



Hanad Yasin

Semi-reaktorin asennusohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

8.1.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Hanad Yasin
Otsikko:	Semi-reaktorin asennusohje
Sivumäärä:	54 sivua + 3 liitettä
Aika:	8.1.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	koneautomaatio
Ohjaajat:	Heikki Paavilainen, Lehtori Risto Laine, VP Manufacturing Equipment

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Canatu Oy, ja työ tehtiin Canatun omassa asennus- ja tutkimuslaitoksessa Vantaalla. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Canatun Semi-reaktorille käyttöönotto- ja asennusohje, joka helpottaa asentajien työtä merkittävästi varmistamalla laitteen turvallisen asennuksen ja käyttöönoton.

Työn aikana suoritettiin laaja-alainen tutkimus Semi-reaktorin eri laitteiden ominaisuuksista ja koottiin laitteiden tuomat mahdolliset hyödyt asentajien näkökulmasta. Näiden pohjalta luotiin kattava ohjeistus, jossa huomioidaan laitteen eri komponenttien optimaalinen asennusjärjestys ja tarvittavat turvallisuustoimenpiteet. Canatu voi hyödyntää tuotettua ohjetta tulevaisuudessa kaikissa Semi-reaktorin asennuksissa.

Toteutetun opinnäytetyön tuottama ohjeistus antaa Canatulle käyttövalmiin ja selkeän pohjan tuleviin Semi-reaktorin asennusprojekteihin. Ohjeistus mahdollistaa asentajille sujuvamman ja tehokkaamman työskentelyn, mikä edelleen parantaa laitteiden toimintavarmuutta ja käyttökokemusta

Canatu voi jatkossa hyödyntää tätä opinnäytetyön tuloksena syntynyttä ohjetta kaikissa Semi-reaktorin asennusprojekteissaan, mikä tehostaa Canatun toimintaa ja varmistaa laitteiden optimaalisen suorituskyvyn ja turvallisuuden.

Avainsanat: Semi-reaktori, PLC,

Abstract

Author: Hanad Yasin
Title: Semi-reactor Installation Instructions
Number of Pages: 54 pages + 3 appendices
Date: 8 January 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Degree Programme in Mechanical Engineering
Professional Major: Machine Automation
Supervisors: Heikki Paavilainen, Lecturer
Risto Laine, VP Manufacturing Equipment

The commissioner of this thesis was Canatu Oy, and the work was conducted at Canatu's own installation and research facility in Vantaa. The aim of the thesis was to create an installation and commissioning guide for Canatu's Semi-Reactor, which significantly facilitates the work of installers by ensuring the safe installation and commissioning of the device.

During the project, a comprehensive study was conducted on the various components of the Semi-Reactor and their characteristics, gathering all possible benefits from the installer's perspective. This resulted in the creation of a comprehensive set of instructions that take into account the optimal installation sequence of the different components and the necessary safety measures.

The guide produced in this thesis provides Canatu with a ready-to-use and clear reference for future Semi-Reactor installation projects. The guide enables installers to work more smoothly and efficiently, further enhancing the reliability and user experience of the devices.

In the future, Canatu can utilize this guide, which emerged as a result of this thesis, in all their Semi-Reactor installation projects, thereby streamlining Canatu's operations and ensuring the optimal performance and safety of the devices.

Keywords: Semi-reactor, PLC

Sisällys

1Johdanto	1
2Semi-reaktorin esittely	3
3Semi-reaktorin asennus	6
3.1Nykytilanne	6
3.2Semi-reaktorin asennusohjeen synty	7
3.3Tarvittavat työkalut asennusta varten	9
3.4Turvallisuus	9
3.5Asennusaikataulu pääpiirteittäin	11
3.5.1Ensimmäisen reaktorin rungon asennus	11
3.5.2Rungon asennusvaiheet	12
3.5.3Toisen reaktorin rungon asentaminen	32
3.6Turvallisuutta edistävät asiat	40
3.6.1Kaiteiden merkitys turvallisuudelle	40
3.6.2Osien kiristyksen varmistus	41
3.6.3Tarkastus- ja arviointivaihe	42
4Semi-reaktorin sähkökaapelit ja pääreitit	44
4.1Kaapelinippujen merkitseminen	44
4.2Systemaattinen ja turvallinen sähkötyö: Keskusasennuksen vaiheet ja prosessit	45
4.3Sähkö- ja automaatiojärjestelmien keskeiset komponentit teollisuusreaktorissa	47
5Tulokset ja yhteenveto	52
Lähteet	53
Liitteet	
Liite 1: Asennukseen tarvittavat työkalut	
Liite 2: Asennusaikataulu	
Liite 3: Asennusohje	

Lyhenteet

Laitekaappeja:

GP1,GP2: Gas panel 1, Gas panel 2.

PC1: Pneumatic cabinet.

Automaation ohjauskoteloita:

IMR1: Interface module reactor. Logiikan hajautus, jossa IO-pisteitä.

MC1: Main cabin. Automaation pääkaappi.

VSTF1: Reaktoriuunin toimittajan käyttämä tunnus ohjauskeskukselle.

SMC: Pneumatiikan toimittaja.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda toimeksiantajayritykselle, Canatu Oy:lle, asennus- ja käyttöönotto-ohje Semi-reaktorille, sillä tällaista ohjetta ei yrityksessä ole ollut olemassa. Ohjeen tavoitteena on tarjota Canatun asentajille selkeä ja kattava ohjeistus laitteen turvalliseen asennukseen ja käyttöönottoon. Tämä on ensiarvoisen tärkeää, jotta laitteen käyttöönotto tapahtuu virheettömästi ja turvallisesti, vähentää mahdollisia riskejä ja varmistaa laitteen oikeanlaisen toiminnan.

Canatun asentajien työskentely helpottuu merkittävästi, kun heillä on käytössään selkeä ja yksityiskohtainen ohjeistus Semi-reaktorin asentamiseen ja käyttöönottoon. Tämä säästää aikaa ja vaivaa sekä vähentää mahdollisten virheiden riskiä asennusprosessissa. Lisäksi ohjeistus varmistaa, että laitteen toiminta on luotettavaa ja turvallista sen käyttöönoton jälkeen.

Canatu perustettiin vuonna 2004 Espoossa. Yritys työllistää tällä hetkellä hieman yli 100 henkilöä ja kasvaa vuosi vuodelta. Yrityksen juuret juontavat Aalto-yliopiston Nanotiedekeskuksen tutkimustyöhön, jossa kehitettiin hiilinanoputkiin perustuvia materiaaleja. Canatun perustajilla onkin vankka osaaminen nanomateriaaleista ja niiden sovelluksista.

Canatu on eturivin toimija hiilinanoputkitekniikan kehittämisessä, mikä tulee mullistamaan useita teollisuudenaloja. Yrityksen innovatiivinen hiilinanoputkitekniikka (Canatu CNT) on kehitystasoltaan huippuluokkaa. Siinä on hyödynnetty prosessia, joka takaa teknologian monipuolisen ja luotettavan suorituskyvyn myös vaativissa korkean teknologian sovelluksissa. Canatu tekee yhteistyötä edelläkävijäyritysten kanssa ja luo uudenlaisia ratkaisuja nano-hiilestä käsin. Yhtiö tarjoaa tuotteita painottaen erityisesti auto- ja puolijohdeteollisuutta, kuten kuljettajaa avustavien ADAS-järjestelmien optisia pintoja lämmittäviä ohutkalvoja, 3D-kosketusantureita sekä äärimmäisen ultraviolettia (EUV) hyödyntäviä nanohiilisuodattimia. Canatun pääkonttori (kuva 1) sijaitsee Suomessa, ja sillä on myyntitoimistot Yhdysvalloissa, Japanissa ja

Taiwanissa. Yhtiö on osallistunut aktiivisesti erilaisiin teknologiahankkeisiin, ja sillä on omistuksessaan useita alansa liittyviä patenteja. [1.]

2 Semi-reaktorin esittely



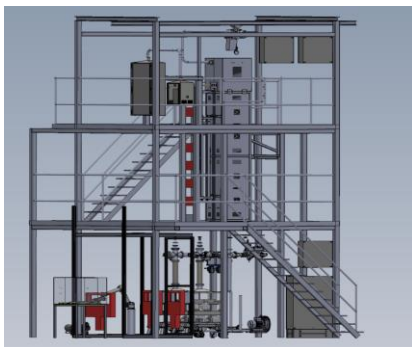
Kuva 1. Canatun toimisto ja tuotantotilat.

Canatu Semi-reaktori on suunniteltu valmistamaan hiilinanoputkia pellikkeli valmistukseen.

Canatu Semi-reaktorin kokonaiskulutus on 40 kW 60 Hz:

- Teho jaetaan alisähkökeskuksiin
- Alisähkökeskukset jakavat virran varsinaisille laitteille liitännöinä [2].

Canatu Semi-reaktoriklusteri (kuva 2) on kooltaan 7200 (K), 5000 (L) ja noin 3600 (P) millimetriä [2].



Kuva 2. Canatu Semi-reaktoriklusteri.

Canatu Semi-reaktori sijaitsee ISO 5 -luokitellussa ympäristössä. ISO 5 on kansainvälisen standardin ISO 14644-1 mukainen puhdastilan luokitus, joka tarkoittaa äärimmäisen puhdasta ympäristöä eli reaktoritila on äärimmäisen puhdas ja täyttää tarkimmat puhtausvaatimukset. Reaktorin käyttö tapahtuu puhdastilassa, mikä takaa optimaalisen ympäristön herkille tuotantoprosesseille. [3.]

Canatun CNT-keräyskehukset ovat olennainen osa tuotantoprosessia. Ne asetetaan ja poistetaan huolellisesti robotin avulla. Järjestelmä on automatisoitu, mikä takaa tarkan ja toistettavan prosessin. Robotin ohjaus ja valvonta ovat kriittisen tärkeitä, jotta varmistetaan virheetön toiminta.

Robotin ohjaus tapahtuu kokeneen operaattorin toimesta puhdastilassa.

Canatu Semi-reaktoriklusteri on kriittinen osa tuotantoprosessia, ja sen moitteeton toiminta vaatii säännöllistä huoltoa ja ylläpitopalveluja. Huollon tai palvelun aikana reaktoria ei voida pitää normaalissa käyttötilassa, mikä korostaa huoltotoimenpiteiden merkitystä laitoksen sujuvan operoinnin varmistamiseksi.

Prosessikaasujen virtaaminen on olennainen osa reaktoriklusterin toimintaa. Kaasut liikkuvat laitoksen säätimistä Canatun kaasukaappiin ja kammioiden huuhtelutarkoituksiin. Tällä varmistetaan, että oikeat kaasut ovat saatavilla prosessin eri vaiheissa. [4]

Myös reaktoriklusterin ilmanvaihtojärjestelmät on suunniteltu huolella. Kaasu- ja katalyyttikaappien on oltava hyvin ilmastoidut, jotta kaasujen käsittely tapahtuu optimaalisesti. Injektorikaapin on poistettava lämpöä tehokkaasti, ja myrkyllisten kaasujen poistojärjestelmät, kuten ohituslinja, ylipainelinja ja kammioiden poisto, on suunniteltu varmistamaan kaasujen turvallinen käsittely.

Reaktorin lämpötila voi kohota aina 1100 °C:een, mikä asettaa omat vaatimuksensa prosessin hallinnalle ja turvallisuudelle. Siemensin ohjelmoitavan logiikan (engl. programmable logic controller, myöh. PLC) turvallisuusjärjestelmän interlock-toiminto mahdollistaa reaktoriklusterin tarkan ohjauksen ja valvonnan. Kaikki alitoiminnot ovat orjia pää-Siemensin turvallisuus-PLC:lle, mikä takaa integroidun ja turvallisen käytön.

Reaktoriklusteria käytetään intuitiivisella ihmisen ja koneen välisellä käyttöliittymällä eli HMI:llä (engl. human machine interface). HMI toimii ohjeena, joka määrittää prosessikaasujen virtauksen, ja kaasuvirtoja ohjataan tarkasti massavirtasäätimillä. Tiedonvienti Siemensin PLC:llä on osa tätä tarkkaa ohjausjärjestelmää.

Lisäksi reaktoria voidaan ohjata etänä TosiBoxin kautta. Tämä mahdollistaa turvallisen VPN-etävianmäärityksen ja päivitysten suorittamisen etänä, mitkä ovat olennaisia osia laitoksen ylläpitotoimenpiteistä.

Canatun turvallisuus-PLC:llä on erilaisia käyttötasoja, jotka mahdollistavat eri toiminnot, kuten normaalin käytön, parametrien asettamisen ja muuttamisen, huollon ja Canatu-administraattoritoiminnot. Tämä monitasoinen käyttöoikeusjärjestelmä takaa, että jokainen toiminto suoritetaan oikein ja turvallisesti. [5]

3 Semi-reaktorin asennus

3.1 Nykytilanne

Semi-reaktorin asennusohjetta ei ole ollut aikaisemmin Canatu Oy:ssä, mikä korostaa laadinnan merkitystä. Ohjeen laatiminen on ollut poikkeuksellisen tärkeää, kun otetaan huomioon, että se täyttää aukon yrityksen sisäisessä tiedonhallinnassa ja varmistaa, että Semi-reaktorin asennusprosessi toteutetaan standardoidusti ja virheettömästi tulevaisuudessa.

Semi-reaktorin asennusohje on välttämätön Canatu Oy:lle seuraavista syistä:

Ensinnäkin, ohje tarjoaa sisäisille ja asiakkaiden asentajille selkeän ja yhdenmukaisen ohjeistuksen, edistään asennusprosessin tehokkuutta ja vähentäen virheiden riskiä. Toiseksi, se mahdollistaa asiakkaiden omien asentajien sujuvan Semi-reaktorin asennuksen, mikä lisää asiakastyytyväisyyttä ja vahvistaa yrityksen mainetta luotettavana toimijana. Lopuksi, ohje luo perustan yrityksen sisäisen tiedonhallinnan kehittämiseksi, varmistaen, että asennusosaaminen säilyy ja on jaettavissa organisaation sisällä.

Miten Semi-reaktorin asennusohjeet toimivat:

Ohjeessa määritellään ensin tarvittavat esivalmistelut, kuten työtilan valmistelun, tarvittavien työkalujen ja materiaalien kokoamisen sekä turvallisuusnäkökohdat. Seuraavaksi ohje sisältää vaiheittaiset ohjeet.

Lisäksi ohje sisältää ohjeet Semi-reaktorin jälkiasennustestaukseen ja laadunvarmistusprosesseihin varmistaen, että asennus on suoritettu oikein ja laite toimii odotetusti.

Viimeiseksi, ohje sisältää tarvittavat huolto-ohjeet, jotka tukevat laitteen pitkäaikaista käyttöä ja ylläpitoa. Näillä ohjeilla varmistetaan, että Semi-

reaktorin asennus sujuu systemaattisesti, tehokkaasti ja virheettömästi, tukien samalla yrityksen sisäistä osaamista ja laitteen pitkäaikaista suorituskykyä.

3.2 Semi-reaktorin asennusohjeen synty

Asennusohjeen laatiminen on perustunut aktiiviseen osallistumiseen ja seurantaan koko Semi-reaktorin asennusprosessin ajan. Tämä työskentelytapa, joka valittiin, oli osoittautunut arvokkaaksi, sillä se oli mahdollistanut ohjeen luomisen käytännön kokemuksen pohjalta. Osallistuminen itse asennusprosessiin on tarjonnut tilaisuuden havainnoida konkreettisesti jokaista asennusvaihetta.

Olemalla mukana asennustyössä, on saatu syvälinen käsitys siitä, mitä jokaisessa vaiheessa tapahtuu. Tämä käytännön näkökulma on tuonut arvokasta tietoa siitä, miten työkalut ja varusteet integroituvat asennusprosessiin. Samalla on voitu tarkastella erilaisia vaihtoehtoja ja tehdä harkittuja valintoja ohjeen sisällöstä.

Tämä käytännön osallistuminen ei ainoastaan vahvista asennusohjeen teknistä luotettavuutta, vaan myös mahdollistaa käyttäjäystävällisen ja käytännönläheisen ohjeen laadinnan. Asennusprosessin seuraaminen läheltä antaa mahdollisuuden tuoda esille yksityiskohtia ja hienovaraisuuksia, jotka saattavat muuten jäädä vähemmälle huomiolle.

Tämä lähestymistapa, jossa ohjetta ei ole luotu ainoastaan kirjoituspöydän ääressä, vaan osallistumalla itse asennustyöhön, on tuonut ohjeeseen syvyyttä ja laajuutta. Se on myös vahvistanut ohjeen kykyä vastata todellisiin haasteisiin ja tarpeisiin, mikä tekee siitä käytännönläheisen ja tehokkaan työvälineen Semi-reaktorin asennusprosessissa.

Ohjeen laatiminen on perustunut myös laajaan tutkimukseen, johon sisältyy haastatteluja projektipäällikön, asentajien, tavarantoimittajien sekä Canatun

sisäisen materiaalin parissa. Tämä monipuolinen lähestymistapa on mahdollistanut kattavan näkemyksen asennusohjeen tärkeistä näkökohdista.

Seuraavassa luvussa tullaan syventymään Semi-reaktorin asennusprosessiin ja siihen liittyviin keskeisiin näkökohtiin. Luvussa käsitellään ensisijaisesti tarvittavia työkaluja asennuksen suorittamiseksi. Työkalujen valinta perustuu huolelliseen suunnitteluun.

Turvallisuus on luvussa etualalla, ja siinä käsitellään kattavasti turvallisuusvaatimuksia, -protokollia ja -toimenpiteitä, jotka on otettu huomioon koko asennusprosessin ajan. Turvallisuus on ensisijainen prioriteetti Semi-reaktorin asennuksessa, ja luku tarjoaa syvällisen käsityksen siihen liittyvistä näkökohdista.

Asennusaikataulu pääpiirteittäin -osio antaa lukijalle yleiskuvan Semi-reaktorin asennusaikataulusta. Aikataulu jaetaan useisiin vaiheisiin, kuten ensimmäisen reaktorin rungon asennukseen ja toisen reaktorin rungon asentamiseen, tarjoten selkeän käsityksen asennusprosessin vaiheittaisesta etenemisestä.

Turvallisuutta edistävien asioiden osiossa käsitellään monipuolisesti turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Näitä ovat muun muassa kaiteiden merkitys turvallisuudelle, osien kiristyksen varmistus, tarkastus- ja arviointivaihe sekä reaktorin uunin asennus turvallisuusnäkökulmasta. Näiden asioiden käsittely on olennainen osa varmistettaessa asennusprosessin sujuvuus ja työntekijöiden turvallisuus.

Korostettava on, että tässä opinnäytetyössä esitellyt näkökulmat edustavat Semi-reaktorin asennusohjeen keskeisiä elementtejä. Itse varsinaista asennusohjetta ei ole tuotu esiin salassapitovelvoitteen vuoksi, ja tietyt yksityiskohdat on tarkoituksellisesti rajoitettu. Ohjeen perimmäisenä tavoitteena on toimia abstraktina korkean tason suuntaviivana koko asennusprosessin ajan. Tämän huolellisesti rajoitetun julkisuuden taustalla on pyrkimys säilyttää Canatun liikesalaisuudet ja varmistaa ohjeen luottamuksellisuus. Ohjeen sisältämät pääkohdat on tiivistetty tässä opinnäytetyössä tarjotaksemme

yleisluontoisen katsauksen asennusprosessin suunnasta, säilyttäen samalla välttämättömän varovaisuuden ohjeen tiettyjen osien julkaisemisessa.

3.3 Tarvittavat työkalut asennusta varten

Asennukseen tarvittavat työkalut on esitetty työn erillisessä liitteessä (liite 1).

3.4 Turvallisuus

Rungon asennuksessa on useita turvallisuusriskejä, joita on tärkeää huomioida ja hallita asianmukaisesti. Näihin kuuluvat muun muassa seuraavat tekijät:

1. **Nosto- ja siirtolaitteiden käyttö:** Rungon asennuksessa tarvitaan nostolaitteita ja muita siirtolaitteita. On tärkeää varmistaa, että ne ovat asianmukaisesti tarkastettuja, huollettuja ja käyttökuntoisia. Lisäksi nostolaitteiden käyttäjien tulee olla koulutettuja ja päteviä käyttämään niitä turvallisesti.
2. **Liukkaat pinnat:** Asennustyö saattaa vaatia työskentelyä korkealla tai liukkailla pinnoilla. Työntekijöiden tulee käyttää asianmukaisia liukuestepohjallisia ja muita suojavaarusteita, mitkä auttavat vähentämään liukastumis- ja kaatumisriskejä.
3. **Liikkuvat osat ja puristumisvaarat:** Rungon osat voivat liikkua. On tärkeää olla tietoinen liikkuvista osista ja noudattaa varovaisuutta työskennellessä lähellä niitä. Tarvittaessa käytetään turvallisuuskaiteita ja muita suojalaitteita.
4. **Materiaalien ja työkalujen oikea käyttö:** Työntekijöiden tulee käyttää oikeita materiaaleja ja työkaluja rungon asennuksessa. Vääränlaiset tai huonokuntoiset työkalut voivat aiheuttaa vaaratilanteita.
5. **Henkilösuojaimet ja turvallisuusvarusteet:** Työntekijöiden tulee käyttää asianmukaisia henkilösuojaimia, kuten kypärää, suojalaseja,

kuulosuojaimia ja suojakäsineitä. Näiden varusteiden tarkoituksena on suojata työntekijöitä mahdollisilta vammoilta ja vaurioilta.

6. **Ensiaputaitojen tuntemus:** Työntekijöiden tulisi olla tietoisia perusensiaputaidoista ja tietää, miten toimia hätätilanteissa. Lisäksi työmaalla tulee olla asianmukaiset ensiapuvälineet ja -tilat.

Lisäksi on syytä huomioida myös alla esitetyt tekijät, jotka eivät sinänsä ole niin riskipitoisia, mutta jotka ovat kuitenkin merkityksellisiä asennustyön turvallisuuden kannalta.

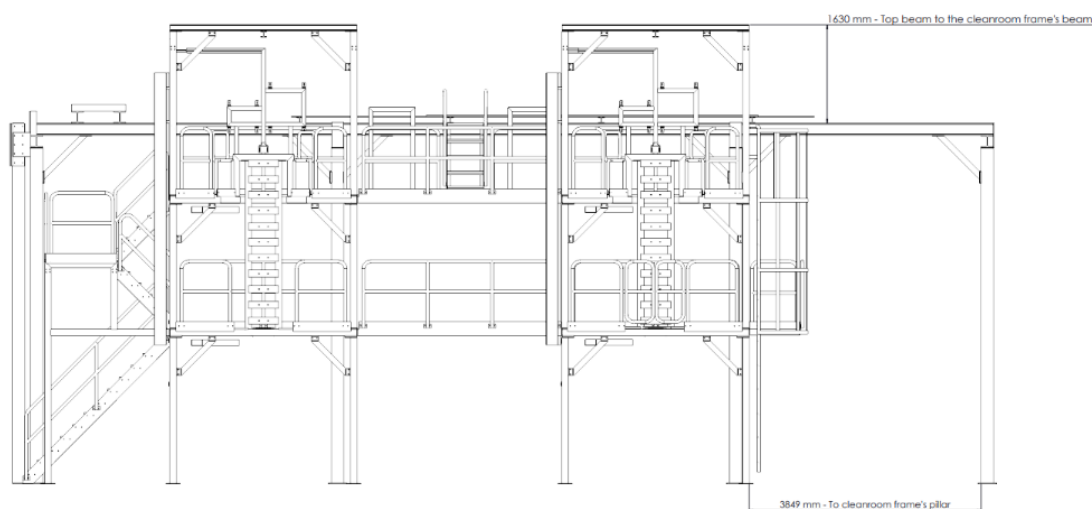
7. **Työskentelyolosuhteet:** On ensiarvoisen tärkeää varmistaa, että työskentelyalueella on asianmukainen ilmanvaihto ja valaistus. Tämä edistää työskentelyn turvallisuutta ja tehokkuutta.
8. **Viestintä:** Selkeä ja avoin viestintä työntekijöiden kesken sekä tarvittaessa asiakkaan tai valvojan kanssa, on ratkaisevan tärkeää. Tällä tavoin varmistetaan, että kaikki ymmärtävät tehtävänsä ja mahdolliset turvallisuusohjeet.
9. **Työskentelyergonomia:** On välttämätöntä, että työntekijät käyttävät oikeita työasentoja ja nostotekniikoita, jotta vältettäisiin mahdolliset rasitusvammat.
10. **Järjestys ja siisteys:** Työmaan ylläpito siistinä ja järjestyksessä on merkittävää kompastumisten ja muiden vaaratilanteiden ennaltaehkäisemiseksi.
11. **Valvonta ja seuranta:** Työmaan jatkuvan tarkkailun kautta on varmistettava, että kaikki noudattavat turvallisuusohjeita. Tarvittaessa on annettava lisäohjeita tai tehtävä korjauksia

3.5 Asennusaikataulu pääpiirteittäin

Asennusaikataulu on esitetty työn erillisessä liitteessä (liite 2).

3.5.1 Ensimmäisen reaktorin rungon asennus

Reaktorin rungon asentaminen on kriittinen vaihe reaktorin rakentamisessa. Ensin siinä varmistetaan, että reaktorin rungon etäisyydet ovat oikeat: 3489 millimetriä puhdastilan rungon pilarille, 1630 millimetriä yläpalkista puhdastilan rungon palkkiin sekä 220 millimetriä puhdastilan rungon etupilarille (kuva 3).



Kuva 3. Rungon etäisyydet pilareista.

Kun reaktorin runko asennetaan, tulee huolehtia turvallisuudesta.

Työntekijöiden on käytettävä asianmukaisia suojarusteita ja noudatettava kaikkia turvallisuusmääräyksiä. Lisäksi on varmistettava, että nostolaitteet ja muu tarvittava varustus ovat asianmukaisesti tarkastettuja ja hyväksytyjä käyttöön.

Asennuksen aikana on tärkeää varmistaa, että reaktorin runko on tukevasti paikoillaan ja kaikki liitokset ovat asianmukaisesti kiristettyjä. Lisäksi on syytä

tarkistaa säännöllisesti reaktorin rungon kunto ja tehdä tarvittavat korjaukset tai vahvistukset mahdollisten vaurioiden tai heikkojen kohtien havaitsemiseksi.

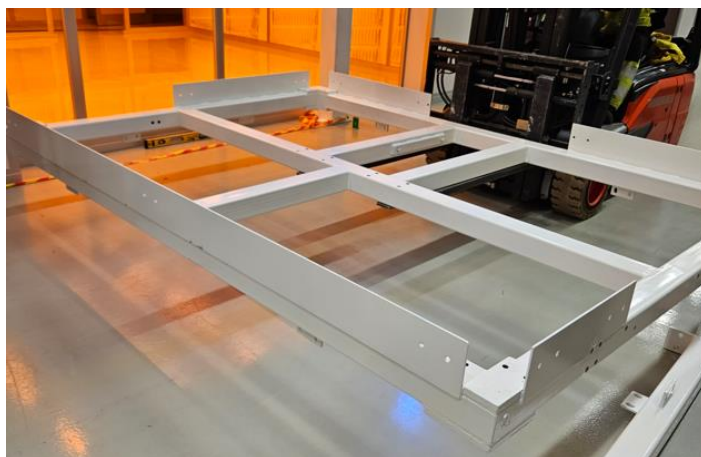
Turvallisuuden varmistamiseksi on myös huomioitava ympäristön puhtaus ja järjestys asennuksen aikana. Roskat ja ylimääräiset materiaalit tulee poistaa työalueelta säännöllisesti, ja mahdolliset vuodot tai vuotavat aineet on käsiteltävä asianmukaisesti.

3.5.2 Rungon asennusvaiheet

Vaihe 1: Päärungon asentaminen

Tarkempi ohje on nähtävissä työn liitteenä 3.

Ensimmäisessä vaiheessa keskitytään päärungon (kuva 4) asentamiseen tarkoin paikoilleen, mikä on olennainen osa rakennushankkeen toteuttamista. Tämä on kriittinen vaihe ja se luo perustan koko rakennelman teolle. Päärunko nostetaan paikalleen huolellisesti joko nosturilla tai trukilla, milloin se pysyy riittävässä korkeudessa odottaen neljän pilarin kiinnittämistä rungon alle.[6.]



Kuva 4. Päärunko.

Ennen asennusta päärunko käy läpi huolellisen tarkastuksen, jolla varmistetaan, että se täyttää kaikki tarvittavat tekniset standardit ja määräykset.

Tällä taataan, ettei päärungossa ole virheitä tai puutteita, jotka saattaisivat vaikuttaa sen vakauteen ja kestävyYTEEN.

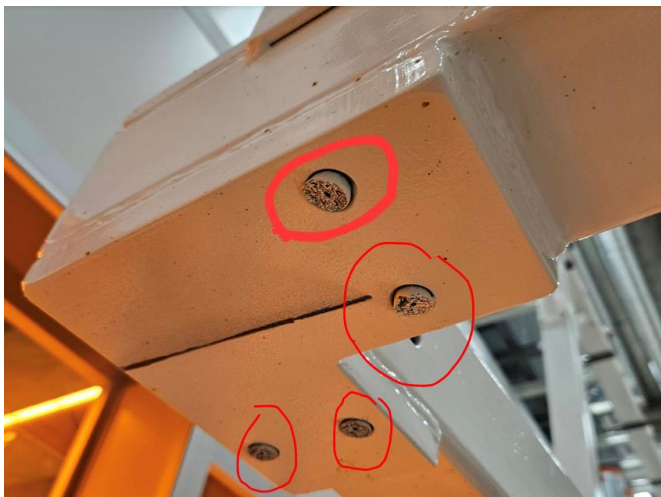
Kun päärunjon asennuspaikka on määritelty, se nostetaan varovasti paikalleen ja tuetaan, kunnes sen alle on kiinnitetty neljä pilaria. Tämä vaihe vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta, jotta päärunko sijoitetaan ja tuetaan oikeaan asentoon.

Neljä pilaria asetetaan päärunjon alle ja kiinnitetään siihen tiukasti. Pilarit ovat olennainen tukirakenteen osa ja varmistavat, että päärunko on riittävästi tuettu alhaalta päin. Näin asennettuna päärunko muodostaa vahvan ja luotettavan perustan, joka kestää rakennelman kuormituksen ja ylläpitää sen vakautta.

Tämä vaihe on olennainen rakennusprosessin alkuvaiheessa, sillä päärunjon oikeaoppinen asennus ja asianmukainen tukeminen ovat ratkaisevia koko rakennuksen pitkäaikaiselle vakaudelle ja kestävyydelle. Vaiheen onnistunut toteutus vaatii asentajilta hyvää ammattitaitoa ja teknistä osaamista.

Vaihe 2: Tulppien poisto

Toisessa vaiheessa keskitytään päärunjon reikien tulpittamisen purkamiseen. Nämä tulpat (kuva 5) asetetaan päärunjon reikiin kuljetuksen ajaksi estämään likaantumista tai naarmuja. Tulpat poistetaan huolella ja varovaisesti, jotta päärunko säilyy ehjänä ja on valmis seuraavia asennusvaiheita varten



Kuva 5. Päärungon tulpat.

Vaihe 3: Pylväiden asentaminen päärungon alle

Kolmannessa vaiheessa asennetaan pylväät päärungon alle. Tässä vaiheessa on huomioitava tarkoin, että päärunko ja kulmapilarit asennetaan oikeassa numerojärjestyksessä (kuvat 6 ja 7). Tämä varmistaa rakenteen eheyden ja kestävyuden, sillä jokaisella pilarilla on oma merkittävä roolinsa koko rakennelman vakaudelle. Pilarit asennetaan tiukasti ja tarkasti, ja niiden kiinnitysvaihe päärunkoon on olennainen vaiheen onnistumisen kannalta.

Päärungon ja pylväiden oikeaoppinen asentaminen luo perustan koko rakenteen eheydelle. Huolellinen asennusprosessi takaa, että jokainen pylväistä tukee päärunkoa parhaimmalla tavalla ja varmistaa rakenteen vakaan toiminnan pitkällä aikavälillä.



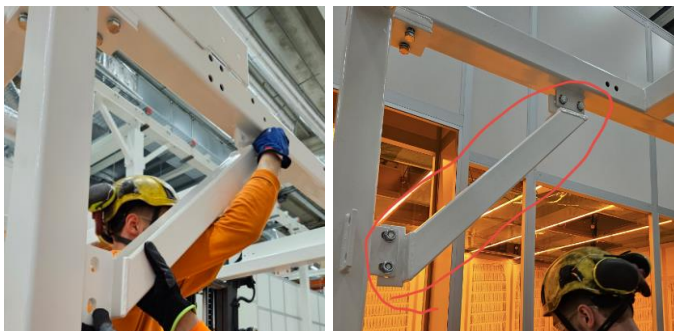
Kuva 6. Asentajat kantamassa pylvästä.



Kuva 7. Pilareiden numeroitu järjestys.

Vaihe 4: Vinotuen asentaminen päärunгон ja pilarin väliin

Kun kaikki neljä pilaria on asennettu päärunگون alle, siirrytään asentamaan päärunгон ja pilarin välistä vinotukea (kuva 8). Tämä on välttämätön vaihe, joka lisää rakenteen vakautta ja kestävyyttä. Vinotuki asennetaan tarkoin ja huolella, ja sen kiinnitys päärunگون ja pilariin tukee olennaisesti koko rakenteen vakautta.



Kuva 8. Päärungon ja pilarin tukirunko.

Vinotuen asennusvaihe on myös ratkaiseva rakennusprosessin jatkon kannalta. Vinotuen asianmukainen asennus vahvistaa päärungon ja pilarien yhteyttä, mikä on olennaista koko rakenteen vakaudelle ja toimintavarmuudelle. Asentajien tarkka työ on avainasemassa vaiheen suorituksessa, sillä se varmistaa, että vinotuki tukee rakenteen kuormitusta tehokkaasti ja kestävästi.

Vaihe 5: Rungon siirtäminen oikealle paikalle

Kun kaikki neljä pilaria on kiinnitetty tiukasti päärungon alle ja niiden välille on asennettu tukirunko (kuva 9), aloitetaan itse rungon siirtäminen paikalle, johon se on tarkoitettu asetettavan.



Kuva 9. Päärunko.

Tämä vaihe vaatii tarkkuutta ja osaamista, jotta rungon siirto tapahtuu mahdollisimman saumattomasti ja turvallisesti. Siirtoprosessissa käytetään ammattilaisten ohjaamaa nosturia, joka mahdollistaa tarkan hallinnan, ja varmistaa, että runko asettuu haluttuun sijaintiinsa täsmällisesti. On tärkeää, että rungon siirtäminen tapahtuu nosturilla, eikä esimerkiksi niin, että asentajat työntävät rungon paikoilleen käsivoimin. Rungon oikeaoppinen sijoittaminen on keskeistä koko rakenteen toiminnalle, ja vaihe on merkittävä edistysaskel rakennusprosessin etenemiselle.

Vaihe 6: Portaiden tukien nostaminen ja asettaminen

Edellisten asennusvaiheiden ja tarkastuksen jälkeen aloitetaan portaiden tukien nostaminen ja asettaminen oikeille paikoilleen (kuvat 10 ja 11). Tukia käytetään asennukseen kaksi kappaletta. Tämä vaihe vaatii tarkkuutta, sillä portaiden tukien oikeaoppinen asettaminen on keskeistä rakenteen vakaudelle ja toimivuudelle. Asentajat suorittavat vaiheen ammattitaitoaan hyödyntäen ja valvovat tarkasti tukien asettumista, jotta ne tukevat portaita asianmukaisesti ja mahdollistavat niiden turvallisen käytön. Portaiden tukien tarkka asentaminen tässä vaiheessa varmistaa, että koko rakennusprojekti etenee suunnitellusti ja turvallisesti.[6.]



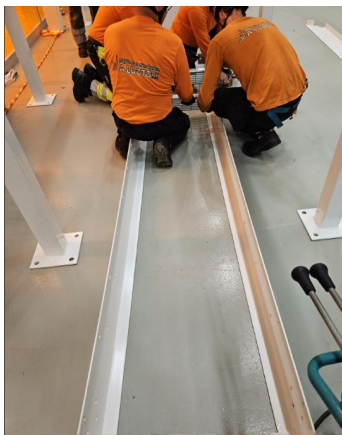
Kuva 10. Portaiden tuki.



Kuva 11. Portaiden tukien asentaminen.

Vaihe 7: Portaiden asentaminen

Kun portaiden tuki on saatu kiinnitettyä, siirrytään portaiden asentamiseen (kuvat 12–14). Portaita on kolme kappaletta: yksi pitkä ja kaksi lyhyttä. Asennus aloitetaan pitkästä portaasta, joka johdattaa rungon ensimmäiselle tasolle. Portaiden tarkka asentaminen on avainasemassa niiden turvalliselle käytölle ja toimivuudelle. Ammattilaiset varmistavatkin, että jokainen porras on tukevasti paikallaan ja ne muodostavat luotettavan kulkureitin rakenteen eri tasoille.



Kuva 12. Portaiden asennus.



Kuva 13. Pidemmän portaan kiinnitys runkoon.



Kuva 14. Portaiden kiinnitysruuvit: M12*30.

Vaihe 8: Ritiöiden asentaminen rungon ensimmäiseen kerrokseen

Tässä vaiheessa on kaikki työt tehty lattiatasolla ja siirrytään rungon ensimmäiseen kerrokseen. Jotta työskentely ensimmäisessä kerroksessa sujuu turvallisesti, nostetaan aluksi sen pohjaan ritiöt (kuvat 15 ja 16). Tämä nosto on suoritettava turvallisella ja asianmukaisella nostolaitteella [6]. Ritiöiden asentaminen luo vankan alustan, jonka päällä voidaan työskennellä ja liikkua ensimmäisen kerroksen alueella. Tämä vaihe on olennainen turvallisuustoimenpide, joka varmistaa, että työntekijät voivat suorittaa tehtävänsä turvallisesti ja tehokkaasti ensimmäisessä kerroksessa [7].



Kuva 15. Ritiön nosto rungon ensimmäiselle tasolle.



Kuva 16. Ritilä nostettu ensimmäiselle tasolle.

Vaihe 9: Toisen kerroksen pilarien sijoittaminen

Ensimmäisen kerroksen rungon valmistuttua siirrytään toisen kerroksen pilarien sijoittamiseen, joka on tehtävä tarkasti (kuvat 17–19).



Kuva 17. Pilarien pystytyskohta.



Kuva 18. Toisen kerroksen pilari.



Kuva 19. Pilarien neljä reikää ruuveille.

Vaihe 10: Kehikon sijoittaminen pilarirakenteiden päälle

Kun toisen kerroksen pilarit on pystytetty onnistuneesti, asetetaan niiden päälle kehikko (kuva 20). Tämä kriittinen vaihe suoritetaan tarkasti, mikä varmistaa kehikon asettelun oikein ja rakenteen vakauden. Kehikon sijoittaminen pilarirakenteiden päälle on keskeinen osatekijä, joka vaikuttaa rakenteen vakauteen ja huolehtii sen toiminnasta.



Kuva 20. Kehikko.

Vaihe 11: Vinotukien asentaminen

Kun kehikko on huolellisesti sijoitettu pilarirakenteiden päälle ja kiinnitetty tiukasti ruuveilla kehykseen, siirrytään vinotukien asentamiseen (kuva 21). Tämä tehdään, kuten aiemmin on kuvattu jo vaiheessa neljä. Vinotukien asentaminen on myös toisen kerroksen suhteen olennainen vaihe, millä vahvistetaan rakenteen kokonaisuutta ja tuetaan sen vakautta.



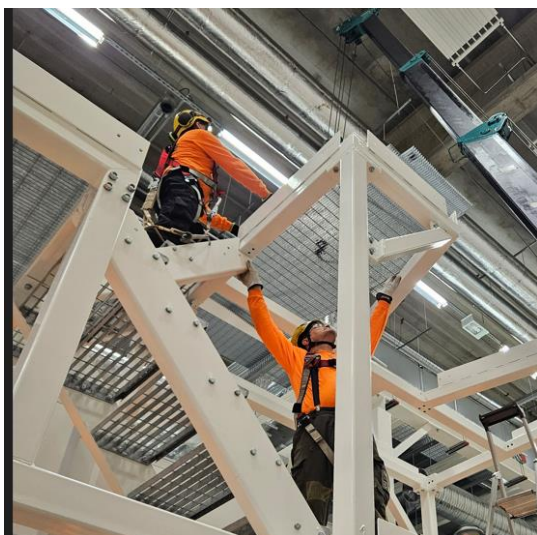
Kuva 21. Vinotuki.

Vaihe 12: Pienten portaiden ja välitasojen asentaminen

Kun toisen kerroksen pilarit, kehiöt, ritilät sekä vinotuki on sijoitettu paikoilleen ja kiristetty kevyesti, siirrytään asentamaan molemmat pienet portaat ja niiden välitaso (kuvat 22–24). Tämän jälkeen asetetaan ritilät välitasolle (kuva 25). Portaiden ja välitasojen asentaminen on tärkeä vaihe, joka luo rakenteeseen kulkureitin sen eri tasoille. Näiden tarkka asentaminen varmistaa, että portaat ovat tukevasti paikallaan ja välitaso tarjoaa turvallisen reitin liikkumiseen. Ritilöiden asettaminen paikoilleen täydentää rakenteen käytettävyyttä ja turvallisuutta.



Kuva 22. Pienempien portaiden asennus.



Kuva 23. Portaiden asennus valmiina.



Kuva 24. Välitaso.



Kuva 25. Ritilä asennettuna.

Vaihe 13: Kolmannen kerroksen pilarien pystyttäminen

Kolmannen kerroksen pilarit (kuva 26) pystytetään pareittain. Ensimmäisenä pystytetään kaksi pilaria, minkä jälkeen asennetaan reaktorin runko ja reaktorin tukirunko. Tämän jälkeen asennetaan loput kaksi pilaria. Tämä järjestys

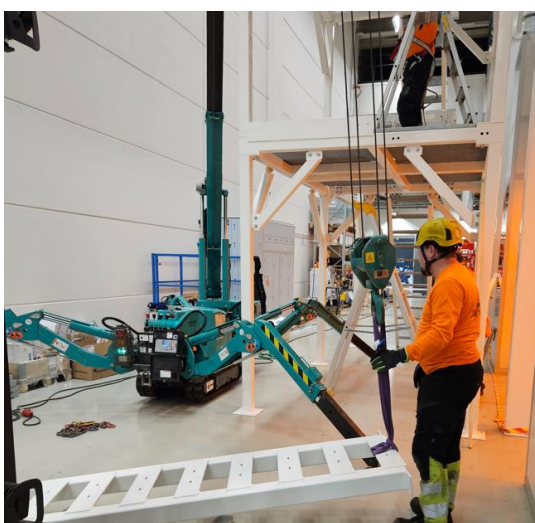
mahdollistaa riittävän työskentelytilan reaktorin rungon ja sen tukirungon asentamiselle (kuvat 27 ja 28). Jos kaikki neljä pilaria asennettaisiin yhtä aikaa, nosturilla ei voitaisi nostaa painavia reaktorin runkoa tai sen tukirunkoa, koska pilarit estäisivät nostamisen. Tämä vaihe on olennainen osa rakennusprosessia, ja sen asiantunteva toteutus varmistaa, että kaikki osat asentuvat paikoilleen sujuvasti ja turvallisesti (kuvat 29 ja 30).



Kuva 26. Kolmannen kerroksen pilari.



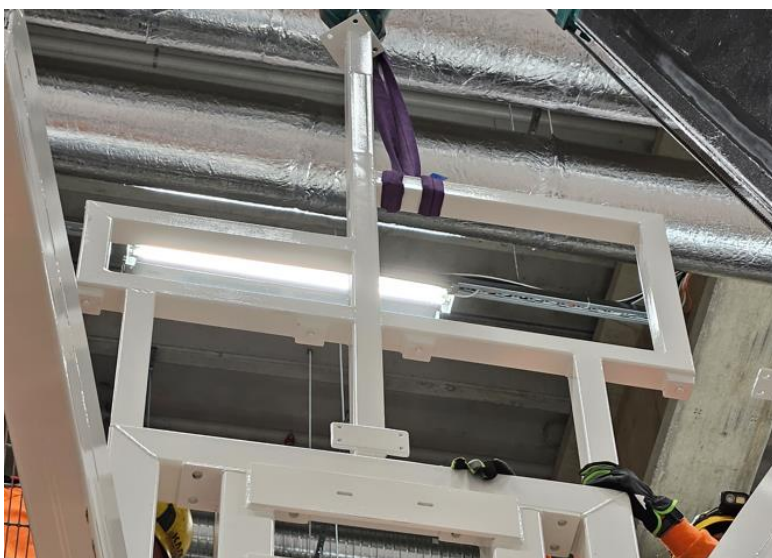
Kuva 27. Reaktorin uunin runko.



Kuva 28. Reaktorin runko nostovalmiina.



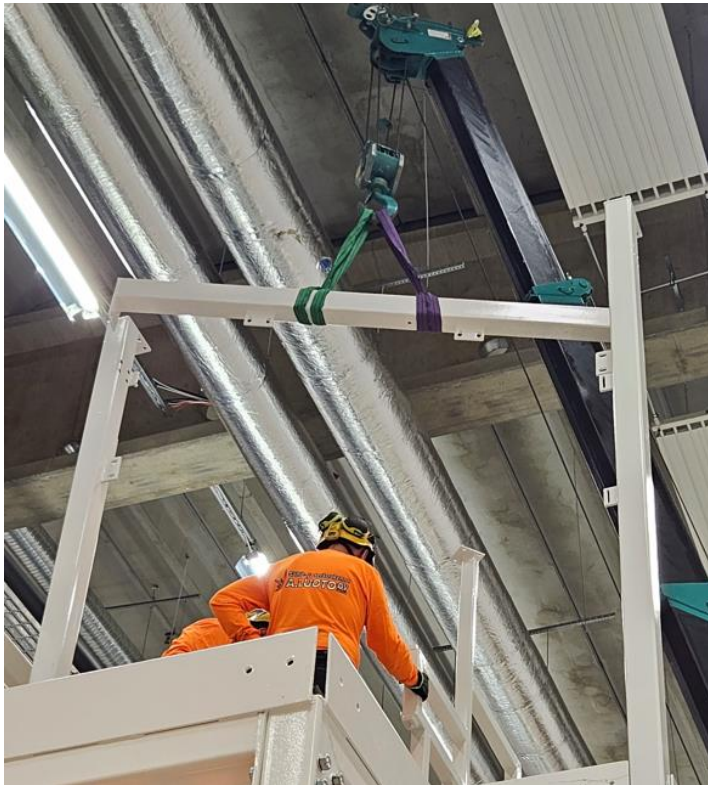
Kuva 29. Reaktorin runko valmiiksi asennettuna.



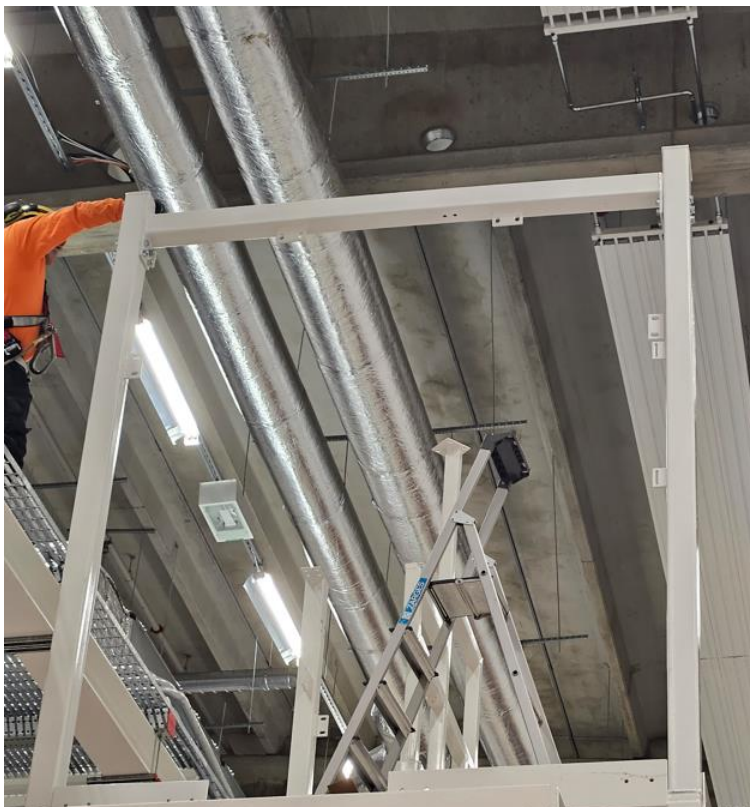
Kuva 30. Reaktorin tukirunko.

Vaihe 14: Vaakasuorien pilarien ja vinotukien asentaminen

Kun kaikki pilarit, reaktorin runko ja reaktorin tukirunko on asennettu, siirrytään asentamaan pilareiden vaakasuorat osat sekä vinotuet (kuvat 31–34). Tämä vaihe on olennainen rakenteen vakaudelle ja tukirakenteelle. Huolellinen asennus varmistaa, että kaikki osat ovat oikein paikoillaan ja tukevat rakennetta asianmukaisesti. Tämän vaiheen valmistuminen edistää merkittävästi rakennusprosessin etenemistä kohti suunniteltua lopputulosta.



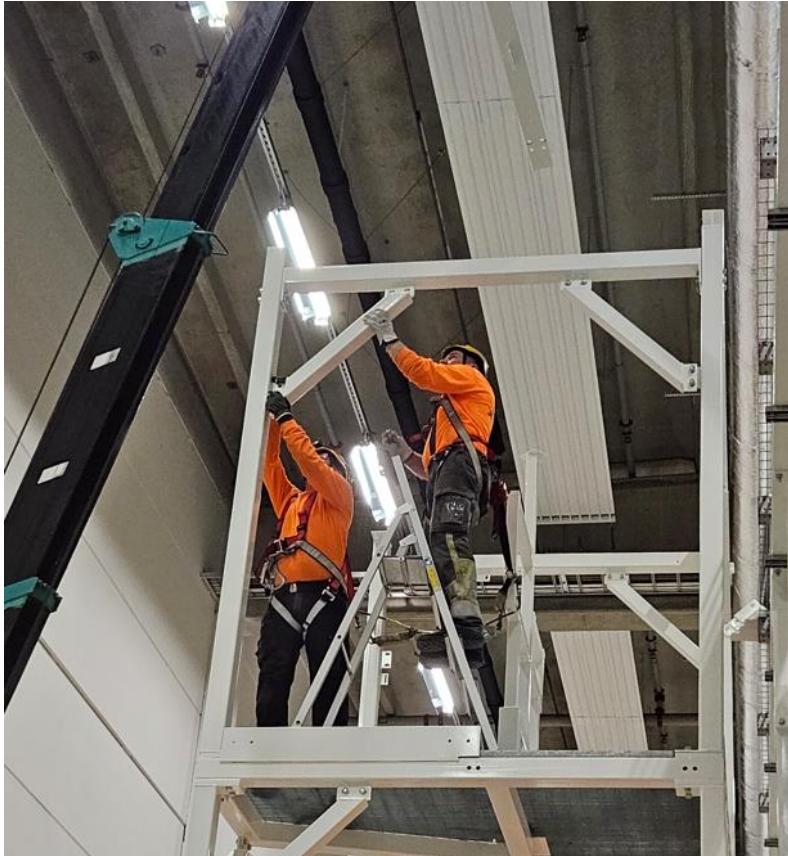
Kuva 31. Vaakasuora pilari.



Kuva 32. Vaakasuora pilari asennettuna.



Kuva 33. Vinotuki.



Kuva 34. Yhteensä neljä kappaletta vinotukia.

3.5.3 Toisen reaktorin rungon asentaminen

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan reaktorin rungolle tapahtuvaa asennusprosessia, jossa runko koostuu kahdesta reaktorista. Projektin edetessä ensimmäisen reaktorin runko valmistuu ensin, ja tämän jälkeen siirrytään toisen reaktorin rungon asennusvaiheeseen.

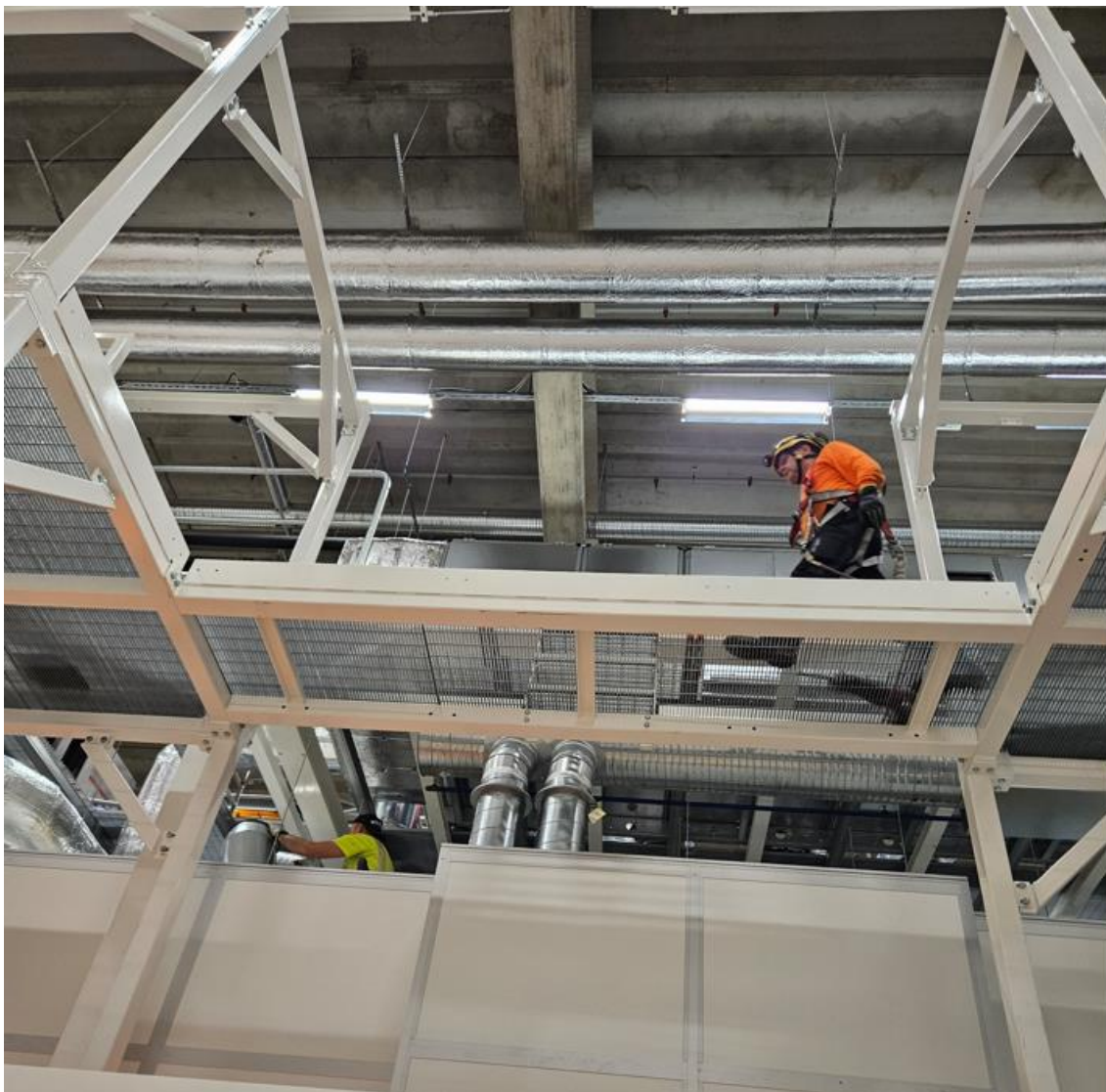
Keskiössä tässä vaiheessa on toisen reaktorin rungon asennusprosessi, joka tapahtuu samankaltaisesti kuin ensimmäisessä rungossa. Prosessit eroavat toisistaan siinä, että toiseen runkoon ei asenneta portaita. Lisäksi ensimmäinen ja toinen runko yhdistetään sillalla, jonka tarkoitus on helpottaa siirtymistä rungosta toiselle. Tämän lisäksi toisessa rungossa huomioidaan turvallisuusnäkökohdat, kuten hätäpoistumistie.

Toisen reaktorin rungon asennusprosessi

Toisen reaktorin rungon asennusprosessi noudattaa ensimmäisen rungon rakentamisen periaatteita. Rakennusvaiheessa käytetään samoja materiaaleja ja tekniikoita, mitkä varmistavat yhtenäisen ja turvallisen rakenteen molemmille reaktoreille. Se, ettei toiselle rungolle asenneta portaita, vaikuttaa rakennusprosessin dynamiikkaan ja lopputulokseen.

Sillan rooli yhdistävänä elementtinä

Siirtymistä ensimmäisen ja toisen reaktorin runkojen välillä mahdollistaa silta (kuvat 35 ja 36). Silta on suunniteltu kestäväksi rakenteiden massiivisen painon ja tarjoamaan turvallisen kulkureitin kahden reaktorin välillä. Sillan rakenteessa kiinnitetään erityistä huomiota sen kestävyys ja vakauden varmistamiseen, sillä silta on keskeinen osa kokonaisrakennelmaa.



Kuva 35. Reaktorin rungon silta alta kuvattuna.



Kuva 36. Rungon silta ylhäältä kuvattuna.

Hätäpoistumistie toisen rungon turvallisuudessa

Reaktorin turvallisuusvaatimukset ovat etusijalla, ja näiden takia onkin tärkeää asentaa hätäpoistumistie (kuva 37). Hätäpoistumistien suunnittelussa huomioidaan mahdolliset hätätilanteet, kuten tulipalot tai muut onnettomuudet, ja varmistetaan, että henkilökunnalla on tarvittaessa nopea ja turvallinen evakuointireitti.

Toisen reaktorin rungon asennusprojekti on olennainen osa laajempaa reaktorin asennushanketta. Vaikka asennusprosessi on pääpiirteissään samankaltainen kuin ensimmäisen reaktorin kohdalla, huomiota on kiinnitettävä erityisesti portaiden puuttumiseen ja sillan sekä hätäpoistumistien lisäämiseen toisen rungon rakenteeseen. Nämä tekijät yhdessä varmistavat tehokkaan ja turvallisen kokonaisuuden, mikä on välttämätöntä.



Kuva 37. Toisen reaktorin rungon hätäpoistumistie.

Kun toinen runko on saatu valmiiksi, on edessä merkittävänä vaiheena reaktorin nosturin asentaminen, mikä vaatii erityistä huomiota turvallisuuteen (kuvat 38–40). Nosturi on asennettava asianmukaisesti, millä varmistetaan, että reaktorin nostotoimet suoritetaan turvallisesti ja tehokkaasti.

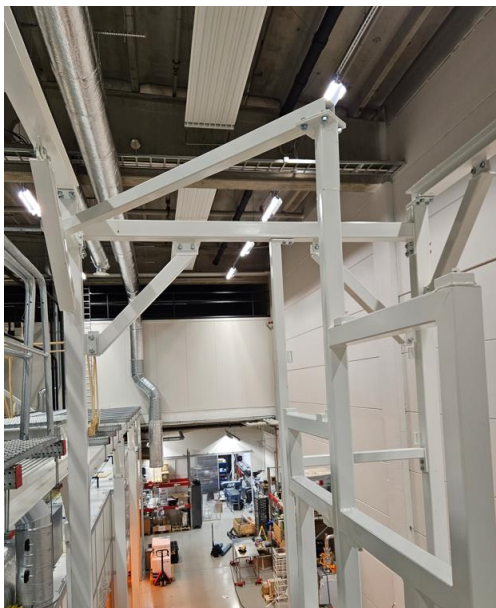
Turvallisuuskäytännöstä nosturin asentamiseen liittyy useita olennaisia tekijöitä. Ensin on tärkeää varmistaa, että nosturi on suunniteltu ja rakennettu noudattaen kaikkia voimassa olevia turvallisuusstandardeja ja -määräyksiä. Nämä käsittävät nosturin rakenteen luotettavuuden, käyttöparametrien turvallisuusmarginaalit sekä turvallisuusmekanismit, jotka varmistavat, että nosturin toiminta on ennustettavaa ja hallittua.

Lisäksi on otettava huomioon nosturin kokoaminen ja asentaminen itse reaktorin yhteyteen. On tärkeää, että asennustyöt suoritetaan pätevien ammattilaisten toimesta, joilla on kokemusta vastaavista tehtävistä. Nosturin kiinnittämisen tulee tapahtua tarkkuudella, noudattaen tarkasti valmistajan antamia ohjeita ja suosituksia.

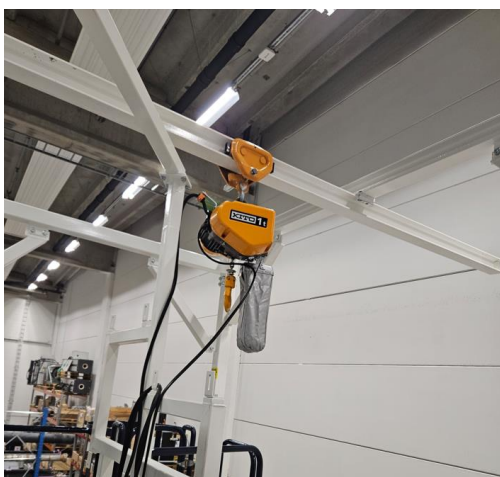
Nosturin turvallisuuteen liittyen on myös olennaista, että asennuksen aikana huomioidaan ympäristötekijät, kuten ulkoiset vaikutukset. Tällä varmistetaan, että nosturin toiminta ei ole alttiina mahdollisille vaaratilanteille.

Nosturin käyttö edellyttää asianmukaista koulutusta ja ohjeistusta. Henkilöstön on oltava tietoisia nosturin rajoituksista, turvallisuusohjeista ja hätätilanteisiin liittyvistä toimenpiteistä. Tämä varmistaa, että nosturin käyttö on turvallista ja mahdollisiin ongelmatilanteisiin voidaan reagoida nopeasti ja tehokkaasti.

Yhteenvetona voidaan todeta, että reaktorin nosturin asentaminen on monimutkainen prosessi, joka vaatii perusteellista suunnittelua, pätevien ammattilaisten osaamista ja jatkuvaa valvontaa turvallisuuskäytännöstä. Turvallisuus on ehdottoman tärkeää koko nosturin käyttöajan ajan, ja asianmukaisilla toimenpiteillä voidaan varmistaa, että nosturin toiminta on sekä tehokasta että turvallista.



Kuva 38. Nosturin asentaminen.



Kuva 39. Nosturi lähikuvassa.



Kuva 40. Nosturi.

3.6 Turvallisuutta edistävät asiat

3.6.1 Kaiteiden merkitys turvallisuudelle

Kaiteiden turvallisuus on olennainen osa reaktorin rakenteiden suunnittelua ja ylläpitoa (kuvat 41 ja 42). Niiden rooli on keskeinen erityisesti reaktorin rungon ylimmissä kerroksissa, joilla kaiteet tarjoavat työskenneltäessä suojan putoamiselta ja edistävät työntekijöiden turvallisuutta.

Etenkin reaktorin rungon yläosien kohdalla kaiteet ovat ensiarvoiset estäessään putoamisia työskenneltäessä korkeuksissa. Kaiteiden suunnittelussa on otettava huomioon paitsi niiden kestävyys ja lujuus, myös standardien ja määräysten noudattaminen. Kaiteiden on oltava riittävän korkeita ja vahvoja varmistaakseen, että ne kestävät työntekijöiden painon ja tarjoavat turvallisen tukipisteen.

Lisäksi kaiteiden sijoittelulla on keskeinen rooli, sillä ne on sijoitettava kattamaan kaikki mahdolliset putoamisvaarat. Suunnittelussa on huomioitava myös reaktorin erityispiirteet ja tarvittavat varotoimenpiteet. Kaiteet eivät ainoastaan suojele työntekijöitä putoamiselta, vaan ne myös varmistavat työskentelyn vakauden ja tehokkuuden.

Kaiteiden ylläpito on tärkeää niiden tehokkuuden säilyttämisessä. Säännölliset tarkastukset ja huollot ovat välttämättömiä varmistamaan, että kaiteet ovat edelleen kunnossa ja täyttävät turvallisuusstandardien vaatimukset. Tarkastuksissa havaitut kulumiset tai vauriot on korjattava välittömästi, jotta kaiteiden suojaava vaikutus säilyy ennallaan.

Lopuksi kaiteiden merkitys korostuu myös työntekijöiden turvallisuuskoulutukseen liittyen. Työntekijöiden on oltava tietoisia kaiteiden roolista ja noudatettava turvallisuuskäytäntöjä työskennellessään reaktorin

rungon ylimmissä kerroksissa. Tietoisuus kaiteiden merkityksestä vähentää putoamisriskiä ja edistää turvallista työympäristöä.



Kuva 41. Reaktorin kaiteet.



Kuva 42. Kaiteet asennettuina.

3.6.2 Osien kiristyksen varmistus

Reaktorin rakenteen valmistumisen (kuva 45) jälkeen siirrytään viimeiseen vaiheeseen, joka käsittää kaikkien ruuvien, kaiteiden ja muiden pulttien kiristykset (kuvat 43 ja 44). Tämä vaihe on merkittävä, koska siinä tarkistetaan, että kaikki rakenteelliset elementit ovat asianmukaisesti ja optimaalisesti kiinnitettyjä ja täyttävät samalla turvallisuusmääräykset. Tarkkuutta vaativa kiristysprosessi varmistaa, että kaikki osat ovat paikoillaan tukevasti ja kykenevät vastaamaan tulevaan kuormitukseen, kuten reaktorin omaan painoon ja mahdollisiin ulkoisiin tekijöihin.



Kuva 43. Pulttien ja ruuvien kiristykset. Kuva 44. Kiristyskohta.

3.6.3 Tarkastus- ja arviointivaihe

Seuraavaksi vuorossa on tarkastus- ja läpikäyntivaihe, jossa koko reaktorin rungon turvallisuus arvioidaan huolellisesti. Tarkastuksessa kiinnitetään erityistä huomiota siihen, että rakenne on turvallinen ja kestää siihen kohdistuvat painot, kuten reaktorin massan, työskentelevät henkilöt ja mahdolliset muut kuormitukset. Tarkastusprosessissa käytetään monipuolisia mittaus- ja tarkastusmenetelmiä varmistamaan, että kaikki rakenteelliset osat ovat paikoillaan ja täyttävät suunnittelustandardit sekä säännökset.

Kokonaisvaltainen tarkastus ja arviointi varmistavat, että reaktorin rakenne ei ainoastaan täytä teknisiä vaatimuksia, vaan myös noudattaa tiukimpia turvallisuusstandardeja. Tämä vaihe ennen reaktorin käyttöönottoa takaa, että koko järjestelmä on suunniteltu ja rakennettu huolellisesti ja turvallisesti ja tarjoaa asianmukaista suojaa työntekijöille ja ympäristölle. Turvallisuuden korkea taso on keskeinen tavoite koko asennusprosessin ajan. Perinpohjaiset tarkastukset ja arvioinnit ovat välttämättömiä varmistamaan, että reaktorin toiminta on tehokasta ja vaaratonta. [8.]



Kuva 45. Valmis reaktorin runko.

4 Semi-reaktorin sähkökaapelit ja pääreitit

Semi-reaktorin sähköjärjestelmän toimivuus ja turvallisuus on suunniteltu ja toteutettu tarkkaan, ja prosessissa on otettu huomioon erilaiset tekniset näkökohdat. Alkuperäisessä suunnitelmassa kaapeleiden järjestys oli tarkoitus toteuttaa siten, että automaatiopääkaappi ja pneumatiikkakaappi sijoitettaisiin vierekkäin. Kuitenkin asennusvaiheessa kävi ilmi, että alkuperäistä suunnitelmaa ei voitu toteuttaa suunnitellusti, sillä portaat veivät enemmän tilaa kuin alun perin oli suunniteltu.

Tämän takia muutettiin suunniteltua kaapeleiden järjestystä.

Automaatiopääkaappi ja pneumatiikkakaappi sijoitettiin lopulta siten, että kaappien selät ovat vastakkain. Tämä muutos vaati huolellista suunnittelua ja tarkkaa harkintaa tilanteen vaatimusten mukaisesti.

Vaikka kaapeleiden järjestystä muutettiin, on hyvä huomioida, että muutos ei vaikuttanut negatiivisesti Semi-reaktorin sähköjärjestelmän toimivuuteen tai turvallisuuteen. Muutos oli välttämätön käytännön työssä ilmenneiden haasteiden ratkaisemiseksi, ja suunnittelussa pyrittiin minimoimaan sen mahdolliset vaikutukset sähköjärjestelmän tehokkuuteen ja turvallisuuteen. Kun tarkastellaan tehtyjä muutoksia, on olennaista ymmärtää, että ne ovat osa laajempaa prosessia. Tällä pyritään varmistamaan, että Semi-reaktorin sähköjärjestelmä toimii parhaalla mahdollisella tavalla ja ottaa huomioon käytännön rajoitteet ja vaatimukset.

4.1 Kaapelinippujen merkitseminen

Semi-reaktorin sähköjärjestelmän hallinnassa kaapelien merkitsemisessä noudatetaan tarkkaa prosessia, joka koostuu kahdesta vaiheesta.

Ensimmäisessä vaiheessa, ennen varsinaista kytkentää, jokainen johto merkitään selkeästi osoittamaan, mihin se tulee liittymään. Tämä varmistaa,

että projektin edistyessä on selkeää, mihin mikäkin kaapeli on suunniteltu liitettäväksi. Kuvatun vaiheen ansiosta on suunnittelijoilla, asentajilla ja muilla osallisilla mahdollista seurata tehokkaasti kaapeleiden reititystä ja kytkentöjä.

Toisessa vaiheessa, kytkennän yhteydessä tai sen jälkeen, toteutetaan varsinainen merkintä standardien, kuten IEC 60204-1 ja NFPA 79, mukaisesti. Tässä vaiheessa kaapelien liitännät merkitään tarkoin ja tässä käytetään vakiintuneita menetelmiä ja värikoodauksia. Nämä merkinnät tarjoavat yksiselitteisen ja yhdenmukaisen tavan tunnistaa ja dokumentoida kaapelien liitännät, mikä parantaa sähköjärjestelmän ylläpidettävyyttä, vianetsintää ja turvallisuutta.

Edellä esitetty, kaksivaiheinen lähestymistapa kaapeleiden merkitsemiseen Semi-reaktorissa on osa yleistä sähköjärjestelmän suunnittelustrategiaa. Ensimmäinen vaihe keskittyy käytännön tarpeisiin ja projektin etenemisen seurantaan, kun taas toinen vaihe mahdollistaa vakiintuneen standardin mukaisen ja yksiselitteisen kaapeleiden liitännöiden dokumentoinnin. Yhdessä vaiheet varmistavat, että kaapelien liitännät ovat tiedossa ja asianmukaisesti dokumentoidut sekä projektin aikana että myöhemmissä ylläpito- ja mahdollisissa muutostilanteissa. Tämä vahvistaa sähköjärjestelmän tehokasta hallintaa ja turvallista toimintaa Semi-reaktorin monimutkaisessa ympäristössä.

4.2 Systemaattinen ja turvallinen sähkötyö: Keskusasennuksen vaiheet ja prosessit

1. Kaapeleiden tuominen ja merkitseminen

Ensimmäinen vaihe on kaapeleiden tuominen keskukseseen. Kaapelit tulee sijoittaa huolellisesti, ja niille on annettava selkeät merkinnät, jotta myöhemmissä vaiheissa voidaan tunnistaa helposti kunkin kaapelin tarkoitus. Tällä vaiheella varmistetaan, että oikeat kaapelit liitetään oikeisiin kohtiin.

2. Muistimerkinnät kaapeliin

Kaapelin merkitseminen muistimerkinnöin on olennainen osa dokumentointia. Näitä merkintöjä tarvitaan myöhemmin, kun tehdään kytkennät ja mahdolliset vianmääritykset. Merkinnöillä varmistetaan selkeä ja järjestelmällinen lähestymistapa kaapeloinnin hallintaan.

3. Kytkenät ja lyhennys

Kolmannessa vaiheessa alkaa varsinainen kytkentävaihe. Kaapelit kytketään yksi kerrallaan, ja samalla ne lyhennetään tarpeen mukaan. Vaihe vaatii tarkkaa keskittymistä, jotta tehdään oikeat yhteydet ja samalla vältetään mahdolliset virheet. Lyhennys on tarpeen kaapeleiden liittämiseksi oikeassa mittasuhteessa.

4. Varmennustestaukset

Kun kaikki kytkennät on tehty, suoritetaan varmennustestaukset. Testeillä tarkistetaan, että sähköjärjestelmä toimii odotetusti ja kaikki yhteydet ovat kunnossa. Tämä vaihe on olennainen turvallisen ja luotettavan sähköasennuksen varmistamiseksi.

5. Sähköjen saaminen ja IO-testit

Kun sähköt on kytketty keskukseen ja suoritettu käyttöönotto, tehdään IO-testit. Testeillä varmistetaan, että kaikki liitetyt laitteet toimivat oikein. IO-testaukset suorittaa automaatioinsinööri. Myös sähkömiehen apu on vaiheessa tärkeä, sillä tämä voi tarjota ammattitaitoista apua ongelmatilanteissa ja varmistaa, että kaikki toimii suunnitellusti.

6. Lopulliset standardia vastaavat merkinnät

Viimeisessä vaiheessa tehdään lopulliset standardia vastaavat merkinnät.

Tässä vaiheessa dokumentoidaan kaikki kytkennät, lyhennykset ja testit.

Vaiheessa tehdyt merkinnät ovat tärkeitä myöhempää ylläpitoa, vianetsintää ja laajennuksia varten.

Kokonaisuutena sähkötyön keskusasennus vaatii systemaattista ja ammattitaitoista lähestymistapaa. Jokainen vaihe on merkityksellinen, ja vaiheiden huolellinen suorittaminen takaa turvallisen ja toimivan sähköjärjestelmän.

4.3 Sähkö- ja automaatiojärjestelmien keskeiset komponentit teollisuusreaktorissa

Teollisuusympäristöissä, joissa käytetään sekä vahva- että heikkovirtakaapeleita sekä pneumatiikkaletkuja, on kiinnitettävä erityistä huomiota näiden elementtien oikeaan sijoitteluun. Tavoitteena on varmistaa, että eri kaapelityypit ja letkut eivät aiheuta häiriöitä toisilleen, mikä voi vaikuttaa laitteiden suorituskykyyn ja koko järjestelmän luotettavuuteen.

Sähköjohdot (kuva 46), erityisesti vahvavirtakaapelit, voivat aiheuttaa häiriöitä herkkiin heikkovirtajärjestelmiin. Siksi on suositeltavaa pitää vahvavirtakaapelit omassa reunassaan tai erillisen ryhmän muodostelmassa. Tämä varmistaa, että sähkömagneettiset häiriöt jäävät mahdollisimman vähäisiksi ja heikkovirtajärjestelmät toimivat odotetusti.



Kuva 46. Sähköjohdot.

Myös heikkovirtakaapelit ja pneumatiikkaletkut, jotka kuljettavat ohjaussignaaleja ja paineilmaa, tulisi sijoittaa omaan reunaan tai ryhmäänsä. Näin toteutettu erottelu auttaa välttämään sähkömagneettisia häiriöitä, jotka voivat vaikuttaa ohjausjärjestelmiin. Lisäksi toteutustapa suojaa pneumatiikkaletkuja mahdollisilta mekaanisilta vaurioilta, mikä voi olla ratkaisevaa niiden tehokkaan toiminnan kannalta.

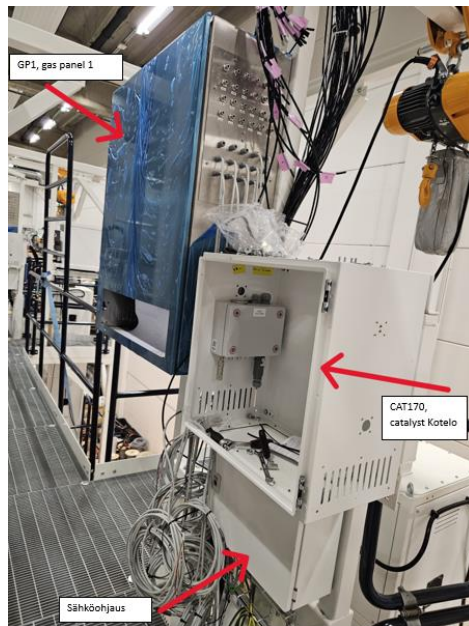
Semi-reaktorin prosessissa kaasunsyötön paineenalentimet (kuva 47) eli regulaattorit muodostavat keskeisen osan kaasun syöttöjärjestelmää. Niiden rooli on olennainen, sillä paineenalentimet ovat vastuussa kaasun paineen säätelystä ennen sen syöttämistä reaktoreihin.



Kuva 47. Kaasunsyötön paineenalentimet.

Regulaattorit ovat peruslaitteita, joita ilman kaasua ei saataisi syötettyä laitteeseen. Niiden avulla varmistetaan, että kaasun virtausnopeus ja paine ovat tarkasti säädellyt, mikä on ehdoton vaatimus tuotantoprosessin tasapainon ylläpitämiseksi. Ilman regulaattoreita olisi mahdoton hallita kaasun syöttöä, mikä vaarantaisi koko tuotantoprosessin tehokkuuden ja luotettavuuden.

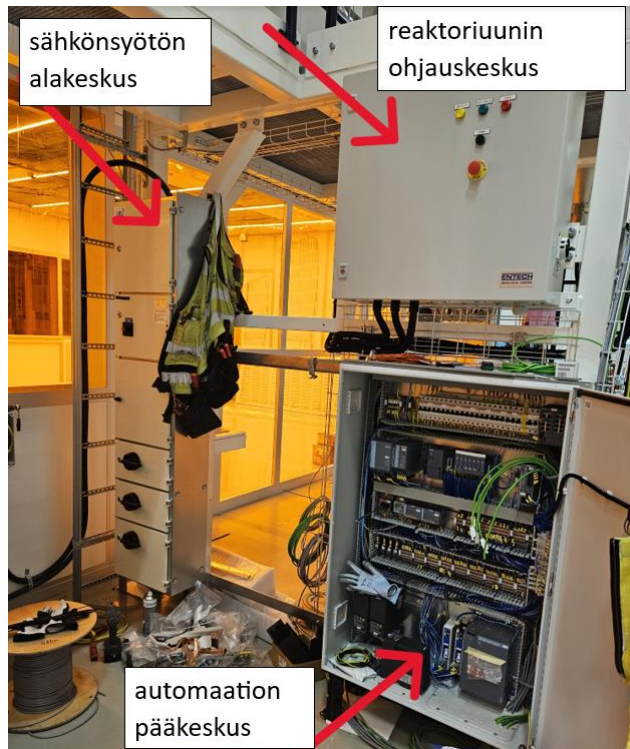
Semi-reaktorin prosessin vasemman reunan komponenttina toimii gas panel 1 (engl., lyh. GP1) (kuva 48), joka vastaa kaasun syötöstä reaktorille. Kaasujen virtausta ohjaa PLC, joka säättää tilavuusvirtaa ennalta määrätyn mukaisesti. Sähköohjaus toteutetaan pääosin pienestä IMR1-kotelosta, joka sijaitsee katalyyttikotelon alla. Pneumatiikka puolestaan tulee kokonaan PC1-keskuksesta, ja siinä hyödynnetään SMC:n pneumatiikkakoteloja alemmalta tasolta. Nämä komponentit yhdessä muodostavat yhtenäisen järjestelmän, joka mahdollistaa tehokkaan ja hallitun kaasun syötön reaktorille.



Kuva 48.Sähkökaapit

Kuvassa 49 vasemman reunan sähkönsyötön alakeskus toimii sähkön syöttöpisteenä koko reaktorille. Ylhäällä, VSTF1:ssä, sijaitsee Entechin valmistama reaktoriuunin ohjauskeskus, jonka ohjaamisesta vastaa Canatun PLC-järjestelmä.

Alhaalla näkyy MC1, joka on automaation pääkeskus ja samalla PLC:n sijaintipaikka. MC1 vastaa koko alueen pääohjauksesta sekä turvapiirien hallinnasta. Tämä pääkeskus toimii keskeisenä osana, joka koordinoi ja valvoo reaktorin eri osien automaatiota ja varmistaa sen turvallisen toiminnan.



Kuva 49. Sähkökaapit.

5 Tulokset ja yhteenveto

Opinnäytetyössä luotiin Canatu Oy:lle toimeksiantajan tarvitsema Semi-reaktorin asennusohje. Ohjeen tarkoituksena oli tarjota selkeää ja yksityiskohtainen katsaus asennusprosessiin.

Yhteenvetona opinnäytetyön pääasiallinen tavoite oli tuottaa konkreettinen ja käytännönläheinen asennusohje Semi-reaktorille, vastaten täysin Canatun tarpeisiin. On kuitenkin tärkeää painottaa, että tämä ei ole opinnäytetyön loppuvaikutus Semi-reaktorin asennusohjeistuksen kehittämisessä. Päinvastoin, opinnäytetyö merkitsee vasta ensimmäistä askelta pitkällä polulla kohti kattavaa ja aikataulullisesti täydellistä asennusohjetta.

Aikataulullisesti kokonainen ja yhtenäinen Semi-reaktorin asennusohje tulee valmistumaan vasta kesä-heinäkuussa. Tämä pitkäaikainen sitoutuminen osoittaa opinnäytetyön jatkuvan vaikutuksen Canatun sisäisen tiedonhallinnan kehittämisessä. Opinnäytetyön tulokset eivät rajoitu pelkästään tuotettuun ohjeeseen; ne luovat perustan laajemmalle ymmärrykselle ja tarjoavat arvokasta tietoa tulevien Semi-reaktoriprojektien suunnittelua varten Canatulle.

Lähteet

- 1 Company. Verkkoaineisto. Canatu. <<https://canatu.com/company/>>. Luettu 2.10.2023.
- 2 Canatu CNT properties. Verkkoaineisto. Canatu. <<https://canatu.com/carbon-nanotube/canatu-cnt-properties/>>. Luettu 4.10.2023.
- 3 Puhdastilat ja puhtaat alueet. Verkkoaineisto. SFS. <<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/12478.html.stx>>. Luettu 11.11.2023.
- 4 Koneturvallisuus. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkolaitteiden-vaatimuksia/sahkoturvallisuus-lvd/>>. Luettu 27.11.2023.
- 5 Standardit. Yrityksen sisäinen aineisto. Canatu. Luettu 20.11.2023.
- 6 Toiminta nostotyössä. Verkkoaineisto. Työturvallisuuspankki. <<https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/nostot/>>. Luettu 4.12.2023.
- 7 Korkealla työskentely putoamisvaara. Verkkoaineisto. Työturvallisuuspankki. <<https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/korkealla-tyoskentely-putoamisvaara/>>. Luettu 4.12.2023
- 8 Koneita koskevat vaatimukset. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet#04f0f14d>>. Luettu 27.11.2023.

Liite 1. Asennukseen tarvittavat työkalut

Liite 2. Asennusaikataulu

Liite 3. Asennusohje