



Riku Patrikainen

# Lämpölaitoksen logiikkasaneeraus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

21.10.2024

## Tiivistelmä

Tekijä:	Riku Patrikainen
Otsikko:	Lämpölaitoksen logiikkasaneeraus
Sivumäärä:	28 sivua
Aika:	21.10.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatio
Ohjaajat:	Ohjaaja oppilaitokselta Reijo Leinonen Ohjaaja työpaikalta Olli Takala

---

Opinnäytetyön tarkoitus oli uusien erään lämpölaitoksen epäkäytännöllinen vanha logiikka ja HMI-paneeli, jotka eivät enää olleet ajantasaisia. Vanhentunut logiikka vaikeutti automaation kunnossapitotyötä epäajantasaisen ohjelmointikielen johdosta. Myös toimintavarmuus oli heikentynyt laitteiston iän takia. Lisäksi HMI-paneelin näyttö oli rikkiäinen, mikä huononsi käyttömukavuutta.

Työ tehtiin Advenin Vantaan pääkonttorilla Karhumäenkuja 2:lla. Työn tekemiseen vaadittiin uuden logiikan ja lisämoduulien sekä HMI-paneelin hankkiminen. Saneerausyhteydessä hankittiin palomuri sekä reititin turvallisen 4G-yhteyden saamiseksi keskusvalvomoon. Logiikan ja HMI:n ohjelmointityö tehtiin valmiiksi hankitulla Schneider Electricin SoMachine V4.1:llä.

Opinnäytetyön ansiosta saatiin lämpölaitokselle moderni ja käytännöllinen logiikka- ja HMI-ratkaisu. Ratkaisun ansiosta parannettiin lämpölaitoksen toimintavarmuutta, käyttömukavuutta (HMI-paneeli- sekä SCADA-tasolla) ja tieturvallisuutta. Lisäksi automaation kunnossapito- ja vianetsintätyö helpottui.

Avainsanat: automaatio, lämpölaitos, Modbus TCP/IP, PLC, HMI, SCADA, TLJ

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Riku Patrikainen  
Title: Heating plants logic renewal  
Number of Pages: 28 pages  
Date: 21 October 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Automation engineering  
Supervisors: Reijo Leinonen, Principal Lecturer, Metropolia UAS  
Olli Takala, Head of automation and electrification, Adven Oy

---

The purpose of this Thesis work was to replace one particular heating plant's impractical old logic (PLC) and HMI-panel which were not up to date anymore. The old logic made automation maintenance work more difficult due to outdated programming language. Also, the old hardware made operational reliability more unreliable. On top of that, the HMI-panel's display was broken which lowered the level of ease of use.

The work was carried out in Adven's Vantaa headquarters in Karhumäenkuja 2. To perform this job, it was necessary to purchase a new logic with some additional modules and an HMI-panel. Also, a new firewall and a 4G-router were purchased in order to establish a safe 4G-connection to the central control room. The programming of the PLC and the HMI-panel was done with a already purchased Schneider Electric's SoMachine V4.1.

As result of this Thesis, a new modern and practical PLC and HMI-panel solution was created on the power plant. The solution enhanced the plant's operational reliability, ease of use (on the HMI-panel- and SCADA-level) and information security. Also, the automation maintenance and troubleshooting work got more practical.

Keywords: automation, heating plant, Modbus TCP/IP, PLC, HMI, SCADA, TLJ

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lämpölaitoksista yleisesti	1
3	Lämpölaitoksien turvallisuus ja automaatio	3
3.1	SCADA	4
3.1.1	SCADAt ja HMI-paneelit	4
3.1.2	SCADAt ja tieto/kyberturvallisuus	5
3.2	Vara- ja etäyhteydet	6
3.3	Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä (TLJ)	7
4	Lämpökeskus 159	11
4.1	PLC ja HMI-paneeli	13
4.1.1	Vanha PLC ja HMI-paneeli	14
4.1.2	Uusi PLC ja HMI-paneeli	16
4.2	I/O:t	18
4.3	Tiedonsiirto	20
4.3.1	Modbus TCP/IP	21
4.3.2	Esimerkki Modbus TCP/IP:n käytöstä	22
4.4	SCADA	25
5	Yhteenveto	27
	Lähteet	28

## Lyhenteet

- HMI: *Human Machine Interface* (ihmisen ja laitteen rajapinta).
- HW: *Hardware* (laitteisto).
- I/O: *Inputs/Outputs* (tulot/lähdöt).
- KL-verkko: Kaukolämpöverkko.
- KPA: Kiinteän polttoaineen kattila.
- PLC: *Programmable Logic Controller* (ohjelmoitava logiikka).
- POK: Polttoöljykattila.
- SW: *Software* (ohjelmisto).
- TET: Turvallisuuden eheyden taso (Eng. SIL, *Safety Integrity Level*).
- VPN: *Virtual Private Network* (virtuaalinen Internet-tunneli kahden laitteen välillä).

## 1 Johdanto

Työn päämääränä on korvata erään lämpölaitoksen vanha, hankalasti ohjelmoitavissa sekä ikänsä puolesta vikaantumisaltis PLC eli ohjelmoitava logiikka sekä HMI-paneeli. Työn tarkoituksena on tehdä toiminnallisuuksiltaan samanlainen kuin vanha ratkaisu, mutta muutamilla uusilla hälytyksillä sekä parannetulla HMI-paneelilla ja keskusvalvomon SCADA-ohjelmalla. Uusi ratkaisu tulee parantamaan laitoksen tietoturvallisuutta, käyttömukavuutta ja -varmuutta sekä helpottaa ohjelmallisten muutosten ja vianetsinnän tekoa. PLC on vastuussa laitoksen hälytyksistä, kattilan ohjauksesta sekä oleellisten arvojen esim. paineen ja lämpötilan indikoinneista Vantaan keskusvalvomoon sekä paikalliselle HMI-paneelille. PLC ei vastaa lämpökattilan säädöstä, vaan säädölle on oma ohjauskeskuksensa.

Lämpölaitos tuottaa teollisuushöyryä Valion hapatetuotantolaitokselle Vantaan Puistolan teollisuusalueella. Laitoksella on yksi höyryä tuottava polttoöljykattila eli lyhennettynä POK, jonka nimellisteho on 1,4 MW.

Työ tehdään Adven Oy:lle. Adven Oy on energiateollisuuden yritys, joka tuottaa lämpö- ja kylmäenergiaa erilaisille asiakkaille ympäri Suomea, mutta toimintaa on myös muualla Pohjois-Euroopassa. Asiakaskunta koostuu pääasiassa erilaisista asiakkaista teollisuudessa sekä kiinteistöpuolella. Asiakkaita ovat erilaiset yritysasiakkaat sekä kunnat.

## 2 Lämpölaitoksista yleisesti

Tässä luvussa käydään läpi yleisesti, minkälaisia lämpölaitoksia on olemassa, sekä miten lämpölaitoksia voidaan luokitella.

Lämpölaitokset voidaan jaotella lämmön tuotantotavan mukaan. Erilaisia tuotantotapoja ovat: polttoöljy-, kaasu-, sähkö- ja kiinteän polttoaineen kattilat sekä

maalämpö. Yleisimmät lämmön tuotantotavat Advenilla ovat kiinteäpolttoaine, polttoöljy, sähkö sekä maalämpö.

Useimmiten lämpölaitoksella on useampi kuin yksi lämpökattila. Yleisin kombinaatio on käyttää kiinteän polttoaineen- (KPA) ja polttoöljykattiloita (POK) yhdessä. Se on tyypillinen kombinaatio, sillä KPA:n ominaisuudet eivät aina täytä asiakkaan kaikkia tarpeita. KPA on hidas tehomuutoksille sekä kattilan ylösajo on hidasta. Yhden kattilan teho sekä toimintavarmuus eivät myöskään aina ole riittäviä. POK on puolestaan nopea ajaa ylös sekä tehomuutokset ovat nopeampia, mikä tekee siitä oivan apu- tai varakattilan KPA:n rinnalle. Lisäksi useamman kattilan laitos on myös toimintavarmempi, sillä jos yhden kattilan lämmöntuotanto loppuu kesken ajon, se ei aiheuta lämmöntuotannolle seisakkia. Erityisen herkkiä lämmöntuotannon katkeamiselle ovat teollisuushöyryasiakkaat.

Sähkö- sekä maalämpö ovat yleistymässä energiateollisuudessa. Ne tarjoavat ympäristöystävällisemmän ratkaisun polttoöljy- tai kiinteäpolttoaineenkattilalle.

Sähkökattiloilla on kaksi erilaista toimintaperiaatetta. On olemassa elektrodi- ja vastuskattiloita. Elektrodi- ja vastuskattilat on suunniteltu höyryn ja kuuman veden tuottamista varten. Elektrodikattilassa höyry tai kuuma vesi tuotetaan keski- tai suurjännite-elektrodien (> 1000 V) välissä virtaavan veden avulla. Veden lämpiämisen aiheuttaa suuri jännite elektrodien välillä ja veden ominaisuus vastustaa sähkövirtaa. Vesi toimii ikään kuin vastuksena. Vastuskattiloissa lämmityselementtinä toimii metallinen vastus. Lämmitystehoa voidaan säätää vastukselle syötettävän sähkövirran avulla. Vastuskattila on tyypillisesti pienjännitteinen (< 1000 V). Sähkökattilat ovat ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaisia kuin POK tehden sähkökattilasta oivan korvaajan ei niin ympäristöystävällisille POK:lle tai KPA:lle.

Maalämpö on iso sijoitus, jonka ideana on tuottaa merkittäviä säästöjä ajan mittaan. Maalämmön alkukustannuksien merkittävimmät tekijät ovat maalämpökai-  
von poraaminen maaperään sekä kallis pumppauslaitteisto. Ideana on pumpata maalämpökaivosta suurempi määrä lämpöenergiaa kuin on käytetty

pumppauslaitteiston sähköön, tehden maalämmöstä kustannustehokkaamman ratkaisun kuin suora sähkölämmitys.

### Automaatio ja lämpölaitokset

Lämpölaitokset, kuten usein nykyään teollisuus ylipäätään, on hyvin korkea-asteisesti automatisoitu. Automaation tärkeimmät tehtävät lämpölaitosolosuhteissa ovat:

- taata turvallinen tuotantoprosessi, jotta säästytään ihmis-, luonto- ja materiaalivahingoilta sekä tuotantokatkoksilta.
- Ohjata ja säätää prosesseja, tehostaen prosesseja, vähentäen hävikkiä, ylimääräistä työtä sekä rasittaa laitteistoa mahdollisimman vähän. Tämä tuo merkittäviä rahallisia säästöjä ajan mittaan.
- käyttäjäystävällinen automaatio, HMI:n avulla annetaan käyttäjäystävällinen rajapinta automaatioon. Käyttäjä pystyy säätämään, ohjaamaan ja monitoroimaan prosessia sekä tarkastelemaan dataa HMI:n avulla.
- kerätä dataa, edesauttaa prosessien optimointia, vikojen ennaltaehkäisyä sekä jäljittelevyyttä vikojen selvittämiseen jälkikäteen. Datankeräys on myös suuressa roolissa asiakasraportoinnissa.
- Etävalvonta, lämpölaitokset, jotka eivät ole miehitettyjä täytyvät olla etävalvottuja painelaitelain ja Valtioneuvoston asetuksen painelaiteturvallisuudesta mukaan. Paine-laitekäyttäjän on saatava tieto hälytyksestä välittömästi (paine-laitelaki 1144/2016: § 75). Etävalvonta tapahtuu keskitettyyn keskusvalvomoon, jossa on 24/7 päivystys. Etävalvonta tulee olla myös varmennettu, jotta se täyttää Valtioneuvoston asetuksen painelaiteturvallisuudesta (1549/2016: § 15).

## 3 Lämpölaitoksien turvallisuus ja automaatio

Lämpölaitoksien turva-automaatio nojaa hyvin pitkälti SCADAan, vara- ja etäyhteyksiin sekä TLJ:hin (turvallisuuteen liittyvä järjestelmä). Seuraavissa luvuissa käydään pääpiirteittäin kyseisten aihealueiden tärkeimmät asiat.

### 3.1 SCADA

SCADAn avulla pystytään monitoroimaan, keräämään dataa sekä ohjaamaan ja säätämään prosessia. Siten ennaltaehkäisemään ongelmia sekä vaaratilanteita, sekä ratkomaan niitä jälkeenpäin. Monimutkaiset prosessit eivät pysty toimimaan täysin automaattisesti eikä turvallisesti ilman SCADAA. SCADAn avulla säädetään asetusarvoja prosessin aikana, jotta prosessi toimii optimaalisesti sekä mahdollisesti ohjataan laitteita, mikäli tapahtuu ongelmatilanteita. SCADA on tärkeä elementti lämpölaitoksien turvallisuuden takaamisessa, jotta prosessi toimii halutulla tavalla tehden lämpölaitoksesta turvallisen henkilökunnalle sekä laitteistolle. SCADAn yhtenä tärkeänä tehtävänä turvallisuuden takaamisessa on myös indikoida ja tallentaa prosessin hälytykset.

SCADA on hyvin tärkeässä roolissa varsinkin prosessin turvallisuuden visuaalisessa havainnollistamisessa. Hyvin tehdyn SCADAn avulla pystytään havainnollistamaan tarkasti vian tapahtuessa, mikä prosessissa on vikana esim. hälytyslokiin tulleen hälytyksen perusteella. Jos prosessi on hiemankaan suurempi, on SCADA täysin välttämätön käyttäjäkokemuksen, vianetsintä-, datan keruu-, monitorointi- sekä ohjaus- ja säätötarpeiden takia. SCADA toimii ikään kuin koko tuotantolaitoksen automaation tähtipisteenä, jonka avulla monitoroidaan ja ohjataan/säädetään prosessia. SCADAn yksi tärkeä tehtävä on myös tallentaa erilaisia tietoja. SCADA-ohjelma käyttää tietokoneen paikallista muistia tietojen tallennukseen. Varmuuskopiointi on tärkeää: esimerkiksi trendidatat, hälytyslokit sekä SCADA-projekti kannattaa varmuuskopioida.

#### 3.1.1 SCADAt ja HMI-paneelit

On myös mahdollista toteuttaa pieniä prosesseja tai osia isommasta kokonaisuudesta ilman SCADAA. HMI-paneeli on kustannustehokkaampi ja helpompi

tapa tuoda ohjaus ja säädettävyys sekä hälytykset ja perusmonitorointia pienelle prosessille. Pieni prosessi voidaan myös integroida isompaan prosessiin tai järjestelmään, esim. SCADAan. Usein käytössä onkin HMI-paneeleja sekä SCADA-valvomo yhdessä. HMI-paneeliratkaisussa on tyypillisesti vain yksi ohjelmoitava logiikka ja yhteys niiden välille muodostetaan esim. Ethernetillä tai sarjaliikenteellä käyttäen sopivaa tiedonsiirtoprotokollaa. Tämä riippuu HMI-paneelin valmistajasta sekä muusta järjestelmästä ja käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi jos halutaan käyttää Ethernetiä Schneiderin logiikan ja HMI-paneelin välillä, käyttöön sopii hyvin Modbus TCP/IP, tai Modbus RTU, jos halutaan käyttää sarjaliikenneväylää. HMI-paneelin ja ohjelmoitava logiikan on hyvä olla saman valmistajan tekemiä, mikä helpottaa ohjelmointityötä, sillä ohjelmointi vaatii vain yhden ohjelmointityökalun. HMI-paneeli ei myöskään vaadi kallista ohjelmistolisenssiä, jonka SCADA-ohjelma tarvitsee, tehden HMI-paneelistä kustannustehokkaan ratkaisun, kun ei tarvita laajaa SCADA-ympäristöä.

Kuitenkin SCADA-järjestelmät ovat täysin välttämättömiä varsinkin prosesseissa, joissa on käytössä useampia ohjelmoitavia logiikoita sekä muita laitteita, joilla tapahtuu kommunikointia. SCADA on tapa, jolla saadaan keskitetyistä laitteiden tärkeimmät tiedot koostettua yhdeksi sopivaksi kokonaisuudeksi. SCADAn avulla prosessi on helpommin käsiteltävissä monitoroinnin, hälytyksien, ohjauksen, säädön ja datan keruun kannalta. SCADAan on helppo liittää uusia kommunikoivia laitteita, eikä laitteiden tarvitse olla keskenään yhteensopivia, kunhan SCADA-ohjelmistosta löytyy kyseiseen tiedonsiirtoon vaadittava ajuri. SCADAn käänttöpuolena ovat hankalampi toteutus HMI-paneeliratkaisuun nähden, lopputuloksena kattavampi järjestelmä tosin, alkukustannukset sekä tietoturvariskit varsinkin, jos tietoja välitetään laitoksen ulkopuolelle.

### 3.1.2 SCADAt ja tieto/kyberturvallisuus

SCADAn tietoturvallisuus on nykyään hyvin tärkeässä roolissa. Tietynlaiset SCADA-ympäristöt täytyy tehdä tulevan Euroopan tietoturvadirektiivi NIS 2

mukaan. NIS 2:n alaisuuteen kuuluvat lämpölaitokset, sillä direktiivi kattaa kriittisen infran osana kansallista lainsäädäntöä 17.10.2024. Standardi pyrkii lyhykäisyydessään siihen, että valvomotietokoneista kerätään keskitetysti kirjautumiskeinot, hallitaan käyttöoikeuksia sekä pääsyä. Tämä kaikki on mahdollista toteuttaa Microsoftin Active Directoryä käyttäen. Standardin noudattaminen vaikeuttaa asiattomien ihmisten pääsyä valvomotietokoneelle. Active Directory kerää keinoja erilaisista tapahtumista Windows-käyttöjärjestelmästä. Nämä lokit täytyy toimittaa viranomaisille 48 tunnin kuluessa tapahtuneesta kyberhyökkäyksestä. Lokien perusteella voidaan selvittää tapahtuneen kyberhyökkäyksen kulkua. (NIS2-direktiivi 2022/2555.)

Direktiivi luo uuden minimivaatimuksen SCADA-valvomoiden tieto-/kyberturvallisuudelle. Käyttäjien käyttöoikeuksia rajataan siten, että henkilö voi tehdä vain sen, mitä hänen työtehtävänsä vaatii. Lisäksi jokaisella on oma henkilökohtainen käyttäjätunnus, ja käyttäjät kirjautuvat valvomotietokoneelta ulos, kun eivät enää käytä valvomotietokonetta. Kun valvomotietokoneella ei ole tehty mitään tietyn aikarajan aikana, kirjaa käyttöjärjestelmä käyttäjän ulos. Näillä toimenpiteillä pienennetään riskiä asiattoman henkilön pääsemistä valvomotietokoneelle sekä seurauksien suuruutta, mikäli asiaton henkilö pääsee valvomotietokoneelle. Vain harvoilla käyttäjillä on oikeuksia tehdä ns. teknisempiä tehtäviä valvomotietokoneella. Se auttaa vähentämään seurauksia, mikäli asiaton henkilö pääsee valvomotietokoneelle. (NIS2-direktiivi 2022/2555.)

### 3.2 Vara- ja etäyhteydet

Varmennettu etäyhteys on välttämätön jaksottaisen käytön valvonnan alaisilla laitoksilla, sillä se on määritetty Valtioneuvoston asetuksessa. Etäyhteyden rooli varsinkin jaksottaisen käytön valvonnan laitoksien kohdalla on yksi tärkeimmistä asioista. Etäyhteyden katketessa on laitos täysin valvomatta, jos paikalla ei satu olemaan ketään. Varmennetun etäyhteyden ansiosta laitoksia voidaan valvoa etänä ilman, että jonkun täytyisi olla paikan päällä jatkuvasti. Ohjauspaikalta on

oltava varmennettu yhteys kattilalaitokselle (Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta 1549/2016: § 15). Varayhteydellä varmennetaan etäyhteys pääyhteyden katketessa laitokselta valvontapaikalle. Varayhteys voidaan toteuttaa operaattorin kaapeliyhteyksillä (esim. Ethernet- tai valokuitukaapelilla) taikka langattomasti VPN- tai vaikka GSM-yhteydellä. Varayhteyden ei tarvitse olla samassa verkossa kuin pääyhteyden, kunhan valvonta säilyy keskitettyyn valvontapaikkaan.

Tärkeää tietoliikenneyhteyksissä on tulevan ja lähtevän tietoliikenteen suodatus. Se tapahtuu palomureilla, fyysisellä palomuurilaitteella sekä ohjelmallisella palomuurilla valvomotietokoneella. Jos käytetään langatonta tietoliikenneyhteyttä, tulee sen olla hyvin suojattu esim. VPN:llä palomuurin lisäksi.

### 3.3 Turvallisuuteen liittyvä järjestelmä (TLJ)

TLJ:n määrittäminen lähtee prosessista ja sen vaarojen arvioinnista. TLJ:n suunnittelua ja toteutusta varten tehdään vaara-analyysi sekä riskikartoitus standardiin IEC61508:2010 (2010) perustuen. TLJ:tä varten kartoitetaan laitoksen turvallisuuden eheyden taso (TET tai englanniksi: SIL, Safety Integrity Level).

TET:n määrittämiseksi tehdään riskigraafi, jossa huomioidaan seuraavat asiat:

- vaarallisten tapahtumien seuraukset
- oleskelutaajuus ja altistusaika vaaralle
- todennäköisyys vaarallisten tapausten välttämiseksi
- ei-toivotun tapahtuman todennäköisyys.

Näiden parametrien pohjalta tehdään laskemalla riskianalyysi, jonka perusteella määritetään TET:n eheysluokka (kuva 1). Riskianalyysin perusteella TLJ suunnitellaan ja toteutetaan (kuva 2). Riskianalyysin perusteella siis määritetään vaatimukset mitta- ja ohjauslaitteille (kuva 2) sekä lukituksien kytkeytymistavat (kuva 2).

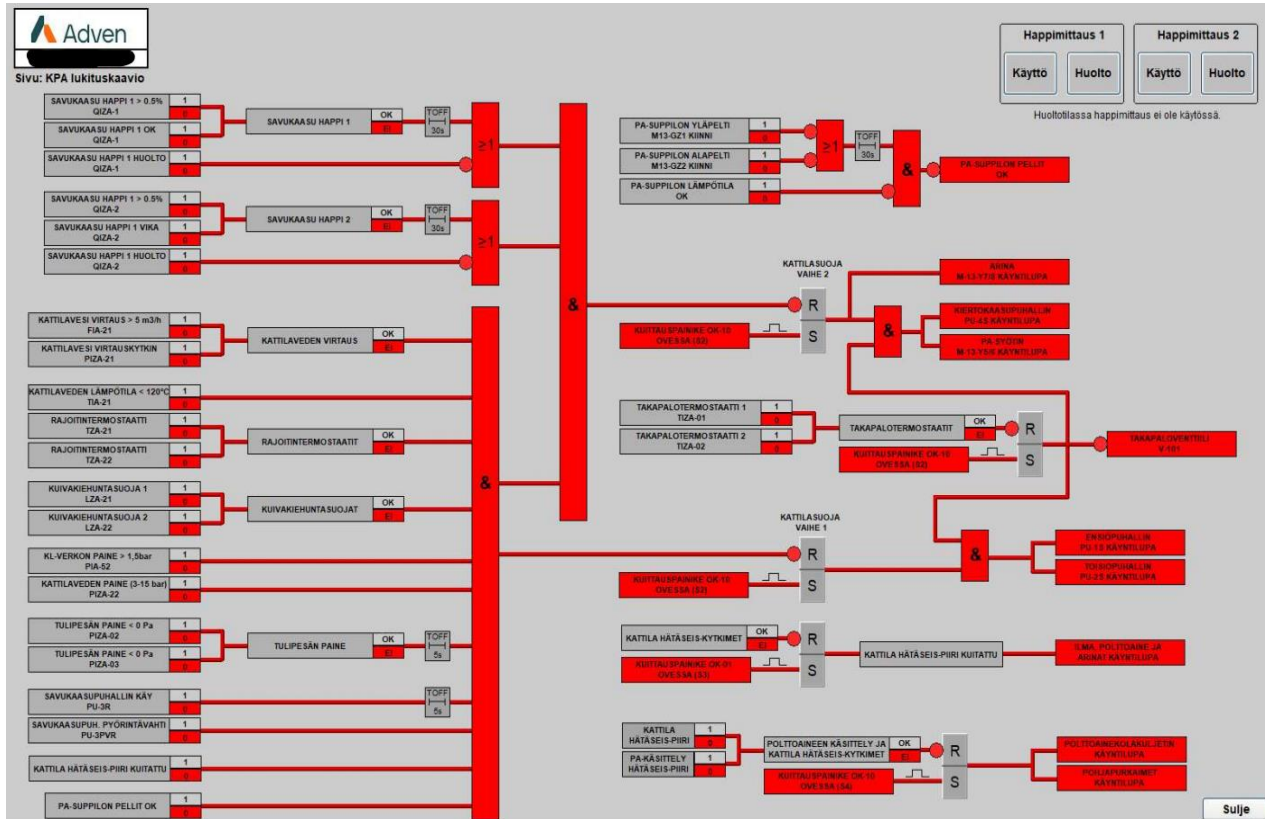
TLJ:stä täytyy pitää huolta koko TLJ:n elinkaaren ajan. Laitteiston käyttäjä huolehtii siitä, että TLJ-laitteisto huolletaan sekä koestetaan säännöllisin väliajoin aina käyttöönotosta poistoon asti. TLJ:n tarkoitus on suojata painelaitteita sekä laitekokonaisuuksia, siten ettei painelaitteita rasiteta raja-arvojen ylittymisellä, joka saattaa aiheuttaa painelaitteen hajoamisen. Painelaitteen rikkoontuminen voi aiheuttaa jopa suuriakin materiaalisia, ympäristöllisiä tai rahallisia sekä mahdollisesti jopa tapaturman. Raja-arvojen ylittymiseltä vältytään käyttämällä painelaitesäädösten vaatimusten täyttämiä varolaitteita. Varolaitteita ovat esim. painetta suoraan rajoittavat laitteet, kuten varoventtiilit, murtokalvot ja ohjatut paineenalennusvarolaitteet, sekä rajoitinlaitteet, jotka joko aktivoivat lukituksen ja katkaisun tai tekevät korjaavan toimenpiteen. Tämänkaltaisia varolaitteita ovat esim. paine-, lämpötila- tai pintakytkimet sekä turvallisuuteen liittyvät mitaus-, valvonta- sekä säätölaitteet.

TLJ voidaan toteuttaa turvalogiikalla tai turvareleratkaisulla, joka ei vaadi ohjelmointia. Molemmat ratkaisut ovat täysin käyviä sekä lait ja standardit täyttäviä, kunhan kaikki komponentit sekä toteutus täyttävät painelaitelain ja säädösten vaatimukset. Toteutuksessa on myös noudatettava sähköturvallisuukslakia, -säädöksiä ja -standardeja.

Turvareleratkaisut sopivat parhaiten pieniin kokonaisuuksiin, sillä turvareleillä TLJ:n tekeminen on kustannustehokkaampaa pienissä kokonaisuuksissa. Kyberturvallisuusmielessä releet ovat aina turvallisempia. Turvalogiikka on parempi vaihtoehto, kun kohde ei ole pieni. Isompien kokonaisuuksien tekeminen ohjelmoitavalla turvalogiikalla on kustannustehokkaampaa sekä kunnossapitotyö helpottuu ohjelmallisella TLJ:llä. Lisäksi TLJ:n integroiminen muuhun laitosautomaatioon esim. indikointia sekä datan keruuta varten on helpompaa.

Automaation toiminnallisen turvallisuuden eheystasojen (TET) määrittäminen							
Adven Oy		KPA-kattila (K1): 3,5 MW, kuumavesi, hahkekattila, arina. Suunnitelmarvot: 10 Bar / 120 °C. KPA-kattila (K3): 3,0 MW, kuumavesi, pelletti, arina. Suunnitelmarvot: 10 Bar / 120 °C.				IC2302044TET	3.11.2023, versio: 1.1
Sairaus, C CA = Pieni vamma CB = Vakava tai pysyvä vamma yhdelle tai useammalle henkilölle; yhden henkilön kuolema CC = Usean henkilön kuolema CD = Erittäin monen henkilön kuolema		Oleskelu, F FA = Oleskelu harvakseltaan vaara-alueella (oleskeluaika < 0,1 suhteessa pöytäteihin) FB = Jatkuva oleskelu vaara-alueella		Vaaran välttämisen, P PA = Mahdollisuus tiettyissä olosuhteissa PB = Melkein mahdotonta		Vaaran esiintymistodennäköisyys, W W1 = Erittäin pieni todennäköisyys että ei-toivottu tilanne esiintyy (< 0,1 /a) (tapahtumaväli > 10 a) W2 = Pieni todennäköisyys että ei-toivottu tilanne esiintyy (0,1...1,0 /a) (tapahtumaväli 1-10 a) W3 = Suhteellisen suuri todennäköisyys, että ei-toivottu tilanne esiintyy (1-10 /a) (tapahtumaväli < 1/a)	
Riski No	Vaara	Vaaran syyt	Seurausten vakavuuden arviointi	Varautumisen nykytila (ilman TLJ)	Riski (ilman TLJ:tä) (C, F, P, E = TET)	TJL toiminnot	Lisätoimenpiteet / vastuuhenkilöt
1	A. Automaation eheystasomäärittäminen (TET): K1 KPA-kattila (hake)						
2	1. Kattilavaliopiiri						
3	1.1. Kattilavaliopiirin kiertoesitys tai ei ole riittävä	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kiertovesipumppu ei toimi, mekaaninen- tai sähkövika</li> <li>Iso vuoto linjassa tai kattilassa</li> <li>Varoventtiili on jäänyt auki</li> <li>Paineenpidon häiriö</li> </ul>	Kattilavaurion mahdollisuus (ylipaine), henkilövahinko mahdollinen	<b>Varautuminen ilman TLJ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kaksi 100 % KL-pumppua, varmennettu varavoimakoneella</li> <li>2 kpl paineenpitopumppuja, varavoimavarmennus, 3 m<sup>3</sup> paisuntasäiliö.</li> <li>Kattilavaliopiirin mahdollista syöttää vettä suoraan verkosta (käsi-venttiilit)</li> <li>Suhti-venttiilin asentotieto (DCS)</li> <li>Virtauksen valvonta (1 kpl virtausmittaus)</li> <li>KL-linjan painemittaus (2kpl)</li> <li>KL-pumpun (2kpl) ja sekoituspumppun moottorin käyntitieto DCS:ssä (käynnistys ja käyntehtö)</li> <li>Varoventtiilit 2kpl</li> </ul>	<b>Riski ilman TLJ:</b> Henkilövahinko CB-FA-PB-W2 = TET1	<b>TLJ toiminnot:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>TLJ lukitus: laukaisu 100l periaatteella liian matalasta kattilaveden virtauksesta</li> <li>TLJ lukitus: laukaisu 100l matalasta KL-linjapaineesta</li> <li>TLJ lukitus: laukaisu KL-meno/tulolinjojen paine-eromittauksesta</li> </ul> TLJ lukitus toteuttaa: <ul style="list-style-type: none"> <li>polttoainaiden syöttö seis (syötin)</li> <li>palamisilmapuhaltimet seis</li> <li>kiertokaasupuhallin seis</li> <li>arinan liikutus seis</li> <li>savukaasupuhallin JÄÄ päälle</li> </ul> Lukituksen kuittaus voidaan tehdä vain laitoksella  Häätäpysäytyspainike toteuttaa edellä mainitun toiminnon (savukaasupuhallin jää päälle, ohjautuu minimitehölle)	Lisätään kattilapiirin meno- ja paluulinjaan 8LL-luokitellut painemittaukset (PIZA). Kattilasoajan lukitus paine-erosta  Kattilasoajan lukitus matalasta virtauksesta 100l: (paine-ero) ja virtausmittauksesta FIA-02  Kattilasoajan lukitus matalasta paineesta 100l (kattilapiirin menolinjan paine)  Selvitetään: löytyykö hakekattilan K1 PI-kaaviota tai laaditaan kaavio

Kuva 1. TET-määrittäminen. Kuvassa on esimerkinä erään lämpölaitoksen TET-määrittäminen, jonka pohjalta TLJ suunnitellaan ja toteutetaan.



Kuva 2. TLJ-lukituskaavio. TLJ-lukituskaavio määrittelee turvalogiikan tai turva-reiden toiminnan kuvauksen, joka on suunniteltu TET-määrittelyn pohjalta.

## 4 Lämpökeskus 159

Lämpökeskus 159 eli LK159, tämä on Advenin tapa antaa Advenin lämpölaitoksille omat yksilölliset tunnuksensa. LK159 sijaitsee Vantaan Puistolan teollisuusalueella, ja se tuottaa Valion hapatetuotannolle teollisuuskäyttöön höyryä 1,4 MW:n polttoöljykäyttöisellä höyrykattilalla käyttöpaineen ollessa 10 bar.



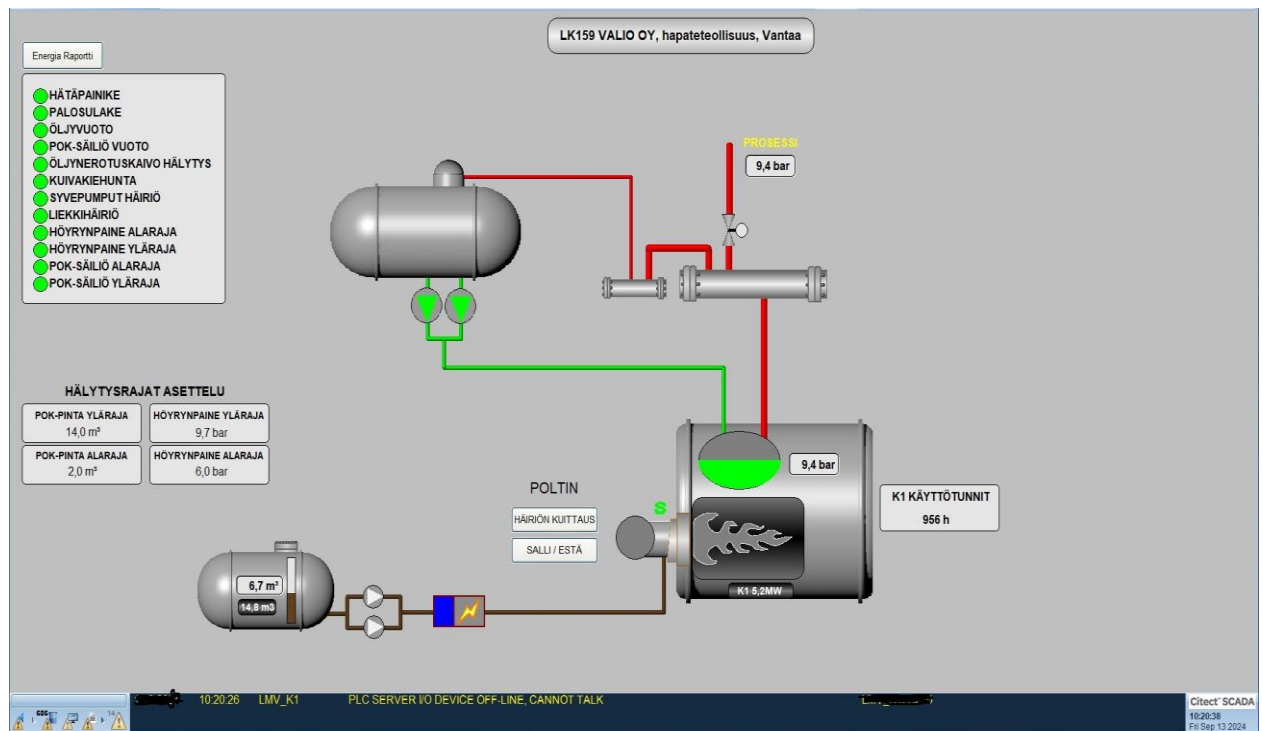
Kuva 3. LK159 ulkoapäin, edessä näkyy säiliö, jossa on polttoöljyä, joka toimii höyrykattilan polttoaineena sekä sen takana sijaitsee itse lämpölaitos.

Laitos on automatisoitu sekä etävalvottu siten, että se täyttää painelaitelain vaatimukset jaksottaiselle käytön valvonnalle. Jaksottaisessa käytön valvonnassa painelaitteen käyttäjän ei tarvitse olla jatkuvasti kattilalaitoksessa tai ohjauspai-  
kalla, mutta käyttäjän on tehtävä laitokseen säännöllisesti valvontakäyntejä. Painelaitteen käyttäjän on kuitenkin saatava viivytyksettä tieto hälytyksestä

ryhtyäkseen tarvittaviin toimenpiteisiin (painelaitelaki 1144/2016: § 75). Valvontakäynnit on tehtävä kattilalaitoksen käyttö- ja valvontajärjestelyjen ja vaaran arvioinnin edellyttämin aikaväleihin. Valvontakäyntien aikaväli ei kuitenkaan saa ylittää 84 tuntia (Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta 1549/2016: § 14).

Tietoliikenneyhteys keskusvalvomoon on tehty palomuurisuojatulla 4G-yhteydellä (kuva 10).

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi projektin eri vaiheita sekä tuotoksia.



Kuva 4. Keskusvalvomon SCADA-näkymä LK159:stä. Keskusvalvomon SCADA-ohjelmistona on käytetty Schneider Electricin Citectia.

## 4.1 PLC ja HMI-paneeli

PLC:n valintaan vaikuttaa periaatteessa ainoastaan PLC:n vastuussa oleva prosessi sekä automaatiokokonaisuus sen ympärillä.

- Prosessin koko: Minkälaista ja kuinka paljon dataa prosessista tulee ja lähtee, esim. I/O-listan perusteella. Tämä määrittelee PLC:n koon sekä lisämoduulien tyyppin ja määrän.
- Tietoliikenne: Onko käytössä Ethernet- ja/tai sarjatietoliikennettä. Tämä määrittelee tietoliikenneporttien tyyppin ja määrän.

Näiden pohjatietojen avulla pystytään valitsemaan sopiva logiikka tietyille prosessille. Pohjatietojen avulla pystytään määrittämään logiikka sekä tarvittavat lisämoduulit. Prosessista laaditaan ensin I/O-lista (kuva 9), jonka pohjalta suunnitellaan automaatiolaitteisto sekä sähkötekniikka sen ympärillä.

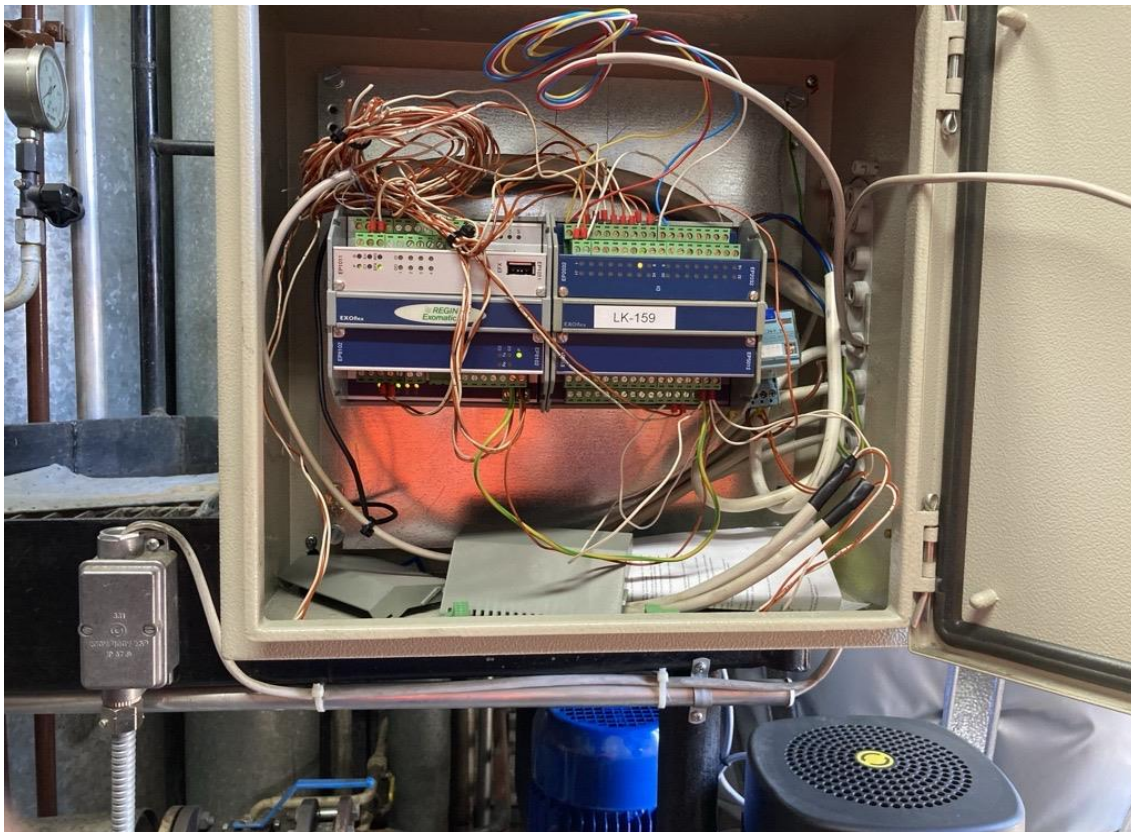
HMI:n valintaan vaikuttaa PLC sekä muut käyttöympäristölliset tekijät.

- Yhteensopivuus: PLC:n ja HMI:n on oltava yhteensopivia. On varmistettava, että PLC ja HMI pystyvät kommunikoimaan toistensa kanssa.
- Käyttöympäristö: Minkälaiseen tilaan HMI on tulossa. Huomioitavaa on tilan kosteus ja pölyisyys (IP-luokitus) ja lämpötila.
- Asennustapa: Tuleeko näyttö esim. pidikkeeseen, pintana seinälle tai oppoasennuksena keskuksen kanteen.
- Muut preferenssit: Esim. onko näytön koolla tai kuvan laadulla merkitystä.

Näiden parametrien avulla voidaan valita automaatiokokonaisuuteen sopivanlainen HMI-ratkaisu.

#### 4.1.1 Vanha PLC ja HMI-paneeli

Aikaisemmin LK159:llä on ollut käytössä Regin Exomaticin tekemä ExoFlex PLC ja I/O-lisämoduuli sekä HMI (kuva 5 ja kuva 6).



Kuva 5. LK159:n vanha logiikka sekä I/O-lisämoduuli.



Kuva 6. LK159:n vanha HMI-paneeli.

Logiikkasaneerauksen aloitusta nopeutti vanhan HMI-paneelin vikaantumisen. Tämä aiheutti sen, että paikallinen operointi ja indikointi oli mahdotonta, mikä aiheutti epäkäytettävyyttä. Logiikkasaneeraus oli muutenkin aiheellinen, sillä kyseinen logiikka ja paneeli alkoivat olemaan hyvin vanhoja, minkä takia varsinkin PLC:n toimintavarmuus huolestutti. Lisäksi vanhan logiikan ohjelmointi oli hyvin hankalaa sillä vanhan logiikan ohjelmointisofta ei ole nykystandardien mukainen. Mikä aiheutti sen, että vanha logiikka oli hyvin epäkäytännöllinen lisäys-, vianetsintä- tai muutostoimenpiteiden kannalta. Uudella logiikalla saavutetaan siis parempi toimintavarmuus ja sillä on helpompi tehdä muutoksia ja lisäyksiä. Suurta hyötyä saatiin myös siitä, että uusi HMI-paneeli (kuva 8) on graafinen ja kosketusnäyttöllinen. Sitä on helpompi operoida sekä indikointi on paljon selkeämpää kuin vanhassa, jossa on käytetty 7-segmenttistä näyttötekniikkaa. Projektissa myös parannettiin keskusvalvomoon tehtyä SCADA-ohjelmaa (kuva 4).

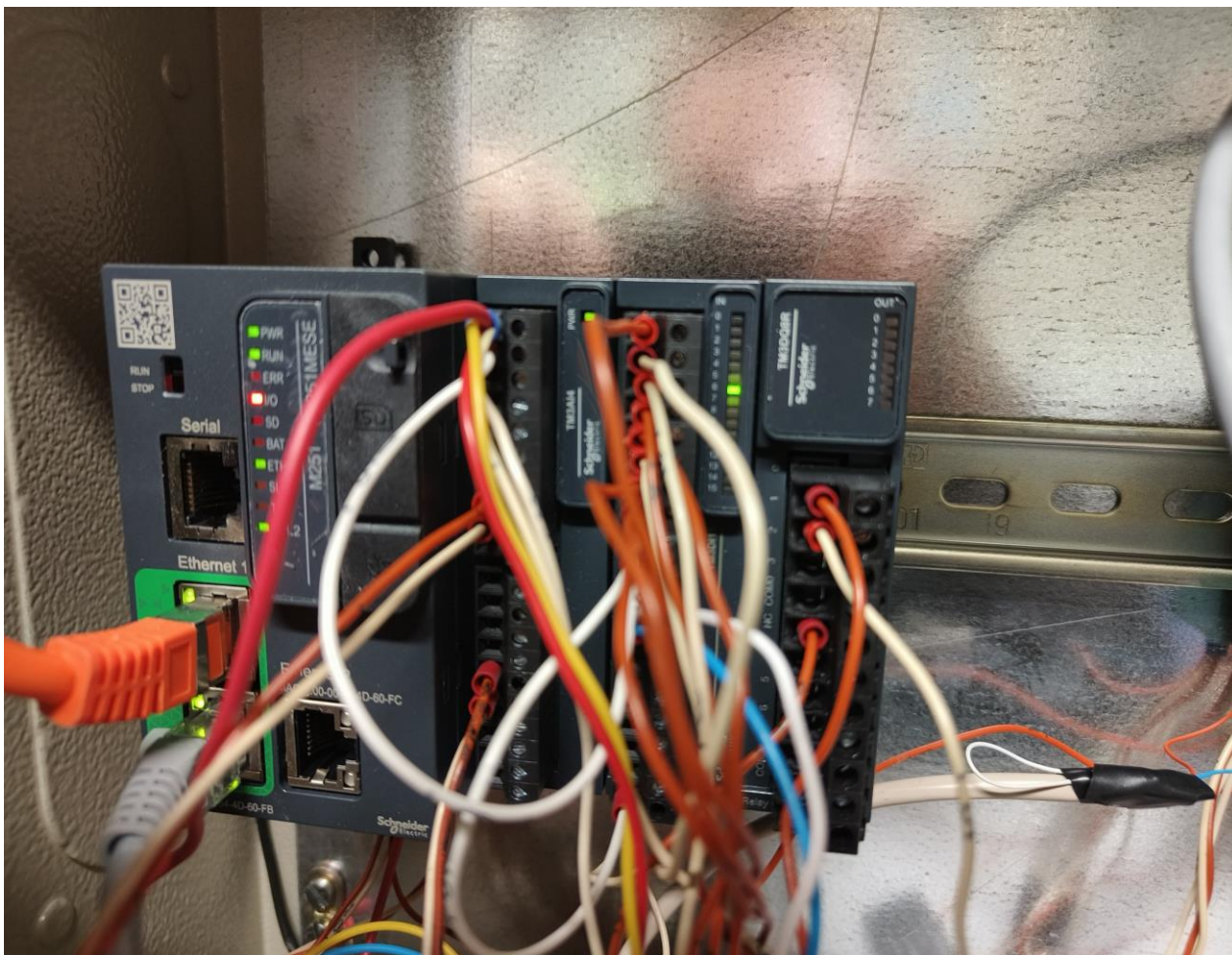
#### 4.1.2 Uusi PLC ja HMI-paneeli

Korvaavan PLC:n (kuva 7) valinnan perusteina oli tarpeiden täyttäminen ilman liian suurta ylikapasiteettia.

Tämän projektin vaatimukset logiikalle:

- Riittävä määrä I/O:ita. Logiikassa itsessään on I/O:ita, mutta siihen on myös mahdollista liittää lisämoduuleja tarpeiden täyttämiseksi. I/O-kartoitus tehtiin liitännälistan avulla (kuva 9).
- Kaksi Ethernet-porttia. Tietoliikenneyhteyksiä varten. Yksi etäyhteyttä varten toinen HMI-paneelia varten.
- Valmistajana Schneider Electric tai Siemens. Harvemman valmistajan käyttäminen on kustannustehokkaampaa varaosavaraston kannalta sekä ohjelmointirutiini helpottuu, kun käytössä on vähempi määrä ohjelmointityökaluja.

Tällä kertaa logiikaksi valikoitui Schneider Electricin TM251MESE, sillä se täyttää edellä mainitut kriteerit. TM251MESE ja HMI-paneeli ohjelmoitiin tässä projektissa käyttäen Schneider Electricin SoMachine V4.1:stä. SoMachine on Schneider Electricin kehittämä ohjelmointityökalu Schneiderin omien pienempien modernien logiikoiden ohjelmoimista varten.



Kuva 7. Uusi PLC (TM251MESE) sekä lisämoduulit asennettuna keskuksen sisällä.

HMI-paneelin (kuva 8) valintaan vaikutti PLC:n valinta, eli HMI:n täytyy pystyä kommunikoimaan PLC:n kanssa, jotta paneeli toimii. Kun PLC oli valittu, käytiin läpi erilaisia vaihtoehtoja, joita Schneider Electricillä on tarjota ja lopulta päädyttiin Magelis-sarjan HMIS5T-paneeliin. Paneelin näyttö on värillinen ja kosketusnäyttöllinen sekä tarpeeksi iso ja laadukas. Näytön IP-luokitus sopii käyttötarkoitukseen (IP20) sekä asennustapa sopi käyttötarkoitukseen (uppona keskuksen oveen).



Kuva 8. Uusi Schneider Electricin Magelis-sarjan HMI-paneeli (HMIS5T) asennettuna keskuksen oveen upotettuna LK159:llä.

#### 4.2 I/O:t

Kun lähdetään tekemään logiikkasaneerausta, on tärkeää selvittää kaikki logiikalle tulevat I/O:t. Selvityksen avulla pystytään, kartoittamaan mitä logiikalta vaaditaan sekä mitä lisämoduuleja tarvitaan. I/O:iden kartoittamisen jälkeen saa hyvän kuvan työn laajuudesta sekä prosessin koosta. Tämä on oleellista tehdä ennen kuin aletaan valita logiikkaa tai tehdä ohjelmointityötä.

LIITÄNTÄLISTA, digitaalitulot				
Exoflex EP2032 : Paikka 3				
	kan	tunnus	kohde	liitin
AlaPt1	DI3_1		Poltin käy	3
AlaPt2	DI3_2		Poltin sall/esto	4
AlaPt3	DI3_3		Palosulake	5
AlaPt4	DI3_4		Liekkihäiriö	6
AlaPt5	DI3_5		Kuivakiehunta 1/2	7
AlaPt6	DI3_6		Syvepumput häiriö	8
AlaPt7	DI3_7		Hätäpainike	9
AlaPt8	DI3_8		Öljyvuoto	10
AlaPt11	DI3_9		POK säiliö vuoto	11
AlaPt12	DI3_10		Öljynerotuskaivo hälytys	12

Kuva 1. Liitäntälista vanhaan logiikkaan tulevista digitaalituloista, havainnollistaa I/O:den kartoittamisdokumentaatiota.

I/O-kartoituksen jälkeen saatiin hyvä kuva siitä, mitä lisämoduuleja I/O:ta varten tarvitaan. Päädyttiin hankkimaan PLC:n rinnalle lisämoduuleiksi TM3AI4, TM3DI16 sekä TM3DQ8R. Kaikki kyseiset lisämoduulit ovat Schneider Electricin TM3-sarjaa, jotka ovat yhteensopivia kyseisen TM251MESE:n kanssa.

TM3AI4 on nimensä mukaisesti analogiatulomoduuli, jossa on neljä analogiatulokanavaa. Kyseisen lisämoduulin hankintaan vaikutti analogiatulojen vähäisyys, sillä vain kaksi analogiatuloa tulee logiikalle ja laajennuskapasiteettia jäi siis kaksi analogiatuloa.

TM3DI16 on digitaalitulomoduuli, jossa on 16 digitaalituloa. Kyseinen digitaalitulomoduuli valittiin logiikan yhteensopivuuden sekä sopivan digitaalitulokapasiteetin takia. Käytössä on kymmenen digitaalituloa, ja laajennuskapasiteettia jäi kuusi digitaalituloa.

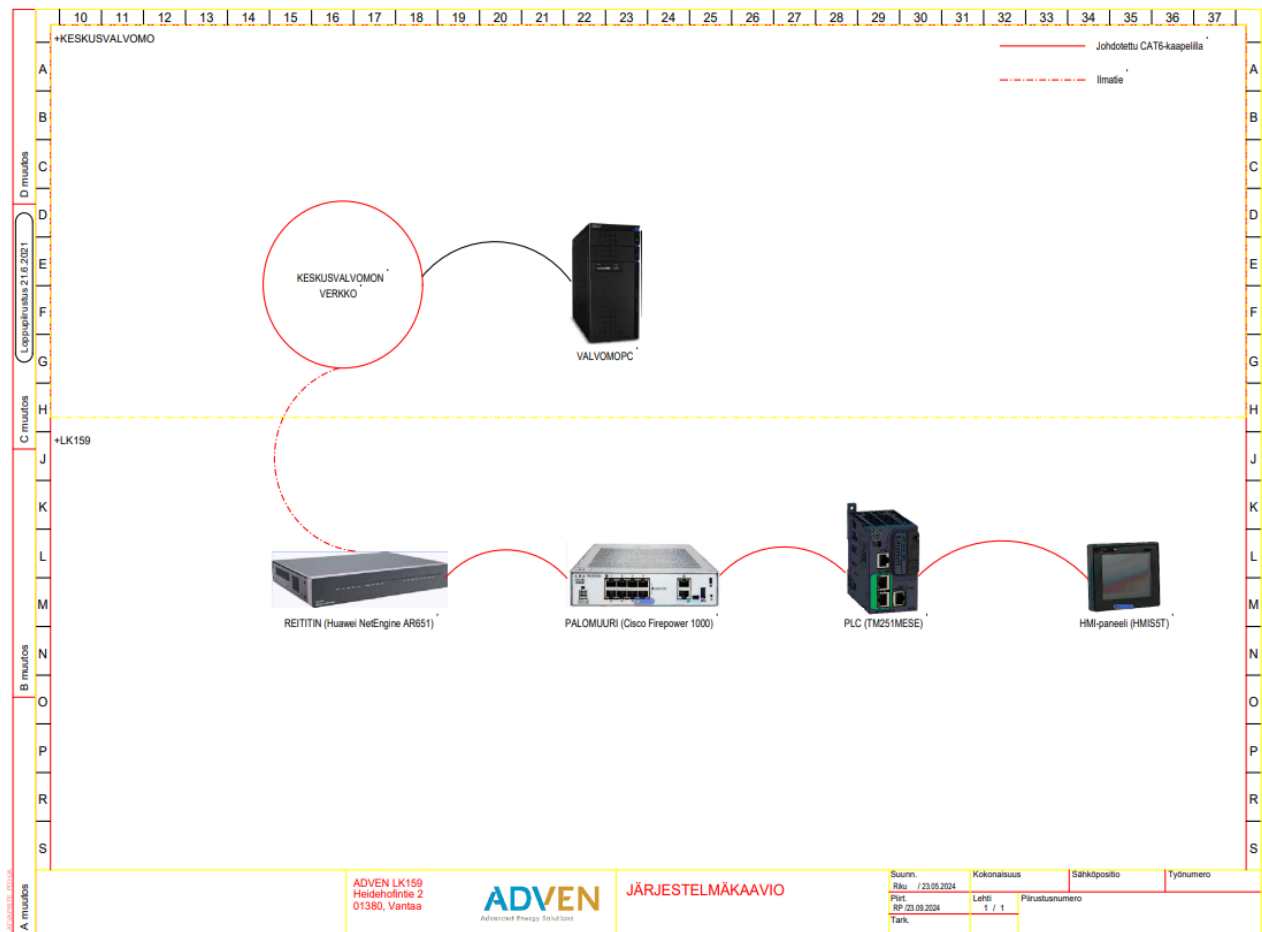
TM3DQ8R on digitaalilähtömoduuli, jossa on 8 digitaalilähtöä. Valintaperiaate oli sama kuin edellisten moduulien, ja käytössä on vain kaksi digitaalilähtöä ja laajennuskapasiteetiksi jäi kuusi digitaalilähtöä.

Laajennuskapasiteetiksi on lähtökohteisesti hyvä jättää vähintään n. 10-30 %, tapauskohtaisesti suhtauttaen.

### 4.3 Tiedonsiirto

Tietoa siirretään PLC:ltä HMI-paneelille sekä Vantaan keskusvalvomoon. Kaikki tiedonsiirto on Ethernet-pohjaista ja topologia on väylämäinen, käyttäen Modbus TCP/IP-protokollaa. Lisää tietoa aiheesta Modbus TCP/IP-osiossa.

Ethernet on se ns. fyysinen layer, jossa tieto fyysisesti siirtyy Ethernet-kaapelin välityksellä. Tiedonsiirto käytännössä tapahtuu PLC:stä palomuruuriin (Cisco Firepower 1000), palomuurista Elisan 4G-reitittimeen (Huawein NetEngine AR651) ja reitittimestä 4G-yhteydellä keskusvalvomoon (kuva 10).



Kuva 10. LK159:n järjestelmäkaavio, havainnollistaa laitoksen tietoverkon koostumusta.

### 4.3.1 Modbus TCP/IP

Modicon, Amerikkalainen automaatioteknologiaan keskittynyt yritys kehitti Modbus-protokollan vuonna 1979. Schneider Electric osti Modiconin vuonna 1997, mutta nykyisin Modbusin kehittämisestä ja hallinnoimisesta vastaa voittoa tavoittelematon Modbus Organization (Modbus Organization 2024).

Modbus TCP/IP on oiva kommunikointiprotokolla, kun halutaan välittää tietoa erilaisten laitteiden välillä Ethernet-pohjaisesti käyttäen TCP/IP:tä. Modbus on hyvin laajasti käytössä teollisuudessa sekä rakennusautomaatiossa, sillä Modbus on avoimesti käytettävissä, ilman lisenssimaksuja sekä protokolla on todettu hyvin tehokkaaksi teollisuus- ja rakennusautomaatiokäyttöön. Hyvin monet eri laitteet tukevat Modbusia, mikä tekee siitä oivan tavan muodostaa kommunikointi eri laitteiden välille, sillä se on valmistajariippumaton protokolla.

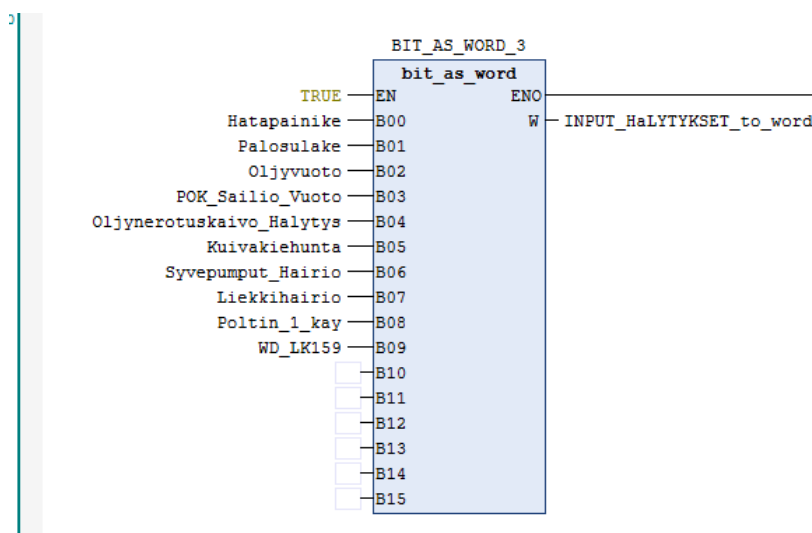
Modbus ei rajoitu vain Ethernettiin, vaan Modbusia voi käyttää myös sarjaliikenneväylissä. Modbus tuo standardin, jolla pystyy välittämään tietoa eri laitteiden välillä client/server -periaatteella käyttäen tässä tapauksessa TCP/IP-tiedonsiirtoprotokollaa hyväksi. TCP/IP huolehtii esim. pakettien vastaanottamisesta ja reitittämisestä. Modbus-standardi itsessään luo standarditavan muuttujien jäsentämiselle. Toisin sanottuna, kun TCP/IP huolehtii datan liikennöinnistä, Modbusin ansiosta data on jäsenneilty standardin mukaisella tavalla. Tämä tarkoittaa sitä, että kun data saapuu laitteelta toiselle, on data samoilla Modbus-rekisteripaikoilla ja ns. mappaus pysyy samana.

Client/server -periaate tarkoittaa sitä, että Modbusissa server hakee clienteleiltä dataa. Esim. Modbus TCP/IP-yhteydessä clienteleillä vain mapattaisiin muuttujat oikealla tavalla Modbus-osoitteille. Modbus-serverillä haetaan TCP/IP:n avulla tietyn laitteen IP:n perusteella kyseinen laite. Kyseiseltä laitteelta luetaan muuttujan/muuttujien Modbus-osoitteet, joita halutaan lukea Modbus-serverillä.

### 4.3.2 Esimerkki Modbus TCP/IP:n käytöstä

Seuraavassa luvussa käydään läpi, kuinka kommunikointi toteutetaan PLC:n (TM251MESE) sekä keskusvalvomon SCADA:n (Citect) kanssa.

Ensimmäisenä täytyy luoda muuttujat, jotka halutaan tuoda SCADAan (kuva 11). Tässä esimerkissä on käytetty boolean-tietotyyppisiä hälytyksiä, jotka ovat pakattuna word-tietotyyppiseen muuttuun.



Kuva 11. Kuva LK159:n logiikan ohjelmasta (SoMachine V4.1), kuvassa pakataan boolean-hälytyksiä word-tietotyyppiseen muuttuun.

Modbus-rekisterit koostuvat joukoista word-tietotyyppisiä "paikkoja" (kuva 12).

Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Unit	Description
		Holding Registers	%IW7	ARRAY [0..49] OF WORD		
		Input Registers	%QW1	ARRAY [0..9] OF WORD		

Kuva 12. Kuva kahdesta Modbus-rekisteristä (SoMachine V4.1).

Toisin sanottuna binääriset muuttujat joudutaan tuomaan word-tietotyyppisessä muuttujassa (tai double- tai long word-muuttujassa). Jos esimerkiksi halutaan käyttää suurempaa tietotyyppiä, esim. floating point -arvoa (64- tai 32-bittistä), joudutaan varaamaan isompi määrä word-rekisteriä. Esim. 32-bittinen floating point -arvo tuodaan double word-tietona, joten se vie esim. paikat 0 ja 1, jos se tuodaan paikalle 0, ja paikat 5 ja 6, jos se tuodaan paikalle 5.

Word-muuttujaa voidaan hyödyntää tässä kyseisessä käyttötarkoituksessa, (kuva 11) sillä word-muuttujat ovat 16-bittisiä muuttujia. Tämä tarkoittaa sitä, että word-muuttujan arvo koostuu 16 erillisen bitin päällä- tai poissaolosta. Jokaisen eri bitin muutos antaa uniikin arvon word-muuttujalle. Word-muuttujalla on yhteensä erillistä  $2^{16}$  kombinaatiota eli lukua, jotka se voi tuottaa. Kombinaatioita on siis 65 536. On tärkeää tietää jokaisen tietotyypin ominaisuudet, kun tehdään muuttujia. Kun tiedetään missä järjestyksessä mikäkin muuttuja on (PLC-ohjelmassa), voidaan niitä käyttää kuvan 14 mukaisella tavalla SCADA-ohjelmassa, viitaten kyseisen word-muuttujan yksittäiseen bittiin (%IW20.0-%IW20.9). Niiden osoite on riippuvainen Modbus TCP-rekisterissä annetusta osoitteesta (kuva 13).



Kuva 13. Kuvan muuttuja on mapattu Holding Registeriin osoitteeseen "%IW27". Huom. osoitteet alkavat tässä tapauksessa paikalta %IW7 (kuva 13), joka tarkoittaa sitä, että se on paikalla 20 Modbus-rekisterissä.

Tag Name	Cluster Name	I/O Device	Data Type	Address
kayttotunnit_real	Cluster1	PLC159	REAL	%MW6
Hoyryn_Paine_Alaraja	Cluster1	PLC159	REAL	%MW4
WD_LK159	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.9
Poltin_1_kay	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.8
Liekkihairio	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.7
Syvepumput_Hairio	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.6
Kuivakiehunta	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.5
Oljynerotuskaivo_Halytys	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.4
POK_Sailio_Vuoto	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.3
Oljyvuo	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.2
Palosulake	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.1
Hatapainike	Cluster1	PLC159	DIGITAL	%MW20.0

Kuva 14. Logiikalta tuodut muuttujat Citect Studioissa (Schneider Electricin Citectin ohjelmointityökalu).

Kun muuttujat ovat nyt oikealla tavalla PLC-ohjelmassa sekä SCADA-ohjelmassa, voidaan konfiguroida itse Modbus TCP -yhteys PLC:n ja SCADA:n välille. Citectissa laitteiden välinen kommunikointikonfigurointi tapahtuu konfiguroimalla ns. I/O device. Ensimmäiseksi konfiguroidaan ”board” (kuva 15), joka tarkoittaa tiedonsiirtoprotokollan määrittämistä. Boardille siis määritetään boardin nimi sekä käytetty tiedonsiirtoprotokolla. Tässä tapauksessa nimenä on ”BOARD1” ja tiedonsiirtoprotokollana toimii TCP/IP. Yhtä boardia voidaan käyttää useammassa I/O devicessä.

Row	Server Name	Board Name	Board Type	Address	I/O Port	Interrupt	Special Opt	Comment	Project
1									
2									
3	IOServer1	BOARD1	TCPIP	0					Adven_2023_2

Kuva 15. Ensimmäisenä I/O deviceä luodessa konfiguroidaan board.

Seuraavaksi konfiguroidaan "port" (kuva 16). Port on I/O device -kohtainen, ja siihen määritellään yhteyden muodostamiselle kriittiset parametrit. Tässä tapauksessa se on IP-osoite, portti sekä äskettäin luotu board.

23	IOServer1	PORT19_BOARD1_lk159	19	BOARD1					-1172.26.150.130-P502-T	Adven_2023_2
----	-----------	---------------------	----	--------	--	--	--	--	-------------------------	--------------

Kuva 16. Seuraavaksi konfiguroidaan port.

Kun on luotu board sekä port, voidaan luoda itse I/O device. I/O devicelle konfiguroidaan portti sekä käytetty kommunikointiprotokolla. Porttina toimii aikaisemmin luotu TCP/IP-portti ja kommunikointiprotokollana toimii MODBUS30. I/O devicelle annetaan myös nimi, joka on tässä tapauksessa "PLC159".

23	IOServer1	PLC159	27		MODNET30					PORT19_BOARD1_lk159
----	-----------	--------	----	--	----------	--	--	--	--	---------------------

Kuva 17. Viimeiseksi luodaan I/O device, kun port ja board ovat tehty.

#### 4.4 SCADA

LK159:llä ei ole lokaalisti omaa SCADAa, vaan laitoksella on vain HMI-paneeli, joka on asennettu logiikkakaapin oveen. Kyseisellä laitoksella ei ole tarvetta lokaalille SCADAlle, sillä laitos on normaalitilanteessa miehittämätön. Laitos täyttää painelaitelain 1144/2016 mukaiset vaatimukset jaksottaiselle käytön valvonalle, joka tarkoittaa sitä, ettei laitosta tarvitse valvoa jatkuvasti. HMI-paneeli täyttää hyvin perustarpeet, joita laitostyöntekijä tarvitsee valvontakäynneillä perusoperointeihin ja -indikointeihin. Laitosta ei etävalvota paneelin kautta, vaan laitoksesta on tehty SCADA-ohjelma Advenin Vantaan keskusvalvomoon (kuva 18 ja kuva 4). Keskusvalvomon SCADA-ohjelman ansiosta laitosta voidaan

etävalvoa, -säättää ja -ohjata. Laitoksen hälytykset tulevat keskusvalvomoon yleiselle hälytysnäytölle, jolle tulevat kaikkien laitoksien hälytykset.

Yleinen hälytyssivu on keskusvalvomoon tärkein ominaisuus, sillä on aivan mahdollonta ja myös tarpeetonta valvoa kaikkia laitoksia yksittäin. Hälytyssivun ansiosta voidaan reagoida nopeasti laitoksien hälytyksiin, minkä jälkeen voidaan avata kyseisen laitoksen oma SCADA-näkymä. Näkymältä voidaan tarkastella laitosta yksityiskohtaisemmin, ja tarvittaessa soitetaan laitostyöntekijä paikalle. LK159:n SCADA-ohjelmistona on käytetty Schneider Electricin Citectia (kuva 4)



Kuva 18. Kuva keskusvalvomosta.

## 5 Yhteenveto

Työ oli minulle työurani ensimmäinen projektiluontoinen työ, jonka tein alusta loppuun insinööritehtävissä. Projektin oli minulle antoisa monipuolisen ja käytännöllisen työkokemuksen kannalta. Projektissa sai hyvää työkokemusta niin HW-puolesta kuin SW-puolesta. Kokemusta kertyi myös SCADA- ja PLC-ympäristöstä, tiedonsiirrosta sekä SA-piirikaavioiden sekä järjestelmäkaavion tekemisestä.

Projektissa päästiin täydellisesti tavoitteisiin, eli päästiin eroon epääjantasaisesta logiikasta sekä HMI:stä, jotka eivät enää olleet ajantasaisia. Ne korvattiin modernilla ja kestäväällä ratkaisulla. Projektissa saatiin myös paranneltua SCADA-ohjelmaa. Myös laitoksen SA-dokumentaatio (Sähkö/Automaatio) on nyt ajantasainen sekä se on saatavilla laitoksella fyysisesti että pilvessä digitaalisesti. Lisäksi keskusvalvomon ja laitoksen tietoliikenneyhteys välinen tuotiin 2020-luvulle uudella Ethernet -pohjaisella 4G-yhteydellä, joka on suojattu palomuurilla.

Insinööriyön kohteen kaltaisilla laitoksilla automaation merkitys on suuri, sillä laitoksen toiminta nojaa täysin automaatioon sekä etävalvontaan. Siksi automaation ajantasaisuus on oleellista, joten saneeraus oli käytännöllinen sekä tarpeellinen. Kaiken kaikkiaan laitos on nyt modernilla ja hyvällä tasolla logiikkasaneerauksen myötä.

## Lähteet

IEC61508:2010. Sähköisten/ Elektronisten/ Ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus. International Electrotechnical Commission.

NIS2-direktiivi, 2022/2555. Liikenne- ja viestintäministeriö.

Modbus Organization. 2024. Verkkoaineisto. <<https://modbus.org/>>. Luettu 18.9.2024.

Painelaitelaki 1144/2016. Työ- ja elinkeinoministeriö.

Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta 1549/2016. Työ- ja elinkeinoministeriö.