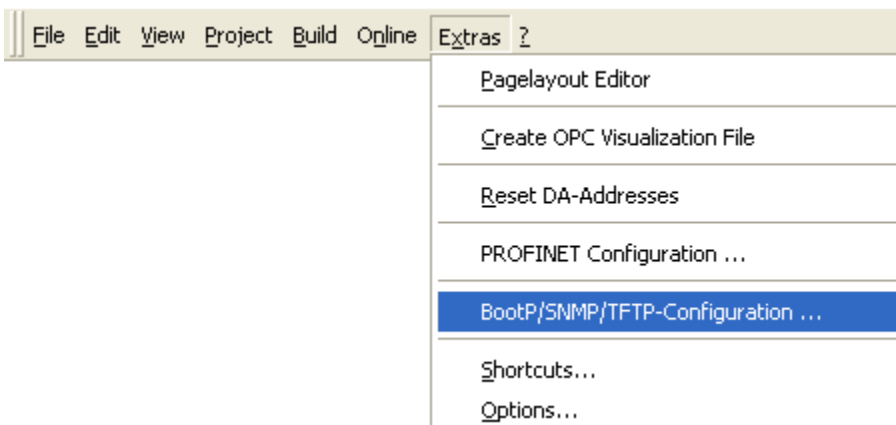
- Valitse ”Bus Structure” -ikkunasta ILC 350 PN. ”Device Details” -ikkunan ”IP settings” -välilehti näyttää laitteen IP-asetukset.
- Tarkista, että IO -kontrollerin IP-osoite on käytettävän lähiverkon osoitealueella (192.168.0.2 – 192.168.0.254) ja ettei se ole sama kuin PC:n (192.168.0.10).



KUVA 15. IP-asetukset

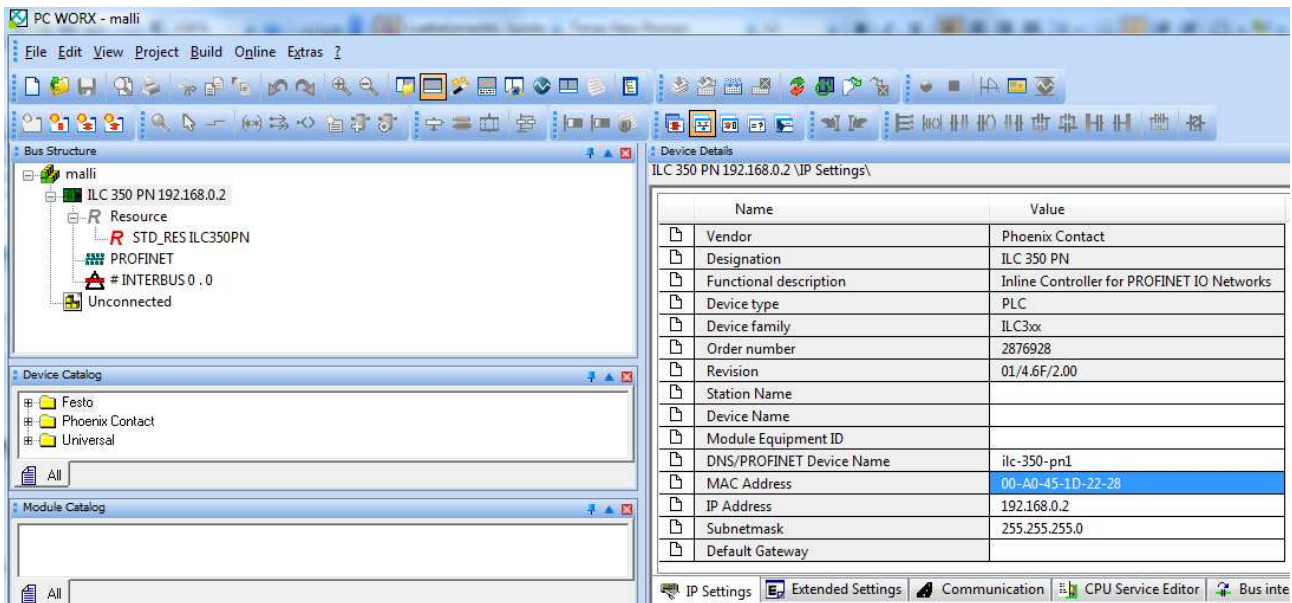
Jotta kommunikointi ohjausjärjestelmän kanssa onnistuisi, on muodostettava Ethernet-yhteys PC:n ja Profinet IO -kontrollerin välille.

- Valitse Yläpalkin ”Extras” -valikosta ”BootP/SNMP/TFTP Configuration...”



KUVA 16. ”Extras / BootP/SNMP/TFTP Configuration...”

- Aktivoi ”BootP server active” valintaruutu ja paina OK.
- Valitse ”Bus Structure” -ikkunasta ILC 350 PN.
- Valitse ”Device Details” -ikkunan ”IP Settings” -välilehti
- Syötä IO-kontrollerin ILC 350 PN MAC-osoite (löytyy laitteen reunasta ja alkaa muodossa 00.A0.45.) kohtaan ”MAC address”.



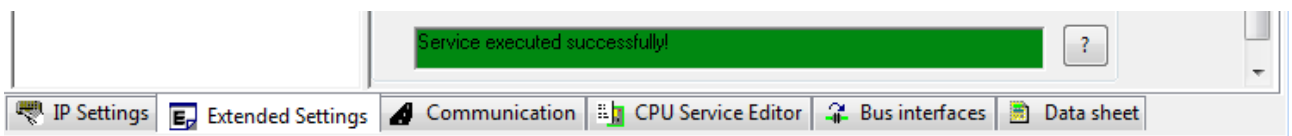
KUVA 17. MAC Address; 00-A0-45-1D-22-28

- Valitse ”Device Details” -ikkunan ”Extended Settings” -välilehti
- Varmista näkyvät IP-parametrit painamalla ”Send” kohdasta ”Network Settings”, valitse Ethernet käytettäväksi kommunikointiväyläksi ja paina OK.

Profinet IO-kontrolleri (PLC) tarvitsee hetken aikaa, ennen kuin se on valmis operoimaan uudestaan toimintojen välillä. Kontrolleri indikoi valmiutensa ”RUN” led:n välityksellä. Sen tulisi joko vilkkua tai palaa vihreänä

- Paina ”Reset Control System” kohdasta ”Activate Network Settings”. Paina ”Yes”, valitse Ethernet käytettäväksi kommunikointiväyläksi ja paina OK.

IO –kontrollerin IP-osoite on nyt tallennettu sen muistikortille.

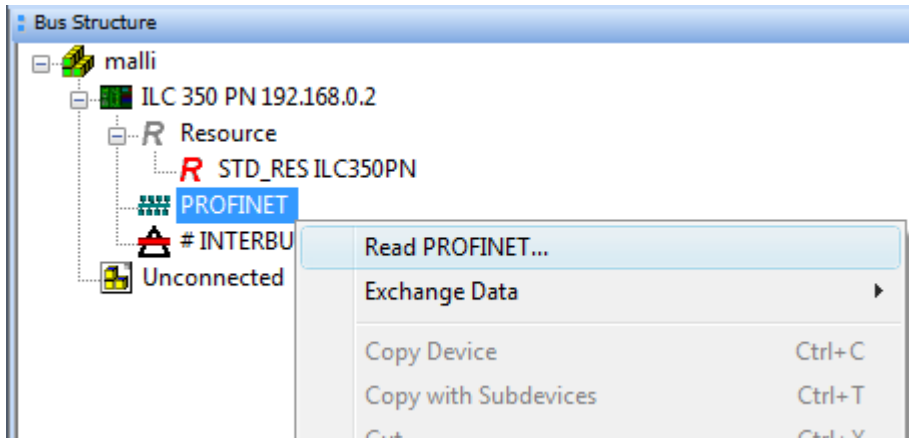


KUVA 18. Toiminnon suoriutuessa onnistuneesti, ikkunan alalaidassa lukee hetkenajan ”Service executed successfully”.

Mikäli ”Send” tai ”Reset Control System” toiminnon suorittaminen epäonnistuu, tarkista kytkennät ja varmista etteivät Ethernet-kaapelit saa häiriötä. Mikäli ILC 350 PN:n ”FAIL” -valo palaa punaisena, resetai laite siitä löytyvästä RESET-napista (pieni reikä Ethernet-liittimen alapuolella) ja siirry tämän kappaleen alkuun. ”Viestin Unable to establish a communication connection!” tullessa näkyviin, toimintoja on mahdollisesti suoritettu liian nopeasti peräjälkeen. Vika saattaa johtua myös PC:n vääristä IP-asetuksista ja tällöin on siirryttävä takaisin kohtaan 2.1. PC:n IP-parametrien asettaminen.

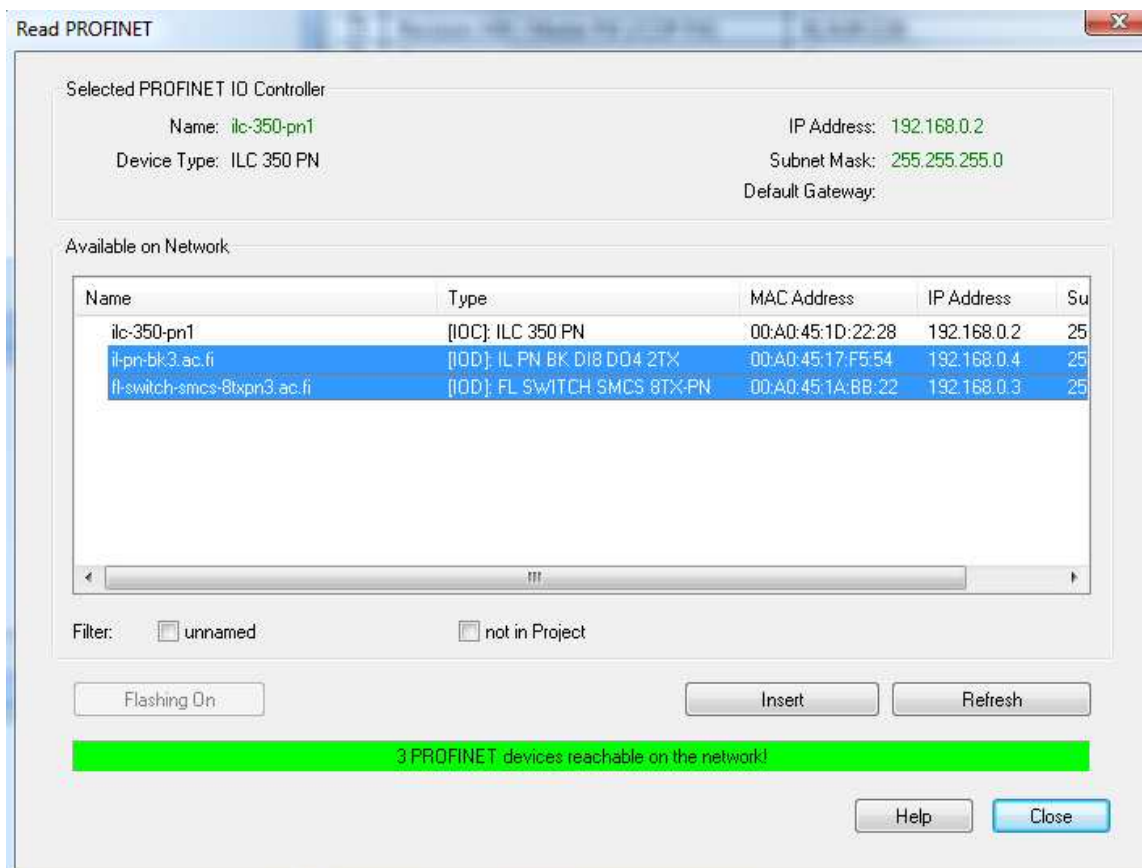
## 2.8 Profinet -laitteiden lukeminen

- Valitse ”Bus Structure” -ikkunasta kohta PROFINET ja avaa valikko painamalla sitä hiiren oikealla napilla. Valitse Read PROFINET...



KUVA 19. Profinetin lukeminen.

Kaikki kytketyt PROFINET IO-laitteet tulevat nyt näkyviin.

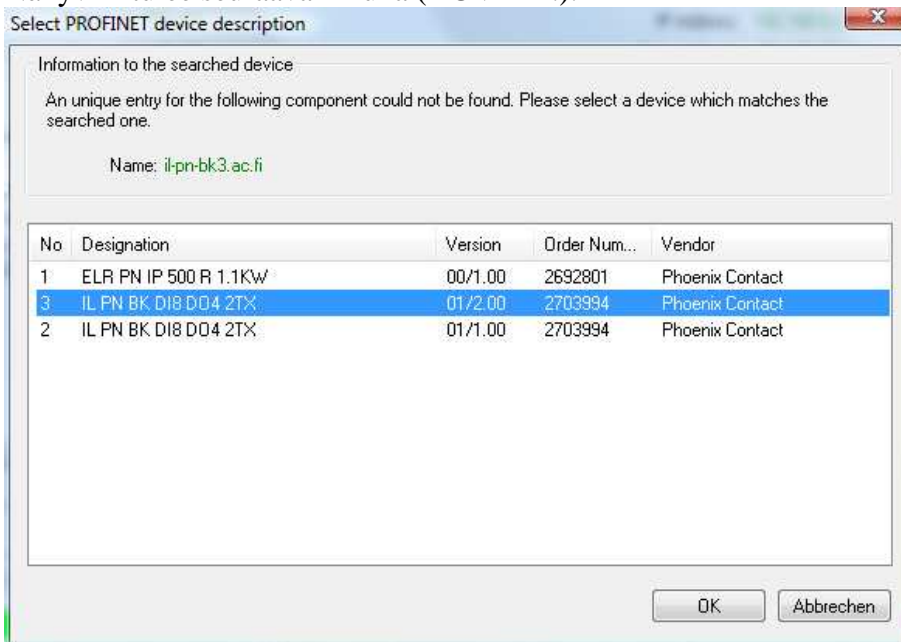


KUVA 20. Kytketyt PROFINET IO-laitteet, varmista ettei ”unnamed” -filteri ole aktivoituna.

Mikäli ”Read PROFINET” -toiminto ei löydä yhtään laitetta, tarkista, että Windowsin palomuri ja Symatec Endpoint Protection -virustorjuntaohjelma sallivat vastaanotettavan liikenteen.

- Valitse listasta FL SWITCH SMCS 8TX-PN ja paina ”Insert” lisätäksesi sen projektiisi.
- Valitse listasta IL PN BK DI8 DO4 ja paina ”Insert” lisätäksesi sen projektiisi.

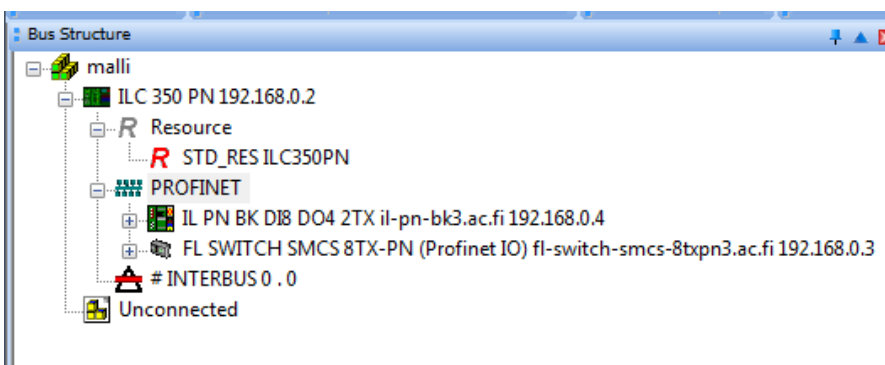
Näkyviin tulee seuraava ikkuna (KUVA21.):



KUVA 21. Select PROFINET device description

- Valitse IL PN BK DI8 DO4 2TX version 01/2.00 ja paina OK.
- Sulje Read PROFINET -ikkuna painamalla ”Close”.

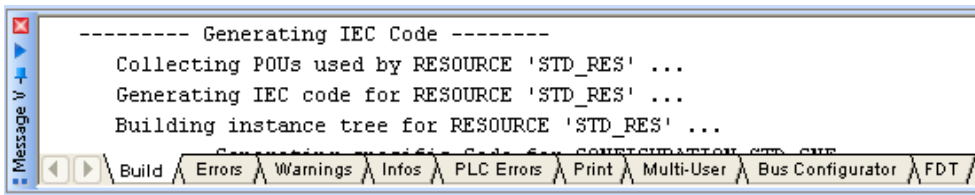
Laitteet on nyt lisätty väylän rakenteeseen. Näet ne ”Bus Structure” -ikkunasta kohdan ”PROFINET” alapuolelta. Jokaisella PROFINET -laitteella on uniikki laitenimi ja sitä käytetään identifiointiin.



KUVA 22. ”Bus Structure” -ikkuna

## 2.9 PROFINET-laitenimien ja IP-asetusten lähettäminen PROFINET IO-laitteille

- Käytettäessä ”Compile” -toimintoa ensimmäistä kertaa, valitse ”Rebuild Project” -komento yläpalkin ”Build” -valikosta. Seuraa Message Window:n ”Build” -välilehteä. Kohdassa ”Generating IEC code for RESOURCE ’STD\_RES’ ” saattaa PC:n hitaudesta johtuen kestää jopa lähemmäs 10 minuuttia. HUOM! Myöhemmin voi käyttää myös ”Make” -komentoa.

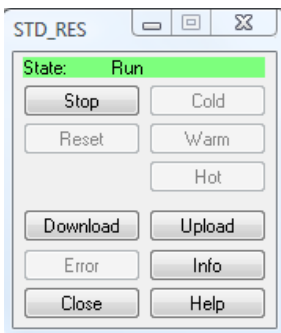


KUVA 23. Message Window

- Avaa ”Project control dialog” -ikkuna



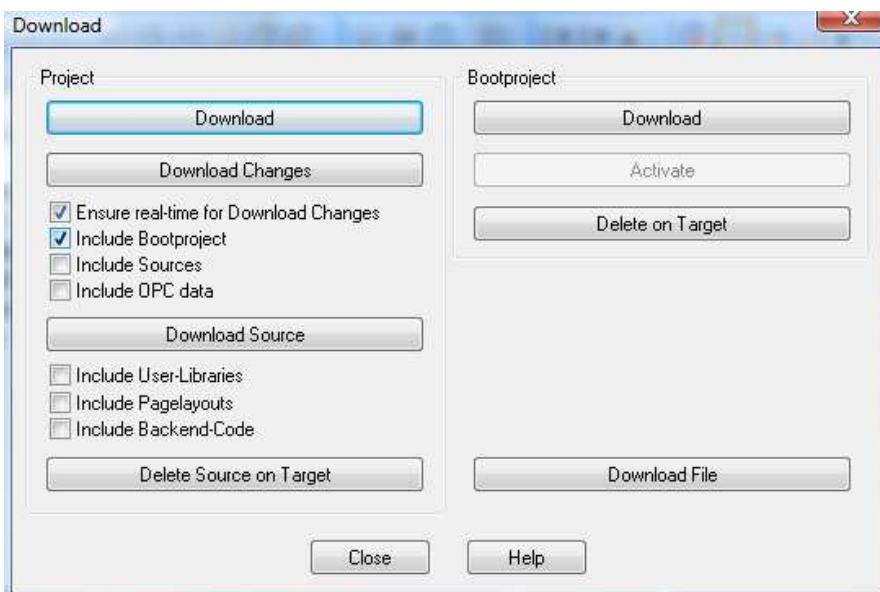
KUVA 24. ”Project Control Dialog” -ikkunan avaaminen



KUVA 25. Project Control Dialog -ikkuna

Jos pelkkä ”Close” -nappi on valittavissa, kun ”Project Control Dialog” -ikkuna avautuu, toimiva yhteys ILC 350 PN:n kanssa puuttuu.

- Valitse ”Download” ”Project Control Dialog” -ikkunasta
- Aktivoi ”Include Bootproject” -valinta ja paina ”Download” alueesta ”Project”.



KUVA 26. Download -ikkuna

Projekti on nyt tallennettu kontrollerin päämuistiin. Aktivoidaksesi projektin on tarpeellista suorittaa 'cold restart'.

- Tehdäksesi näin, paina "Cold" -nappia Project Control Dialog -ikkunasta

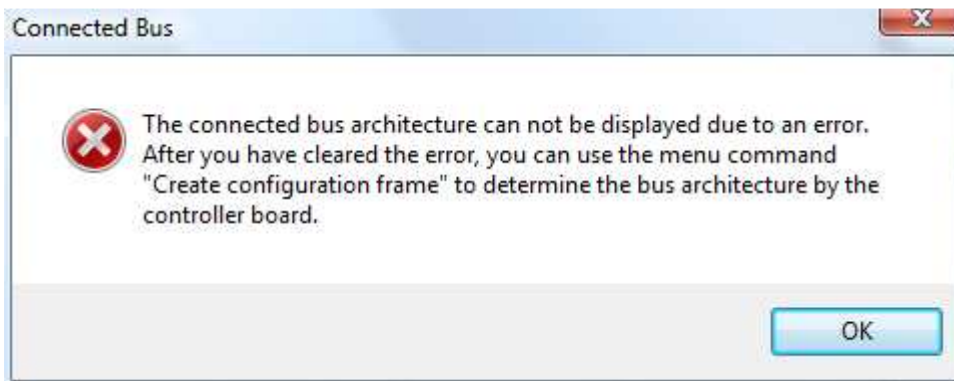
ILC 350 PN on käynnistynyt menestyksellisesti uudelleen. kun vihreä PLC RUN -led palaa.

## 2.10 Väylän lukeminen

Paikallisia väylän laitteita, jotka on liitetty PROFINET IO-kontrolleriin, pystyy lukemaan kun kommunikointiyhteys siihen on muodostettu.

- Valitse "Connected Bus" -komento yläpalkin "View" -valikosta lukeaksesi paikallista väylää.
- Valitse kohdan "Selected Control System" -alasetoalvikosta PROFINET IO kytkinlaite - IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC

Seuraavanlainen virheilmoitus tulee näkyviin:

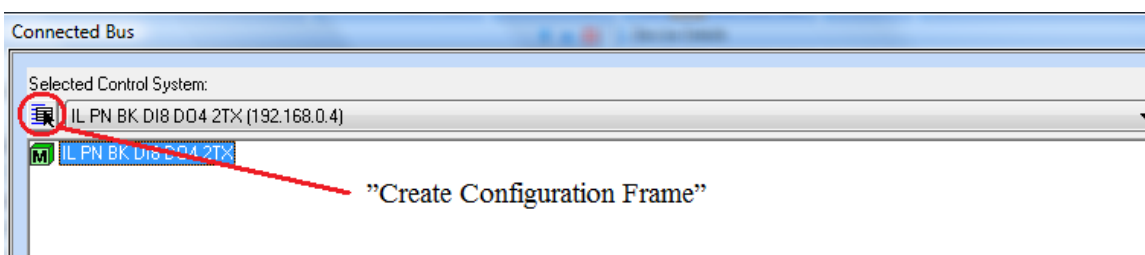


KUVA 27. virheilmoitus

- Paina "OK"

"Connected Bus" -ikkunan alalaidasta löytyy punaiselta pohjalta virhekoodi "OUT1 0D9C 0000". Virhekoodin sanoma täytyy selvittää manuaalin "ibs\_sys\_diag\_dsc\_um\_e\_5277c1\_e" avulla. Manuaali löytyy työpöydän kansioista "Manuaalit". Ota virhekoodin kuvaus ylös työselostusta varten.

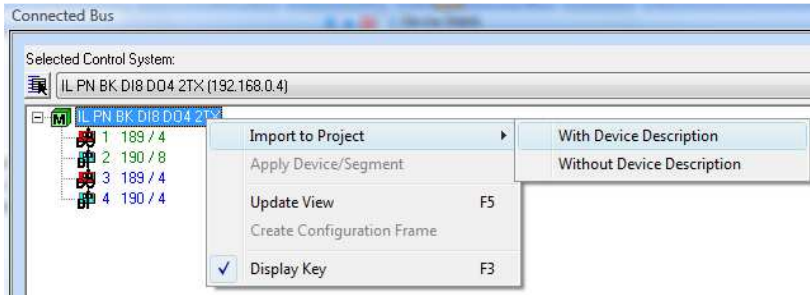
- Paina "Create Configuration Frame" -nappia (kuva 28) ja valitse kyseinen toiminto.



KUVA 28. Create Configuration Frame

PROFINET IO väyläkopleri IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC:n oikeaan laitaan liitetyt kaksi I/O-moduulia täytyy tuoda projektiin.

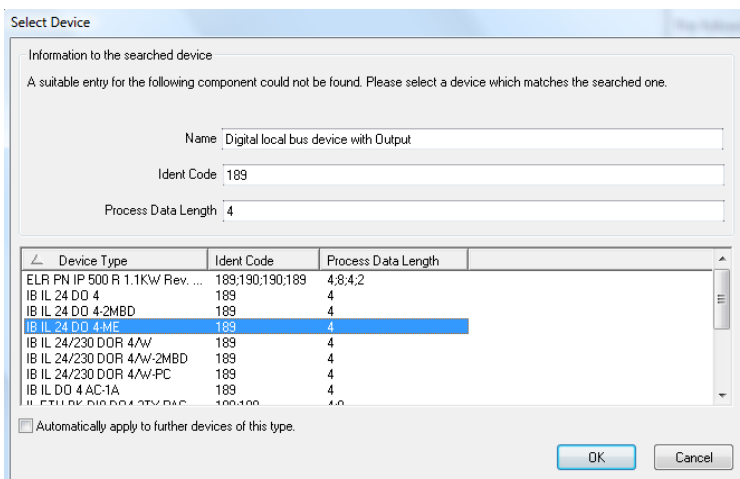
- Paina hiiren oikeaa nappia kohdan IL PN BK DI8 DO4 2TX päällä ja valitse ”Import to Project” -> ”With Device Description”. (KUVA 29)



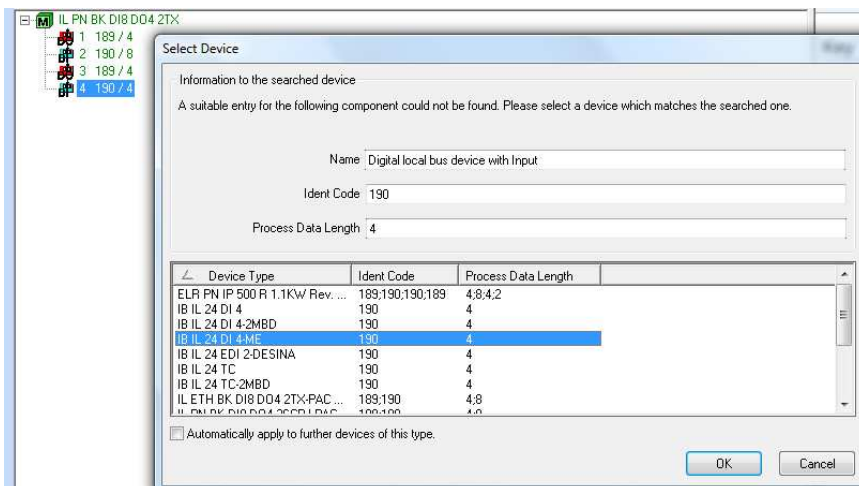
KUVA 29. Import to Project, With Device Description

Esiin tulee varoitusikkuna, joka kysyy; ”Do you want to delete the planned bus configuration and apply the connected bus configuration?”

- Paina ”Yes”

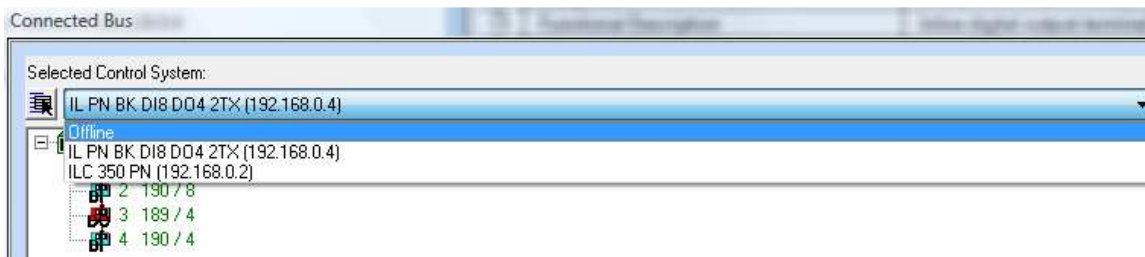


KUVA 30. Valitse IB IL 24 DO 4-ME ja paina ”OK”



KUVA 31. Seuraavaksi Valitaan IB IL 24 DI 4-ME ja painetaan ”OK”

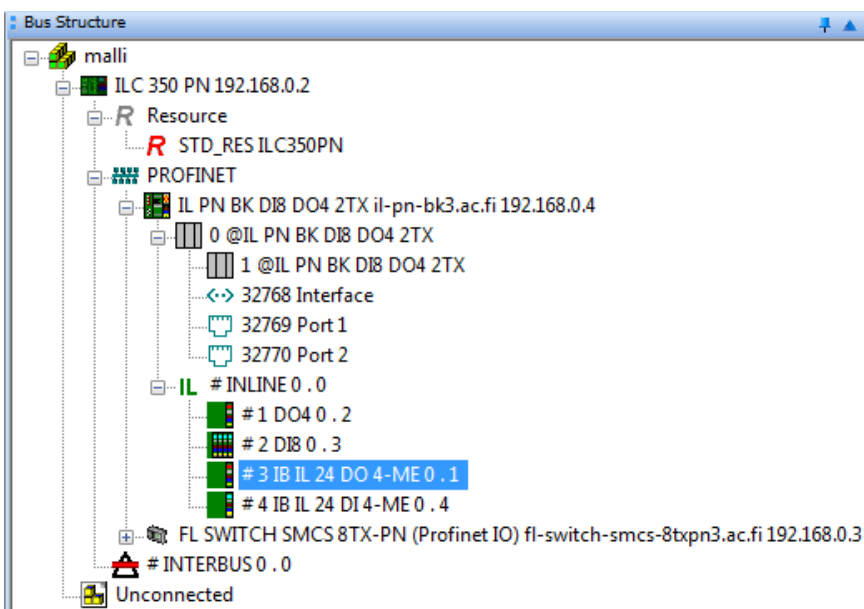
- Sulje yhteys valitsemalla ”Offline” ”Selected Control System” -valikosta.



KUVA 32. Selected Control System” -valikko

- Sulje ”Connected Bus” -ikkuna

PROFINET IO väyläkopleerin ”IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC” oikeaan laitaan liitetyt kaksi I/O-moduulia on nyt tuotu projektiin. Voit tarkastella niitä ”Bus Structure” -ikkunasta.



KUVA 33. INLINE-terminaalit IB IL 24 DO 4-ME ja IB IL 24 DI 4-ME väylän rakenteessa.

Väylän fyysinen topologia on nyt kokonaisuudessaan lisätty projektiin.

- Valitse yläpalkin ”Build” -valikosta toiminto ”Make”
- Avaa ”Project control dialog” -ikkuna, mikäli olet sulkenut sen
- Paina ”Download”
- Paina kohdan ”Project” nappia ”Download”.
- Suorita ”Cold restart” painamalla ”Cold” -nappia Project Control Dialog -ikkunasta

PROFINET-laitteisto on nyt toimintakunnossa.



## 2.11 Ohjelmointiesimerkki

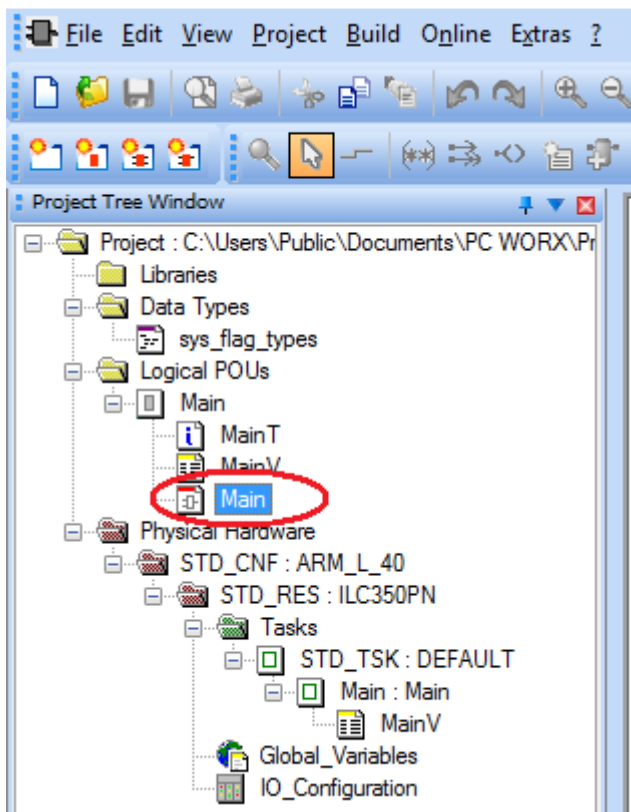
Tässä esimerkissä yhdistetään kaksi kytkimillä ohjattavaa lähtöä AND-toimilohkon avulla.

- Valitse ”IEC programming workspace” -toimitila



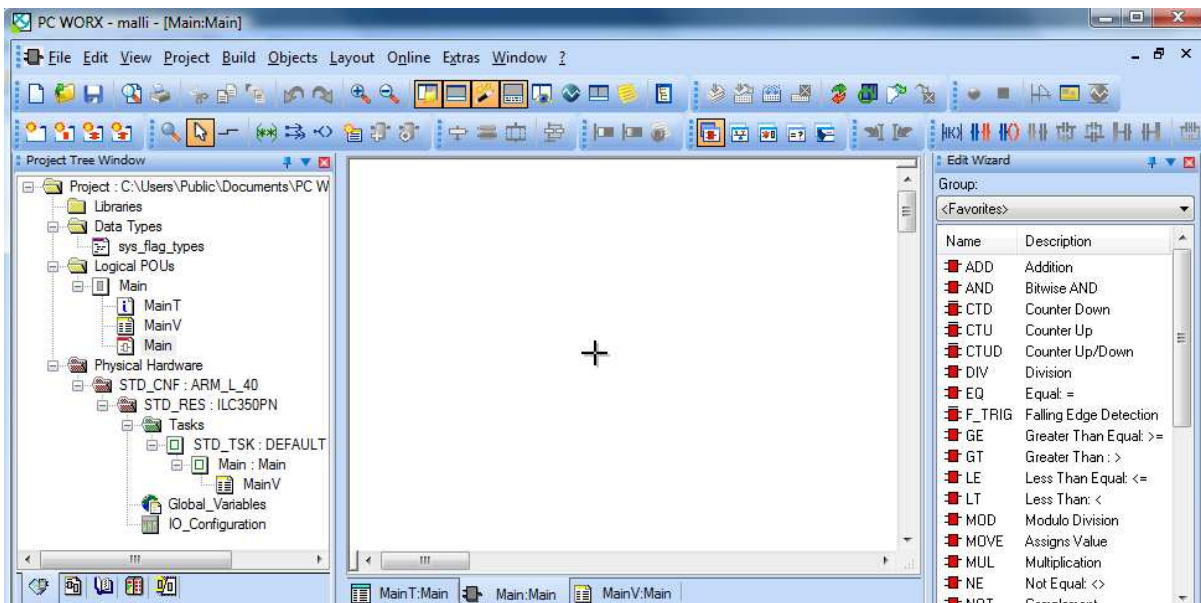
KUVA 34. ”IEC Programming Workspace” -toimitilan valitseminen

- Kaksois-klikkaa ”Project Tree Window”:n kohtaa ”Main” aktivoiaksesi IEC-ohjelmointi käyttöliittymän.



KUVA 35. Project Tree Window

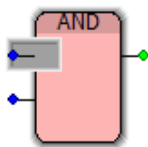
- Valitse keskimmäisestä ikkunasta kohta, johon haluat sijoittaa AND-toimilohkon.



KUVA 36. IEC-ohjelmointityötila

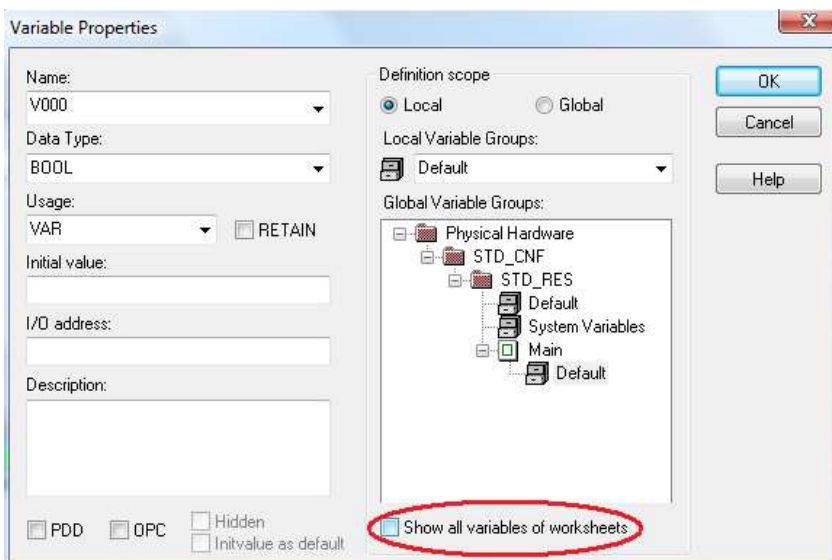
- Valitse AND-toimilohko ”Edit Wizard” -ikkunasta kaksois-klikkaamalla sitä.

Toimilohko on nyt lisätty työtilaan.



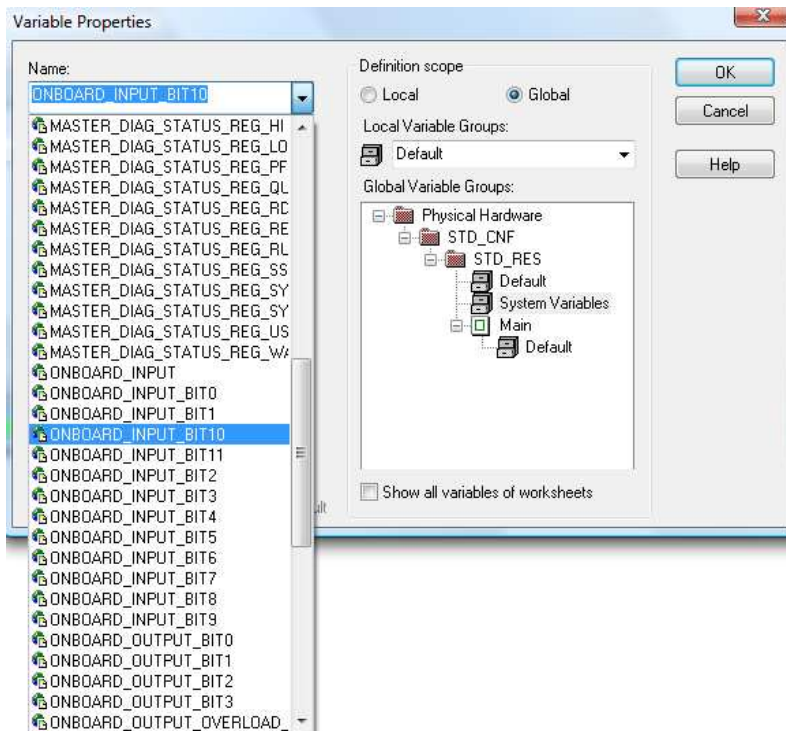
KUVA 37. AND-toimilohko

- Kaksoisklikkaa AND-toimilohkon ylempää tuloa
- Deaktivoi ”Show all variables of worksheets” valintaikkuna



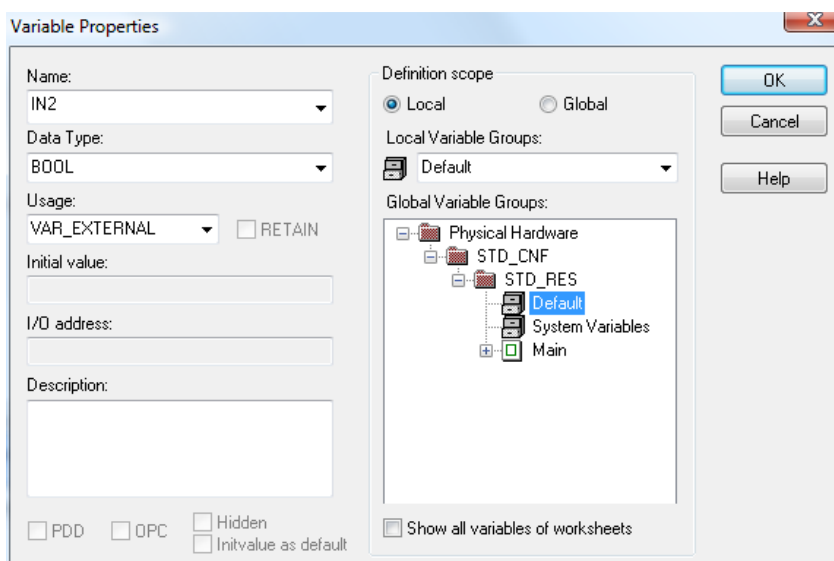
KUVA 38. ”Show all variables of worksheets” valintaikkuna

- Kohdasta “Definition Scope” aktivoi valintaikkuna “Global”
- Valitse Global Variable Groups -ikkunasta ”System Variables”
- Valitse kohdasta ”Name:” ONBOARD\_INPUT\_BIT10 ja paina ”OK”



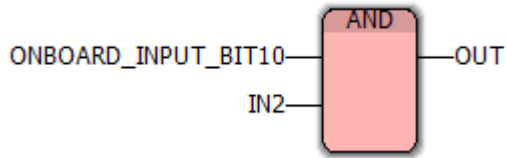
KUVA 39. ONBOARD\_INPUT\_BIT10:n valinta

- Kaksois-klikkaa AND-toimilohkon alemmaa tuloa
- Kohdasta “Definition Scope” aktivoi valintaikkuna “Local”
- ”Global Variance Groups” -ikkunasta valitse ”Default” kohdan STD-RES alapuolelta
- Nimeä INPUT kirjoittamalla ”Name” kohtaan Esim. IN2
- Valitse ”VAR\_EXTERNAL” kohtaan ”Usage”
- Data type: BOOL
- Paina ”OK”



KUVA 40. Alemman tulon oikeat asetukset

- Kaksois-klikkaa AND-toimilohkon lähtöä
- Nimeä se, esim. OUT
- ”Usage” -kohtaan valitaan ”VAR\_EXTERNAL”
- Paina ”OK”



KUVA 41. AND-toimilohko

- Valitse yläpalkin ”Build” -valikosta toiminto ”Make”. Kohdassa ”Generating IEC code for RESOURCE ’STD\_RES’ ” saattaa jälle kestää jopa lähemmäs 10 minuuttia.

Mikäli esiin tulee errorereita, varmista että edellä läpi käydyt asetukset ovat oikein, ja yritä uudestaan.

- Siirry ”Process Data Workspace” -työtilaan.



KUVA 42. Process Data Workspace -työtilaan siirtyminen

Tässä vaiheessa ”Process data” ja ”control variables” linkitetään

- Valitse vasemmanpuoleisesta ikkunasta ”STD\_RES: ILC 350 PN
- Valitse oikeanpuoleisesta ikkunasta ”IB IL 24 DI 4-ME”

Symbol/...	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Item...	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Sym
IN2	BOOL			# 4 IB...	1.1	I	BOOL	0.0		
OUT	BOOL			# 4 IB...	2.1	I	BOOL	0.1		
				# 4 IB...	1.4	I	BOOL	0.2		
				# 4 IB...	2.4	I	BOOL	0.3		
				# 4 IB...	~DI4	I	BITSTRING...	0.0		

KUVA 43. Process Data Workspace -työtila

- Valitse, vedä ja pudota ”process data item 1.1” ”IN2”:sen päälle.

Symbol/...	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Ite...	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Sym
IN2	BOOL			# 4 IB...	1.1	I	BOOL	0.0		
OUT	BOOL			# 4 IB...	2.1	I	BOOL	0.1		
				# 4 IB...	1.4	I	BOOL	0.2		
				# 4 IB...	2.4	I	BOOL	0.3		
				# 4 IB...	~DI4	I	BITSTRING...	0.0		

KUVA 44. Drag and Drop

- Valitse oikeanpuoleisesta ikkunasta ”IL PN BK DI8 DO4 2TX PAC”:n DO4-moduuli
- Valitse, vedä ja pudota ”process data item OUT2” ”OUT”:n päälle

Symbol/...	Data Type	Process Data Item	Description	Device	Process Data Ite...	I/Q	Data Type	Byte.Bit	Address	Symbol/...	Function T
IN2	BOOL	# 4 IB IL 24 DI 4-ME ...		# 1 D...	OUT1	Q	BOOL	0.0			
OUT	BOOL			# 1 D...	OUT2	Q	BOOL	0.1			
				# 1 D...	OUT3	Q	BOOL	0.2			
				# 1 D...	OUT4	Q	BOOL	0.3			
				# 1 D...	~DO 4	Q	BITSTRING...	0.0			

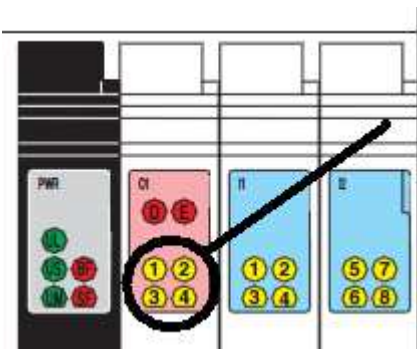
KUVA 45. Drag and Drop

Nyt ohjelmointiesimerkki on valmis. Suorita vielä seuraavat toimenpiteet:

- Valitse yläpalkin ”Build” -valikosta toiminto ”Make”. Kohdassa ”Generating IEC code for RESOURCE ’STD\_RES’ ” saattaa jälleen kestää jopa lähemmäs 10 minuuttia.
- Avaa ”Project control dialog” -ikkuna, mikäli olet sulkenut sen
- Paina ”Download”
- Paina kohdan ”Project” nappia ”Download”.
- Suorita ”Cold restart” painamalla ”Cold” -nappia Project Control Dialog -ikkunasta

## 2.12 Operointi ja debug mode

Laitteistoalustalta löytyviä kahta kytkintä voi nyt alkaa käyttää. Molempien kytkimien ollessa ”ON” asennossa PROFINET IO väyläkopleerin - IL PN BK DI8 DO4 2TX-PAC:n lähtö OUT2 aktivoituu. Laitteen kyseistä lähtöä indikoiva valo palaa keltaisena.



KUVA 46. Lähtöä OUT2 indikoivan valon sijainti PROFINET IO väyläkopleerissa.

- Aktivoi ”debug mode”



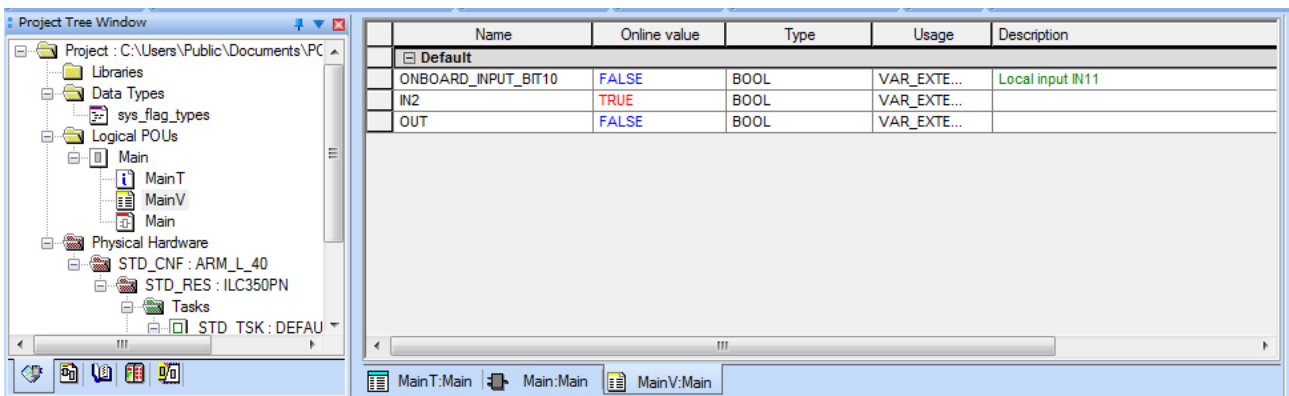
KUVA 47. debug moden aktivointi

- Siirry IEC Programming Workspace -työtilaan

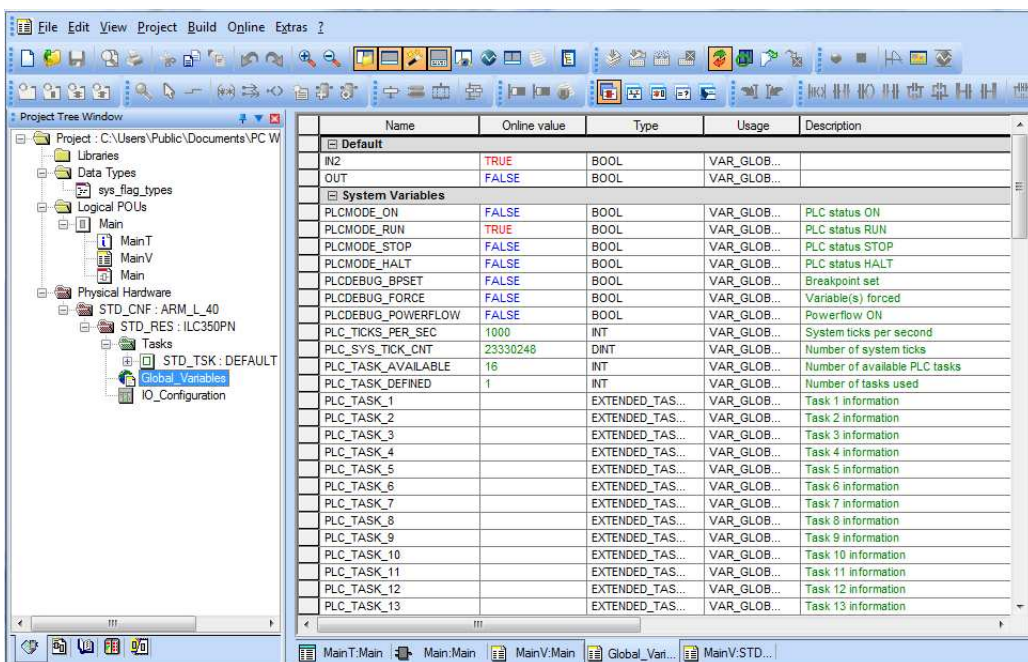


KUVA48. Siirtyminen IEC Programming Workspace -työtilaan

Muuttujien statusta voi seurata mm. Main:Main tai MainV:Main -ikkunasta



KUVA 49. Projektin muuttujat



KUVA 50. Globaalit muuttujat saa näkyviin tupla-klikkaamalla ”Global\_Variables” -kuvaketta ”Project Tree Window” -ikkunassa

**HUOM!** Työn lopussa on syytä kytkeä virustorjuntaohjelma Symantec Endpoint Protection enable-tilaan, jotta netin käyttö on turvallista nettipiuhan kytkemisen jälkeen.



KUVA 51. Virustorjuntaohjelman aktivointi

### 3 Työselostus

Työselostukseen seuraavat asiat:

- Selosta työnkulku pääpiirteiltään.
- Kerro työn luvussa ”2.10. Väylän Lukeminen” ilmenneen virheilmoituksen syy.
- Perehdy Profinetin ominaisuuksiin ja etuihin Internetin avustuksella ja pohdi, millaisissa projekteissa niistä voisi erityisesti olla hyötyä.
  - o Tietoa eduista: [http://www.phoenixcontact.fi/technologies/40931\\_42041.htm](http://www.phoenixcontact.fi/technologies/40931_42041.htm)
  - o Tietoa Profinet-järjestelmän toiminnoista:  
[http://www.phoenixcontact.fi/technologies/40931\\_42042.htm](http://www.phoenixcontact.fi/technologies/40931_42042.htm)

### 4 Lisätietoa

eLearning for Profinet:

[http://193.23.168.123:8888/profinetwbt\\_en/index.html](http://193.23.168.123:8888/profinetwbt_en/index.html)

Profinet in Action:

<http://www.profibus.com/technology/profinet/case-studies/>

Phoenix Contact:n Suomen kotisivut:

<http://www.phoenixcontact.fi/index.htm>