

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

BH10A0202 Energiatekniikan kandidaatintyö

Loviisan voimalaitoksen AKZ-merkintäjärjestelmä
AKZ process classification system in Loviisa nuclear
power plant

Työn tarkastaja: Vesa Tanskanen

Työn ohjaaja: Vesa Tanskanen ja Timo Hiltunen

Loviisa 27.9.2017

Miro Pussinen

TIIVISTELMÄ

Opiskelijan nimi: Miro Pussinen

School of Energy Systems

Energiatekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyön ohjaaja: Vesa Tanskanen ja Timo Hiltunen

Kandidaatintyö 2017

Sivuja 35, kuvia 10 ja kaksi liitettä.

Hakusanat: VVER, PWR, ydinvoima, Loviisan voimalaitos, Anlagenkennzeichnungssystem

Säteilyturvakeskuksen asettamassa ydinvoimalaitosohjeessa (YVL) määritetään, että ydinlaitoksissa huonetilojen sekä järjestelmien ja niihin liittyvien rakenteiden, laitteiden ja kaapeleiden tunnistaminen on toteutettava yksiselitteisesti ja selkeästi tunnusjärjestelmän avulla. Loviisan voimalaitoksella on käytössä saksalaista alkuperää oleva AKZ-prosessimerkintäjärjestelmä. Työn tarkoituksena on selvittää järjestelmässä esiintyviä ongelmia ja pohtia järjestelmän kehitystä. Haasteita järjestelmässä paikannetaan käyttäen apuna internetkyselytutkimusta ja vertailemalla ongelmia voimassaoleviin ja vanhoihin ohjeistoihin.

Kyselyn perusteella järjestelmän toimivuus etenkin prosessi- ja sähköjärjestelmissä todettiin hyväksi. Automaatiossa nähtiin suurimmat haasteet. Tyypilliset puutteet olivat järjestelmien redundanssinumeroinnissa, jonka paikkansapitävyyttä kyseenalaistettiin kohtalaisen useasti. Myöskin järjestelmän vuosien aikana muuttuneita käytäntöjä pidettiin syynä järjestelmän ajoittaisiin puutteisiin.

Järjestelmään tehtävät suuret muutokset kasvavat helposti suurempivaivaisiksi mitä niiden hyödyt ovat nykyisellä voimalaitoksen käyttöiällä. Lisäksi uudelleen nimeämisen toimivuuteenkin liittyy riskejä. Täten parhaimpana ratkaisuna voidaan pitää nykyisen järjestelmän maltillista kehittämistä ohjeistomuutoksilla ja käyttäjille tarjottavalla informaatiolla. Näin ylläpidetään järjestelmän käytettävyyttä tulevaisuudessakin.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä	2
Sisällysluettelo	3
Symboli- ja lyhenneluettelo	4
1 Johdanto	5
1.1 Loviisan voimalaitoksen kuvaus	5
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus	6
2 Teoria	8
2.1 AKZ-järjestelmä	8
2.2 Redundanttisuus	9
2.3 Erilaisuusperiaate	10
2.4 Erotteluperiaate	11
3 Redundanttisuus Loviisan voimalaitoksella	12
3.1 Prosessijärjestelmien redundanttisuus	12
3.2 Sähköjärjestelmien redundanttisuus	12
3.3 Automaatiojärjestelmien redundanttisuus	13
4 AKZ-järjestelmän redundanssinumeroinnissa olevat puutteet Loviisan voimalaitoksella	15
4.1 Kyselyn toteuttaminen	15
4.2 AKZ-järjestelmän redundanssinumeroinnin ongelmien tarkastelu	16
4.2.1 Ongelmatilanteiden tarkastelu automaatiojärjestelmien osalta...	19
4.2.2 Ongelmatilanteiden tarkastelu prosessijärjestelmien osalta.....	21
4.2.3 Ongelmatilanteiden tarkastelu sähköjärjestelmien osalta	22
4.2.4 Inhimillisten tekijöiden aiheuttamat ongelmat.....	22
5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	24
5.1 Johtopäätökset tutkimusaineiston perusteella	24
5.1.1 Kehitysehdotukset automaatiojärjestelmien nimeämiseen	26
5.1.2 Kehitysehdotukset prosessijärjestelmien nimeämiseen	29
5.1.3 Kehitysehdotukset sähköjärjestelmien nimeämiseen	30
5.1.4 Kehitysehdotukset inhimillisten virheiden välttämiseksi	30
6 Yhteenveto	32
Lähdeluettelo	34
Liite 1. Loviisan voimalaitoksen suunnitteluorganisaatiolle lähetetty kysely	
Liite 2. Loviisan voimalaitoksen käyttöorganisaatiolle lähetetty kysely	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Lyhenteet

AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
AKZ, AKS	Anlagekennzeichnungssystem, nimeämisjärjestelmä
BBC	Brown, Boveri & Cie
IVO	Imatran Voima Oy
KWU	Kraftwerk Union AG
LO1	Loviisan voimalaitoksen 1. laitosyksikkö
LO2	Loviisan voimalaitoksen 2. laitosyksikkö
LOMAX	Loviisa Maximo, Loviisan voimalaitoksen laitostietojärjestelmä
PWR	Pressurised water reactor, painevesireaktori
ReM	Reaktorimestari
TrT	Turbiiniteknikko
VAT	Valvomoteknikko
VP	Vuoropäällikkö
VVER	Водо-Водяной Энергетический Реактор, Venäjällä ja Neuvostoliitossa valmistettu painevesityyppinen ydinvoimalaitos
YVL	Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitosohje

1 JOHDANTO

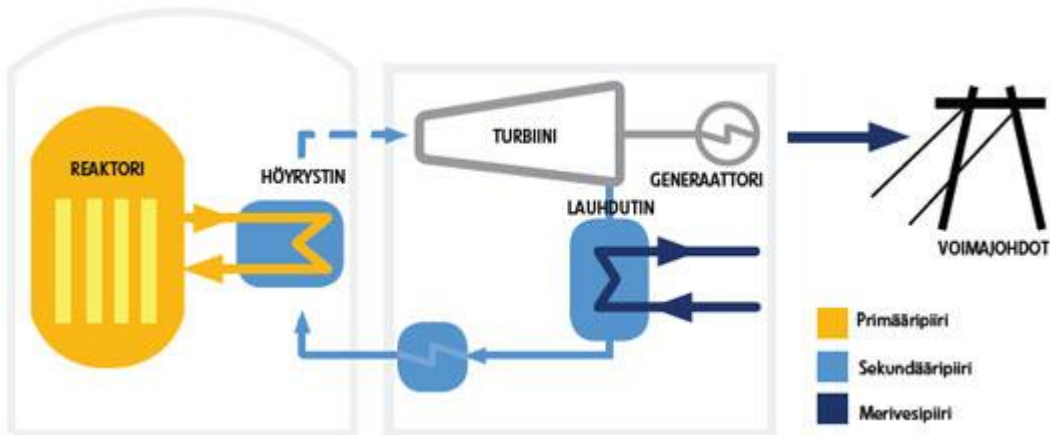
Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitosohjeessa (YVL) B.1 on esitetty vaatimus ”462. *Huonetilojen, järjestelmien ja niihin liittyvien laitteiden, rakenteiden ja kaapeleiden tunnistaminen toisiinsa liittyviksi suunnittelun, käytön, koestuksen, kunnossapidon ja korjausten yhteydessä on tehtävä helpoksi yksiselitteisen tunnusjärjestelmän avulla.*” (YVL B.1 2013, 18.) Loviisan voimalaitoksella tunnusjärjestelmänä käytetään Saksasta peräisin olevaa AKZ-merkintäjärjestelmää (saksaksi Anlagenkennzeichnungssystem), joka on ollut käytössä koko Loviisan voimalaitoksen historian ajan. Merkintäjärjestelmä mahdollistaa kohteen hyvinkin yksityiskohtaisen tunnistamisen.

Vuosien aikana Loviisan voimalaitokselle on tullut useita uusia laitteita ja vanhoja poistunut, lisäksi tietotekniikan merkitys työympäristössä on kasvanut merkittävästi. Järjestelmien nimeämiseen käytetyt ohjeet ovat muuttuneet vuosien saatossa ja eri käyttäjäryhmien välille on muodostunut kulttuurieroja AKZ-tunnusten käytössä. Tämän seurauksena muun muassa järjestelmien redundanssinumeroissa on havaittu puutteita.

1.1 Loviisan voimalaitoksen kuvaus

Loviisassa on kaksi Fortum Power and Heat Oy:n omistamaa neuvostoliittolaisvalmisteista VVER-ydinvoimalaitosyksikköä Loviisa 1 (LO1) ja Loviisa 2 (LO2), joiden kummankin nettosähköteho on 502 MW. Laitokset tuottivat sähköä vuonna 2016 yhteensä 8,33 TWh, joka vastasi 13% Suomen kokonaissähköntuotannosta. Toimintaperiaatteeltaan VVER on painevesireaktori, josta länsimaissa käytetään lyhennettä PWR (Pressurised water reactor). Yksinkertaistettu toimintaperiaate on esitetty kuvassa 1.1. Loviisan voimalaitos on käyttöhistoriansa aikana toiminut korkealla käyttökertoimella verrattaessa sitä muihin PWR-toimintaperiaatteen voimalaitoksiin. (Fortum 2017.)

Loviisan voimalaitoksien historia alkoi vuonna 1969, kun aiesopimus voimalan tilaamisesta allekirjoitettiin Moskovassa (Michelsen et al. 2005, 149). Laitostoimittajaksi valikoitui neuvostoliittolainen Atomenergoeksport ja laitostyyppi VVER-440. Laitoksen nimessä luku 440 viittaa alkuperäiseen bruttosähkötehoon, joka on reaktorin lämpötehon noston ja erilaisten hyötysuhteeseen vaikuttavien parannusten seurauksena noussut arvoon 526 MW. Vastaavia laitoksia on käytössä nykyään muun muassa Unkarissa, Tšekissä, Venäjällä ja Slovakiassa.



Kuva 1.1: PWR-ydinvoimalaitoksen periaate (Fortum, 2017)

Polttoaineena käytetään uraanin isotooppia U-235, joka hajotessaan vapauttaa energiaa. Uraanin vapauttamalla energialla lämmitetään reaktori- eli primääripiiriin vettä, joka siirtää lämmön VVER-440 voimalaitokselle ominaisesti kuuden höyrystimien avulla turbiini- eli sekundääripiiriin. Sekundääripiiriin vesi höyrystyy höyrystimissä ja höyry johdetaan höyryputkia pitkin kahdelle turbiinilinjalle, joihin kumpaankin kuuluu oma generaattori. Höyry tiivistyy lauhduttimissa takaisin vedeksi. Tämän jälkeen vesi ohjataan syöttövesisäiliöön ja siitä edelleen syöttövesipumpuilla takaisin höyrystimiin.

Loviisan voimalaitos poikkeaa muista VVER-440 tyyppin laitoksista melko paljon. Sen rakentamisessa on käytetty paljon länsimaisia ja suomalaisia osia (Michelsen et al. 2005, 350). Lisäksi muista VVER-440 laitoksista poiketen Loviisassa molempien laitoksien primääripiiri on rakennettu painesuojakuoren sisälle. Painesuojakuoren tarkoituksena on suojata ympäristöä erilaisissa onnettomuustilanteissa. Monen eri valmistajan komponenttien ja järjestelmien yhdistäminen on luonut useista järjestelmistä monimutkaisia. Esimerkiksi automaation 4-redundanttisuuden sovittaminen 2-redundanttiseen prosessiin on luonut omat haasteensa etenkin merkintäjärjestelmän näkökulmasta.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tässä kandidaatintyössä perehdytään Fortumin Loviisan voimalaitoksella käytössä olevan prosessitunnusjärjestelmän teoriaan ja käyttöön. Pääpainona on tunnusmerkintöjen käytettävyyden

epäkohdat ja niiden ratkaisu. Ratkaisussa käytetään hyväksi voimalaitoksen henkilöstöltä kerättyä informaatiota AKZ-järjestelmän käytettävyydestä.

Työssä on tarkoitus ottaa tarkasteluun etenkin tunnuksessa oleva redundanssin ilmaiseva numero ja kehittää sen määräävien tekijöiden määrittelyä, jotta näkökulmat eri tahojen välillä yhtenäistyisivät ja selkeytyisivät. Työssä ei ole tarkoitus etsiä uutta merkintäjärjestelmää laitokselle vaan selkeyttää toimintamalleja nykyisen AKZ-järjestelmän käyttöön. Pääpainopiste työssä pidetään laitoksen AKZ-tunnuksen toisen, laitteen redundanssin kertovan numeron tarkastelussa. AKZ-järjestelmää käytetään Loviisan voimalaitoksella lisäksi huonetilojen tunnuksissa. Tässä työssä käsitellään ainoastaan voimalaitosprosesseihin liittyviä AKZ-tunnuksia, koska huonetilojen tunnuksissa ei ole havaittu merkittäviä puutteita.

2 TEORIA

Ydinvoimalaitoksen prosessien nimeäjän on oleellista tuntea ydinvoiman yleiset suunnitteluperiaatteet ja käsitteet. Luvussa 2 käsitellään redundanttisuutta ja sen toteutuksessa käytettäviä luotettavuusteknisiä suunnitteluperiaatteita. Luvussa esitellään myös tarkemmin AKZ-järjestelmän historia, käyttökohteet ja käyttömalli Loviisan voimalaitoksella.

2.1 AKZ-järjestelmä

AKZ-järjestelmän kehitti 1960-luvulla Saksassa tuon ajan suuret voimalaitostoimittajat AEG, BBC, KWU ja Siemens (Lehtinen 1989, 2). Järjestelmän tarkoitus on antaa voimalaitoksen rakenteille, prosesseille, laitteille sekä automaatio- ja sähköjärjestelmille yksiselitteinen tunnus helpottamaan käyttäjän toimintaa käyttöpaikalla. Kuvasta 2.1 nähdään esimerkki Loviisan voimalaitoksen AKZ-tunnuksen rakenteesta. Tunnus on käyttöpaikkakohtainen ja jokaisella laitteella ei välttämättä ole omaa AKZ-tunnusta. Esimerkiksi pääkiertopumpun käyttöpaikkatunnus pitää sisällään itse pumpun ja sen moottorin. Käyttöpaikkakohtainen tunnus tarkoittaa lisäksi sitä, että tunnus säilyy samana, vaikka itse laite kuten pumppu, venttiili, jne. vaihdetaan. (Kelavirta 2017, 3.)

Kuvan 2.1 kuvitteellinen tunnus on luotu Loviisan voimalaitoksen voimassaolevan ohjeiston mukaisesti (Kelavirta 2017, liite 3). Laitosyksikön numero kertoo kumman laitoksen komponentti on kyseessä ja sitä seuraavan redundanssinumeron tehtävä on erottaa, mikä redundanssi on kyseessä. Osaprosessitunnus kertoo, mihin osaprosessiin kyseinen järjestelmän osa kuuluu. Esimerkiksi kuvan 2.1 esimerkissä RL tarkoittaa syöttövesijärjestelmää. Linjanumerosta erotetaan, missä osaprosessin osassa tai linjassa ollaan. Useasti linjanumerolla pyritään tekemään myös eroa kahden redundanssin välille. Laitekoodin tarkoitus tunnuksessa on kertoa kyseisen laitteen tehtävä, esimerkissä käytetty kirjain D kertoisi käyttöpaikan olevan pumppu. Kirjainkoodiin liitetään vielä juokseva numero, jonka tarkoitus on kasvaa prosessin edetessä virtaussuunnan mukaisesti helpottaen käyttöpaikan paikantamista. Tämä ei kuitenkaan kaikkien muutostöiden jälkeen ole aina ollut toteutettavissa, koska jo olemassa olevia tunnuksia ei ole järkevä muuttaa.

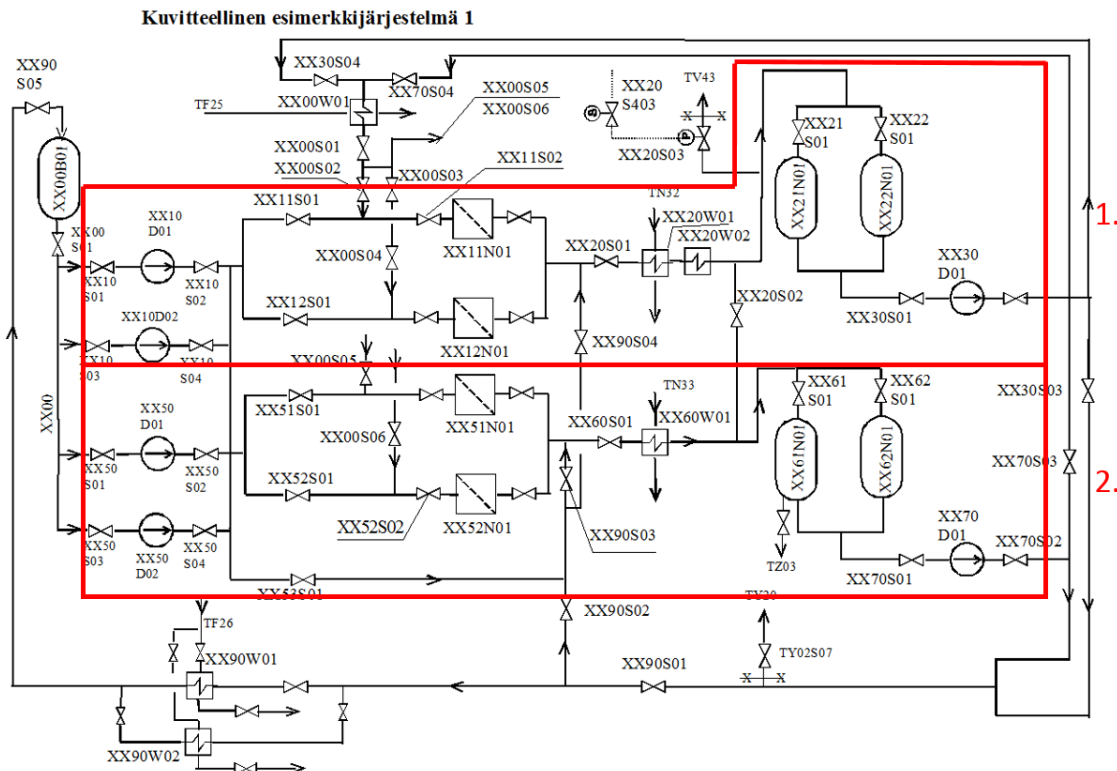
1 1 R L 6 1 D 0 0 0 1
 1. 2. 3. 4. 5. 6.

Kuva 2.1: AKZ-järjestelmän rakenne. 1. laitosyksikkö, 2. redundanssi, 3. osaprosessi, 4. linjanumero, 5. laitekoodi ja 6. juoksevanumero

AKZ-järjestelmää pidetään Loviisan voimalaitoksella yleisesti toimivana ja sen toimivuuteen ollaan pääosin tyytyväisiä. Etenkin voimalaitoksella tunnusten kanssa työskentelevät ovat erittäin tyytyväisiä. Vastaavasti pääosin toimistossa työskentelevät pitävät myös järjestelmää toimivana, mutta löytävät siitä myös epäkohtia. Suurin osa epäkohdista ei johdu järjestelmästä, vaan voimalaitoksella lähes 50 vuotta olleen järjestelmän käyttäjien aiheuttamista logiikkaeroista ja muuttuneista ohjeistuksista.

2.2 Redundanttisuus

Redundanttisuudella tarkoitetaan järjestelmiä tai sen osia, jotka ovat rinnakkaisvarmennettuja eli niiden toiminto kyetään toteuttamaan tarvittaessa toisella järjestelmän osalla. Tällä pyritään säilyttämään järjestelmän toimivuus häiriötilanteissa ja varmistamaan laitoksen turvallinen käyttö. Redundanttisuus mahdollistaa myös järjestelmän osien käynninaikaiset huoltotoimet, kun varalla olevaa järjestelmää kyetään huoltamaan. Osaprosessien määrällä kyetään parantamaan kokonaisluotettavuutta, etenkin yksittäisvikojen tapauksissa. Redundanttisuus lisää merkittävästi ydinvoimalaitosprosessin vikasetoisuutta, koska mahdollisissa vikatilanteissa kyetään käyttämään rinnakkaista järjestelmää. Kuvasta 2.2 nähdään redundanttisuuden toteutus kuvitteellisessa prosessissa, joka on jaettu punaisella värillä redundansseihin 1 ja 2. (International Nuclear Safety Advisory Group 1999, 20.)



Kuva 2.2:Kaksireduntainen järjestelmä (Kelavirta 2014, Liite 1)

Redundanssien määrää ei ole rajoitettu, mutta tyypillisesti ydinvoimalassa on turvallisuustoiminnoilla kahdesta neljään redundanssia. Osajärjestelmien ei tarvitse olla keskenään samanlaisia vaan niissä voidaan käyttää hyväksi erilaisuus- ja erotteluperiaatteita. (YVL B.1 2013, 6,7.)

2.3 Erilaisuusperiaate

Erilaisuusperiaatteen mukaan turvallisuustoiminto toteutetaan eri toimintaperiaatteita käyttäen. Esimerkiksi mäntäpumpulla ja keskipakopumpulla kyetään toteuttamaan sama toimenpide, mutta laitteiden toiminta poikkeaa toisistaan. Tällaisilla toimenpiteillä kyetään pienentämään riskiä yhteisvioille eli tapahtumalle, jossa useampi laite vikaantuu samasta syystä ja pahimmillaan samanaikaisesti. Tyypillisiä tekijöitä yhteisvioille ovat sama valmistaja tai valmistuserä ja samat kunnossapitotoimet. (International Nuclear Safety Advisory Group 1999, 5.)

2.4 Erotteluperiaate

Erotteluperiaatteella tarkoitetaan kahden tai useamman saman toiminnon toteuttavan laitteen erottamista fyysisesti toisistaan. Erottelu voidaan toteuttaa mm. sijoittamalla laitteet eri huonetiloihin. Tällä toimenpiteellä kyetään varmistamaan esimerkiksi suuren putkivuodon ja tulipalon aikana laitoksen turvallinen käyttö. Automaatio- ja sähköjärjestelmien erottelulla tarkoitetaan niiden erottamista toisistaan toiminnallisesti ja sähköisesti. (Sandberg 2004, 103,104.)

3 REDUNDANTTISUUS LOVIISAN VOIMALAITOKSELLE

Luvussa 3 käsitellään redundanttisuuden toteutusta Loviisan voimalaitoksella. Redundanttisuutta tarkastellaan prosessi-, sähkö- ja automaationäkökulmasta. Nämä ovat pääasialliset kohteet, joissa redundanttisuutta käytetään parantamaan laitoksen vikasietoisuutta. Luvussa esitellään myös, kuinka redundanttisuus ilmaistaan AKZ-järjestelmässä.

3.1 Prosessijärjestelmien redundanttisuus

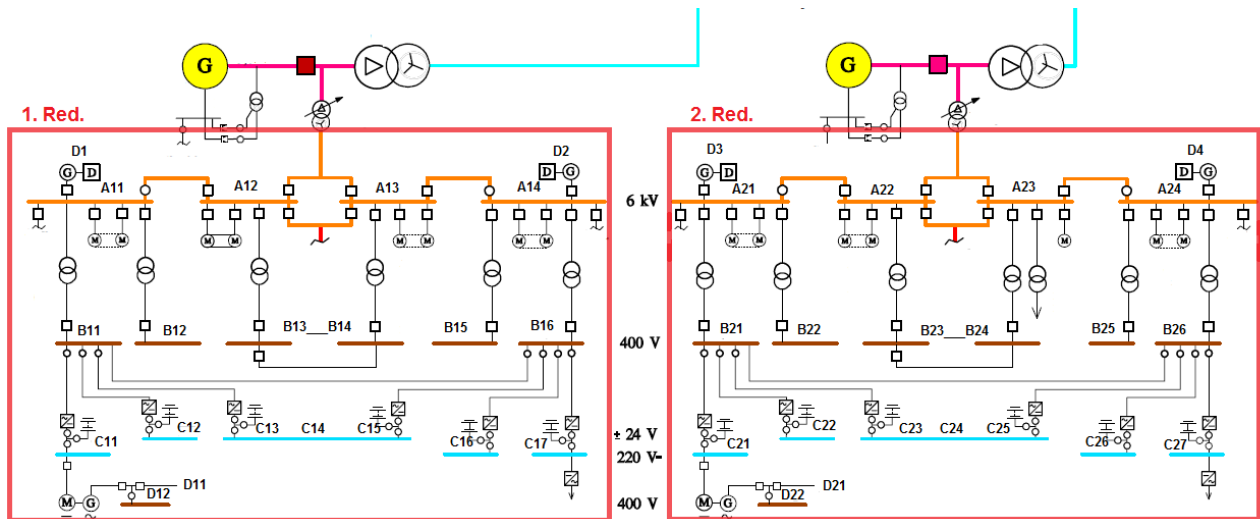
Loviisan voimalaitoksella prosessijärjestelmät on toteutettu pääosin kaksiredundantisesti, joten redundanssinumerointi on toteutettavissa numeroin 0, 1 ja 2. Redundanttisuus ei kaikissa toteutusmalleissa ole yksiselitteinen, jos järjestelmiä kytetään ajamaan ristiin, jolloin eri redundansseilla saattaa olla yhteisiä komponentteja. Järjestelmien redundansseissa on käytetty erottelu- ja erilaisuusperiaatteita lisäämään turvallisuutta ja toimintavarmuutta.

0-redundanttisuus AKZ-järjestelmässä tarkoittaa, ettei laitteella ole redundanssia eli suoraa korvaavaa laitetta. Numero 0 tulee redundanttittoman laitteen nimeämisessä käytetystä redundanssin kertovasta numerosta 0 kuvan 2.1 mukaisesti. Redundanttittomuudesta huolimatta järjestelmän tai komponentin toiminto saatetaan kytetä varmistamaan jollakin muulla prosessin osalla tai toiminnolla, mutta järjestelmässä ei ole suoraa korvaavaa järjestelmänosaa. Joissakin tapauksissa redundanttinen järjestelmä on saatettu edellä kerrotun teorian vastaisesti nimetä 0-redundanttiseksi ja näin se antaa virheellistä informaatiota käyttöpaikasta.

3.2 Sähköjärjestelmien redundanttisuus

Loviisan voimalaitoksen sähköjärjestelmillä on kolme tehtävää: sähköenergian kehittäminen generaattoreissa ja sen syöttäminen verkkoon, voimalaitoksen toimilaitteiden ja automaation vaatiman energian syöttäminen laitoksen käydessä sekä onnettomuus- ja häiriötilanteissa turvatoimintojen tarvitseman energian syöttö (Linnamaa 2010, 2). Sähköjärjestelmät on toteutettu redundanttisuutensa puolesta prosessilähtöisesti. Näin ollen sähköjärjestelmät on toteutettu kaksiredundantisesti ja noudattavat pääosin prosessin redundanssijaottelua. Kuitenkin sähköjärjestelmien kaksi redundanssia jakautuu kummatkin vielä kahteen osaan, joten sähköjärjestelmä on käytännössä joiltain osin neliredundanttinen. AKZ-järjestelmässä käytetään kuitenkin sähköjärjestelmissä vain numeroita 0, 1 ja 2. Jaottelu käy hyvin ilmi kuvasta 3.1, jossa

esitetään Loviisan voimalaitoksen sähköjärjestelmän pääpiirteet yhden generaattorin osalta. Redundanttisuudesta johtuen yhden sähköjärjestelmän vikaantumisen ei pitäisi aiheuttaa häiriötä koko sähkönsyöttöjärjestelmään. Voimalaitoksella on myös laitteita, joiden sähkö kyetään syöttämään molemmista sähköredundansseista. (Imatran Voima Oy 2002.)



Kuva 3.1: Havainnekuva Loviisan voimalaitoksen sähköjärjestelmästä (Imatran Voima Oy 2002)

3.3 Automaatiojärjestelmien redundanttisuus

Loviisan voimalaitoksen suojaustoimintoja toteuttavien automaatiojärjestelmien suunnitteluperusteena on, ettei yksittäinen vika saa estää suojaustoimintoa. Suunnitteluperusteista johtuen on suojaustoimintoja toteuttavat automaatiojärjestelmät toteutettu redundanttisesti. Suojaustoimintoja toteuttavat Loviisan voimalaitoksella laitossuojausautomaatio (YZ) ja reaktorisuojausautomaatio (SUZ). Lisäksi voimalaitoksella on käyttöautomaatiojärjestelmiä, jotka eivät ole redundanttisia. Tässä luvussa käsitellään automaation redundanttisuutta suojaustoimintoja toteuttavien järjestelmien osalta. (Imatran Voima Oy 1998.)

Automaatiojärjestelmien Loviisan voimalaitoksen laitossuojausautomaation (YZ) on toimittanut 1970-luvulla saksalainen Siemens. Järjestelmä on 4-kanavainen ja näin ei täysin redundanttisuudeltaan vastaa Loviisan voimalaitoksen prosessijärjestelmien kaksiredundanttista järjestelmää. Lisäksi voimalaitoksella on reaktorisuojausjärjestelmä (SUZ), joka on Neuvostoliittolaista alkuperää ja toteutettu 3-kanavaisesti, joten SUZ ei myöskään vastaa redundanttisuudeltaan täysin laitoksen prosessia. (Imatran Voima Oy 1998.)

Automaation näkökulmasta on kanavien lukumäärän takia käytössä redundanssinumerot 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7. Näin ollen prosessiredundanssin ja automaatioredundanssin numerointi voi poiketa toisistaan. Numeroita 3, 4, 5, 6 ja 7 ei käytetä prosessijärjestelmien redundanssinumeroinnissa vaan ainoastaan automaatiossa. Yleisesti ottaen YZ-järjestelmän kanavien 1 ja 3 automaatio ohjaa prosessin 1. redundanssia sekä kanavien 2 ja 4 automaatio 2. redundanssin prosessia. (Imatran Voima Oy 1998.)

Automaatiouudistuksessa voimalaitoksen automaatiojärjestelmiä uusitaan ja suojausautomaation ollessa turvallisuusluokkaa 2 se toteutetaan 4-kanavaisesti sekä vastaavasti turvallisuusluokan 3 automaatio 2-kanavaisesti. 4-kanavaisia automaatiojärjestelmiä ovat neutronivuonmittausjärjestelmä (NFS) ja reaktorisuojausjärjestelmä (RTS), joka korvaa nykyisen SUZ:n. 2-kanavaisia automaatiojärjestelmiä ovat ehkäisevä suojausjärjestelmä (PAIS), reaktorin tehonrajoitin (RPLS) ja manuaalinen onnettomuuden hallinta järjestelmä (MBS).

4 AKZ-JÄRJESTELMÄN REDUNDANSSINUMEROINNISSA OLEVAT PUUTTEET LOVIISAN VOIMALAITOKSELLA

Luvussa 4 tarkastellaan AKZ-nimeämisjärjestelmän käytettävyydessä ilmeneviä ongelmia Loviisan voimalaitoksella. Tarkastelussa käytetään apuna Loviisan voimalaitoksen parissa työskenteleviltä henkilöiltä kerättyä tutkimusaineistoa. Tutkimusaineisto kerättiin kahdella kyselytutkimuksella, joista toinen suunnattiin Loviisan sekä Keilaniemen suunnittelu- ja turvallisuusorganisaatioille ja toinen Loviisan käyttö- ja kunnossapito-organisaatioille. Aluksi esitellään tämän tutkimusaineiston rakenne ja toteutustapa, jonka jälkeen analysoidaan saatujen vastausten aineistoa voimalaitoksen asiakirjoja apuna käyttäen. Tutkimusaineistot kummastakin kyselystä on esitetty kokonaisuudessaan liitteissä 1 ja 2.

4.1 Kyselyn toteuttaminen

AKZ-järjestelmän ongelmakohtien tutkimuksessa käytettiin tutkimusmenetelmänä internetkyselyä, joka on toteutettu tässä tutkimuksessa käyttäen Webropol-nimistä internetpohjaista tiedonkeruuohjelmaa. Internetkysely on internetissä tehtävä tutkimus, joka on suunnattu joko tietylle kohderyhmälle tai avoimena kaikille. Internetissä toteutettavat kyselyt tarjoavat runsaasti mahdollisuuksia kyselyn toteuttamistapoihin. (Heikkilä 2014.)

Kysely toteutettiin helmikuussa 2017. Tutkimuksessa käytettiin kahta erilaista kysymysrunkoa, joista liitteessä 1 oleva suunnattiin suunnitteluorganisaatiolle ja liitteessä 2 oleva käyttö- ja kunnossapito-organisaatiolle. Kahden eri kyselyrunгон tarkoitus oli yksilöidä kyselyä sopivammaksi kohderyhmälle ja kerätä informaatiota nimenomaan asioista, jotka tulevat eri ryhmien työskentelyssä vastaan. Kummastakin kyselystä lähetettiin linkki sähköpostilla kohderyhmän henkilöille ja tarkoituksena oli saada mahdollisimman suuri otanta kummastakin käyttäjäryhmästä laajan aineiston aikaansaamiseksi. Poikkeuksena oli käyttöhenkilöstö, jolle kysely lähetettiin heidän sisäisen viikkokirjeen mukana. Kysely toteutettiin anonyyminä, mutta vastaajaa pyydettiin yksilöimään hänen työtehtävänsä kyselyn alussa. Suunnitteluorganisaatiolle suunnattu kysely lähetettiin yhteensä 43:lle henkilölle, joista kyselyyn vastasi 39. Vastaavasti käyttäjille suunnattuun kyselyyn vastasi 21 henkilöä, kun kysely lähetettiin 10:lle kunnossapidon työnjohtajalle ja se liitettiin käyttöyksikön viikkokirjeeseen, jonka jakelu on useita kymmeniä henkilöitä pitäen sisällään vuoropäälliköitä, turbiiniohjaajia, reaktoriohjaajia ja käyttömiehiä. Vastausluvut osoittavat, että henkilökohtaisesti

lähetetty kysely saavuttaa huomattavasti suuremman vastausprosentin, kuin vastaavasti osana jotakin toista viestiä lähetetty kysely.

Kyselyssä käytettiin valmiita vaihtoehtoja sekä avoimia vastauksia. Lisäksi joissakin kysymyksissä pyydettiin vastaajaa perustelemaan vastauksensa. Kyselyn lähtökohtana oli kartoittaa virheiden esiintyvyyttä AKZ-järjestelmässä ja sen käytössä, kyselyllä myöskin selvitettiin järjestelmän käyttötottumuksia ja parannusehdotuksia. Edellä mainituilla järjestelyillä oli helppo luoda tilastoja virheiden toistuvuudesta, mutta samalla saada hieman tarkempia tietoja virheistä ja parannusehdotuksista. Käyttäjien huomiot ovat tärkeitä, koska järjestelmän käytettävyyttä olisi tarkoitus parantaa käyttäjäystävällisempään suuntaan.

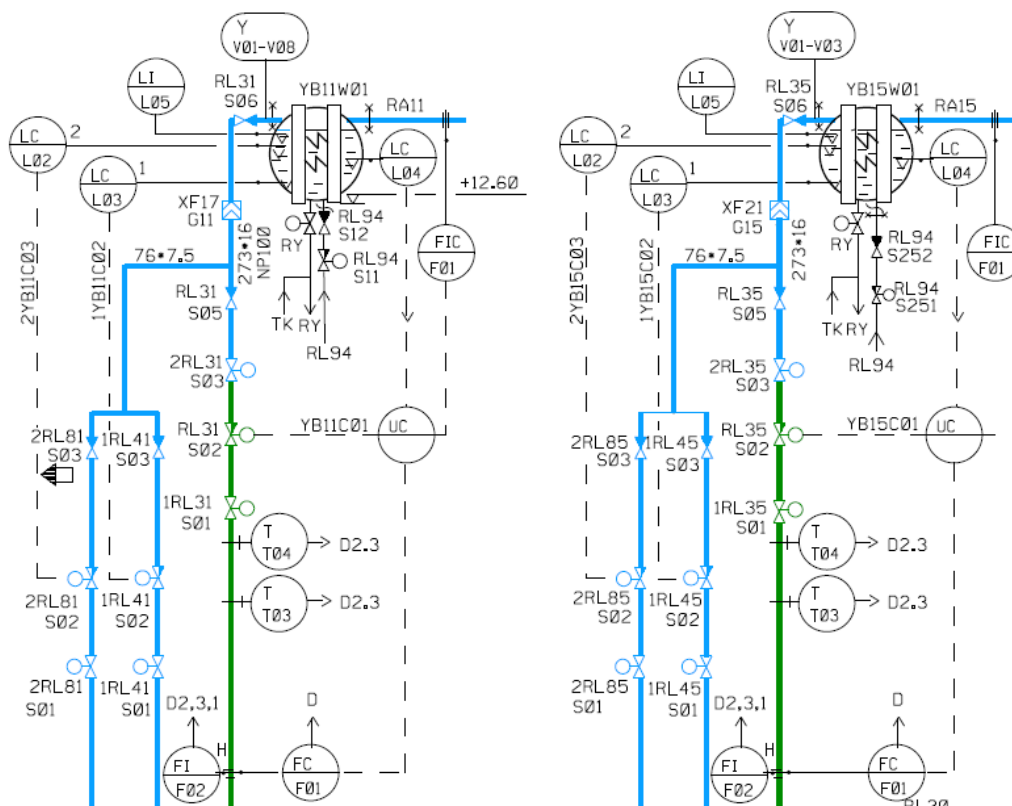
4.2 AKZ-järjestelmän redundanssinumeroinnin ongelmien tarkastelu

Loviisan voimalaitoksella on monimutkaisen redundanttisuuden, uusien järjestelmien rakentamisen ja vanhojen järjestelmien modernisoinnin johdosta syntynyt ongelmallisia tapauksia AKZ-järjestelmän redundanssinumerointiin. Ohjeistus numeroinnin käytöstä on vuosien aikana muuttunut ja tunnusten määrittämiseen alatasoilla ei ole ollut selkeitä ohjeita laitoshistorian alkuvuosina. Nimeäjällä on ollut tällöin vapaus ja vastuu logiikan toteutumisesta, minkä johdosta onkin syntynyt varsin sekavia käytäntöjä (Kelavirta 2017, 4).

Redundanssinumerointia esiintyy useissa lähteissä. Pääasiallisten lähteiden Loviisan voimalaitoksen laitostietojärjestelmän (LOMAX), lopullisen turvallisuusselosteen (FSAR), turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE), turvallisuusluokitusasiakirjojen, PI-kaavioiden ja fyysisten tunnuslaattojen välillä on havaittu eroja etenkin redundanssinumeroinnin osalta. Lisäksi koettu oikea lähde AKZ-tunnuksen tarkistamiseksi vaihtelee Loviisan voimalaitoksen parissa työskentelevien keskuudessa. Henkilön työnkuva ja siten hänen käyttämänsä asiakirjat ja toimintatavat ovat yhteydessä käytettyihin lähteisiin, jolloin lähteissä olevat AKZ-järjestelmän erot aiheuttavat vaihtelevuutta myös eri ammattiryhmien välisissä käytännöissä.

PI-kaaviossa ei välttämättä ole aina esitetty kuvassa 2.1 esiintyviä kahta ensimmäistä numeroa, vaan ne on saatettu jättää pois tilansäästämiseksi etenkin, kun redundanssia on pidetty itsestäänselvytenä. Toisinaan laitos- ja redundanssitunnus kuitenkin löytyvät PI-kaavioista. Tunnuksia on piirustuksissa käytetty siten, että laitoksen tunnuksen jälkeen ei ole redundanssinumeroa lainkaan tai on esitetty vain redundanssinumero. Käytäntö aiheuttaa todella suuren riskin laitostunnuksen ja

redundanssinumeron sekoittumiselle ja on Loviisan voimalaitoksen tämänhetkisen ohjeiston vastainen. Kuvassa 4.1 ilmenee, että Loviisan voimalaitoksen syöttövesijärjestelmän PI-kaaviossa osa komponenteista on nimetty redundanssinumeron kanssa ja osa ilman. Tällaisia PI-kaavioita käytettäessä on virheellisen tulkinnan tekeminen etenkin puuttuvien numeroiden osalta huomattavasti korkeampi, kuin käytettäessä sellaisia PI-kaavioita, joista tieto löytyy. Oikea tapa olisi mahdollisten laitos- ja redundanssinumeroiden toisiinsa sekoittamisen välttämiseksi ilmoittaa näistä molemmat, mikäli toiselle tai molemmille on tarvetta. (Kelavirta 2017, 4, 5.)



Kuva 4.1: PI-kaavion osa Loviisan syöttövesijärjestelmästä RL (Fortum Power and Heat Oy 2016)

Fyysisesti laitoksella sijaitsevien tunnuslaattojen rakenne on vuosien saatossa hieman muuttunut ja nykyisessä muodossaan laatasta on AKZ-tunnus kokonaisuudessaan sekä viivakoodi, jolla mahdollistetaan käyttöpaikan tunnistus sähköisesti. Kuvassa 4.2 vasemmanpuoleinen kilpi on esimerkki vanhasta tunnuskilvestä, jossa tunnus esitetään ilman laitostunnusta (laitosyksikön näkee myös kilven väristä LO1 musta ja LO2 punainen), redundanssinumeroa ja viivakoodia. Myös lopussa oleva juokseva numero on ilmoitettu vanhan käytännön mukaisesti kahdella tai kolmella numerolla nykyisen neljän sijaan. Kuvan 4.2 oikeanpuoleinen on vastaavasti uudenmallinen tunnuskilpi.



Kuva 4.2: Esimerkki vanhan ja uuden mallisesta tunnuskilvestä

Vanhanmalliset tunnuslaatat ovat olleet käytössä vuoteen 2005 asti, minkä jälkeen niitä on uusittu tarvittaessa ja muutostöiden yhteydessä uudenmallisiin, kuitenkin niin ettei kaikkia laitoksen tunnuslaattoja ole uusittu ilman muutostyötä tai kohdistunutta tarvetta. Lisäksi tunnuslaattoihin on liitetty viivakoodi, joka helpottaa käyttöpaikan tunnistamista ja mm. tietojen kirjaamista sähköisesti. (Kelavirta 2017, 6, 7.)

Redundanssinumeroinnin ongelmat ilmenevät käyttäjien ja suunnittelijoiden kyselyiden välisissä eroissa. Suunnittelupainotteinen organisaatio antoi järjestelmälle keskiarvoksi arvosanan 3,7, kun vastaavasti käyttöpohjainen organisaatio antoi keskimäärin arvosanan 4,3. Tämä viittaa käyttöpaikkatunnusten toimivuuteen laitoksella fyysisesti paremmin kuin laitoksen asiakirjoissa. Tämän ainakin osittainen syy on redundanssinumeroinnin virheellisyys, joka ei juuri vaikuta laitoksen laitteiden fyysiseen käytettävyyteen, mutta asiakirjapohjaiseen suunnittelutyöhön vaikutukset ovat suuremmat.

AKZ-järjestelmän kanssa työskentelevät kertovat redundanssinumeroinnin sekoittuneen pääosin sen käyttöhistorian aikana, mikä viittaa tuona aikana tehtyihin prosessi-, automaatio- ja sähkötekniisiin muutoksiin, joita laitoksella on tehty useita. Niiden yhteydessä on syntynyt lukuisia uusia tunnuksia. Yleisimpänä ongelmana koetaan järjestelmien redundanssinumeroinnin käyttämättä jättäminen eli tapaukset, joissa redundanttisen järjestelmän redundanssinumerona on käytetty numeroa 0. Myös redundantittomissa järjestelmissä havaitaan etenkin redundanssinumeroa 1.

AKZ-järjestelmän käytön tarkoituksena on luoda käyttäjälle mahdollisimman tarkka kuva käyttöpaikasta tunnuksen perustella. Tarkoitus ei redundanssinumerointia virheellisesti käytettäessä toteudu. Kun redundanssi ei ole yksiselitteinen, on käyttäjän ja nimeäjän vaikea tietää, mikä on oikea redundanssinumero. Näille tapauksille ei Loviisan voimallaitoksella ole selviä ohjeita, vaan vastuu jää useasti nimeäjälle, ja vastaajien mielestä ohjeistuksessa olisikin parannettavaa. Kummassakin kyselyssä esiintyi sama kysymys epäkohtien korjauksesta, ja yli 60 % 59:stä kyselyyn vastanneesta toivoo, että epäkohdista kerättäisiin informaatiota ja niihin puututtaisiin.

1.: 1 1 R L 6 1 D 0 0 0 1

2.: 1 1 R L 6 1 D 0 0 1

3.: 1 1 R L 6 1 D 0 1

4.: 1 R L 6 1 D 0 1

5.: R L 6 1 D 0 1

Kuva 4.3: Esimerkkejä järjestelmän käytöstä eri käyttökohteissa ja käytännöistä vuosien saatossa

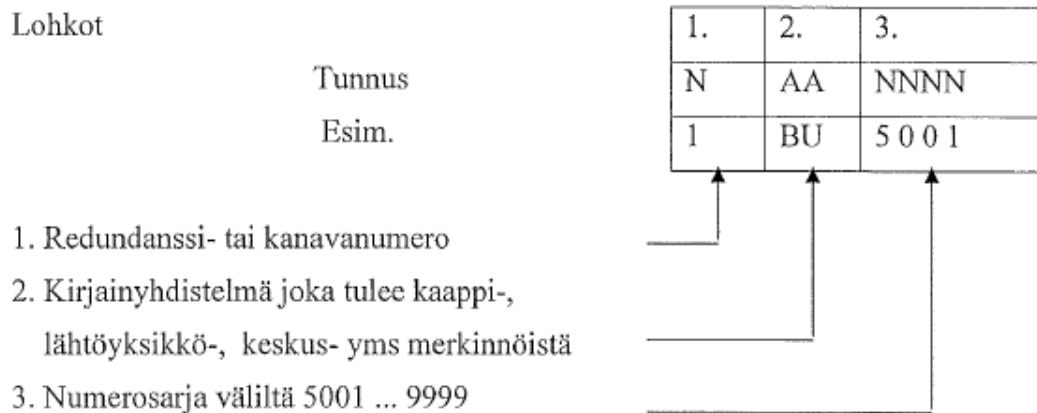
4.2.1 Ongelmatilanteiden tarkastelu automaatiojärjestelmien osalta

Kyselyn perusteella vastaajat kokevat useimmiten ongelmaksi automaatiojärjestelmissä redundanssinumeroinnin saatavilla olevan informaation käyttämättä jättämisen eli tapaukset, joissa mahdollista kanavan tai redundanssin tunnusta ei ole merkattu AKZ-järjestelmään, vaan se on merkitty numeroksi 0. Vastauksissa esille nousevat myös redundanssittoman automaation yhteydet

redundanttiseen prosessiin ja sen mukanaan tuomat haasteet nimeämiseen, sekä ohjeiston puutteellisuus ja nykyisen ohjeiston ja vanhojen järjestelmien nimeämisen kohtaamattomuus.

Automaation osalta AKZ-järjestelmässä koetaan olevan eniten puutteita, minkä pääsyyinä voidaan pitää suojausjärjestelmien kolme- ja nelikanavaisuutta sekä automaation käyttöpaikoissa käytettyjen periaatteiden tulkitsemista, joko laite- tai järjestelmälähtöisesti. Joissakin tapauksissa on ollut epäselvää käytetäänkö AKZ-järjestelmässä automaatiossa kanava- vai redundanssinumerointia, mutta automaatio-ohjeiden mukainen tapa on käyttää kanavanumerointia, joka vastaa automaation redundansseja. Automaatiossa on käytetty myös 0-numerointia, jota on tarkoitus ohjeiston mukaisesti käyttää, kun automaatio ei ole redundanttinen turvallisuustoiminto eli sitä ei ole toteutettu automaation näkökulmasta redundantisesti (Chanteaux 2017). Tällaisissa tapauksissa prosessi voi olla redundanttinen automaation ollessa redundanttinen, näin automaatiokomponenteissa numeron 0 käyttäminen voi aiheuttaa sekaantumista. Satunnaisesti 0-numerointia esiintyy ohjeiston vastaisesti myös redundantisessa monikanavaisessa automaatiossa ja täten käyttäjälle tarjotaan vaillinaisempi informaatio käyttöpaikasta.

Automaatiojärjestelmien ohjeistossa on huomattava ero laitoksen normaaleihin AKZ-tunnuksiin. Muun muassa automaation nastarivit, kotelot, telineet ja kaapelit ohjeistetaan nimeämään ilman Loviisan AKZ-järjestelmälle tyypillistä laitostunnusta, mutta kuitenkin niin, että mm. automaation signaaleissa käytetään sekä laitostunnusta että kanavan tai redundanssin numeroa. Ohjeistus koskee ainoastaan voimalaitoksen vanhaa automaatiota ja tätä työtä laadittaessa käynnissä olevan automaatiouudistuksen nimeämisohjeistossa käyttöpaikat saavat myös laitostunnuksen. Kuvassa 4.4 on Loviisan voimalaitoksen ohjeiston automaatioalueen kaapeloinnin nimeämismalli.



Kuva 4.4: Automaation kaapeloinnin nimeämismalli (Lehtinen 2006, 29.)

Kyselyssä ei eritelty uuden ja vanhan automaation ongelmia, vaan käsiteltiin automaatiota kokonaisuutena. Voidaan kuitenkin olettaa, että vanhan järjestelmän ongelmat ovat uudessakin automaatiossa, koska nimeämiskäytännöt ovat pysyneet lähes ennallaan. Etenkään ohjeistus redundanssinumeroinnissa ei ole muuttunut. Automaatiouudistuksen yhteydessä olisi kuitenkin mahdollista korjata virheelliset tunnuksot helposti oikeiksi. Vielä ei kyetä sanomaan onko automaatiouudistuksen nimeäminen ollut vanhaan verrattuna parempaa vai ei. Automaatiouudistuksen yhteydessä on kuitenkin luotu redundanssinumerointiin uusia linjauksia, jotka olisi hyvä arkistoida selkeästi esimerkiksi ohjeistoon. Esimerkiksi kaksikanavaisen ehkäisevän suojausjärjestelmän (PAIS) redundanssinumerointi on toteutettu numerolla nolla, mikäli järjestelmään tulevan signaalin redundanssi on nolla tai vastaavasti järjestelmän sisäiset signaalit, kytkimet tai valot ovat redundantittomia. Mikäli automaatio ei poikkeustapauksissa noudatukaan kanavalähtöistä redundanssinumerointia, on toimintatapojen informoiminen tärkeää. (Chanteaux 2017).

4.2.2 Ongelmatilanteiden tarkastelu prosessijärjestelmien osalta

Prosessijärjestelmien AKZ-tunnukset noudattavat parhaiten laitoksen toimintatapoja ja ohjeistoa. AKZ-järjestelmän alkuperäinen prosessikeskeisyys on yksi niistä syistä, miksi juuri prosessimerkinnöissä järjestelmä on kaikkein informatiivisin ja näin ollen jaottelu kahteen redundanssiin on kaikkein selkein. Kyselyaineiston perusteella prosessijärjestelmien nimeämisessä havaitaan satunnaisia ongelmia. Niitä on syntynyt mm. asiakirjojen järjestelmämerkinnöissä, koska

merkintätapojen muoto on muuttunut aikojen saatossa, ja tästä syystä usein vanhoissa asiakirjoissa merkinnät ovat eri tavalla kuin voimalaitoksen nykyisten ohjeiden mukaisissa uudemmissa asiakirjoissa. Lisäksi asiakirjojen päivitysten yhteydessä on joitakin vanhan mallisia tunnuksia voinut jäädä asiakirjoihin.

Kyselyyn vastannut Fortumin henkilöstö havaitsi joitakin puutteita prosessimerkintöjen AKZ-järjestelmässä, mutta pääosin siihen ollaan tyytyväisiä. Ongelmia havaitaan lisäksi huomattavasti enemmän muissa merkinnöissä kuin redundanssinumeroinnissa.

4.2.3 Ongelmatilanteiden tarkastelu sähköjärjestelmien osalta

Sähkökomponenttien nimeämisessä koetaan erinäisiä ajattelutapaeroja etenkin suunnitteluorganisaatiossa. Hankalimpia tilanteita sähköjärjestelmien osalta ovat ristiinsyötöt ja tulkinnat milloin sähköjärjestelmä on redundanttinen ja milloin ei. Nykyisellään yleinen tyytyväisyys on sähköjärjestelmien osalta kohtalaisen korkea. Ongelmatilanteita sähköjärjestelmien osalta oli harvoin nostettu esille, mikä viittaa niiden osalta järjestelmän toimivuuteen. Myöskään sähköjärjestelmien redundanssijakoon ei kaivattu muutoksia, vaikka sen voisikin osittain tulkita 4-redundanttiseksi.

Koska AKZ-järjestelmä on suunniteltu prosessille, on selvää, ettei sen yhteensopivuus sähköjärjestelmien kanssa ole täydellinen. Hankaluuksia voi muodostua käyttöpaikan koon määrittelyssäkin eli tulkinnassa, mikä on oikean kokoinen käyttöpaikka sähköjärjestelmälle ja mitä laitteita voi yhden tunnuksen alle sisältyä informatiivisuuden ja käyttöpaikkojen käsittelyn pysyessä helppoina.

4.2.4 Inhimillisten tekijöiden aiheuttamat ongelmat

Loviisan voimalaitoksen työntekijöille suunnatussa kyselyssä nousee esille useasti myös se, että AKZ-järjestelmä on henkilöiden mielestä hankalasti ymmärrettävä, vaikka järjestelmä on ollut käytössä koko voimalaitoksen historian. Monesti AKZ-järjestelmän osaaminen jääkin pienemmälle huomiolle, koska sen jonkintasoista tuntemusta pidetään itsestäänselvyytenä. On myös mahdollista, että monessakin tapauksessa virheet johtuvat ohjeiston ja järjestelmän vähäisestä käytöstä. Ohjeiston käyttämättömyys ja vähäinen AKZ-järjestelmän tuntemus lisäävät riskiä järjestelmän virheelliselle

tulkinnalle, mutta syyt eivät kuitenkaan ole lähtöisin huonosta järjestelmästä vaan sen vähäisestä tuntemuksesta. (KZ-järjestelmäkysely. 2017)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tässä luvussa tarkastellaan mahdollisia uusia toimintatapoja ja vanhojen toimintatapojen kehittämistä AKZ-järjestelmän logiikan ylläpitämiseksi ja parantamiseksi sekä tulevaisuuden ongelmien ennaltaehkäisemiseksi. Alussa perehdytään AKZ-järjestelmän toimintatapoihin yleisesti ja lopussa kaikkiin kolmeen tarkasteltavana olleeseen tekniikan alaan vielä erikseen eli prosessi-, automaatio- ja sähköjärjestelmien käyttöpaikoissa esiintyviin tunnuksiin.

5.1 Johtopäätökset tutkimusaineiston perusteella

Loviisan voimalaitoksen AKZ-järjestelmän kehityksessä tulisi huomioida erityisesti sen käyttäjät ja tarjota järjestelmän avulla heille mahdollisimman paljon luotettavaa informaatiota. AKZ-tunnukset mahdollistavat tähän hyvän lähtökohdan. Informaation tulisi kuitenkin olla tarjolla selkeässä ja yksinkertaisessa muodossa, jotta käyttöpaikkatunnusten sekoittaminen toisiinsa olisi epätodennäköistä. Tähän luo haasteen kaksi laitousyksikköä ja molemmilla yksiköillä olevat omat redundanssit. Tietysti kahden laitousyksikön lähes identtistä rakennetta hyödyntäen käyttäjällä ei ole tarvetta opetella molempien laitosten AKZ-järjestelmää erikseen vaan samoilla komponenteilla olevilla yhtäläisyyksillä tunnistaa laitteen helposti, kuten nykyinen järjestelmä toimiikin.

AKZ-järjestelmästä tulisi käyttää ohjeiston mukaista muotoa eli kuvan 4.3 kohdassa 1 esitettyä tapaa, joka on esitetty tarkemmin kuvassa 2.1. Muita kuvan 4.3 tapoja käytettäisiin tällöin vain poikkeustapauksissa, kuitenkin niin, että kaikilla uusilla laitteilla ja muutostöiden kohteena olleilla laitteilla arkistointi tapahtuisi ohjeiston merkintätapaa käyttäen. Näin ollen asiakirjan lukijalle jää tulkinnanvara tunnuksien osalta vähäiseksi ja mahdollisilta virheilta välttytään.

Oikein käytettynä redundanssinumeroinnin selkeällä logiikalla saadaan käyttöön sen tarkoitus eli olla yksi informaatiota lisäävä numero AKZ-tunnuksessa. Virheellisesti käytettynä redundanssinumeroinnista on enemmän haittaa kuin hyötyä, ja tällaisten tapausten ilmaantuminen usein vähentää myös oikeiden numeroiden arvoa lisätessään käyttäjien epävarmuutta numeroinnin luotettavuudesta. Ongelmakohtien havaitseminen, virheisiin puuttuminen ja palautteen kerääminen luo tässä tapauksessa käyttäjätavallisempaa lopputuloksen.

Ajattelumallina voimalaitoksen järjestelmien loogisessa nimeämisessä olisi mahdollisuus käyttää prosessikeskeistä ajattelua: prosessi määrää ensisijaisesti, missä redundanssinumerossa ollaan. Loviisan voimalaitoksen automaatio- ja sähköjärjestelmien ollessa toteutettu nykyisellä tavallaan ei

ole mahdollista nimetä sähkö- ja automaatiokomponentteja prosessiredundanssin mukaan. Käytäntö voi aiheuttaa monessakin ammattiryhmässä hieman sekaannusta ja vaatii totuttelua, kun esim. automaatio-redundanssi ei vastaa täysin prosessia.

40 vuotta vanhassa ydinvoimalaitoksessa, jossa on tehty useita suuria muutostöitä ja digitalisaation myötä työkuultuuri on aikojen saatossa muuttunut, on selvää, etteivät AKZ-järjestelmän käyttötavatkaan ole pysyneet täysin muutoksen mukana ja henkilöstön sisällä samoina, vaikka ohjeistoa olisikin päivitetty. Tästä hyvänä esimerkkinä on tällä hetkellä toteutettava automaatiouudistus, joka on tuonut myös uusia merkintätapoja järjestelmään. Tärkeänä asiana järjestelmälle on aina ollut ja tulee olemaan sen käyttäjien lähdekriittisyys. Järjestelmä on ihmisen kehittämä ja ylläpitämä, näin ollen sen oikeellisuutta on hyvä kyseenalaistaa ja tarkastaa tarpeen vaatiessa. Lähdekriittisellä toiminnalla järjestelmän mahdollisia virheitä ja käytöstä aiheutuvia ongelmia pystytään havaitsemaan ja korjaamaan.

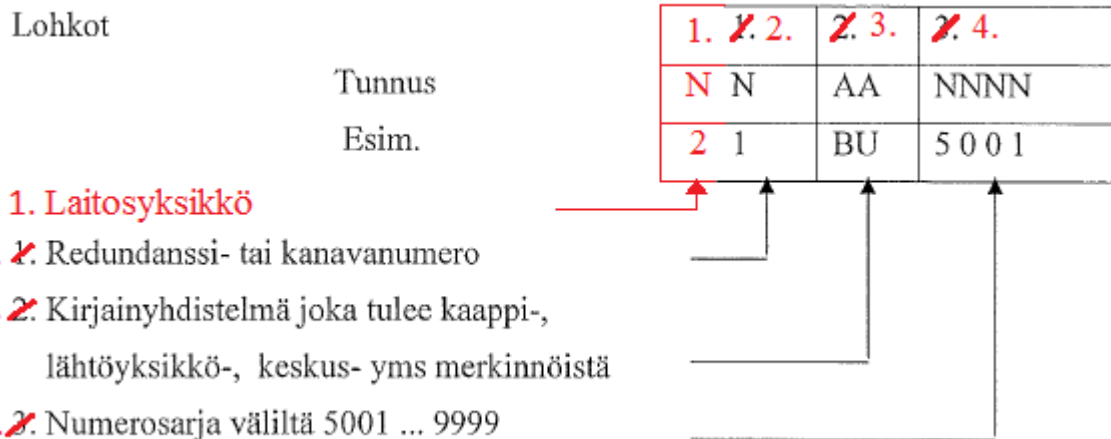
Tapauskohtaiselle tarkastelulle on tarvetta useissakin tapauksissa ja vanhan laitoksen järjestelmän korjaaminen täydelliseksi on todennäköisesti kannattamatonta, sillä tunnusten muuttaminen vaatisi todella suuren työn tietokantojen ja ohjeiston päivitykseen, lisäksi työntekijät joutuisivat opettelemaan uudelleen jo tuntemiaan tunnuksia. Kuitenkin redundanssinumeroinnin muutoksissa saatu numeron vaihdoksen hyöty olisi todennäköisesti opettelun ja muutoksen vaivaa suurempi ja täten muutokset redundanssinumerointiin kannattavia. Yleisesti kuitenkin AKZ-järjestelmän toimivuus kyselyssä koettiin hyväksi, joten vähintään nykyisen käytettävyydestä ylläpitäminen mahdollistaa laitteiden ja järjestelmien käytettävyyden jatkossakin.

Järjestelmän parissa työskentelevien koulutuksella on mahdollista parantaa heidän ammattitaitoaan ja helpottaa Loviisan voimalaitoksen AKZ-järjestelmän käyttöä. Ilman asianmukaista käyttäjien koulutuksen ylläpitoa on mahdollista aiheuttaa ongelmia AKZ-järjestelmän käyttöön ja pitkällä aikavälillä jopa käytettävyyteen, mikäli nimeäjän tietämys järjestelmästä ja sen ominaisuuksista ei ole riittävän suuri. Tiedon puute tai tiedon hankala saatavuus voi pahimmallaan johtaa käyttöpaikkojen virheelliseen nimeämiseen ja tunnistamisesta voi tulla erittäin haastavaa etenkin laitoksen järjestelmiä vähemmän tunteville. On tärkeää tiedostaa, että AKZ-järjestelmään on hankalaa tehdä muutoksia jälkeenpäin, joten muutostöiden ja uusien järjestelmien ohjeiston mukainen nimeäminen on erittäin tärkeää.

5.1.1 Kehitysehdotukset automaatiojärjestelmien nimeämiseen

Automaatiojärjestelmien osalta haasteita AKZ-järjestelmässä on etenkin redundanssinumeroinnissa. Nykyisen järjestelmän ollessa taipumaton kertomaan redundanssi sekä prosessin että automaation näkökulmasta on selkeyden vuoksi järkevintä käyttää redundanssinumeroina kanavien numerointia aina sen ollessa mahdollista. Näin onkin toimittu ja vaikka esimerkiksi 4-kanavaisen laitossuojausautomaation komponenttien redundanssinumeroita 3 ja 4 ei tavata prosessissa, on Loviisan voimalaitoksen automaatiota tuntevan käyttäjän helppo yhdistää numero 3 ensimmäiseen redundanssiin ja numero 4 toiseen redundanssiin. Automaation osalta nimeäminen ei kuitenkaan ole aivan yksinkertaista monikanavaisen ja välillä redundantittoman automaation ollessa tekemisissä niin ikään redundanttisen ja redundantittoman prosessin kanssa. Tarvittaessa automaation AKZ-järjestelmän nimeämisohteja voisi parantaa ja käyttäjien tietoisuutta AKZ-järjestelmän toimintatavoista ja mahdollisista poikkeuksista automaatiojärjestelmissä lisätä käytön sujuvoittamiseksi.

Nykyistä vanhankin automaation AKZ-järjestelmää voisi uudistaa Loviisan voimalaitoksen yleisten käytäntöjen mukaisiksi. Tällaisena uudistuksena olisi esimerkiksi kuvassa 5.1 esitetty muutos kaapeloinnin nykyiseen nimeämismalliin. Muutokset on esitetty kuvassa punaisella. Käytäntöä voisi käyttää laitoksen vanhan automaation laitteisiin, joiden nimeäminen ei muutu automaatiouudistuksen seurauksena ja komponenttien tunnuksessa ei ole ollut aikaisemmin laitostunnusta lainkaan. Näin ollen vanhojenkin komponenttien nimeämistapa olisi yhtenäinen AKZ-tunnuksen alkuosan osalta muiden laitoksen käyttöpaikkojen nimeämisohteiden kanssa. Yhtenäisillä käytännöillä on tunnuksen lukeminen helpompaa eikä käyttäjän tarvitse muistaa poikkeustapauksia ulkoa. Ensimmäisen numeron ilmaiseminen vain yhdellä numerolla mahdollistaa sekaantumisen laitostunnuksen ja redundanssitunnuksen välillä.



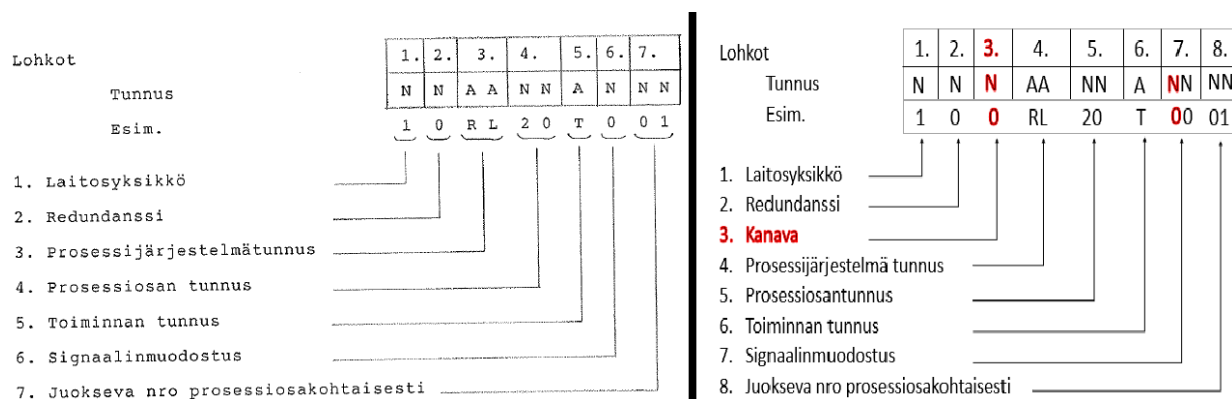
Kuva 5.1: Kehitysehdotus automaation kaapeloinnin nimeämiseen

Lisäksi parhaaseen lopputulokseen päästäisiin välttämällä virheellistä redundanssinumerointia. Hyvänä esimerkkinä virheellisestä numeroinnista on numeron 0 käyttäminen redundantisessa järjestelmässä, jolloin numeron 0 voisi korvata kyseisen kanavan numerolla. Vastaavasti järjestelmän ollessa redundantiton käytettäisiin numeroa 0. Ongelmia on myös numeron 0 käytössä yksikanavaisessa automaatiassa, koska tällöin numeron 0 automaatiokomponentteja voi olla osana redundanttista prosessia. Tällaisissa tapauksissa käyttäjälle voi syntyä mielikuva, että käyttöpaikka on myös osa redundanttonta prosessia, vaikka näin ei olisi. Vastaavasti jos kyseisissä tilanteissa käytettäisiin prosessin redundanssinumeroon pohjautuvaa numerointia olisi näiden komponenttien mieltäminen laitos- tai reaktorisuojausautomaation osiksi mahdollista. Tällaisissa tilanteissa tulisi miettiä saavutetaanko kanavanumeroinnilla paras lopputulos vai ei. On kuitenkin ilmeistä ettei kanavaa ja prosessiredundanssia voida käyttää sekaisin järjestelmässä, koska tällöin logiikan ymmärtäminen olisi erittäin haasteellista. Järjestelmän nimeäminen tulisikin toteuttaa kaikkialla samalla logiikalla.

Numeroinnin muokkaamisen kannattavuutta tulisi tarkastella tapauskohtaisesti: yksittäisten laitteiden muutokset eivät välttämättä ole aina kannattavia verratessa hyötyjä ja haittoja. Voimassa olevaa ohjeistoa ja automaatiojärjestelmien redundanssinumeroinnin numeroita 1-4 ja 0 olisi kuitenkin suotavaa käyttää uusien laitteiden nimeämisessä oikein.

Asioiden sisältäessä positiivisia ja negatiivisia seikkoja olisi pohdittava tarkkaan numeroinnin tärkeyden merkitystä ja keinoja, joilla luodaan käyttäjäystävällisin vaihtoehto. Tämänhetkisen nimeämismallin ja ohjeiston mukaisesti ei kyetä kertomaan kanavatunnusta ja prosessiredundanssia AKZ-tunnuksella samanaikaisesti kaikissa tapauksissa, joten kompromissi joudutaan tekemään näiden välillä. Lopputuloksen kannalta olisi kuitenkin selkein, että jompikumpi tapa on valittu, eikä mahdollisuutta valita näiden välillä jätetä nimeäjälle. Mikäli laitoksen tunnuksissa ilmenisi kumpaakin tapaa, olisi käyttäjille erittäin haastavaa tunnistaa, mitä informaatiota on tarjolla. Vastaavasti toimintamallin ollessa aina sama, vaikei kaikkea informaatiota kykenisi sisällyttämään AKZ-tunnukseen, olisi osaavan käyttäjän kuitenkin helppo selvittää tarvitsemansa tieto jotakin toista lähdeä käyttäen. Kuten aikaisemminkin tutkimuksessa on tullut ilmi, ei pelkän AKZ-tunnuksen perusteella ole tarpeeksi luotettavaa päätellä esim. tietoa onko laite redundanttinen vai ei.

Yhden numeron lisäyksellä olisi mahdollisuus sisällyttää informaatio sekä kanavatunnuksesta että redundanssista. Muunnettaessa automaation AKZ-tunnukset kertomaan sekä redundanssin että kanavan, hyötyinä olisivat kasvava informaation saatavuus ja helpompi laitteen käyttöpaikan sijainnin tunnistaminen prosessissa. Haittapuolena olisi voimallaitoksen automaatiojärjestelmien redundanssi- ja kanavatunnusten täydellinen uudelleen nimeäminen ja ohjeistus. Tällä hetkellä haitat ja vaiva ovat todennäköisesti hyötyjä suurempia, mutta mikäli kyseessä olisi uusi laitos ja järjestelmien nimeämisestä ei oltaisi vielä tehty, olisi erittäin järkevää sisällyttää käyttöpaikkatunnukseen redundanssi- ja kanavanumero esimerkiksi kuvan 5.2 mukaisesti. Muutoksena automaation nimeämismalleihin tulisi ainoastaan yhden numeron lisääminen redundanssinumeron jälkeen. Uusi tunnus olisi helppo erottaa normaalista prosessi- tai sähköjärjestelmän AKZ-tunnuksista ja käyttäjä tunnistaisi jo tunnuksen perusteella käyttöpaikan automaatioksi.



Kuva 5.2: Automaatio AKZ-järjestelmän vanha ja mahdollinen uusi nimeämismalli

Automaatiouudistus aiheuttaa suuria muutoksia parhaillaan Loviisan voimalaitoksen automaatiojärjestelmiin. Uusien automaatiolaitteiden tuomat haasteet AKZ-järjestelmässä eivät ole vielä kaikki tiedossa. Nimeämisessä käytetyn ohjeiston noudattaminen on tässäkin tapauksessa erityisen tärkeää. Uusi ohjeisto on vanhaan tapaan säilyttämässä automaatiokomponenttien nimeämisen edelleen automaation näkökulmasta, mikä ei poista vanhoja haasteita redundanssinumeroinnista, mutta uusia yllätyksiäkään ei pitäisi olla edessä. Tärkeää onkin uuden järjestelmän osalta tarkastella mahdollisia virheitä ja korjata ne heti ilmetessä. Mahdolliset uudet linjaukset ja toimintamallit olisi myös erittäin suotavaa tuoda ja arkistoida asianmukaisesti taaten tiedon säilymisen.

5.1.2 Kehitysehdotukset prosessijärjestelmien nimeämiseen

Prosessijärjestelmien osalta nykyisten AKZ-järjestelmänumerointien korjaukset etenkin redundanssinumerointien osalta olisi virheellisissä tapauksissa suhteellisen helppo toteuttaa. AKZ-järjestelmän prosessilähtöistä nimeämistapaa on helpoin soveltaa prosessitekniisiin laitteisiin ja prosessikomponenttien tiedot kyetään kertomaan selkeästi ja monipuolisesti nimeämisjärjestelmän avulla. Virheiden korjaamisella mahdollistettaisiin AKZ-järjestelmän kehittyminen oikeaan suuntaan vanhassakin laitoksessa. Myöskään muiden käyttöpaikkojen tunnuksot eivät redundanssinumeroita korjattaessa muutu, joten toimenpide on melko yksinkertainen ja ylläpitää järjestelmän toimivuutta.

Informaatiota virheellisistä kohdilta voisi kerätä palautteen muodossa käyttäjiltä ja nykyistä raportointikynnystä muutostarpeille pitäisi madaltaa. Asiakirjoja päivitettäessä olisi hyvä korjata vanhanmalliset AKZ-tunnuksot nykyisen ohjeiston mukaisiksi, kuitenkin kiinnittäen erityistä

huomiota vanhasta tunnuksesta puuttuviin numeroihin ja niiden oikein merkintään, eikä vain korvaten kyseisiä puuttuvia numeroita numerolla 0, jolloin informaation taso uuden tunnuksen myötä laskisi verrattuna vanhaan tavoitteen ollessa päinvastainen. Lisäksi käyttöpaikkanumerointia tulisi muuttaa ohjeiston mukaiseksi muutostöiden yhteydessä, mikäli järjestelmässä havaitaan tunnuksessa puutteita.

5.1.3 Kehitysehdotukset sähköjärjestelmien nimeämiseen

Koska sähköjärjestelmä on toteutettu prosessilähtöisesti, sillä on prosessijärjestelmän kanssa samankaltaisia haasteita. Poikkeuksena ovat kuitenkin sähköjärjestelmässä olevat ristiinsyöttötoiminnot ja paikoin redundantittomat järjestelmänosat, joihin yksiselitteisen logiikan muodostaminen on haastavaa ja käsitteleminen tapauskohtaisesti välttämätöntä. Erityisesti huomiota tulisi sähköjärjestelmissäkin kiinnittää nimeämistapojen yhtenäisyyteen. Tarkasteluun olisi niinkään hyvä ottaa kysymys, onko sähköjärjestelmien redundanssinumerointien käytötapa sähköjärjestelmien näkökulmasta riittävä ja onko informaatio prosessiredundanssista tarpeellinen. Tärkeimpänä asiana on kuitenkin ylläpitää redundanssinumeroinnin informatiivisuutta ja pitää toiminnan nimeämisen säännöt kaikille selkeinä, sekä noudattaa automaatiokomponenttien tavoin vain yhtä toimintatapaa.

Tyytyväisyyden sähköjärjestelmien AKZ-järjestelmään ollessa melko korkeana ei suurille muutoksille järjestelmään ole tarvetta ja muutoksien haitat voivat helposti kasvaa hyötyjä suuremmiksi. Näin ollen prosessijärjestelmien tapaan pelkällä virheiden korjaamisella päästäisiin mahdollisesti jo hyviin tuloksiin. Hankalampia tapauksia ilmetessä tulisi tarkastella mahdollisia muutoksia tapauskohtaisesti ja harkita logiikkaan yksinkertaisia muutoksia, jos niille on tarvetta. Kyselyn perusteella tällaista tarvetta ei kuitenkaan pitäisi ilmetä.

5.1.4 Kehitysehdotukset inhimillisten virheiden välttämiseksi

Laitoksella olisi pyrittävä lähtökohtaisesti siihen, että AKZ-järjestelmän käyttäjillä on mahdollisimman laaja tuntemus järjestelmästä. Hyvällä osaamisella kyetään paikkaamaan erinomaisesti järjestelmän ajoittaisia logiikkaongelmia. Näin ollen poikkeukset tunnistetaan eikä niistä koidu haittaa käyttäjälle eikä laitokselle. Kokemuksen myötä laitteiston tuntemus karttuu, mutta hyvällä koulutuksella ja tiedon saatavuudella on mahdollista korvata huomattava määrä kokemusta ja opastaa oikeisiin toimintatapoihin.

Laitoksella tulisi kartoittaa henkilöstön osaamista AKZ-järjestelmästä ja pitää koulutusta sitä tarvitseville. Lisäksi tulisi nostaa käyttäjien tietoon järjestelmän haasteita sekä kertoa kuinka niiden kanssa toimitaan. Inhimillisten tekijöiden ja tulkintaerojen minimoiminen selkeiden koulutusten ja ohjeiston avulla olisi eräs helpoimmista tavoista puuttua järjestelmän toimimattomuuteen ja taata järjestelmän toimivuus tulevaisuudessakin. Lisäksi lähdekriittistä asioiden tarkastelutapaa noudattaen voi itse havaita virheitä ja näin vaikuttaa niistä aiheutuviin haittoihin.

6 YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa AKZ-järjestelmän toimivuutta nykyisellään Loviisan voimalaitoksella ja pohtia, kuinka järjestelmää kyettäisiin kehittämään käyttäjäystävällisempään suuntaan, jotta YVL-ohjeen vaatimus käyttöpaikkojen tunnistamisesta toteutuisi myös jatkossa. Laitoksen pitkän käyttöhistorian tiedettiin vaikuttaneen järjestelmään vuosien varrella. Työssä pääpaino pidettiin redundanssinumeroinnin oikeellisuudessa, toimivuudessa ja kehityksessä.

Tutkimuksessa käytettiin hyväksi Loviisan voimalaitoksen asiakirjoja. Tämän lisäksi kerättiin tietoa AKZ-järjestelmästä tekemällä kyselytutkimus voimalaitoksen parissa työskenteleville henkilöille. Kyselyn otanta pyrittiin valikoimaan niin, että siihen vastaisivat järjestelmän kanssa paljon tekemisissä olevia henkilöitä mm. suunnittelu- ja käyttöorganisaatiosta. Tarkoitus oli saada laajalla otannalla käsitys nykyisen henkilöstön tyytyväisyydestä järjestelmää kohtaan ja nostaa esille käytettävyyttä haittaavia seikkoja.

Tarkastelemalla voimalaitoksen voimassaolevia ja vanhoja ohjeita havaittiin, että toimintamallit ovat vuosien aikana muuttuneet hieman. Nykyinen käytössä oleva virallinen AKZ-tunnus on pidempi kuin alkuperäinen 1970-luvulla kehitetty tunnus. Havaintoja vanhojen tunnusten käytöstä edelleen laitoksen asiakirjoissa ja käyttöpaikoilla ilmeni myös käyttäjille tehdyssä kyselyssä. AKZ-järjestelmän ollessa käytössä prosessi-, sähkö- ja automaatioteknisissä komponenteissa, on järjestelmän sovittaminen laitosympäristöön ilman kompromisseja vaikeaa. Myös Loviisan voimalaitoksen tekniset ratkaisut luovat haastavan ympäristön komponenttien nimeämisen kannalta. Etenkin automaation nimeäminen on haastavaa ja redundanssinumerointi automaatio- ja sähköjärjestelmissä joudutaan nimeämään järjestelmälähtöisesti eikä noudattaen voimalaitosprosessia.

Yksinkertaiset virheet kuten virheelliset redundanssinumerot tai numeroiden puuttuminen on järjestelmästä korjattavissa helposti, mikäli virheen havaitsijan on mahdollista raportoida siitä eteenpäin taholle, joka korjaa mahdolliset virheet. Myös ohjeiston mukaisia merkintätapoja olisi noudatettava, mikä helpottaisi laitteiden tunnistusta ja tiedonhakuja mm. laitostietojärjestelmästä.

Ongelmallisimmat kohdat syntyvät, kun redundanssinumero ei ole yksiselitteinen. Tällaisia tilanteita esiintyy mm. automaation kanssa, kun on epäselvää, onko laitteen redundanssinumero nimettävä kanavanumeron vai prosessiredundanssin mukaan. Näihin tilanteisiin ohjeistoa tulisi päivittää siten,

että painotettaisiin toimimista kaikissa tilanteissa samalla tavalla ja erikoisosaamisalueen ulkopuolisenkin henkilön olisi suotava osata katsoa pelisäännöt ohjeistosta tarpeen vaatiessa. Aukotonta nykyisen muotoisella AKZ-tunnuksella järjestelmästä ei saa, vaan se vaatisi mm. automaation tunnukseseen vähintään yhden uuden numeron lisäämistä. Tällaisia suurehkoja muutoksia ei nykyisellä käyttöiällä ole kuitenkaan järkevä toteuttaa, koska muutoksen aiheuttama vaiva olisi suurempi kuin saavutettu hyöty.

Suuria muutoksia AKZ-järjestelmään ei pitkän käyttöhistorian omaavalle voimalaitokselle välttämättä kannata toteuttaa, mutta pienillä ohjeistomuutoksilla voi olla suurikin merkitys AKZ-järjestelmän tulevaisuuden käytettävyyteen Loviisan voimalaitoksella. Näissä tulisi painottaa yhtenäisiä toimintatapoja ohjeiston mukaisesti ja määrittää selkeästi redundanttisuus kullakin osalla. Yhtenäisillä toimintatavoilla olisi puutteet helpompi tunnistaa ja tarvittaessa tarkistaa kaivattu informaatio paremmista lähteistä. Lisäksi järjestelmästä voisi järjestää henkilöstölle koulutusta, joka lisäisi järjestelmän ja sen toimintatapojen osaamista. Jokaista muutosta ennen olisi kuitenkin tarkasteltava millaisia etuja ja haittoja muutoksella saavutetaan.

LÄHDELUETTELO

Chanteux P. 2017. Naming rules, version 4.0. Sisäinen ohje, Rolls-Royce. Arkistotunnus: LO1-KL6130-00057.

Fortum Oyj, 2017. Loviisan voimalaitos. [www-lähde] Viitattu 21.2.2017. Saatavissa: http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/ydinvoima/Loviisan_voimalaitos/vl-toiminta/Sivut/default.aspx.

Fortum Power and Heat Oy, 2016. Syöttövesijärjestelmä RL. PI-kaavio. Arkistotunnus A_LO1-373-00002.

Heikkilä Tarja, 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>.

Imatran Voima Oy, 2002. Yleiskuvaus, Osa 6, Sähköjärjestelmät. Sisäinen asiakirja.

Imatran Voima Oy, 1998. Yleiskuvaus, Osa 7, Automaatiojärjestelmät. Sisäinen asiakirja.

International Nuclear Safety Advisory Group, 1999. Basic safety principles for nuclear power plants. International Atomic Energy Agency. ISBN 92-0-102699-4. Saatavissa: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P082_scr.pdf.

Kelavirta T. 2017. KZ-Merkintäjärjestelmä Loviisan voimalaitoksella. Sisäinen ohje, Fortum Power and Heat Oy. Arkistotunnus: T-01-00015.

Lehtinen R. 2006. Automaatio- ja sähkölaitteiden tunnusjärjestelmä, soveltamisohje. Sisäinen ohje, Fortum Power and Heat Oy. Arkistotunnus: LO1-K600-600-76.

Lehtinen R. 1989. Automaatiolaitteiden tunnusjärjestelmän soveltaminen. Sisäinen ohje, Imatran Voima Oy. Arkistotunnus: LO1-K600-0045.

Linnamaa L. 2010. FSAR Sähköjärjestelmät, turvallisuusseloste. Sisäinen asiakirja, Fortum Power and Heat Oy. Arkistotunnus: LO1-K852-00775.

Michelsen Karl-Erik, Särmäkoski Tuomo, 2005. Suomalainen ydinvoimala. Edita Publishing Oy. 282s. ISBN 95137-4530-9.

YVL 2.0. 2002. Ydinvoimalaitoksen järjestelmien suunnittelu. Säteilyturvakeskus. ISBN 951-712-587-9. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/11190/YVL2-0.pdf>.

YVL B.1. 2013. Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu. Säteilyturvakeskus. ISBN 978-952-478-854-0. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/41400-YVL_B.1.pdf.

Saanakorpi J. 1988. AKZ-merkintäjärjestelmänkäyttö Loviisan laitoksilla. Sisäinen ohje, Imatran Voima Oy. Arkistotunnus: LO1-A8-0130.

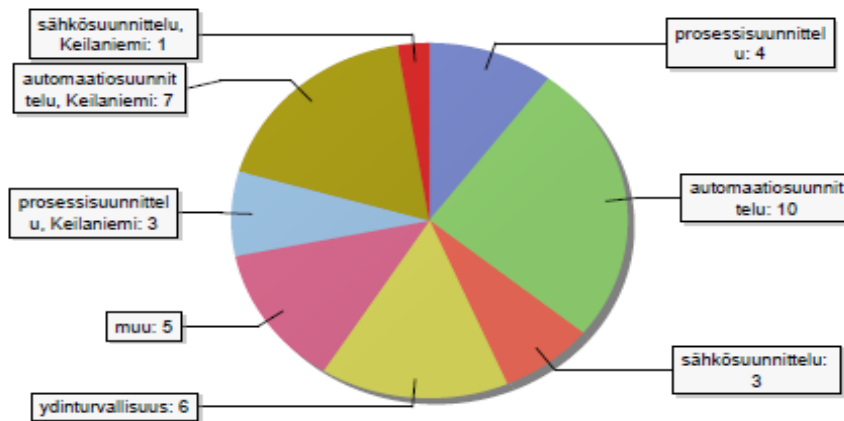
Sandberg Jorma, 2004. Ydinturvallisuus. Hämeenlinna: Säteilyturvakeskus. 418 s. ISBN 951-712-500-3.

LIITE 1. LOVIISAN VOIMALAITOKSEN SUUNNITTELUORGANISAATIOLE LÄHETETTY KYSELY

KZ-järjestelmä

1. Organisaatio:

Vastaajien määrä: 39



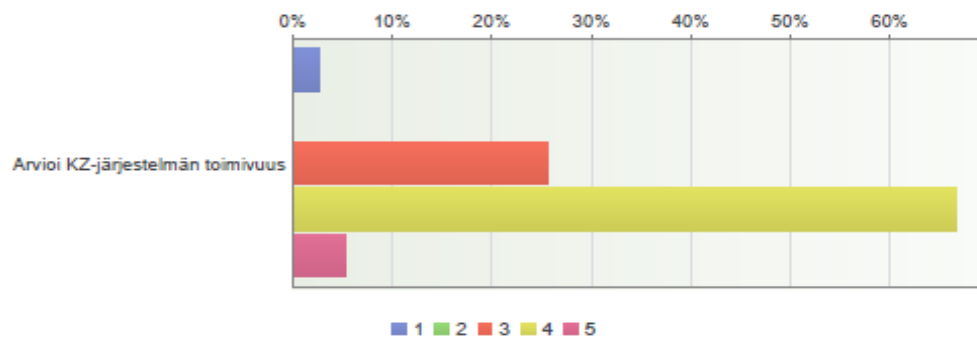
Avoimet vastaukset: muu

- mekaaninen suunnittelu
- konesuunnittelu
- Mekaaninen suunnittelu
- ydin- ja säteilyturvallisuus
- turvallisuussuunnittelu, Keilaniemi

2. Miten KZ-järjestelmä toimii mielestäsi laitoksella? 1- erittäin huonosti....5- erittäin hyvin)

Vastaajien määrä: 39

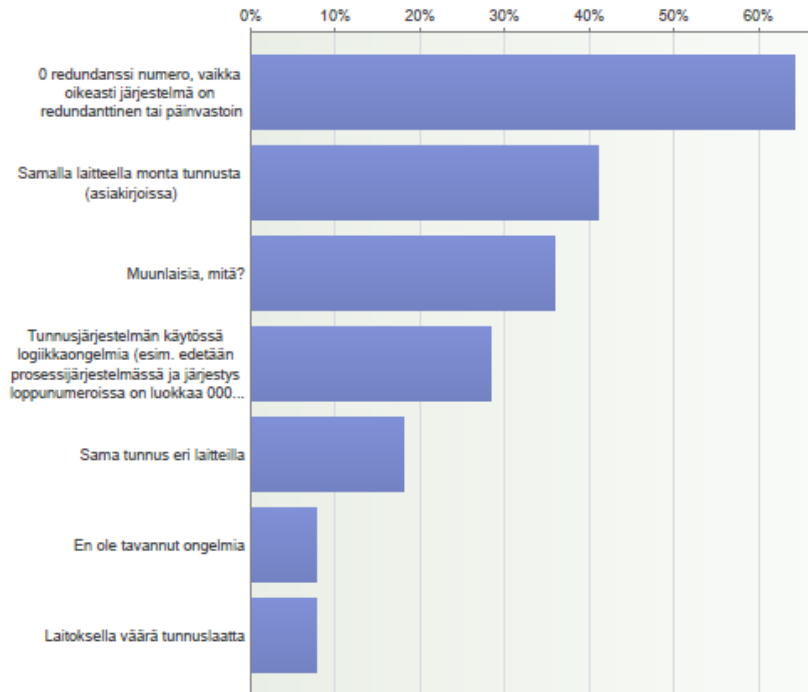
Keskiarvo: 3,72



3. Perusteita kysymykseen 2.

Vastaajien määrä: 39

- Järjestelmä toimisi hyvin, jos laitos ja sen käyttäjät olisivat sellaisia, johon järjestelmä on suunniteltu, esim. prosessiredundantisia laitteita ohjataan redundanssittomalla automatiikalla.
- KZ-järjestelmä on käyttöpaikkakohtainen numerointi, joten kaikilla laitteilla/komponenteilla ei välttämättä ole omaa KZ-tunnusta.
- Pääosin toimii hyvin. Kehityskohteita on tunnistettu ja niitä kannattaa kehittää.
- Pääpiirteittäin toimii, mutta turhan paljon on ristiriitaisuuksia ja epäloogisuuksia. Pelisäännöt KZ-tunnusten luomiselle eivät ole selvät ja kaikkien tiedossa.
- Kohteet selvästi merkitty ja löytyvät helposti niin laitokselta kuin sähköisistäkin järjestelmistä
- Hyvin on toiminut
- Vanha hyväksi todettu tunnusjärjestelmä. Ilman redujen sekoittumista ajan kuluessa järjestelmä olisi erittäin hyvä.
- KZ-järjestelmä itsessään on toimiva ja looginen, lyhyt tunnus pitää sisällään reilusti tietoa (jos osaa tulkita). Järjestelmä on huomattavan "helppokäyttöinen" verrattuna esim. Olkiluodon merkintäjärjestelmään.
- KZ-järjestelmä itsessään on todella hyvä ja selkeä järjestelmä laitteiden merkitsemiseksi. Laitoksella ongelmia on vuosikymmenien saatossa vaihdelleet merkitsemistavat, joiden seurauksena esimerkiksi osajärjestelmien numerointi ei aina seuraa samaa logiikkaa eri järjestelmissä. Lisäksi joissain tapauksissa "turhilla pikkuventtiileillä" puuttuu tunnuksia. Pääjärjestelmissä ja turvajärjestelmissä tilanne on yleensä parempi.
- selkeä ja yhdenmukainen, sisältää paljon tietoa
- Esim. mittausputkiston komponenteilla ei aina ole KZ- merkintää.
- KZ- tietojen löytäminen ahtaisissa paikoissa.
- Aina ei ole helppo löytää numerosarjaa uusille järjestelmille.
- KZ-järjestelmästä puuttuu kokonaan automaatiopuolen laitteiden erittely. Esimerkiksi 10TT10L0012 edustaa koko piiriä, ei yksittäistä laitetta. Muissa merkintäjärjestelmissä pystyy erottelemaan esimerkkipiiristä vaikkapa anturin ja lähtimen erikseen.
- Vanhoista merkinnöistä puuttuu usein alku, etenkin 0-redundanttisissa järjestelmissä.
- Muutokset on pieniä, joten suurempiin ongelmiin törmätään harvoin.
- - sähkökoteloiden tunnuksat täysin erillisiä prosessijärjestelmästä. Toisaalta hyvä asia toisaalta ei.
- tunnus voisi kertoa suoraan esim. laitteen turvallisuusluokan.
- Systemaattinen saksalainen 1970-järjestelmä, joka perustuu prosessilogiikkaan.
- ELSA projektissa on RED numerointi mennyt sekaisin, joissakin laitepositioissa LARA rasiiteenn takia
- Yleensä tekstissä käytetään vain osaa kz-tunnuksesta, väärän tulkinnan mahdollisuus on ilmeinen.
- Signaalin tunnusosalla määritellään kohde yksiselitteisesti, signaalin tunnusosaa (kz-tunnuksen signaaliosa) käytetään Loviissassa harvoin. Signaalitunnus on korvattu suomenkielisellä lyhenteellä "kii", "auk" tai muulla vastaavalla, pitäisi käyttää standardin mukaista koodausta.
- Redundanssia osoittava numerointi on rämettynyt.
- Nykypäivän mahdollisuudet huomioiden järjestelmä voisi varmaan olla myös toisenlainen.
- Hiukan epäselvyyksiä välillä tunnuksissa.
- -
- KZ-järjestelmä on keskeinen työväline ainakin automaatiopuolella. Kuitenkin on vielä kehittämisen varaa. Soveltamissääntöjä voisi tehdä tunnetummiksi.
- ei perustetta.
- Itse järjestelmä on hyvä, mutta ongelma on siinä että sitä ei ole aina noudatettu milloin mistäkin syystä johtuen.
- Vanhalla laitoksella redundanssierottelut eivät vastaa nykyistä ohjeistusta. Tästä aiheutuu epäselvyyksiä, epävarmuuksia ja sotkua.
- Kaikkia mahdollisuuksia ei käytössä, esim signaali tunnus osa joskus käytössä joskus ei.
- Pääosin kertoo mistä on kyse. Puutteet on oikeastaan käsitelty muiden kysymysten yhteydessä.

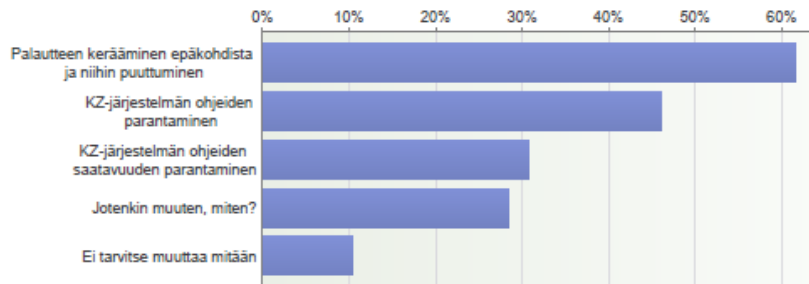


Avoimet vastaukset: Muunlaisia, mitä?

- Joistain kohteista saattaa puuttua tunnuslaattoja
- Nollinen lkm. tunnusten lopussa (vrt. -01, -001, -0001)
- Puuttuvia kz-tunnuksia tai laattoja
- kaksi ensimmäistä numeroa, niiden merkitys joskus vaikea muistaa (laitos / redunumero), 0-redu on 10 vuoden jälkeenkin tuntematon
- Signaalitunnuksien käytössä aika paljon tulkinnan varaa.
- katso kommentti kohdassa 3
- Ei käytetä standardin mukaista merkintätapaa
- Kohteita (esim. putkien päitä) oli jäänyt merkitsemättä.
- Reaktorilaitoksella rinnakkaisia osajärjestelmiä on kuusi. Minä en näe tunnuksista, minkä osajärjestelmän laite on kyseessä.
- Kaapelointi laitoksella ei ole noudattanut kaikilta osin redu-jakoa
- Prosessisuunnittelu ei käytä tunnuksia vaan laitteiden nimiä
- Numeroiden määrä (esim. S06 / S0006) eri asiakirjoissa eri. Lisäksi lomaxissa on duplikaatteja samalle laitteelle.
- Osalle laitteista annetaan tunnus ja osalle ei, riippuen esim. laitetoimittajan halusta käyttää AKZ-koodausta.
- kentällä ei usein ole redundanssitunnuksia. Epäselvyydet redundanssitunnusten käytössä, 0-redundanssin epämääräisyys, kuitenkin redundanssiin liitetty useita suojausvaatimuksia (esim palosuojaus)

5. Millaisilla toimilla voisimme kehittää järjestelmää ja sen käyttöä?

Vastaajien määrä: 39

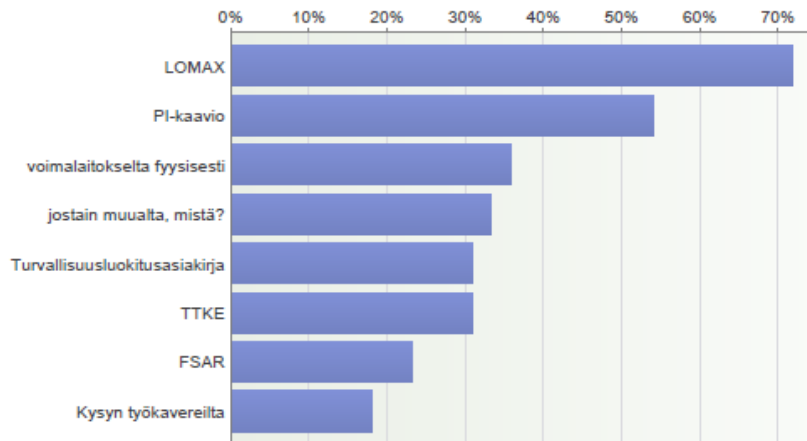


Avoimet vastaukset: Jotenkin muuten, miten?

- Lisätään automaatiolaitteille omat tunnukset järjestelmään. (kts. kohta 3)
- Signaalitunnuksissa käytetään alkuperäisiä, oikeita sääntöjä.
- Ohjeet pitää olla kunnossa ja niitä pitää noudattaa
- Yhtenäinen merkintäkäytäntö (Saman verran numeroita joka dokumentissa). Lomaxista duplikaatit pois.
- Koulutus kz-järjestelmän "saloista" varsinkin uusille työntekijöille ja konsulteilla jotka jotain LO:n suunnittelevat.
- Kaikki tieto tallennettu vain yhteen paikkaan tunnuksista
- Poistamalla redundanssinumero järjestelmästä kokonaan
- AKZ-tunnuksista signaaliosantarkkuudella pitäisi muodostaa tietokanta, josta voisi helposti tarkistaa käytössäolevat tunnukset ja nimeyskäytännöt.
- Tunnusten muuttaminen jälkikäteen aiheuttaa sotkuja. Vanhoja tunnuksia jää elämään haamuina. Tärkeää on, että kaikilla laitteilla on yksikäsitteiset tunnukset
- selvittää tarkemmin onko oikeasti tunnuseroja, esim automaation luokitusasiakirjassa voi olla samalla näennäisesti samalla tunnukseella esim. 10TB11S003, 11TB11S003, 12TB11S003, tunnus riippuu siitä mitä kautta järjestelmän ohjaus tulee, kyse eri signaaleista. esim. TB11S03 PREV-suojauksesta tuleva signaali. 11- ja 12-alkuista käytetään tilatietona toisessa suojauksessa, Lisäksi joissakin kohdissa saattaa olla niin, että esim. pumpulle ja se moottorille on sama tunnus, mutta tarkoitetaan kuitenkin eri asiaa.
- Laittamalla dokumentaatio ja Lomax kuntoon.

6. Mikä on paikka, josta tarkastat KZ-tunnuksen, mikäli samalla komponentilla olet havainnut eri tunnuksia tai puutteita siinä?

Vastaajien määrä: 39

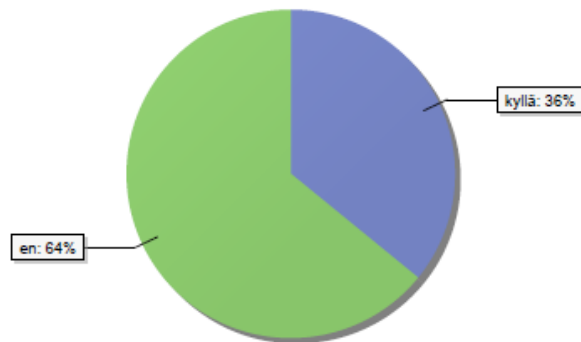


Avoimet vastaukset: jostain muualta, mistä?

- Käyttöönottopöytäkirja
- ELSA:n PREV-lista
- Piirustuksista, alkuperäisistä asennussuunnitelmista ym. Täysin tapauskohtaisesti.
- Alkuperäiset suunnitteluaineistot. Myös käyttöohjeista voi joissakin tapauksissa olla apua
- tarkistus kentällä olevasta kilvestä
- Automaationpiiri kaaviot
- Lopuksi pitää vain arvata mikä pitää paikkansa
- Virtapiirikaavioista
- toimintakaaviot, virtapiirikaaviot, VBL, ym automaatiidokumentointi
- ELTIE eli erityislaitetiedosto, josta sähkö- ja automaatiotekninen turvallisuusluokitusasiakirja tulostetaan
- Automaation dokumentit
- automaatiidokumentit, yleensä tarvetta tarkastaa useasta eri paikasta
- Tarkastuspaikka vaihtelee tilanteen mukaan

7. Oletko osallistunut uuden järjestelmän KZ nimeämiseen? Jos vastasit kyllä kerro avoimessa vastauksessa hieman, millä ohjeella tuo suoritettiin (T-01-00015?) ja oliko logiikassa ongelmia.

Vastaajien määrä: 39

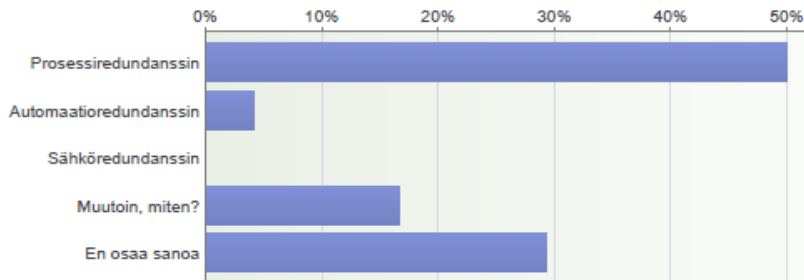


Avoimet vastaukset: kyllä

- Ei ongelmia
- Varaillut uusien jakokeskusten tunnuksia, T-01-00015 liitteen 5 mukaisesti, ei ongelmia.
- T-01-00015. Logiikka herättää välillä keskustelua eri tahojen välillä. Kompromissiin kyllä on aina päästy kts. kohta 3.
- Olen ottanut vanhoista piireistä mallia ja antanut vain uuden järjestysnumeron.
- Loogisuus ongelmia tehtäessä uutta järjestelmää. Mikä kZ rajaventiilille valitaan ja minne raja laitetaan. Ohjetta T-01-00015 ja asiakirjaa LO1-K600-600-00076 M1. ei ongelmia.
- Ei ongelmia nimeämisen suhteen.
- Sähkökeskusten, alajakoteloiden, taajuusmuuttajien UPS-laitteiden ym. projekteissa hankittujen laitteiden tunnuksien esitysehdotuksien generoimiseen. Yleensä hoituvat ogelmitta.
- ELSA-projektissa käytetään nimeysohjetta: LO1-K6130-00057, joka tulee täydentämään dokumenttia LO1-K600-600-76M1. Suurin ongelma on olemassaolevien järjestelmien (esim. RA) vapaiden tunnusten metsästys.
- T-01-15, logiikassa ei ongelmia, kunhan löytyi vapaat laitetason numerosarjat, ks. kohta 9.
- T-01-00015, ei ollut
- Ei ongelmia
- T-01-00015. Ei ongelmia

8. Mikäli prosessi-, sähkö ja automaatioredundanssi ovat ristiriidassa. Pitäisikö käyttöpaikan redundanssinumeron (KZ-merkinnän 2. numero) määräytyä:

Vastaajien määrä: 24



Avoimet vastaukset: Prosessiredundanssin

- Toiminnon aidon redundanttisuuden mukaan
- Koska sama mittaus voi kytkeytyä kahteen eri automaatioredundanssiin.
- mekaanisen jaottelun mukaisesti. (Tosin automaatiiossa ja sähkössä saattaa olla tarpeita omille jaotteluille.)

Avoimet vastaukset: Automaatioredundanssin

- Toiminnallinen arkkitehtuuri määrittelee redundanssin

Avoimet vastaukset: Muutoin, miten?

- Tapauskohtaisesti. Vanhalla laitoksella ei ole mahdollista asettaa liian tiukkoja sääntöjä.
- Prosessilaitteella prosessiredundanssin, automaatiol. automaatioredundanssin ja sähköl. sähköredundanssin mukaan
- Redu-numeroa ei tarvita
- Periaatteessa jos prosessi on redundanttisesti suunniteltu, niin muut seuraavat helposti prosessiredundanssia. Usein prosessi ei ole redundanttinen vaan samaa prosessilaitetta ohjataan molemmista/useasta redundanssista. Ristiriitatilanteet pitäisi selvittää tapauskohtaisesti.

9. Muita huomioita.

Vastaajien määrä: 17

- Käyttäjät ovat luoneet kaikki ongelmat.
- Yhteiset pelisäännöt tarvitaan ja ne on oltava kaikkien tiedossa.
- Henkilökohtaisesti olen tottunut järjestelmään ja pidän sitä kelvollisena työympäristönä.
- Dokumentointi ja Lomax eivät läheskään aina ole ajantasalla, tosin ei liene itse merkintäjärjestelmän vika.
- Logiikkaongelmat ovat seurausta lähes aina laitosmuutoksista. Jos venttiilien 0003 ja 0004 väliin pitää lisätä uusi venttiili ja seuraava vapaa numero on 0056 niin vaihtoehtoja ei oikein ole. Jos yrittäisiin muuttaa kaikkien järjestelmän vanhojen venttiilien tunnuksia niin katastrofi olisi valmis kun yritettäisiin muuttaa kaikki vanhat ohjeet ja aineistot joissa vanhoja numeroita on käytetty. Yleensä on valittava vähiten epälooginen vaihtoehto ja usein se on mielipide kysymys. Kysymykseen 6 ei muuten minusta ole yksiselitteistä vastausta. Riippuu hyvin paljon siitä millaisen puutteen havaitsee, mutta yleensä on parasta tarkistaa useammasta paikasta, varsinkin jos kyse on ristiriidasta eri lähteissä. ja kun oikean tunnuksen saa selville niin täytyy nuo kaikki käydä läpi ja varmistaa että se on jokapaikassa oikein
- Ohjeen löytäminen sen verran hankalaa, että esim. kiireessä jonkun asian tarkastaminen jää väliin. Sama ongelma koskee muitakin ohjeita. Ohjeita, standardeja, lakeja ja määräyksiä tuntuu olevan liian paljon, jotta ne

hallitsisi

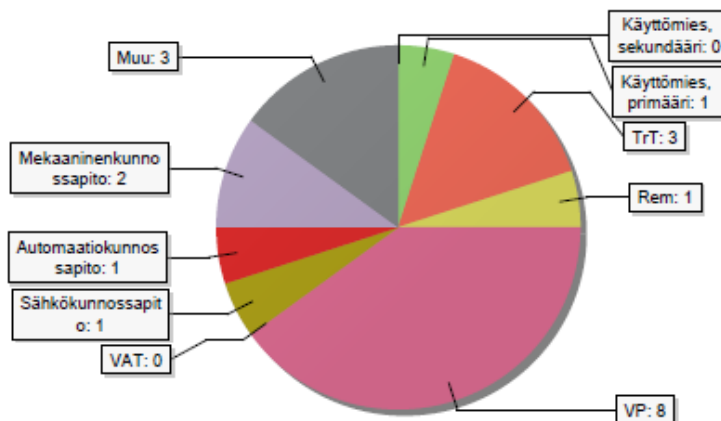
- Todellisuudessa tarvitsen erittäin harvoin KZ-tunnuksia (käyn harvoin laitoksella), joten myöskään palaute ei osaltani ole kovin valaisevaa.
- Laitoksella käytössä tunnuksen loppunumeroissa eri määrä numeroita. Esim. -001, -0002
- Mikäli redundanttinen (automaatio)laitteen ohjaus on 0-redun HA-kaapissa, niin se tulisi siirtää oikean redun järjestelmiin (HA-automaatiokaappiin).
Sama koskee myös muita automaatiikoja kuten esim. logiikat/lukitukset/automaatiikat
- Kohta 8. Yksi laite, vain yksi tunnus, riippumatta kenen laite on kyseessä. Automaation puolella voi signaali/laitte-tunnus muuttua, esim kun mennään PTKlle. Varsinkin redun osalta.
- Uusille laitoksille KKS järjestelmä on parempi
- Välttämättä jotakin laitetta ei löydy PI-kaavioista tai oikein muualtakaan dokumentaatiosta.
- Kysymyksen 8 kohdalla pitäisi prosessi- sähkö- ja automaatioredujen olla sopusoinnussa. Mutta vanhalla laitoksella asia on kimurantti kun tilat on nyt mitä ovat. Uudella laitoksella rakennuksien layoutilla pitäisi noita asioita ainakin pyrkiä selventämään. Ts. Jos meillä on laite/käyttöpaikka redussa 1 niin myös sähkö ja liittyvä automaatio on redusta 1. Korvaava laitteisto sitten reduun 2.
- Samaa tietoa tallennettu eri paikkoihin. Sitten kun tieto uusiutuu tunnusten osalta, ei sitä tietenkään ole pystytty päivittämään joka paikkaan. Eri järjestelmissä eri tila.
- Loviisan järjestelmien AKZ-koodaus on ryvettynyt pahasti ajan kuluessa. Etenkin suuret automaatiouudistushankkeet, kuten LARA ja ELSA ovat pahentaneet tilannetta, sillä käyttöpaikkoja on alettu muuttamaan ja dokumentaatio tehty sen mukaisesti, mutta sitten esim. LARA-projekti päättyi ja homma jäi kesken. Nyt koitetaan asiaa korjata, mutta se ei ole helppoa, sillä dokumentaatiota ja vääriä tunnuksia on suuri määrä.
- -
- On tullut vastaan tapauksia, joissa laitetaso numerot alkavat loppua, koska Loviisassa ei hyväksytty, että eri redundanssitunnuksilla voisi olla samoja järjestelmä- ja laitenumeroita, vaikka kz-järjestelmä sen periaatteen hyväksyykin. Eli että voisi olla esim. tunnukset 10-, 11- ja 12AA01B0001.

LIITE 2. LOVIISAN VOIMALAITOKSEN KÄYTTÖORGANISAATIOLE LÄHETETTY KYSELY

KZ-tunnukset, käyttäjille

1. Tehtävä:

Vastaaajien määrä: 20

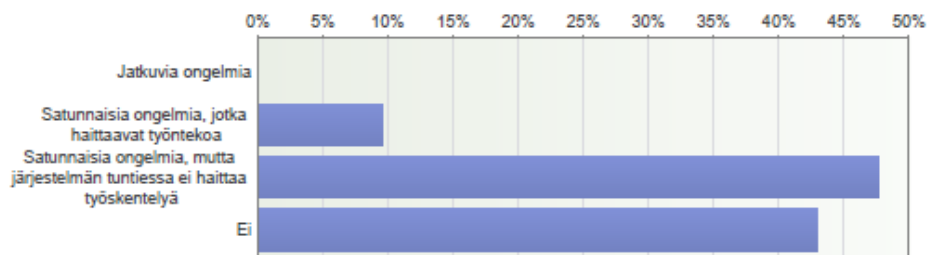


Avoimet vastaukset: Muu

- Järjestelmävastaava, automaatio
- KZ- ja Pi-kaaviovastuullinen
- Prosessikemia

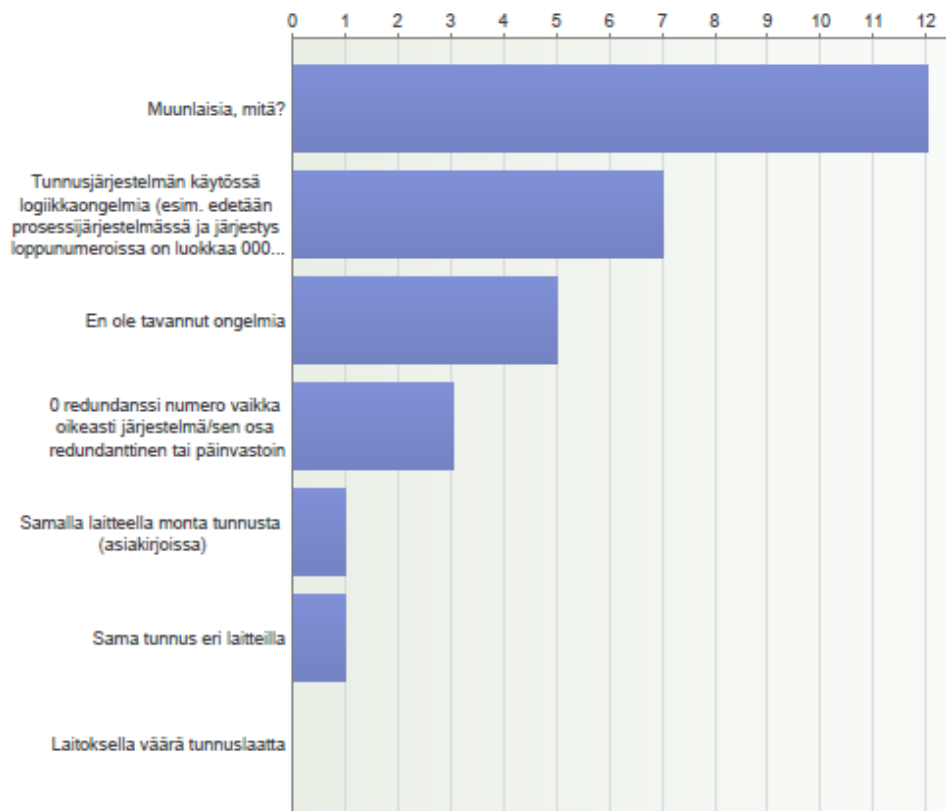
2. Onko KZ-järjestelmän kanssa ollut ongelmia työskennellä?

Vastaaajien määrä: 21



3. Millaisia epäkohtia olet havainnut järjestelmässä?

Vastaajien määrä: 21



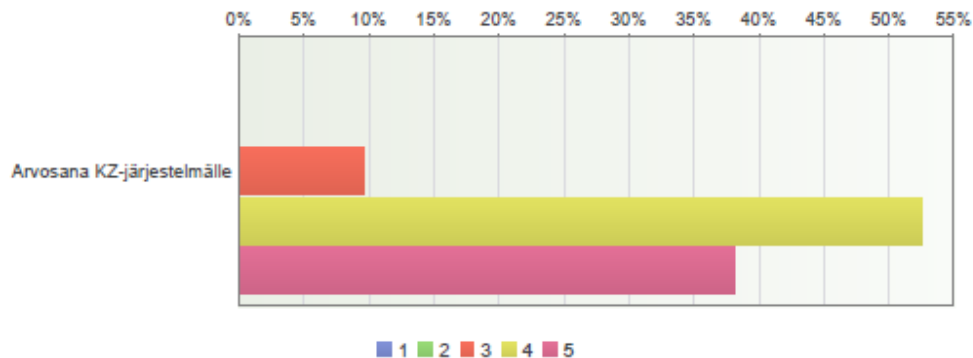
Avoimet vastaukset: Muunlaisia, mitä?

- KZ-kilpi puuttuu.
- Järjestelmiä muutettaessa loogisuus ei aina säily.
- Uusia tunnuksia annettaessa ei voi edetä loogisesti prosessin mukaan.
- Laitoksella esim. keskuksella ja lomaxissa tunnuksessa 0 eri määrä
- KZ lappujen koko ja kiinnitys hankaloittaa venttiilien operointia
- Löytyy myös komponentteja joissa ei ole tunnuslaattaa
- Tunnus puuttuu kokonaan
- Erilaisia merkintätapoja tunnuslaatoissa, esim. ST65P02, 20ST65P002, 20ST65P0002
- satunnaisia laattapuutteita, ei juurikaan muunlaisia virheitä ole tullut vastaan. Haasteet enemmänkin arkistojen puolella...
- laitteella tai järjestelmällä ei ole omaa KZ tunnusta
- Laitteella ei ole ollut KZ-lappua paikanpäällä tai se on irronnut.
- KZ-lappuja puuttuu satunnaisesti paikan päältä. Ei ole itse merkintäjärjestelmän vika.

4. Arvioi KZ-järjestelmän käyttöä Loviisan laitoksella (1=erittäin huono.... 5= järjestelmä toimii nykyisellään erinomaisesti.)

Vastaajien määrä: 21

Keskiarvo: 4,29



5. Perustele kohdan 4. vastaustasi.

Vastaajien määrä: 21

- Toimii pääasiassa hyvin. Virheitä lähinnä Lomax-järjestelmässä.
- .
- Mielestäni kz-järjestelmä on selkeä.
- Jos KZ-laput säilyisi kaikki paikallaan, myös vuosihuoltojen purku ja eristetöissä systeemi pelaisi.
- Järjestelmä on vuosien saatossa opittu ja sisäistetty, joten sen käyttö onnistuu kohtuu sujuvasti. Järjestelmän numerointi yms. voisi kuitenkin olla huomattavasti sujuvampaakin, mikäli päästäisiin aloittamaan puhtaalta pöydältä.
- KZ- järjestelmän pohjalle on helppo tehdä erillaisia tietohallinnon järjestelmiä. Tunnus ja sen osat kertoo hyvin käyttöpaikasta ja sen ominaisuuksista.
- LO1 ja LO2 käytetään erivärisiä kylttejä, teippejä jne.. Kunnollinen ammattikohtainen perehdytys merkintäjärjestelmään niin pärjää jo pitkälle. Käytetään erotuksissa ja palautuksissa lukijaa, jolloin inhimilliset erehdykset etenkin laitojen välillä pienenee.
- Tunnen omassa käytössä olevat järjestelmät
- Yleisesti ottaen laitoksen komponentit on hyvin merkattu.
- Käytettävyyden kannalta kaikissa KZ-lapuissa olisi hyvä olla viivakoodi, lappujen päivitys on tosin työn alla. Annetut KZ tunnuksot eivät ole loogisia, systemaattisia, eikä suunnitelmallisia.
- On erittäin hyvä asia, että kaikilla laitteilla on oma yksilöllinen tunnus ja tunnusjärjestelmää on ylläpidetty siten, että siihen voi pääsääntöisesti luottaa.
- Toimii tosi hyvin, kunhan tunnus vaan on laitteessa.
- ei moitittavaa. jos jostain puuttuu niin käyttö laittaa laput kuntoon
- PI-kaaviot ja kenttämerkinnät vastaavat hyvin toisiaan ja lähtökohtaisesti KZ-tunnuksilla "pelataan" ja niihin luotetaan.
- Ei ongelmia itsellä
- tarviiko toimivaa perustella? 27 vuoden KZ-tuntemuksella/kokemuksella sanoisin että se nyt vaan on hyvä ja tarviiko hyvää lähteä muuttamaan?
- Looginen ja toimiva järjestelmä jolla saadaan eroteltua prosessijärjestelmät ja niihin liittyvät eri mittaukset kätevästi

- toimii riittävän hyvin.
- Merkintä on selkeä ja mahdolliset puutteet on saatu selvitettyä PI-kuvien avulla.
- Hyvin pelaa.
- Selkeä järjestelmä laitteiden identifiointiin.

6. Mikäli prosessi-, sähkö ja automaatioredundanssi ovat ristiriidassa. Pitäisikö käyttöpaikan redundanssinumeron (KZ-merkinnän 2. numero) määräytyä:

Ei vastauksia.

7. Muita huomioita

Vastaaajien määrä: 8

- Etenkin pienemmissä venttiileissä ei ole kaikissa kz-kilpeä.
-
- Joskus tussimerkintä kohteessa paljastaa muutokset/virheet
- Opittuaan järjestelmän on melko looginen.
- Järjestelmät tunnistaa melko hyvin verrattuna tilanteeseen jossa käyttöpaikalla olisi nimi (kuinka täydellinen)
- Samassa huonetilassa voi olla eri laitoksen esim. keskuksia (SAM- rakennus) niissä täytyy olla erittäin tarkka. KZ- järjestelmän 1. numero voi olla ainut ero kohteen tunnistamisessa (11FZ... , 21FZ...)
- Vuosihuoltojen aikana tunnuslaattoja katoaa varsinkin jos niiden kiinnitys on esimerkiksi eristepellissä joka uusitaan vuosittain...
- Jonkin verran päänvaivaa aiheuttaa eri kz-tunnuksen käyttö esimerkiksi käyttöohjeissa ja pumppu- ja venttiililuettelossa. Mm paineistimen vastukset ja jotkun magn-venttiilit.
- Redundanssijärjestelmien mittausten redundanssinumerointi puutteellista, ilmeisesti ETA:ssa usein on jäänyt miettimättä.
- Tämän vuoksi myös Lomax mittapisteiden redunumerointi on puutteellista (yleensä 0).
- Projektin pitäisi määrittää KZ-numerot kaikille laitteille, myös mittauksille redundanssinumeroita unohtamatta ja huomioida myös olemassa olevat järjestelmät! Juoksevassa numeroinnissa on vain random-logiikka,
- Jonkun verran tunnuslaattoja puuttuu (hävinnyt)
-
-