

Esko Åman

Öljyaseman sähkönsyötön uudelleensuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

6.5.2013

Tekijä Otsikko	Esko Åman Öljyaseman sähkönsyötön uudelleensuunnittelu
Sivumäärä Aika	33 sivua + 6 liitettä 6.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	sähkömestari Jori Issakainen lehtori Sampsa Kupari
<p>Tässä insinöörityössä tehtiin suunnittelutyö Vantaan Energian Martinlaakson voimalaitokselle öljyaseman paloturvallisuuden parantamiseksi. Työn tavoitteena oli löytää erilaisia ratkaisutapoja öljyaseman paloturvallisuuden parantamiseksi ja paneutua tarkemmin ehdotukseen, jossa öljyaseman vanhat kahvasulakkeet korvattaisiin uusilla kompaktikatkaisijoilla sekä niiden laukaisua ohjaavalla pitoisuusanturilla.</p> <p>Tarve suunnittelutyölle syntyi, kun syksyllä 2012 Martinlaakson voimalaitoksella suoritettiin voimalaitoksen järjestelmille kriittisyysanalyysiä. Osana kriittisyysanalyysiä selvitettiin myös öljyaseman sähköjärjestelmien kunto. Analyysissä todettiin öljyaseman sisäilman sisältävän ajoittain öljyputkistoista vuotavaa polttoöljyn synnyttämää syttymiskelpoista kaasua. Analyysissä todettiin myös, että öljyasema ei siinä kunnossa täytä räjähdysvaaralliseksi tilalle asetettuja standardeja, jollaiseksi se luokitellaan kaasuvuotojensa takia.</p> <p>Työssä selvitettiin, millaiset kompaktikatkaisijat soveltuisivat käytettäväksi öljyaseman sovelluksessa. Lisäksi selvitettiin, millaisia lisätarvikkeita katkaisijoihin tulisi lisätä, jotta kompaktikatkaisijoilla voitaisiin toteuttaa öljyaseman keskuksien syöttökaapeleiden ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus.</p> <p>Työn tulokseksi saatiin selvitys, jonka pohjalta voidaan pyytää tarjoukset kompaktikatkaisijoista sekä niihin liittyvistä lisätarvikkeista. Työ sisältää myös ehdotukset suojauslaitteiden asennuksille.</p>	
Avainsanat	kompaktikatkaisija, sähkönsyöttö, öljyasema

Author Title	Esko Åman Redesigning Power Supply of an Oil Station
Number of Pages Date	33 pages + 6 appendices 6 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Jori Issakainen, Electricity Master Sampsa Kupari, Senior Lecturer
<p>The purpose of this graduate study was to draw up a plan for Vantaan Energia Ltd, in order to improve fire safety of the oil station of Martinlaakso Power Plant. The oil station was inaugurated in the mid-70s and it is mainly in its original condition at the moment. The aim of this thesis was to find different solutions for improving the fire safety of the oil station and give further attention to a proposal, in which old handle-type fuses would be replaced with new compact circuit breakers and a sensor, which controls trigger function of circuit breakers.</p> <p>The need for this plan arose when the crisis analysis was executed for electric systems of the power plant in Martinlaakso Power Plant in the autumn 2012. As part of the analysis, the condition of the electric systems of the oil station was also checked. In the analysis it was discovered that the indoor air occasionally contained gas generated by the fuel oil, which was leaking out from oil pipelines. It was also noticed that the oil station does not fulfill the set standards for explosive space, as which it is categorized because of gas leak-ages.</p> <p>This study researched what kind of compact circuit breakers would be suitable for use in application of the oil station. In addition it was defined which kind of accessories for circuit breakers should be added, so that both overload and short circuit protection of supply cables could be realized.</p> <p>As a result, a report that can be used when tenders are invited for compact circuit breakers and related accessories was produced. This study includes also proposals for adjustments of protective relays.</p>	
Keywords	compact circuit breaker, power supply, oil station

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Standardit	2
2.1	Standardit yleisesti	2
2.2	Eryteisesti sähköalaa koskevat standardit	2
3	Öljyaseman tilanne	3
3.1	Öljyaseman nykytilanne	3
3.2	Öljyasemalle vaadittavat muutokset	5
4	Öljyaseman parannusvaihtoehdot	6
4.1	Öljyaseman järjestelmien uusiminen	6
4.2	Sähkökeskushuoneen suojaus	7
4.3	Öljyaseman sisäilman huuhtominen	7
4.4	Öljyaseman ilmanvaihdon tehostaminen	8
4.5	Öljyasemaan syöttöjen automaattinen poiskytkentä	9
5	Kompaktikatkaisijat	12
5.1	Kompaktikatkaisijan runko	12
5.2	Katkaisijan mitoitus ja valintakriteerit	12
5.2.1	Katkaisijan valmistaja	13
5.2.2	Katkaisijan sähköiset ominaisuudet	13
5.3	Katkaisijoiden sijoittaminen	14
5.4	Katkaisijan lisävarusteet	17
5.4.1	Suojarele	17
5.4.2	Lisäkoskettimet	18
5.4.3	Moottoriohjain	19
5.4.4	Lisäkela	20
5.4.5	Muut lisätarvikkeet	21

6	Katkaisijoiden vertailu	23
7	Pitoisuusanturi	25
7.1	Pitoisuusanturin vaatimukset	26
7.2	Pitoisuusanturin raja-arvot	27
7.3	Pitoisuusantureiden lukumäärä ja sijoittaminen	27
8	Tarvittavat lisäkaapeloinnit	28
8.1	Pitoisuusanturin lisäkaapeloinnit	28
8.2	Katkaisijoiden lisäkaapeloinnit	29
8.3	Ohjaus- sekä valvontajärjestelmän lisäkaapeloinnit	29
9	Muuta huomioitavaa	30
10	Yhteenveto	30
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Räjähdyksenvaaraton tila -kaavio	
	Liite 2. Suojareleen asettelu	
	Liite 3. Katkaisijan kytkentäkaavio	
	Liite 4. Katkaisijan sekä sen lisävarusteiden kytkentäkaavio	
	Liite 5. Pitoisuusanturi	
	Liite 6. Öljyaseman opastekyltti	

1 Johdanto

Tässä insinöörityössä selvitetään, millaisia muutoksia Vantaan Energian Martinlaakson voimalaitoksen öljyasemalle tulisi tehdä, jotta se täyttäisi voimassa olevat räjähdysvaarallisille tiloille asetetut standardit. Tarve öljyasemalle tehtäviin muutoksiin tuli esille syksyllä 2012 Martinlaakson voimalaitoksella suoritetussa kriittisyysanalyysiä. Osana kriittisyysanalyysiä analysoitiin varapolttoaineena toimivan öljyn pumppausaseman sähköjärjestelmät. Analyysiä tehdessä havaittiin, että öljyasema ei nykyisessä kunnossaan täytä räjähdysvaarallisille tiloille asetettuja standardeja, ja näin ollen se aiheuttaa huomattavan paloturvallisuusriskin.

Työ toteutetaan vertailemalla erilaisia vaihtoehtoja öljyasemaa koskevien standardien täyttämiseksi. Työssä perehdytään tarkemmin yhteen esitettyyn toteutustapaan ja ehdotetaan, miten käsitelty toteutustapa tulisi toteuttaa.

Vantaan Energia Oy on yksi Suomen suurimmista kaupunkienergiayhtiöistä. Vantaan Energia tuottaa ja myy sähköä sekä kaukolämpöä niin yksityis- kuin yritysasiakkaillekin. Lisäksi se tarjoaa maakaasua teollisuuden tarpeisiin. Yhtiön toimenkuvaan kuuluu myös kaukolämpöverkostojen rakentaminen sekä huolto Vantaalla. Pääasiallisesti Vantaan Energian tuottama sähkö syntyy korkealla hyötysuhteella sähkön ja lämmön yhteistuotantona Martinlaakson voimalaitoksessa, joka käyttää pääpolttoaineina maakaasua ja kivihiihtä. [1.]

Martinlaakson lisäksi Vantaan Energia tuottaa sähköä tulevaisuudessa Itä-Vantaalla Kehä III:n ja Porvoonväylän risteyksessä sijaitsevalla jätevoimalalla. Valmistuessaan vuonna 2014, jätevoimala tuottaa sähköä 600 GWh ja lämpöä 920 GWh vuodessa. Polttoaineena jätevoimalassa käytetään HSY:n ja Rosk`n Roll Oy:n toimittamaa lajiteltua sekajätettä. Lisäksi polttoaineena käytetään myös maakaasua, jolla saadaan lisätyä voimalan energiatehokkuutta. [2.]

2 Standardit

2.1 Standardit yleisesti

Standardien tarkoituksena on luoda yhteiset toimintamallit, jotka hyödyttävät niin tuotteen valmistajia kuin kuluttajiaakin. Kaikilla aloilla yhteisesti hyväksytyt käsitteet sekä määritelmät nopeuttavat työtä, vähentävät virheitä ja auttavat saamaan entistä parempia käytännön tuloksia. Standardien ansiosta kuluttaja voi olla varma, että hankkimansa tuote sopii juuri siihen tarkoitukseen, mihin se on tarkoitettu. Valmistajat puolestaan hyötyvät standardeista, koska kuluttajan on helpompi varmistua juuri kyseisen valmistajan tuotteiden laadusta ja yhteensopivuudesta muiden järjestelmien sekä tuotteiden kanssa.

Suomessa on käytössä niin sanottu hajautettu standardisointijärjestelmä, minkä keskusjärjestönä toimii SFS, jonka tehtävänä on laatia standardit yhdessä toimialayhteisöjensä kanssa. SFS:n tehtäviin kuuluu myös edustaa Suomea eurooppalaisessa standardisointijärjestössä CEN:ssä sekä kansainvälisessä standardisointijärjestössä ISO:ssa. Taulukko 1 havainnollistaa eri toimialoilla toimivia standardisointijärjestöjä. [3.]

Taulukko 1. Eri aloilla toimivia standardisointijärjestöjä [4]

	Maailmanlaajuinen	Eurooppalainen	Kansallinen
Sähköala	IEC	CENELEC	SESKO
Televiestintä	ITU	ETSI	Viestintävirasto
Muu tekniikka	ISO	CEN	SFS

2.2 Erityisesti sähköalaa koskevat standardit

Kuten taulukosta 1 (ks. 2.1 Standardit yleisesti, s. 2) voitiin havaita, Suomessa sähköalan toimialayhteisönä toimii SESKO ry. Pelkän sähköalan lisäksi SESKO toimii Suomessa myös elektroniikka-alan toimialayhteisönä. SFS:n ohella SESKO osallistuu alansa kansainväliseen (IEC) ja eurooppalaiseen (CENELEC) standardisointiyhteistyöhön. SESKO:n tärkein tehtävä on kansainvälisen sekä eurooppalaisen yhteistyön pohjalta tuottaa Suomen sähkö- ja elektroniikka-alaa koskevat kansalliset SFS-standardit. [5.]

3 Öljyaseman tilanne

3.1 Öljyaseman nykytilanne

Öljyasemalle on tehty varsin vähän rakenteellisia muutoksia sen historian aikana. Voidaan siis sanoa, että 70-luvun puolivälissä käyttöön otettu öljyasema on päällisin puolin alkuperäisessä kunnossaan. Iän ja käytöstä johtuvan kulumisen vuoksi öljyaseman öljyputkistojen kunto onkin paikoitellen varsin huono, erityisesti putkien liitosten kohdalla. Tämän vuoksi öljyaseman sisäilma sisältää ajoittain varsin paljon polttoöljyn synnyttämää palavan kaasun ja ilman muodostamaa helposti syttyvää seosta. Tämä ongelma havaittiin syksyllä 2012 suoritetussa kriittisyysanalyysissä ja todettiin, että puutteet öljyaseman paloturvallisuudessa on korjattava.

Öljyaseman kaksikerroksisuuden takia öljyaseman lattiassa on porattuna lukuisia reikiä erilaisia kaapeleita sekä putkia varten. Lisäksi yläkerran lattiassa on aukko tikkaille, jota kautta kuljetaan alakertaan. Näitä läpivientireikiä sekä kulkuaukon luukkua ei ole tiivistetty mitenkään, joten niistä pääsee myös palavaa kaasua sisältämä ilma leviämään öljyaseman alakerran pumppuhuoneesta yläkerran sähkökeskushuoneeseen. Tästä johtuen myös yläkerran sähkökeskushuone luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi, vaikkei palavan kaasun lähde olekaan varsinaisesti samassa tilassa.

E erityisen vaaralliseksi paloturvallisuuden kannalta öljyaseman tekee juuri helposti syttyvän ilmaseoksen leviäminen yläkerroksen sähkökeskushuoneeseen. Yksi sähkökeskushuoneen kolmesta sähkökeskuksesta on valaistuskeskus, joka sisältää paljon kontaktoreja. Avatessaan ja sulkiessaan koskettimiaan kontaktorin sisällä syntyy sähkövirran katkeamisesta pieniä kipinöitä. Tämä kontaktorin sisällä syntyvä kipinöinti voimistuu kontaktorin vanhetessa ja sen kärkien kuluessa.

Yläkerran sähkökeskushuone esitetään kuvassa 1 (ks. seur. s.). Kontaktoreja sisältävä valaistuskeskus sijaitsee kuvassa 1 aivan kuvan vasemmassa laidassa.

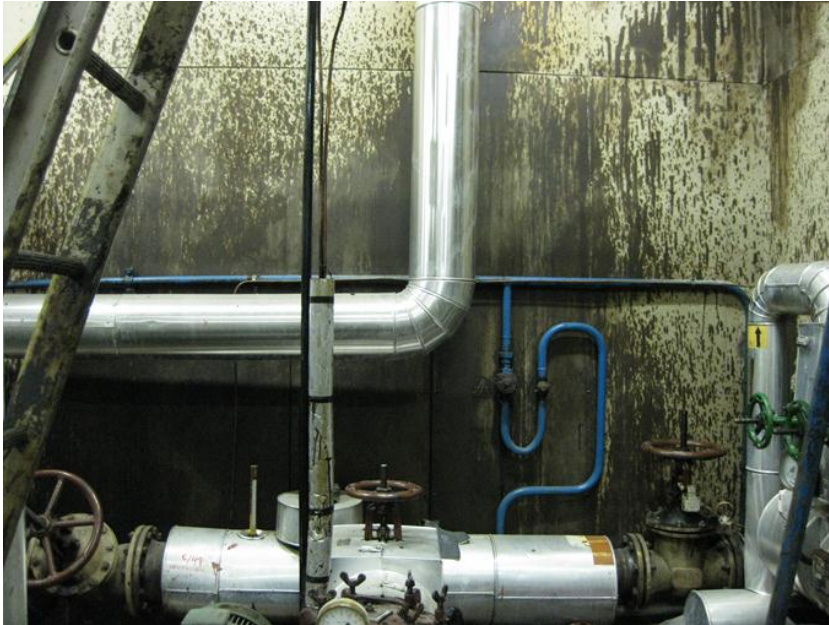


Kuva 1. Öljyaseman yläkerran sähkökeskushuone

Vanhat ja kuluneet kontaktorit sekä putkistoista vuotava palavan kaasun ja ilman seos on palaturvallisuuden kannalta suuri riski. Kuvat 2 ja 3 (ks. seur. s.) havainnollistavat öljyaseman alakerran rakennetta sekä sen ongelmia.



Kuva 2. Öljyn pumppaukseen liittyviä putkistoja



Kuva 3. Jäänteitä öljyvudosta

3.2 Öljyasemalle vaadittavat muutokset

Säköturvallisuuslaissa 14.6.1996/410 2 luku sähköturvallisuuden taso 5 §:ssä lukee seuraavalla tavalla:

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

[6, s. 9.]

Öljyaseman sähkölaitteet eivät kaikilta osin täytä edellä mainittua sähköturvallisuuslakia, etenkin kohtaa 1. Tämän vuoksi öljyasemalle tai sen sähkölaitteille on tehtävä muutos tai huoltotöitä. Voimalaitoksen prosessin sekä yleisen turvallisuuden kannalta onkin erityisen tärkeää, että öljyasemasta tehdään mahdollisimman paloturvallinen.

Keinoja öljyaseman paloturvallisuuden parantamiseen valittaessa on kuitenkin huomioitava seuraavat asiat:

- Työn suunnitteluun ja toteuttamiseen on käytössä rajallisesti aikaa.
- Öljyaseman käyttöaste on alhainen.
- Voimassa olevat räjähdysvaarallisia tiloja koskevat standardit tulee täyttää.
- Öljyaseman kunnostamiseen käytettävät resurssit ovat rajalliset.

Valittavalle ratkaisulle ja sen toteutukselle on siis asetettu varsin tiukat ehdot.

4 Öljyaseman parannusvaihtoehdot

Räjähdysvaarallisella tilalla tarkoitetaan tässä insinööriyössä tilaa, jossa palavan kaasun ja ilman muodostama seos saattaa olla räjähdyskelpoista. Tällöin tarkasteltavan tilan, tässä työssä öljyaseman, rakenteelle, asennuksille sekä käytölle on asetettu erityisvaatimuksia, joita ovat muun muassa räjähdysvaarallisia tiloja koskevat SFS-standardit. [7, s. 14.]

Seuraavissa luvuissa (4.1 - 4.5) esitetään vaihtoehtoisia tapoja täyttää öljyasemalla räjähdysvaarallisia tiloja koskevat standardit. Tässä työssä keskitytetään kuitenkin syvemmin vain öljyaseman syöttöjen automaattisen poiskytkennän toteuttamiseen.

4.1 Öljyaseman järjestelmien uusiminen

Öljyaseman kannalta olisi parasta vaihtaa öljyaseman kaikki vanhat sähkölaitteet uusiin räjähdysvaarallisiin tiloihin soveltuviin laitteisiin. Vaihtoehtoisesti öljyaseman öljyä kuljettava putkisto voitaisiin vaihtaa uuteen paremmin tiivistettyyn putkistoon, jolloin palavia kaasuja ei pääsisi vapautumaan öljyaseman sisäilmaan. Öljyaseman käyttöaste on kuitenkin hyvin alhainen, ja sen käyttö vähenee tulevaisuudessa entisestään uuden jätevoimalan valmistuttua. Tämän takia öljyaseman järjestelmien uusimiseen ei kannata panostaa taloudellisesti kovinkaan paljon. On siis kannattavampaa etsiä keino, jolla saadaan tehtyä öljyasemasta paloturvallinen ilman, että öljyaseman jo olemassa olevia sähköjärjestelmiä tai öljyputkistoja tarvitsee muuttaa.

4.2 Sähkökeskushuoneen suojauslaitus

Suojauslaituksella tarkoitetaan suojausjärjestelmää, jolla räjähdyskelpoisen kaasuilmasen leviäminen huoneesta toiseen on estetty tuottamalla suojaavaan huoneeseen ylipaine suojauskaasun avulla. Suojauskaasuna käytetään yleensä ilmaa. [8, s. 2.]

Öljyaseman yläkerran sähkökeskushuoneesta voitaisiin siis tehdä suojauslaitteinen huone ylipaineen avulla, jolloin sähkökeskushuoneen sähkölaitteita ei tarvitsisi vaihtaa uusiin räjähdysvaaralliseen tilaan sopiviksi. Tämä olisi investointikustannuksiltaan varmasti parempi vaihtoehto kuin kaikkien sähkölaitteiden vaihtaminen uusiin.

Tekemällä yläkerran sähkökeskushuoneesta suojauslaitteinen joudutaan kuitenkin tekemään paljon töitä ilmatiiveyden saavuttamiseksi, lukuisten läpivientien sekä tiikasaukon takia. Lisäksi kuljettaessa yläkerrasta alakertaan tai päinvastoin, olisi tiikasaukon luukun avaaminen hankalaa suuren paine-eron vuoksi. Suojauslaitus toimisikin paremmin tapauksissa, joissa ensisijainen kulku toiseen huoneeseen ei olisi paineistetun huoneen kautta.

Voidaan siis todeta, että suojauslaitus olisi hankala ja työläs toteuttaa. Riittävän tuuletuksen määrä olisi lisäksi hankala laskea, ja yläkerran tiivistäminen sekä alakerran sähkölaitteiden vaihtaminen veisi paljon aikaa sekä toisi paljon kustannuksia.

4.3 Öljyaseman sisäilman huuhtominen

Standardissa SFS-EN 60079-10-1 esitetään keinoja räjähdyskelpoisen ilmasen tunkeutumisen estämiseksi tilasta toiseen, esimerkiksi:

- a) käyttämällä fyysisiä esteitä
- b) ylläpitämällä suojaavassa tilassa riittävää ylipainetta räjähdysvaaralliseen tilaan nähden ja estämällä näin räjähdyskelpoisen kaasuilmasen pääsyn tähän tilaan
- c) huuhtomalla suojaava tila riittävällä määrällä raitista ilmaa varmistetaan, että ilma virtaa ulos kaikista aukoista, joista palava kaasu tai höyry voisi tunkeutua sisään.

[7, s. 24.]

Fyysisellä esteellä tarkoitetaan esimerkiksi seinää, lattiaa, kattoa tai jotain muuta estettä jonka läpi kaasu ei pääse kulkeutumaan. Öljyaseman tapauksessa käyttämällä fyysistä estettä eli tiivistämällä tikasaukko sekä kaikki läpiviennit saataisiin öljyaseman yläkerrasta räjähdysvaaraton tila, mutta alakerta luokiteltaisiin edelleen räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Ongelmaksi muodostuisikin tilanne, jossa tikasaukon luukku olisi auki, jolloin ilma pääsisi virtaamaan vapaasti alakerrasta yläkertaan.

Standardissa SFS-EN 60079-10-1 esitettävien keinojen viimeisellä ehdotuksella, huuhtomisella, saataisiin öljyaseman yläkerta räjähdysvaarattomaksi tilaksi tiivistämällä kaikki läpiviennit ja asentamalla puhaltimen tikasaukon yläpuolelle. Näin yläkerran sähkökeskushuoneen ilma ei sisältäisi syttymisherkkiä kaasuja edes silloin, kun tikasaukon luukku olisi auki. Ongelmaksi muodostuisi kuitenkin jälleen alakerran pumppuhuone, joka luokiteltaisiin edelleen räjähdysvaaralliseksi tilaksi.

Edellä mainitut opastukset sopisivat öljyasemalle, jos kaikki öljyaseman sähkölaitteet sijaitisivat yläkerran sähkökeskushuoneessa, ja öljyputkistot sijaitisivat puolestaan alakerrassa. Joissain toisessa kohteessa huuhtelu olisi toimiva sovellus.

4.4 Öljyaseman ilmanvaihdon tehostaminen

Ilmanvaihdon tehostaminen olisi toimiva tapa täyttää öljyasemaa koskevat räjähdysvaarallisten tilojen standardit sekä parantaa öljyaseman paloturvallisuutta. Tehostamalla ilmanvaihtoa riittävästi räjähdyskelpoinen ilmaseos laimentuisi hajaantumalla tai sekoittumalla puhtaaseen ilmaan niin, että pitoisuus ei nousisi missään tilanteessa yli alemman räjähdysrajan. Tällöin öljyasemaa ei enää luokiteltaisi räjähdysvaaralliseksi tilaksi.

Käsitteellä alempi räjähdysraja tarkoitetaan palavan kaasun, höyryn tai sumun pitoisuutta ilmassa, jonka alapuolella ilmaseos ei ole räjähdyskelvoinen. Puolestaan rajaa, jonka ylitettyään palavan kaasun, höyryn tai sumun pitoisuus ilmassa ei ole enää räjähdyskelvoinen, kutsutaan ylemmäksi räjähdysrajaksi. Kaasu, höyry tai sumu on siis räjähdyskelvollista alemman ja ylemmän räjähdysrajan välissä. [7, s. 16, 30.]

Ilmanvaihdon tehostaminen voitaisiin toteuttaa seuraavalla tavalla:

- Pitoisuusanturi mittaa palavan kaasun määrää ilmasta.
- Palavan kaasun pitoisuuden lähestyessä alemmaa räjähdysrajaa käynnistyy voimakas poistoilmahuuhallin.
- Samalla tuloilmakanavasta virtaisi öljyasemalle korvaavaa raitista ilmaa.
- Öljyasemalle syntyy voimakas läpiveto.
- Pitoisuuden laskettua alle alemman räjähdysrajan ja tietyn niin sanotun varmuusajan kuluttua poistoilmahuuhallin sammuu.

Tarvittaessa tulo- ja poistoilmakanavat voitaisiin varustaa automaattisesti sähköisesti aukeavilla ja sulkeutuvilla luukuilla, jolloin lämpöä ei karkaisi tulo- ja poistoilmakanavien kautta. Tällöin tulo- ja poistoilmakanavien luukut toimisivat savunpoistoluukkujen tavoin.

Ilmanvaihdon tehostamisen etuja olisivat yksinkertainen relohjaus sekä suhteellisen edulliset hankintakustannukset. Huonoja puolia öljyasemaa koskevien räjähdysvaarallisia tiloja standardien täyttämiseksi ilmanvaihdon tehostamisella ovat tarkat pitoisuusmittaukset sekä monimutkaiset laskut, jotka ilmanvaihdon mitoitusta varten tulisi tehdä. Tarkkojen pitoisuusmittauksien tekeminen öljyasemalla on erityisen hankalaa, koska öljyä pumpataan hyvin harvoin, ja öljyn vuotaminen on varsin satunnainen ilmiö.

4.5 Öljyasemaan syöttöjen automaattinen poiskytkentä

Standardissa SFS-EN 13237:en määritetään laite seuraavalla tavalla:

equipment

machines, apparatus, fixed or mobile devices, control components and instrumentation thereof and detection or prevention systems which, separately or jointly are intended for the generation, transfer, storage, measurement, control and conversion of energy and/or the processing of material and which are capable of causing an explosion through their own potential ignition source.

[9, s. 6.]

Kumotussa standardissa SFS-EN 13237 edellä oleva kappale on suomennettu seuraavalla tavalla:

Laite

Kone, koje, kiinteä tai liikkuva laite, niiden valvonta- ja säätölaite ja varoitus- tai estojärjestelmä, joka itsenäisesti tai yhdessä jonkin muun laitteen kanssa on tarkoitettu käytettäväksi energian tuottamiseen, siirtämiseen, varastointiin, mittamiseen, ohjaukseen ja muuntamiseen tai aineiden käsittelemiseen ja joka omien mahdollisten syttymislähteidensä takia saattaa aiheuttaa räjähdysen.

[10, s. 34.]

Edellä mainittujen standardien määritelmiä voidaan siis tulkita siten, että esimerkiksi sähkökeskuksen ei tarvitse täyttää räjähdysvaarallisen tilan laitteille asetettuja standardeja, mikäli keskus on jännitteetön, kun sitä ympäröivä ilmaseos on räjähdyskelpoista. Tulkintaa tukee myös standardi SFS-EN 60079-10-1, jossa opastetaan eliminoimaan räjähdyskelpoisen kaasuilimaseoksen esiintymistodennäköisyys syttymislähteen ympäristössä tai eliminoimaan syttymislähde. [7, s. 20.]

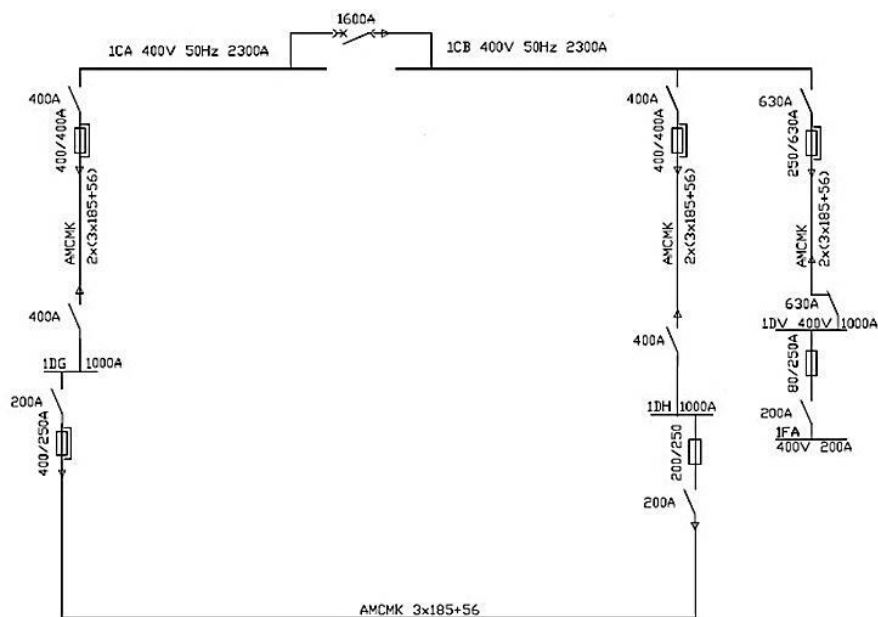
Liitteessä 1 esitetään kaavio, joka on tarkoitettu räjähdysvaarallisen tilan tilaluokituksen selvittämiseen tilassa jossa on palavan nestein säiliö. Kyseistä kaaviota voidaan soveltaa myös öljyaseman tapauksessa. Kaavion avulla voidaankin perustella syöttöjen automaattisen poiskytkennän toteuttamista öljyaseman tapauksessa. Kaavioon on merkittynä punaisilla nuolilla reitti, jota seuraamalla öljyasemasta saadaan räjähdysvaaraton tila.

Syttymislähde eli öljyaseman tapauksessa sen laitteet voidaan eliminoida katkaisemalla sähkönsyöttö öljyasemalta, jolloin standardien määritelmien mukaan öljyasemalla ei olisi enää laitteita eikä syttymislähteitä. Toteuttamalla öljyaseman syöttöjen automaattinen poiskytkentä saadaan siis täytettyä öljyasemaa koskevat räjähdysvaarallisia tiloja koskevat standardit. Lisäksi öljyasemasta saadaan näin paloturvallinen.

Toiminnaltaan öljyaseman syöttöjen automaattinen poiskytkentä olisi seuraavanlainen:

- Pitoisuusanturi mittaa palavan kaasun määrää ilmassa.
- Palavana kaasun ylitettyä tietty raja, antaa anturi signaalin voimalaitoksen ohjaus- sekä valvontajärjestelmään.
- Palavan kaasun pitoisuus ilmassa lähestyessä alemmaa räjähdysrajaa pitoisuusanturi antaa signaalin katkaisijoille.
- Kompaktikatkaisijat katkaisevat sähkönsyötön öljyasemalle.
- Pitoisuuden laskettua alle laukaisurajan voidaan kompaktikatkaisijat sulkea ja sähkönsyöttö öljyasemalle saadaan palautettua.

Kompaktikatkaisijat korvaisivat öljyasemien keskuksien syöttökaapeliin lähtöpäässä olevat vanhat kahvasulakkeet. Öljyaseman keskuksien, valaistuskeskus 1FA sekä pumppukeskukset 1DH ja 1DG, syöttökaavio esitetään kuvassa 4.



Kuva 4. Öljyaseman sähkökeskuksien syöttökaavio

5 Kompaktikatkaisijat

5.1 Kompaktikatkaisijan runko

Kompaktikatkaisija on käytännössä tavallinen katkaisija, jonka asentoa voidaan ohjata ja johon voidaan integroida erilaisia suojareleitä sekä muita lisätarvikkeita. Kompaktikatkaisijan runko esitetään kuvassa 5. Kompaktikatkaisijan erottaa tavallisesta katkaisijasta myös sen kotelo, joka on valettu muodostaen näin kiinteän osan katkaisijan rakennetta. Tässä insinööriyössä nimityksen kompaktikatkaisijan sijasta käytetään myöhemmin nimitystä katkaisija. [11, s. 257.]



Kuva 5. Schneider Electricin kompaktikatkaisijan runko [12, s. 5]

5.2 Katkaisijan mitoitus ja valintakriteerit

Katkaisijoiden mitoittamisessa on kolme määräävää tekijää: katkaisijan nimellisvirta ja oikosulkuvirtakestoisuus sekä katkaisijan napojen määrä. Koska katkaisijoilla on tarkoitus korvata vanhat kahvasulakkeet, napojen määräksi valitaan kolme. Näiden ominaisuuksien lisäksi katkaisijoille asetetaan muitakin vaatimuksia. Katkaisijoiden valmistajalle asetetaan kriteeriksi, että katkaisijoiden valmistajalla on oltava huoltopalvelu Suomessa sekä asennus- ja huolto-ohjeet on saatavilla myös suomenkielisinä. Lisäksi

valittavien katkaisijoiden tulee olla fyysiseltä koolta mahdollisimman pienet, jotta katkaisijat olisi mahdollisimman helppo asentaa vanhoihin keskuksiin kahvasulakkeiden tilalle.

5.2.1 Katkaisijan valmistaja

Kriteerit täyttäviä valmistajia on neljä: ABB, Siemens, Hager sekä Schneider Electric. Kaikilla neljällä valmistajalla on varsin laaja kompaktikatkaisijoiden valikoima. Katkaisijoiden toiminnassa sekä lisävarusteissa ole löydy suuria eroja eri valmistajien kesken. Yhteistä kaikille neljälle valmistajalle on, ettei katkaisijoista sekä niiden lisävarusteissa ole saatavilla hintatietoja. Katkaisijoiden hinnat ovat saatavana vasta tarjousta tehdessä. Tämän takia katkaisijoiden vertailu hinnan perusteella rajoittui tämän insinööriyön ulkopuolelle.

5.2.2 Katkaisijan sähköiset ominaisuudet

Katkaisijaa valittaessa sähköisiltä ominaisuuksilta merkittävimmät tekijät ovat nimellisvirta sekä oikosulkuvirtakestoisuus. Taulukoissa 2 - 5 (ks. s. 13 - 14) esitettävät katkaisijoiden nimellisvirtojen valinnat perustuvat liitteen 2 laskettuihin kaapeleita suojaavien oikosulkusuojien suurimpiin sallittuihin nimellisvirtoihin. Taulukoista 2 - 5 voidaan havaita, että kaikilla neljällä valmistajalla ovat katkaisijat nimellisvirroiltaan hyvin samankokoiset.

Taulukko 2. ABB:n katkaisijoiden nimellisvirrat sekä oikosulkuvirrankestoisuudet [13, s. 7; 14, s. 13; 17, s. 14]

Korvattava sulake/A	Katkaisijan malli	Katkaisijan nimellisvirta/A	Suojattava kaapeli	Kaapeleiden oikosulkuvirran kestoisuus		Katkaisijan oikosulkuvirrankestoisuus/kA
				L-johdin/kA	PEN-johdin/kA	
125	XT2	160	AMCMK 3x95+30	6,9	4,1	36
400	T5	400 - 630	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	36
500	T5	400 - 630	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	36

Taulukko 3. Siemensin katkaisijoiden nimellisvirrat sekä oikosulkuvirrankestoisuudet
[15, s. 21; 17, s. 14]

Korvattava sulake/A	Katkaisijan malli	Katkaisijan nimellisvirta/A	Suojattava kaapeli	Kaapeleiden oikosulkuvirran kestoisuus L-johdin/kA	PEN-johdin/kA	Katkaisijan oikosulkuvirran-kestoisuus/kA
125	VL160	20 - 160	AMCMK 3x95+30	6,9	4,1	55
400	VL400	125 - 400	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	55
500	VL400	125 - 400	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	55

Taulukko 4. Schneider Electricin katkaisijoiden nimellisvirrat sekä oikosulkuvirrankestoisuudet
[12, s. 5 ,15; 17, s. 14]

Korvattava sulake/A	Katkaisijan malli	Katkaisijan nimellisvirta/A	Suojattava kaapeli	Kaapeleiden oikosulkuvirran kestoisuus L-johdin/kA	PEN-johdin/kA	Katkaisijan oikosulkuvirran-kestoisuus/kA
125	NSX160B	160	AMCMK 3x95+30	6,9	4,1	25
400	NSX400F	400	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	36
500	NSX400F	400	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	36

Taulukko 5. Hagerin katkaisijoiden nimellisvirrat sekä oikosulkuvirrankestoisuudet
[16, s. 7, 8; 17, s. 14]

Korvattava sulake/A	Katkaisijan malli	Katkaisijan nimellisvirta/A	Suojattava kaapeli	Kaapeleiden oikosulkuvirran kestoisuus L-johdin/kA	PEN-johdin/kA	Katkaisijan oikosulkuvirran-kestoisuus/kA
125	HHA160H	160	AMCMK 3x95+30	6,9	4,1	20
400	HND400H	400	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	50
500	HND400H	400	2xAMCMK 3x185+56	13,3	8,0	50

Taulukoista 2 - 5 voitiin havaita, että katkaisijoiden oikosulkuvirrankestoisuudet ovat suuremmat kuin kaapeleiden, joita katkaisijat suojaavat. Tämän vuoksi oikosulkuvirtaa, jonka katkaisijat joutuvat kestämään, ei tarvitse määrittää tarkemmin. Katkaisijoiden mitoittamisessa oletetaan, että kaapeleiden oikosulkuvirran kestoisuus on mitoitettu oikein.

5.3 Katkaisijoiden sijoittaminen

Katkaisijat sijoitetaan vanhojen kahvasulakkeiden tilalle öljyaseman keskuksien syöttökaapelin lähtöpäähän, keskuksiin 1CA, 1CB sekä 1DV. Kuvassa 4 (ks. s. 11) esitettiin näiden keskuksien sekä öljyaseman keskuksien syöttökaavio, jossa näkyy kahvasulakkeet, jotka korvataan katkaisijoilla.

Kuvissa 6, 7 sekä 8 (ks. seur. s.) esitetään keskuksien 1CA, 1CB sekä 1DV ne kennot, joihin katkaisijat sijoitetaan.



Kuva 6. Keskuksista 1CA syöttö keskukselle 1DG, oikeanpuoleinen lähtö

Vertailemalla kuvia 6 ja 7 havaitaan, että keskuksien 1CA sekä 1CB kennot ovat rakenteeltaan samanlaisia. Ainoa ero on, että keskuksen 1CA kennossa on 500 A:n ja 1CB:n kennossa 400 A:n kahvasulakkeet.



Kuva 7. Keskuksista 1CB syöttö keskukselle 1DH, oikeanpuoleinen lähtö



Kuva 8. Keskukselta 1DV syöttö keskukselle 1FA; kuvassa kahvasulakkeet sekä pääkytkin

Taulukossa 6 esitetään kennojen fyysiset mitat, johon katkaisijan tulisi mahtua. Mittauksista puuttuu kennojen syvyysmitta. Kennoja ei voitu tehdä jännitteettömiksi mittausten ajaksi, jolloin kennon syvyyttä ei voitu mitata turvallisesti. Vertailukohdaksi taulukossa 6 on Hagerin HHD400H- sekä HHA160H-katkaisijoiden fyysiset mitat. Hagerin katkaisijoilla ovat vertailtavista katkaisijoista leveimmät, minkä vuoksi ne valittiin taulukoon 6 vertailukohdiksi. Schneider Electricin katkaisijoille ei ole saatavilla tuoteluettelossa fyysisiä mittoja.

Taulukko 6. Kennojen ja katkaisijoiden mitat [16, s. 7 - 8]

Keskus	Leveys/mm	Korkeus/mm	Katkaisija	Leveys/mm	Korkeus/mm
1CA	350	570	Hager HHD400H	140	260
1CB	350	570	Hager HHD400H	140	260
1DV	450	570	Hager HHA160H	75	130

Taulukossa 6 keskuksien 1CA:n sekä 1CB:n kohdalla huomioitiin, että kennon koko leveydestä on käytettävissä vain puolet (ks. kuvat 6 ja 7 ed. s.).

Taulukosta 6 voitiin havaita, ettei katkaisijoiden sovittaminen kennoihin fyysisten mittojen puolesta tuota ongelmia. Kuvista 6, 7 (ks. ed. s.) sekä 8 nähtiin puolestaan, että itse kennot ovat melko syviä, joten katkaisijat mahtuvat varmasti niille tarkoitettuun tilaan kennoihin.

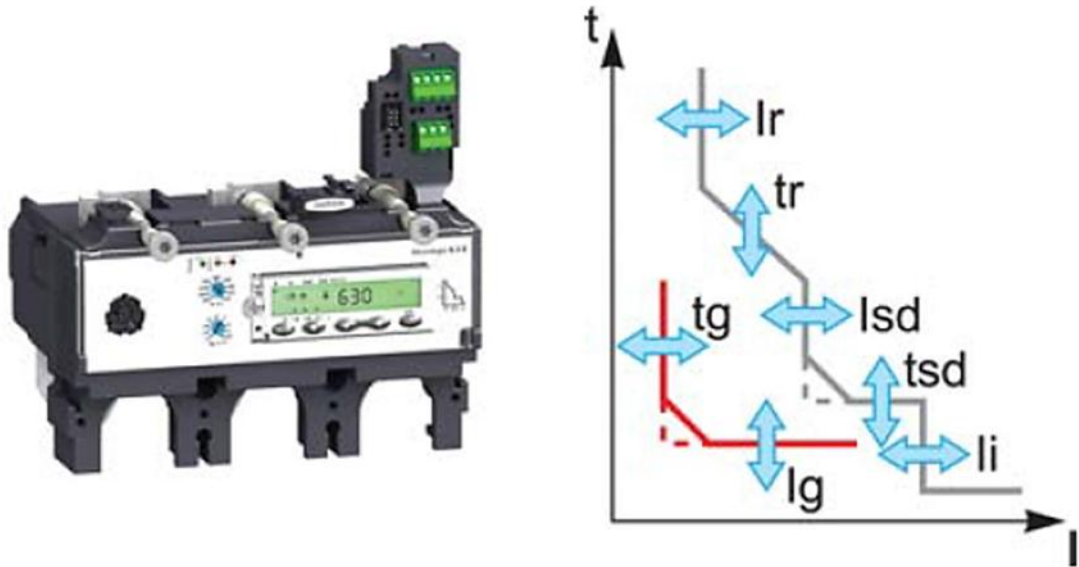
Katkaisijoiden asentamisen kannalta ongelmia tuottavat kennoissa olevat kiinnitysjärjestelmät. Katkaisijoiden asentaminen kennoihin on järkevintä toteuttaa purkamalla ensiksi kaikki vanhat kiinnitysjärjestelmät pois kennosta ja asentamalla tilalle DIN-kisko, johon katkaisijat ovat helposti kiinnitettävissä. DIN-kiskoa ei kannata kuitenkaan asentaa aivan kennon pohjaan, vaan käyttää pohjalla jonkinlaista koroketta. Näin katkaisijoihin ei tarvitsisi hankkia erillisiä ovivääntimiä tai asennon osoittimia. Riittäisi, että keskuksen kannessa olisi aukko, josta katkaisijan asentoa voitaisiin muuttaa manuaalisesti tai releen asetteluja säätää.

5.4 Katkaisijan lisävarusteet

Pelkällä katkaisijalla ei pysty mittaamaan sen lävitse kulkevaa virtaa ja tarvittaessa katkaisemaan sitä. Ilman lisävarusteita katkaisija onkin pelkästään esimerkiksi kuin pääkytkin, sen läpi kulkeva virta voidaan katkaista vain manuaalisesti kahvasta vääntämällä. Tämän vuoksi syötön automaattisen poiskytkennän toteuttamiseksi katkaisijoihin on lisättävä ainakin seuraavien lukujen esittämät lisävarusteet.

5.4.1 Suojarele

Katkaisijaan on hankittava erillinen suojarele, jotta katkaisijalla voidaan toteuttaa suojattavan kaapelin ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus. Kaikilla neljällä valmistajalla on tarjota katkaisijoihinsa laaja valikoima erilaisia suojareleitä. Katkaisijoihin saatavien releiden valikoiman kärjestä löytyy esimerkiksi kuvan 9 (ks. seur. s.) Schneider Electricin Micrologic 6.3 E -suojarele, joka sisältää virran, jännitteen, tehokertoimen, tehon, energian ja harmonistensäröjen mittaukset. Koska valittavat katkaisijat suojaavat vain öljyaseman keskuksien syöttökaapeleita eikä öljyaseman käyttöaste ole kovin suuri, on kannattavinta valita katkaisijoiden suojareleiksi yksinkertaisimmat mahdolliset suojareleet joilla luotettava oikosulku- sekä ylikuormitussuojaus ovat toteutettavissa.

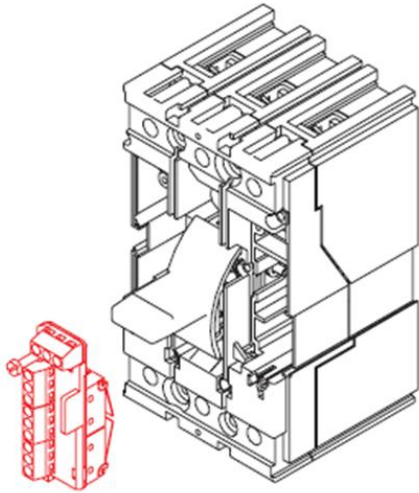


Kuva 9. Schneider Electricin Micrologic 6.3 E -suojarele ja sen laukaisukuvaaja [12, s. 17]

Öljyaseman keskuksien syöttökaapeleiden suojaamisen toteuttamiseksi on katkaisijoihin lisättävä ylivirtarele. Kaikilla neljällä valmistajalla on tarjota katkaisijoihinsa toiminnaltaan hyvin samankaltaisia ylivirtareleitä. Valmistajien luetteloista öljyaseman sovellukseen kannattavinta on valita elektroniset ylivirtareleet. Valmistajien valikoimassa on suuri joukko erilaisia elektronisia ylivirtareleitä, joilla on valtavasti monipuolisia ominaisuuksia. Ylivirtareleillä on oltava säädettävät laukaisurajat niin pitkäaikaista ylikuormitusta kuin oikosulkuakin varten. Etenkin katkaisijalla, joka korvaa 125 A:n sulakkeet on oltava laaja säätöjen mahdollisuus, koska sitä vastaavien katkaisijoiden nimellisvirrat ovat 160 A.

5.4.2 Lisäkoskettimet

Lisäkoskettimien avulla saadaan välitettyä katkaisijan asentotieto voimalaitoksen ohjaus- sekä valvontajärjestelmään. Kompaktikatkaisijoissa lisäkoskettimet ovat sijoitettuina katkaisijan rungon sisälle kuvan 10 (ks. seur. s.) mukaisesti.



Kuva 10. ABB:n katkaisijoihin saatava AUX -lisäkosketin [13, s. 85]

Sen lisäksi, että lisäkoskettimet eivät vie ylimääräistä tilaa, koska ne sijoitetaan katkaisijan sisälle, on niihin saatavana myös valmiita johdotussarjoja. Valmiit johdotussarjat nopeuttavat sekä helpottavat katkaisijoiden asennusta huomattavasti. Lisäksi valmiiden johdotussarjojen ansiosta virhekytkentöjen todennäköisyys pienenee.

5.4.3 Moottoriohjain

Moottoriohjain on laite, jolla katkaisijan asentoa voidaan muuttaa ohjaus- sekä valvontajärjestelmästä sähköisesti. Schneider Electricin moottoriohjain on esitettynä kuvassa 11. Moottoriohjain ei ole katkaisijan toiminnan tai kaapelin suojauksen kannalta välttämätön laite, mutta se parantaa katkaisijan käytettävyyttä huomattavasti.



Kuva 11. Schneider Electricin moottoriohjain [12, s. 20]

Käytettäessä moottoriohjainta katkaisijan yhteydessä on myös välttämätöntä käyttää erilaisia lisäkoskettimia, joiden avulla saadaan tieto ohjaus- sekä valvontajärjestelmään katkaisijan asennosta. Moottoriohjaimen sekä lisäkoskettimien avulla on järjestelmään mahdollista saada tieto myös siitä, mikä katkaisijan on laukaissut.

Mikäli öljyaseman keskuksia syöttävien kaapeleiden katkaisijoihin tullaan lisäämään moottoriohjain, muodostuu ongelmaksi launneen katkaisijan takaisinkytkeminen. Katkaisijan takaisinkytkeminen on voitava estää silloin, kun öljyaseman ilma sisältää vielä vaarallisen määrään helposti syttyvää ilmaseosta.

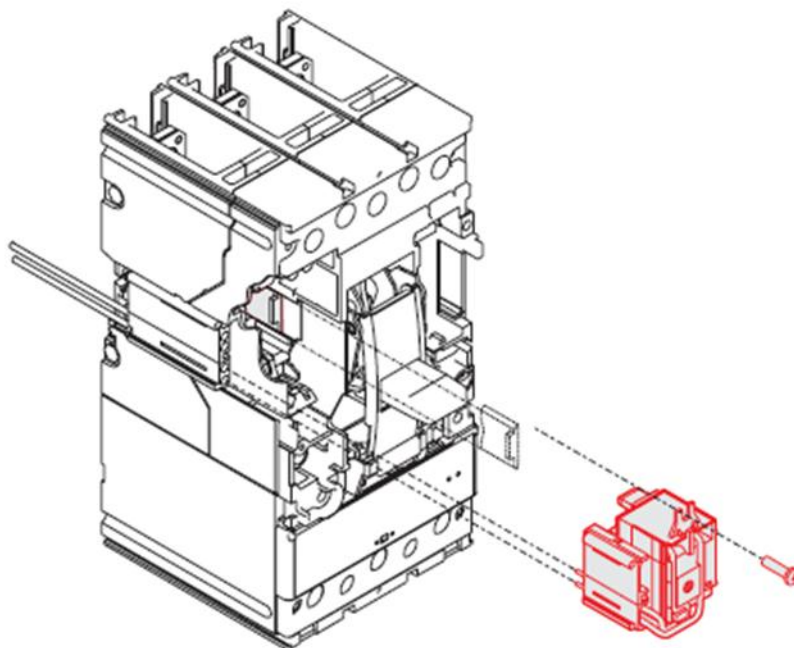
5.4.4 Lisäkela

Katkaisijat eivät välttämättä tarvitse erillisiä lisäkeloja, mutta niin sanotun avauskelan käyttö on öljyaseman sovelluksessa suositeltavaa. Pelkästään katkaisijan sulkeminen ja avaaminen onnistuu pelkän moottoriohjaimen avulla, niin kuin edellisissä luvussa mainittiin. Moottoriohjaimen huonopuoli katkaisijaa avatessa on kuitenkin sen hitaus. Kun katkaisija halutaan kuormitettuna avata nopeasti, kannattavinta on käyttää valo-kaaren syntymisen estämiseksi nopeampi toimista avauskelaa. Aikaeroja avauskelan ja moottoriohjaimen toiminnasta on esitettyinä taulukossa 7. Taulukossa 7 avauskelasta on käytetty sen valmistajan, ABB:n, omaa teknistä nimeä, SOR -avauskela.

Taulukko 7. ABB:n T5 katkaisijan toiminta-aikoja [13, s. 80, 90]

	Moottoriohjain	SOR-avauskela
	kesto/s	kesto/ms
avaus	1,5	1,5
sulkeminen	<0,1	-
kuittaus	3	-

Taulukossa vertailukohtana käytetty SOR-avauskelasta esitetään kuvassa 12 (ks. seur. s.). SOR-avauskelaa on korostettu kuvassa 12 punaisilla ääri viivoilla.



Kuva 12. ABB:n T5 -mallin katkaisijoihin tarkoitettu SOR-avauskela [13, s. 80]

Niin kuin kuvasta 12 voitiin havaita, avauskela sijoitettaisiin katkaisijan sisälle erillisenä moduulina, jolloin se ei kasvata katkaisijan fyysisiä mittoja. Moottoriohjaimen tavoin avauskelat ovat saatavana valmiiksi johdotettuna, jolloin niiden asennus on nopeampaa ja helpompaa. Avauskelassa ei tosin ole kuin kaksi johtoa, sillä sen toiminta perustuu jännitteen suuruuteen kelan liittimissä. Esimerkiksi ABB:n SOR-avauskela antaa katkaisijalle käskyn avata koskettimensa, kun kelan liittimien välinen jännitteen muutos on 70 - 110 prosenttia nimellisestä syöttöjännitteestä. [13, s. 80.]

5.4.5 Muut lisätarvikkeet

Jokaisella valmistajalla on tarjota katkaisijoihinsa edellä mainittujen lisätarvikkeiden lisäksi suuri määrä muitakin lisätarvikkeita. Näitä lisätarvikkeista ei välttämättä tarvita katkaisijan käyttämiseen öljyaseman keskuksien syöttökaapeleiden suojaamisessa, mutta ne lisäävät kuitenkin katkaisijan käytön turvallisuutta sekä helpottavat asennusta.

Katkaisijan käytön turvallisuutta lisäävät esimerkiksi katkaisijoihin asennettavat koskettussuojat, jotka estävät kaapeleiden sekä katkaisijoiden jännitteisten osien tahattoman koskettamisen, kuten kuvasta 13 (ks. seur. s.) voidaan havaita. Katkaisijoihin on myös saatavana kaapelin liittimien väliin eristävästä materiaalista valmistettuja suojailevia.

Suojalevyt eivät estä jännitteisten osien tahatonta koskettamista, mutta ne pienentävät oikosulun mahdollisuutta. Kosketussuoja lisää huomattavasti työskentelyturvallisuutta tilanteissa, joissa työskennellään lähellä katkaisijan liitännätpisteitä.



Kuva 13. Schneider Electricin kosketussuoja katkaisijoille [12, s. 21]

Lisätarvikkeet, jotka puolestaan helpottavat katkaisijan asennusta parantavat käytettävyyttä ovat erilaiset liittimet sekä keskuksen kanteen asennettava erillinen asennon osoitin. Tällaisia lisätarvikkeita on esitetty kuvassa 14. Asennon osoitinta tarvitaan, mikäli katkaisijan etupaneeli ei yletä keskuksen kanteen asti. Tällöin katkaisijan asennon tarkistaminen sekä tilan muuttaminen manuaalisesti ei onnistu.

Liittimien avulla öljyaseman sähkökeskuksia syöttävät kaapelit ovat helpompi liittää katkaisijoihin. Liittimiä on saatavana esimerkiksi erilaisilla mutkilla sekä liittimiä, jotka on tarkoitettu kahden kaapelin kytkemiseen katkaisijan liittimiin samanaikaisesti. Erilaiset liittimet helpottavat huomattavasti kaapeleiden asentamista katkaisijoihin.



Kuva 14. Schneider Electricin katkaisijoihin tarkoitettuja liittimiä sekä oviväännin [12, s. 20 - 21]

6 Katkaisijoiden vertailu

Tässä luvussa listataan kaikkien neljän valmistajan (ks. 5.2.1 Katkaisijan valmistaja, s. 13) katkaisijat ja niihin tarvittavat lisätarvikkeet. Lisäksi katkaisijoihin valitut lisätarvikkeet perustellaan ja niiden toimintaa kuvataan lyhyesti.

ABB

Taulukossa 8 esitetään ABB:n valmistamat tuotteet, joilla öljyaseman keskuksien syöttökaapelin ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa.

Taulukko 8. ABB:n katkaisijat sekä lisätarvikkeet

Syötettävä keskus	Katkaisija	Suojarele	Moottoriohjain	Lisäkela	Lisäkoskettimet
1FA	XT2	Ekip LSI	MOE-E	SOR-avauskela	AUX-E
1DH	T5	PR222DS/P-LS/I	MOE-E	SOR-avauskela	AUX-E
1DG	T5	PR222DS/P-LS/I	MOE-E	SOR-avauskela	AUX-E

Suojareleet Ekip LSI sekä PR222DS/P-LS/I ovat toiminnaltaan samanlaisia suojareleitä. Molemmissa releissä on laaja säätömahdollisuus niin oikosulku- kuin kuormitusvirran suuruuden laukaisuarvon säädölle. Liitteessä 3 esitetään T5-mallisen katkaisijan sekä PR222DS/P-LS/I -suojareleen muodostaman piirin piirikaavio.

Suojareleen lisäksi toinen erityisen tarkasti valittava lisätarvike on moottoriohjain. ABB:llä on valittavana kahta erilaista moottoriohjainta MOE sekä MOE-E, joista vain MOE-E:tä mahdollistaa ohjaus- sekä valvontajärjestelmästä tulevien digitaalisten signaalien muuttamisen moottoriohjainta käyttäväksi tehosignaaliksi. Valittaessa MOE-E-moottoriohjain tulee myös valita erilaisista lisäkosketin vaihtoehdoista juuri AUX-E-lisäkoskettimet, jotta lisäkoskettimet toimisivat moottoriohjaimen kanssa yhdessä. On myös huomioitava, etteivät kaikki katkaisijat toimi yhdessä MOE-E-moottoriohjaimen kanssa. MOE-E-moottoriohjaimen sekä sen kanssa yhteensopivien komponenttien toimintaa havainnollistaa liitteenä 4 esitettävä piirikaavio. [12, s. 90; 13, s. 76 - 77.]

Siemens

Taulukossa 9 (ks. seur. s.) esitetään Siemensin valmistamat tuotteet, joilla öljyaseman keskuksien syöttökaapelin ylikuormitus sekä oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa.

Taulukko 9. Siemensin katkaisijat ja lisätarvikkeet

Syötettävä keskus	Katkaisija	Suojarele	Moottoriohjain	Lisäkela	Lisäkoskettimet
1FA	VL160	ETU10	Moottoriohjain	-	Apukoskettimet
1DH	VL400	ETU10	Moottoriohjain	-	Apukoskettimet
1DG	VL400	ETU10	Moottoriohjain	-	Apukoskettimet

Katkaisijoihin on valittu ETU10-suojarele, jossa on säädettävät ylikuormitussuojaus, ylikuorman laukaisun aikaviive sekä oikosulkusuojaus. Kuten taulukosta 9 voitiin havaita, Siemensillä ei ole moottoriohjaimelle sekä apukoskettimille varsinaista mallinimeä kuten ABB:llä. Taulukosta 9 voitiin havaita myös, että Siemensin katkaisijoihin ei ole saatavana lisäkela, jolla tuote-esitteiden mukaan voitaisiin ohjata katkaisija aukio-asentoon. Lisäkelalla katkaisijan aukaiseminen on paljon nopeampaa kuin pelkällä moottoriohjaimella, (ks. 5.4.4 Lisäkela, s. 20). Esimerkiksi Siemensin moottoriohjaimella katkaisijan aukaisemiseen kuluu <5 s kun vastaavasti ABB:n SOR-avauskelalla katkaisijan aukaisemiseen kuluu 1,5 ms. [15, s. 40, 100; 13, s. 80.]

Schneider Electric

Taulukossa 10 esitetään Schneider Electricin valmistamat tuotteet, joilla öljyaseman keskuksien syöttökaapelin ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa.

Taulukko 10. Schneider Electricin katkaisijat ja lisävarusteet

Syötettävä keskus	Katkaisija	Suojarele	Moottoriohjain	Lisäkela	Lisäkoskettimet
1FA	NSX160B	Micrologic 2.2	Moottoriohjain	Työvirtalaukaisija MX	SD-laukaisukosketin
1DH	NSX400F	Micrologic 2.3	Moottoriohjain	Työvirtalaukaisija MX	SD-laukaisukosketin
1DG	NSX400F	Micrologic 2.3	Moottoriohjain	Työvirtalaukaisija MX	SD-laukaisukosketin

Micrologic 2.2 sekä 2.3 suojareleet ovat tarkoitettu erityisesti kaapeli- ja laitesuojaukseen sähköjakelun sovelluksissa. Suojareleissä on säädettävä ylikuormitussuojaus sekä säädettävä hiukan hitaampi ja erittäin nopea kiinteä oikosulkusuojaus. Siemensin tavoin Schneider Electricin moottoriohjaimella ei ole varsinaista mallinimeä. Schneider Electricin työvirtalaukaisija MX- sekä SD-laukaisukosketin ovat toiminnaltaan puolestaan samanlaisia kuin ABB:n vastaavat tuotteet. Yleisesti voidaankin sanoa, että Schneider Electricin sekä ABB:n tuotteet ovat hyvin samanlaisia, ja molemmilla on varsin laaja katkaisija- ja lisätarvikemallisto. Molempien tuote-esitteet ovat myös hyvin samantapaisia. Suomenkielinen esite on suppeampi, varsinkin Schneider Electricillä, ja

englanninkielinen on puolestaan hyvin laaja, yli 100 s. pidempi, ja se sisältää paljon enemmän tietoa. [12, s. 7, 16.]

Hager

Taulukossa 11 esitetään Hagerin valmistamat tuotteet, joilla öljyaseman keskuksien syöttökaapelin ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa.

Taulukko 11. Hagerin katkaisijat ja lisävarusteet

Syötettävä keskus	Katkaisija	Suojarele	Moottoriohjain	Lisäkela	Lisäkoskettimet
1FA	HHA160H	sis. katkaisijaan	ei saatavilla	Työvirtalaukaisin x160	AX-apukosketin
1DH	HND400H	sis. katkaisijaan	Moottoriohjain h400	Työvirtalaukaisin h400	AX-apukosketin
1DG	HND400H	sis. katkaisijaan	Moottoriohjain h400	Työvirtalaukaisin h400	AX-apukosketin

Hagerin katkaisijoihin suojarele sisältyy jo valmiiksi. Esimerkiksi katkaisijan HHA160H:n viimeinen H-kirjain tarkoittaa säädettävää termistä laukaisua ja kiinteää magneettista laukaisua.

Hagerin katkaisijat ovat ainoat valituista katkaisijoista, joissa ei ole säädettävää magneettista eli oikosulkusuojaus laukaisua. Tämä ei välttämättä tee katkaisijoista muita huonompia, kunhan yhden sekunnin aikainen oikosulkuvirta ei kasva suuremmaksi kuin kaapeleiden oikosulkuvirran kestokyky. Kuten taulukosta 11 voitiin havaita, nimellisvirraltaan 160 A:n Hagerin katkaisijalle ei ole saatavissa moottoriohjainta. Seuraava nimellisvirran koko, johon on saatavana moottoriohjain, on 250 A. Ongelmaksi tässä muodostuu kuitenkin suojareleen asettelut, mikäli ylikuormituksen sekä oikosulun suojauksia ei pystytä asettelemaan tarpeeksi alas. Lisäkoskettimiksi Hagerin katkaisijoihin on valittu AX-apukoskettimet, joiden avulla saadaan välitettyä ohjaus- sekä valvontajärjestelmään tieto katkaisijan koskettimien asennosta. [16, s. 19, 28 - 29.]

7 Pitoisuusanturi

Tässä insinööriyössä keskitytään pääasiassa öljyaseman sähkönsyötön uudelleen suunnitteluun pienjännitetasossa. Tämän takia tässä työssä ei paneuduta kovin syvästi pitoisuusanturiin liittyviin automaatio- sekä pienoislännitejärjestelmiin. Lisäksi tässä työssä ei oteta kantaa, mikä pitoisuusanturi öljyasemalle tulisi valita. Työssä kuitenkin esitetään, millainen pitoisuusanturi olisi esimerkiksi hyvä öljyaseman sovelluksessa.

7.1 Pitoisuusanturin vaatimukset

Öljyasemalle sijoitettavalle pitoisuusanturille asetetaan seuraavat ehdot:

- Pitoisuusanturilta on saatava kaksi signaalia: hälytys sekä laukaisu.
- Pitoisuusanturin signaalin on oltava riittävän vahva, jottei se vaimene liikaa pitkässä kaapelissa.
- Pitoisuusanturin signaalin on oltava sellaisenaan sopiva katkaisijoihin tai se on kyettävä muuttamaan helposti katkaisijoihin sopivaksi.

Pitoisuusanturin ehdoista ensimmäinen ehto rajaa valittavien antureiden määrän melko vähään, mutta ei tuota varsinaisesti ongelmia. Toinen ja kolmas ehto liittyvät periaatteessa toisiinsa. Kuvassa 15 esitetään edellä mainitut ehdot täyttävä Ultima XE -kaasuanturi.



Kuva 15. Ultima XE -kaasuanturi [18]

Jotta hälytyksen sekä laukaisun tiedot saataisiin siirrettyä pitkää kaapelia pitkin luotettavasti katkaisijoille, on anturin syöttämä virtatieto, 4 - 20 mA, kannattavinta muuttaa jo öljyasemalla jännitetiedoksi, esim. 24 V tai 230 V. Virtasignaalin muunto jännitetiedoksi olisi taloudellisesti kannattavinta kuitenkin toteuttaa öljyaseman ulkopuolella, jotta ei tarvitsisi hankkia Ex-tiloihin tarkoitettuja kaapeleita sekä koteloa releelle. Ongelmaksi kuitenkin voi muodostua eri komponenttien pakkasenkestävyys. Ennen asennusta onkin varmistuttava komponenttien soveltuvuudesta ulkolämpötiloihin.

Ultima XE -kaasuanturilla voidaan havaita ilmasta eri kaasujen pitoisuuksia ja asetella jopa kolme eri hälytyssignaalin arvoa. Anturiin kuuluu myös näyttö, josta voidaan tarkkailla eri kaasujen pitoisuuksia. Lisäksi tarvittaessa anturin niin sanottu haistelijasa voidaan sijoittaa kauemmas varsinaisesta anturista. [18.]

Markkinoilta on varmasti saatavana muunkinlaisia vastaavanlaisia antureita kuin Ultima XE. Mutta kuten aikaisemmin todettiin (ks. 7 Pitoisuusanturi, s. 25), tähän insinööriyöhön on otettu yksi kaasuanturi esittelyyn vain esimerkin vuoksi.

7.2 Pitoisuusanturin raja-arvot

Öljyasemalla pumpattavan raskaan sekä kevyen polttoöljyn alempi syttymispiste tilavuusprosentteina on 1 %. Käytännössä tämä tarkoittaa, että 1 m³ ilmaa on sisällettävä vähintään 10 dm³ eli 10 litraa raskaan polttoöljyn synnyttämää kaasua, jotta ilmaseos voisi syttyä. Raskaan sekä kevyen polttoöljyn ylempi syttymispiste on puolestaan 6 %. Öljyaseman pitoisuusanturin hälytysrajaksi olisikin kannattava asettaa 0,70 % ja laukaisurajaksi 0,90 %. Raja-arvot ovat esitettyinä tilavuusprosentteina. [19; 20.]

Pitoisuusanturin hälytysraja on tärkeää asettaa riittävän alas, jotta öljyasema kyetään ajamaan hallitusti alas sekä voidaan aloittaa ajoissa öljyvuotojen tukkiminen ja öljyaseman tuuletus. Hälytys näkyisi voimalaitoksen ohjaus- sekä valvontajärjestelmässä. Järjestelmässä näkyisi myös katkaisijoiden asento sekä sen kautta pystyttäisiin ohjaamaan katkaisijat takaisin kiinni, kun polttoöljyn pitoisuus öljyaseman ilmasta on laskeutunut alle laukaisurajan.

7.3 Pitoisuusantureiden lukumäärä ja sijoittaminen

Öljyaseman pumppuhuoneen todennäköisimmät päästölähteet sijaitsevat lähellä pumppuhuoneen aukottomia seiniä. Tarkan pitoisuusmittauksen saavuttamiseksi kannattavinta olisi sijoittaa öljyasemalle kaksi pitoisuusmittaria, yksi kummallekin seinälle lähelle mahdollisia päästölähteitä. Martinkyläntien puoleiselle seinälle pitoisuusanturin asentaminen tuottaa kuitenkin suuria hankaluuksia edessä olevien putkistojen takia. Lisäksi pitoisuusanturin kaapelointi olisi putkistojen sekä sähkömoottoreiden takia hyvin hankalaa asentaa tälle seinälle. Näin ollen ainoaksi paikaksi, jonne pitoisuusanturi on

järkevää ja mahdollista asentaa on pumppaushuoneen voimalaitoksen puoleinen seinä.

Pitoisuusanturin asennuspaikkaa pumppaamuhuoneessa valittaessa on otettava huomioon pitoisuusanturin vaatiman kaapeloinnin toteutus. Niin kuin luvussa 7.1 Pitoisuusanturin vaatimukset (ks. s. 26 - 27) todettiin, kannattaa anturin kaapelointi toteuttaa öljyaseman ulkopuolella, jotta välttyttäisi käyttämästä kustannuksia nostattavia Ex-tiloihin tarkoitettua kaapelia.

Pitoisuusanturia asentaessa on huomioitava, että polttoöljyn synnyttämä kaasu on 3,5 kertaa tiheämpää, ja näin ollen raskaampaa kuin ilma. Tämän takia pitoisuusanturi tulee asentaa pumppaamuhuoneessa mahdollisimman alas, esimerkiksi samalle tasolle sähkömoottoreiden kanssa, jolloin pitoisuusanturi on mahdollisimman lähellä mahdollista leimahduspistettä. [7, s. 108.]

8 Tarvittavat lisäkaapeloinnit

8.1 Pitoisuusanturin lisäkaapeloinnit

Pitoisuusanturia varten on öljyasemalle asennettava yksi uusi kaapeli. Kaapelilla syötetään anturin tarvitsemaa tasavirtaa sekä viedään anturilta tulevat hälytys- ja laukaisusignaalit voimalaitoksen ohjaus- sekä valvontajärjestelmään ja katkaisijoille.

Liitteessä 5 esitetään kuvassa 15 (ks. s. 26) esitetyn Ultima XE -kaasuanturin kytkentäkaavio. Tästä kaaviosta voidaan havaita, että Ultima XE -kaasuanturi tarvitsee vähintään kaksi johtoa yhtä hälytystä kohden sekä kaksi johtoa sähkönsyötölleen. Öljyasemalle on siis asennettava kaapeli, jossa on vähintään kuusi johdinta. Pitoisuusanturille asennettavan kaapelin toinen pää on kannattavinta asentaa keskukseen 1DV samaan kennoon, johon sijoitetaan öljyaseman valaistuskeskuksen 1FA katkaisija. Taulukosta 6 (ks. s. 16) voidaan havaita, että kennossa on riittävästi tilaa niin katkaisijalle kuin pitoisuusanturin kaapelin vaatimille riviliittimille sekä sulakkeelle.

8.2 Katkaisijoiden lisäkaapeloinnit

Keskuksen 1DV kennoon, josta lähtee keskuksen 1FA syöttökaapeli sekä pitoisuusanturin kaapeli, tulee asentaa myös riviliittimiä, joihin pitoisuusanturin kaapelin johtimet yhdistetään. Pitoisuusanturin riviliittimiltä tulee asentaa kahdelle muulle katkaisijalle kaapeli keskuksiin 1CA sekä 1CB. Keskuksella 1CA sekä 1CB sijaitsevat selät vastakkain samassa sähkökeskushuoneessa, joten on kannattavinta, että keskukselta 1DV asennetaan yksi kaapeli keskukselle 1CB, ja tästä kaapeli haaroitetaan keskukselle 1CA. Tämä katkaisijoiden välinen kaapeli kuljettaisi keskukselta 1DV kahdelle muulle katkaisijalle pitoisuusanturin lähettämän laukaisutiedon. Laukaisutiedon saatuaan katkaisijoiden lisäksi aukaisisi katkaisijan pääkoskettimet, jolloin sähkönsyöttö öljyase- malle katkeaisi.

8.3 Ohjaus- sekä valvontajärjestelmän lisäkaapeloinnit

Voimalaitoksen ohjaus- sekä valvontajärjestelmään syötetään katkaisijoilta ja pitoisuusanturilta seuraavat tiedot:

- pitoisuusanturilta hälytys
- pitoisuusanturilta laukaisu
- katkaisijoita asentotieto
- katkaisijoiden ohjaus.

Edellä mainittu kaapelointi on kannattavinta toteuttaa niin, että käytetään katkaisijoiden välisessä kaapeloinnissa monijohtimista kaapelia. Näin saadaan samassa kaapelissa, jossa kulkee keskukselta 1DV ohjaustieto keskuksien 1CA- sekä 1CB-katkaisijoiden avauskeloille, myös siirrettyä katkaisijoiden asentotieto sekä ohjaussignaali siirrettyä keskukselle 1DV. Keskuksen 1DV-riviliittimille kootut signaali- sekä asentotiedot voidaan nyt yhdellä monijohtimisella kaapelilla välittää voimalaitoksen ohjaus- sekä valvontajärjestelmään. Näin saadaan vähennettyä asennettavien kaapeleiden määrä ja vähennettyä hankalaa ja hidasta kaapelin asennustyötä.

9 Muuta huomioitavaa

Öljyaseman ulko-oviin on suositeltavaa kiinnittää opastekyltit, jossa kehoitettaisiin henkilöitä välttämään oleskelua öljyasemalla mikäli öljyaseman sähköt kytkeytyvät pois automaattisesti. Kylttien tulisi sisältää myös lyhyt selvitys polttoöljyn synnyttämästä syttymisherkästä kaasun ja ilman seoksesta sekä kuvaus katkaisijoiden toiminnasta yhdessä pitoisuusanturin kanssa. Esimerkki kylttien sisällöstä esitetään liitteessä 6.

10 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä esitettyjen vaatimusten sekä tehtyjen vertailujen pohjalta on suositeltavaa, että öljyaseman keskuksia syöttävien kaapeleiden ylikuormitus- sekä oikosulkusuojaus toteutettaisiin joko ABB:n tai Shneider Electricin kompaktikatkaisijoilla. Suositeltavaa olisikin ottaa yhteyttä ABB:n sekä Shneider Electricin kompaktikatkaisijoiden myynnistä vastaaviin tahoihin ja pyytää tarjousta ABB:ltä sekä Shneider Electriciltä luvussa 6 (ks. s. 23 - 25) esitettyihin tuotteisiin.

Yhtenä katkaisijoiden valintakriteerinä (ks. 5.2 Katkaisijan mitoitus ja valintakriteerit, s. 12 - 13) esitettiin katkaisijoiden mahdollisimman pieniä fyysisiä mittoja. Koska Shneider Electriciltä ei ollut saatavilla katkaisijoidensa fyysisiä mittoja, tuleekin tarjousta pyydetäessä tiedustella myös katkaisijoiden mitat. Mikäli ilmenee, että Shneider Electricin ja ABB:n katkaisijoilla on merkittävästi kokoeroa, suositeltavaa on valita fyysisiltä mitoiltaan pienemmät katkaisijat asennustyön helpottamiseksi.

Öljyaseman keskuksia syöttävien kaapeleiden katkaisijoiden suojarleiden asettelut ovat esitettynä taulukossa 12. Laskut, joilla releiden asetteluarvoihin on päädytty, esitetään liitteessä 2.

Taulukko 12. Suojareleiden asettelut.

Syöttävä keskus	Syötettävä keskus	Kaapeli	Releiden asttelut	
			Ylikuormitussuoja/A	Oikosulkusuoja/kA
1DV	1FA	AMCMK 3x95+30	105	5,9
1CA	1DG	2xAMCMK 3x185+56	320	11,3
1CB	1DH	2xAMCMK 3x185+56	320	11,3

Valitut suojarleiden asetteluarvot ovat viitteellisiä. Tarvittaessa releiden asetteluarvot voidaan säätää hiukan suuremmiksi, kunhan varmistutaan siitä, ettei liitteessä 2 esitettäviä I_{\max} :n sekä I_{1s} :n arvoja ylitetä.

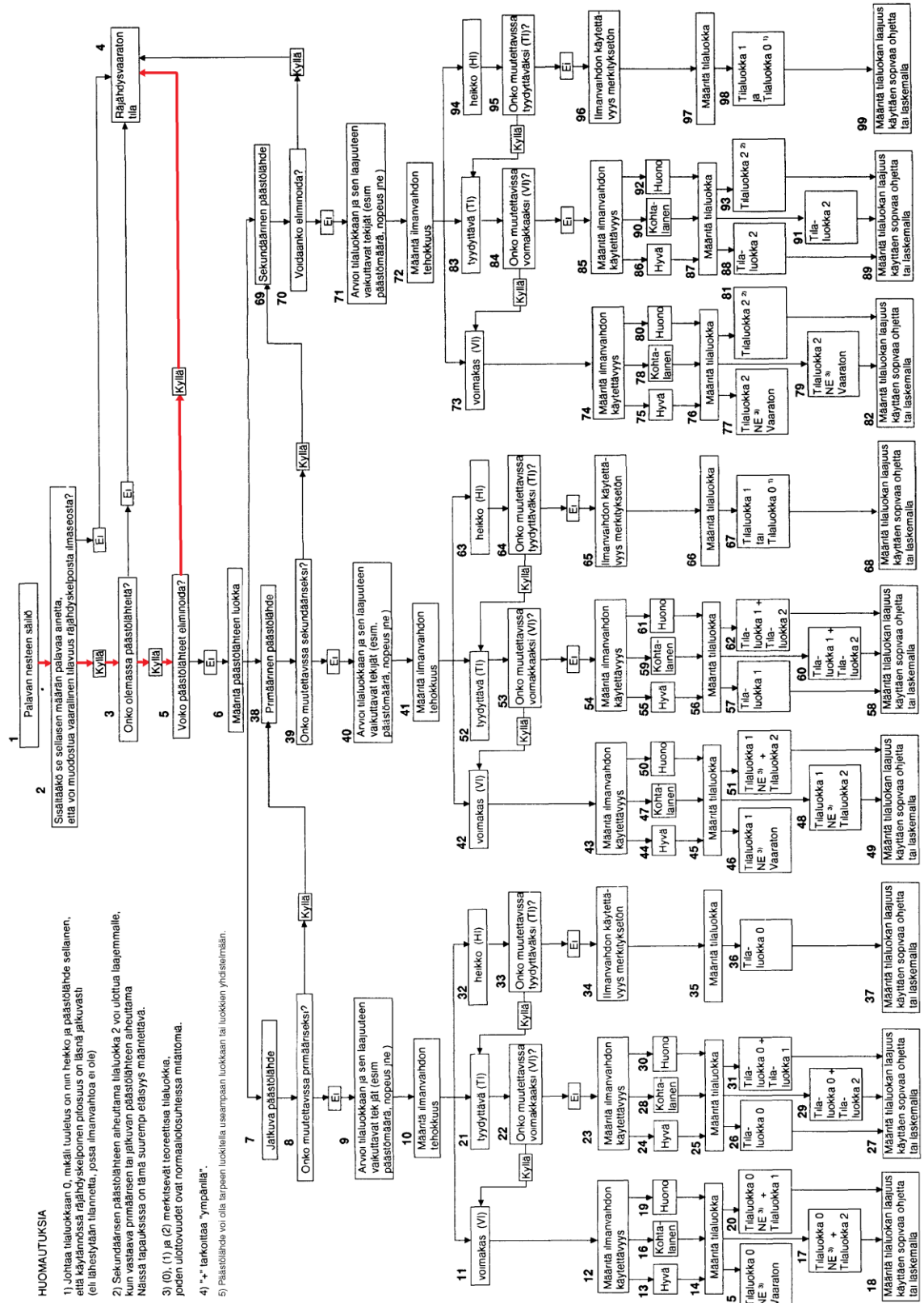
Esimerkiksi taulukkoja 2 (ks. s. 13) ja 12 (ks. ed. s.) vertailemalla havaitaan, että öljyaseman keskuksia syöttävien kaapeleiden ylikuormitus- sekä oikosulkusuojina toimivien kahvasulakkeiden nimellisvirrat ovat suurempia kuin taulukossa 12 esitettyjen releiden asetteluarvot sekä keskukseen 1CA ehdotetun katkaisijan nimellisvirta. Tämän takia, ennen kuin öljyasemalle voidaan hankkia ja asentaa ehdotettuja katkaisijoita tulee öljyaseman keskuksien kuormitusvirrat mitata tarkasti kuormituksen aikana. Tätä insinööriötä tehtäessä öljyaseman keskuksset eivät olleet kuormitettuna, joten asiaa ei voitu huomioida tässä työssä.

Lähteet

- 1 Tietoa konsernista. Verkkodokumentti. Vantaan Energia Oy. <<http://www.vantaanenergia.fi/fi/TietoaKonsernista/Sivut/default.aspx>>. Luettu 6.1.2013.
- 2 Jätevoimala lyhyesti. Verkkodokumentti. Vantaan Energia Oy. <<http://www.vantaanenergia.fi/fi/TietoaKonsernista/jatevoimalahanke/jatevoimalal/lyhyesti/Sivut/default.aspx>>. Luettu 6.1.2013
- 3 Standardien laadinta. Verkkodokumentti. Suomen Standardisointiliitto. <http://www.sfs.fi/standardien_laadinta>. Luettu 21.2.2013
- 4 Standardisoinnin maailmankartta. Verkkodokumentti. Suomen Standardisointiliitto. <http://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardisointi_on/standardisoinnin_maailmankartta> . Luettu 21.2.2013
- 5 Sähkötekniinen standardointi. Verkkodokumentti. SESKO. <<http://www.sesko.fi/portal/fi/>>. Luettu 21.2.2013
- 6 Suomen Standardisointiliitto. 2012. SFS-KÄSIKIRJA 600-2 Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit 2012. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto
- 7 SFS-EN 60079-10-1. Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 10-1. 2010. Tilaluokitus. Kaasuräjähdyksivaaralliset tilat. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto
- 8 SFS 5005. Räjähdyksivaarallisten tilojen sähkölaitteet. 1984. Suojatuuletteisten huoneiden ja rakennusten käyttö. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto
- 9 SFS-EN 13237:en. Räjähdyksivaaralliset tilat. 2012. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termejä ja määritelmiä. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto
- 10 SFS-EN 13237. Räjähdyksivaaralliset tilat. Vahvistettu 2004. Kumottu 2012. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termejä ja määritelmiä. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto
- 11 Tiainen Esa. Sähköinfo Oy. 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki: Painopurkki Oy
- 12 Compact NSX 100-630A tuoteluettelo 2009. Verkkodokumentti. Schneider Electric. <<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/GroupList.aspx?navid=24196&navoption=1>>. Luettu 18.2.2013

- 13 Pienjännitekojeet Tmax-pienjännitekatkaisijat. Verkkodokumentti. ABB.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/ae33607b95acdaf8c1257af7004a0bca/\\$file/1SDC210015D0202_FIN.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/ae33607b95acdaf8c1257af7004a0bca/$file/1SDC210015D0202_FIN.pdf)>. Luettu 18.2.2013
- 14 SACE Tmax XT - New low voltage moulded-case circuit-breakers up to 250A. Verkkodokumentti. ABB.
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/67da0bf8b1aa52fcc1257909004b2e42/\\$file/1SDC210033D0202.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/67da0bf8b1aa52fcc1257909004b2e42/$file/1SDC210033D0202.pdf)>. Luettu 18.2.2013
- 15 Sentron 3VL Kompaktikatkaisijat. 2004. Verkkodokumentti. SIEMENS. <http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/pienjannitekojeet/kyt_kenta_suojaus_ja_ohjaus/kompaktikatkaisijat/3vl_kasikirja_suomi_.pdf>. Luettu 18.2.2013
- 16 Kompaktikatkaisijat. Verkkodokumentti. UTU.
<http://www.utupowel.fi/files/utupowel.fi/attachments/PDF/hager/luettelo/2_kompaktikatkaisijat.pdf>. Luettu 20.2.2013.
- 17 Risto Anjala. Verkostosuunnitteluohje. Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen SA 2:08. Helsinki: Adato Energia Oy
- 18 MSA Ultima® X Series Gas Monitors. Verkkodokumentti. KTP.
<http://www.ktpprolog.com/index.php/products/gas_detetection/fixed_systems/ultima_x.html>. Luettu 30.3.2013
- 19 OVA-ohje: RASKAS POLTTOÖLJY. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos.
<<http://www.ttl.fi/ova/rapoltto.html>>. Luettu 19.3.2013
- 20 OVA-ohje: KEVYT POLTTOÖLJY. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos.
<<http://www.ttl.fi/ova/kepoltto.html>>. Luettu 19.3.2013
- 21 Suomen Standardisointiliitto. 2012. SFS-KÄSIKIRJA 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset 2012. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto
- 22 Voimakaapelit 0,6/1kV alumiini. 2009. Verkkodokumentti. Draka.
<http://www.draka.fi/draka/Countries/Draka_Finland/Languages/suomi/navigaatio/Tuotteet/Kiinteistoverkot/Voimakaapelit/Voimakaap._1kV_AI/AMCMK_3-4xA%2BB_1_kV_JT_D1645.pdf>. Luettu 30.3.2013
- 23 Operating Manual ULTIMA®X-Series Gas Monitors. Verkkodokumentti. MSA.
<<http://media.msanet.com/NA/USA/PermanentInstruments/GasSensorsTransmitters/UltimaXSeriesGasMonitors/10046690.pdf>>. Luettu 30.3.2013

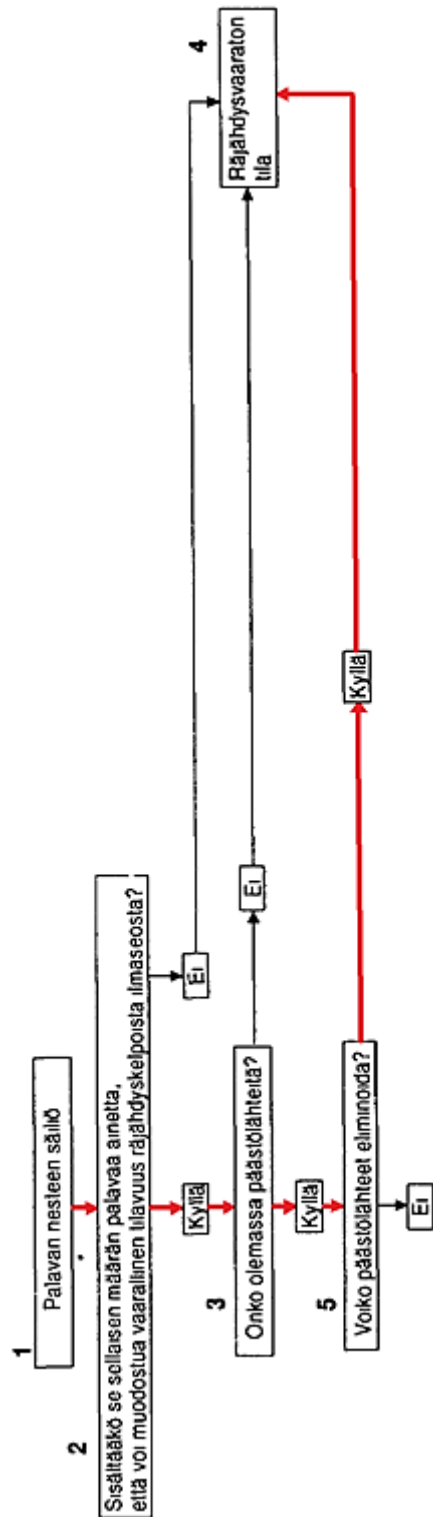
Räjähdystvaaraton tila -kaavio



HUOMAUTUKSIA

- 1) Irtolta tilaluokkaan 0, mikäli tuuletus on niin heikko, että päästölähtö sellainen, että käytännössä räjähdyskeipon prosessius on läsnä jatkuvasti (eli läsnäytään ilmiä, jossa ilmanvaihto ei ole)
- 2) Sekundäärinen päästölähteen aiheuttama tilaluokka 2 voi ulottua laajemmalle, kun vastaava primäärinen tai jatkuvan päästölähteen aiheuttama. Näissä tapauksissa on tämä suurempi etäisyys määriteltävä.
- 3) (0), (1) ja (2) merkisvät teoreettisia tilaluokkia, joiden ulottuvuudet ovat normaaliolosuhteissa mitattomia.
- 4) "+", tarkoittaa "ympäriä".
- 5) Päästölähtö voi olla tarpeen luokitella useampaan luokkaan tai luokkien yhdistelmään.

Alla on esitettynä tarkennus punaisilla nuolilla yhdistetyistä laatikoista.



[7, s. 118]

Suojareleen asettelut

Syötettävä keskus	Syöttävä kaapeli
1FA	AMCMK 3x95+30
1DH	2xAMCMK 3x185+56
1DG	2xAMCMK 3x185+56

Lämpötila $T=40^{\circ}$ (arvioitu)

Kaapeleita on kaapelitikkailla yli 9kpl

Asennustapa E/F

SFS 6000-5-52 taulukko A.52.3, kohta 34

Asennustapa E

SFS 6000-5-52 taulukko B.52.1

Johtojen kuormitettavuus:

AMCMK 3x95+30: $I_{95}=194A$

AMCMK 3x185+56: $I_{185}=297A$ *SFS 6000-5-52 taulukko B.52.5*

Lämpötilan korjauskerroin $k_1=0,82$ *SFS 6000-5-52 taulukko B.52.14*

Rinnakkaisten kaapeleiden aiheuttama korjauskerroin

$k_2=0,78$ *SFS 6000-5-52 taulukko B.52.17*

I_{max} on kaapelille laskettu suurin sallittu ylikuormitussuoja.

$$I_{95} = \frac{I_{max,95}}{k_1 * k_2}$$

$$\rightarrow I_{max,95} = I_{95} * k_1 * k_2$$

$$= 194A * 0,82 * 0,78$$

$$= 124,0824A \approx 124A$$

$$2 * I_{185} = \frac{I_{max,185}}{k_1 * k_2}$$

$$\rightarrow I_{max,185} = 2 * I_{185} * k_1 * k_2$$

$$= 2 * 297A * 0,82 * 0,78$$

$$= 379,9224A \approx 380A$$

[21, s.234-253.]

Suurin sallittu yhden sekunnin kestävä oikosulkuvirta I_{1s} .

AMCMK 3x95+30: $I_{1s,95} = 6,9kA$

AMCMK 3x185+56: $I_{1s,185} = 13,3kA$

[22.]

Asettelyt I_{as}

Keskukselta 1DV lähtevän AMCMK 3x95+30 -kaapelin suojarieleen asettelu:

ylikuormitus: $0,7 * I_{max,95} < I_{as,y,95} < I_{max,95}$

$$\rightarrow 86,8A < I_{as,y,95} < 124A$$

valitaan $I_{as,y,95} = 105A$

oikosulku: $0,7 * I_{1s,95} < I_{as,o,95} < I_{1s,95}$

$$\rightarrow 4,8kA < I_{as,o,95} < 6,9kA$$

valitaan $I_{as,o,95} = 5,9kA$

Keskuksilta 1CA ja 1CB lähtevien 2xAMCMK 3x185+56 -kaapeleiden suojarieleiden asettelyt:

ylikuormitus: $0,7 * I_{max,185} < I_{as,y,185} < I_{max,185}$

$$\rightarrow 266A < I_{as,y,185} < 380A$$

valitaan $I_{as,y,185} = 320A$

oikosulku: $0,7 * I_{1s,185} < I_{as,o,185} < I_{1s,185}$

$$\rightarrow 9,3kA < I_{as,o,95} < 13,3kA$$

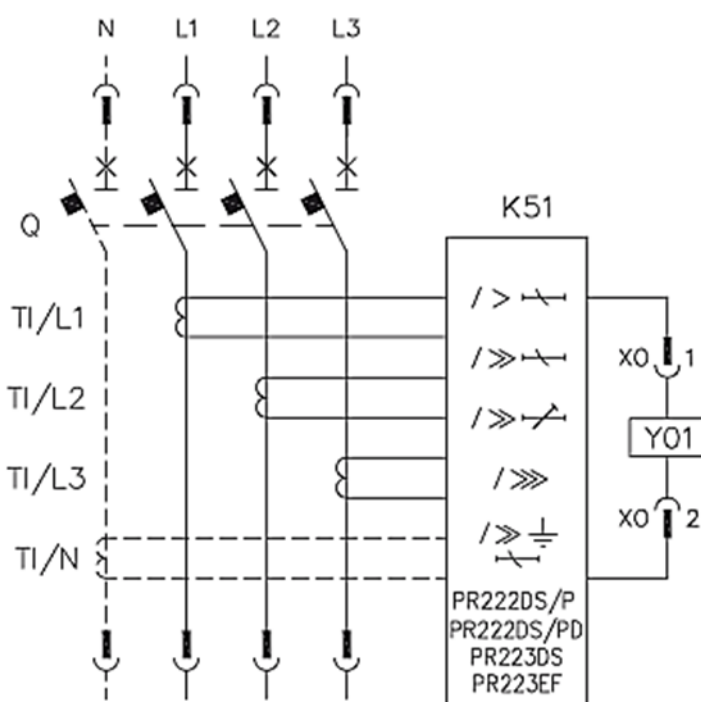
valitaan $I_{as,o,95} = 11,3kA$

Katkaisijan kytkentäkaavio

ABB:n T5 -mallin kolmi- tai nelinapainen katkaisija, joka on varustettuna elektronisella PR222DS/P-, PR222DS/PD-, PR223DS- tai PR223EF -suojareleellä.

Selitys:

Q	katkaisijan koskettimet
K51	elektroninen suojarle (PR222DS/P-, PR222DS/PD-, PR223DS- tai PR223EF)
TI/L1-3	virtamuuntajat vaiheille
TI/N	virtamuuntaja nollalle
Y01	elektronisen suojarleen laukaisukela



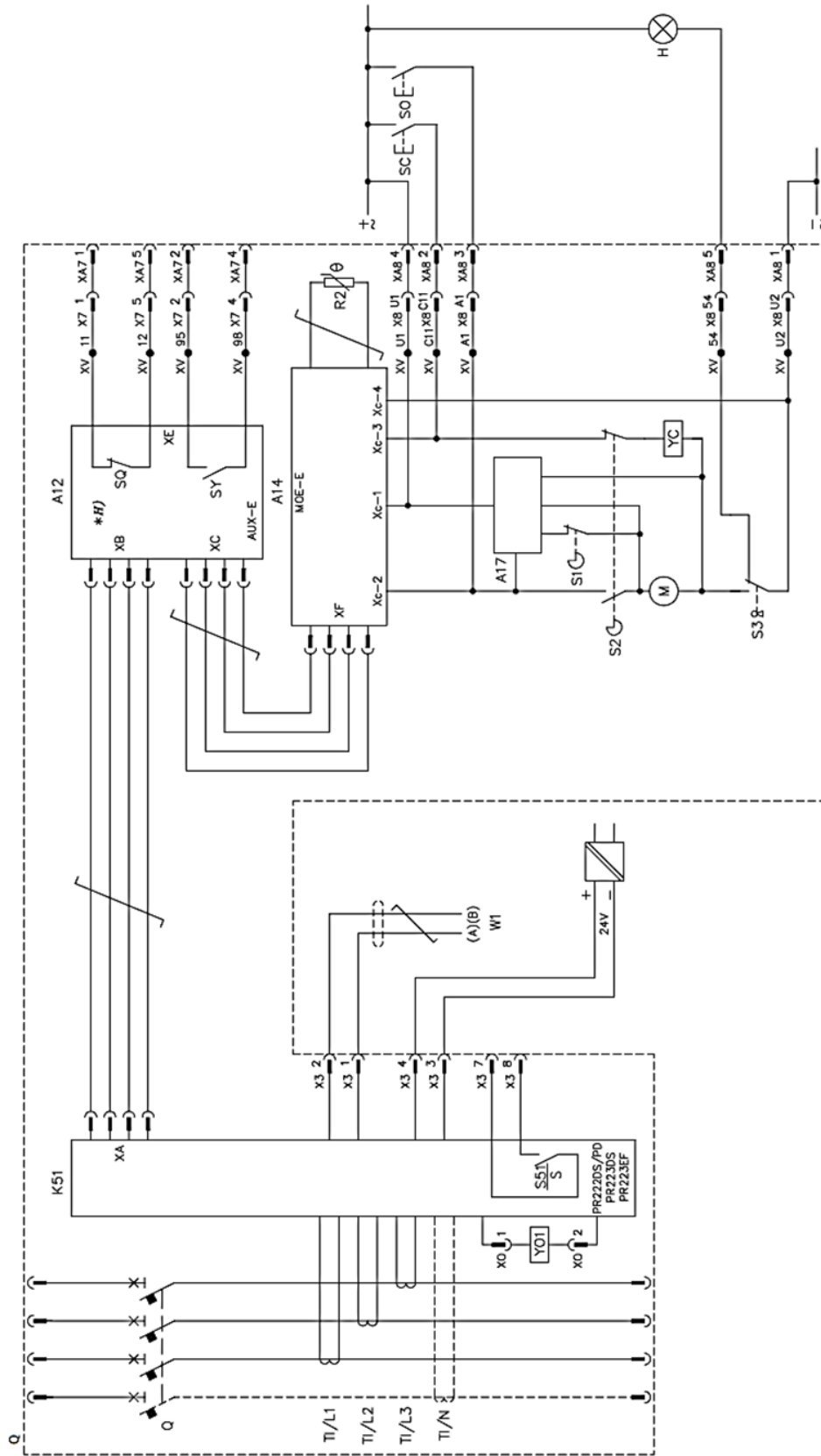
[13, s. 118 - 119, 129.]

Katkaisijan ja sen lisävarusteiden kytkentäkaavio

ABB:n T5 -mallin kolmi- tai nelinapainen katkaisija, joka on varustettuna elektronisella PR222DS/P-, PR222DS/P-, PR223DS- tai PR223EF -suojareleellä, MOE-E moottoriohjaimella sekä AUX-E kosketinpaketilla. Huom. piirikaaviosta puuttuu taulukon 7 komponenteista SOR -avauskela.

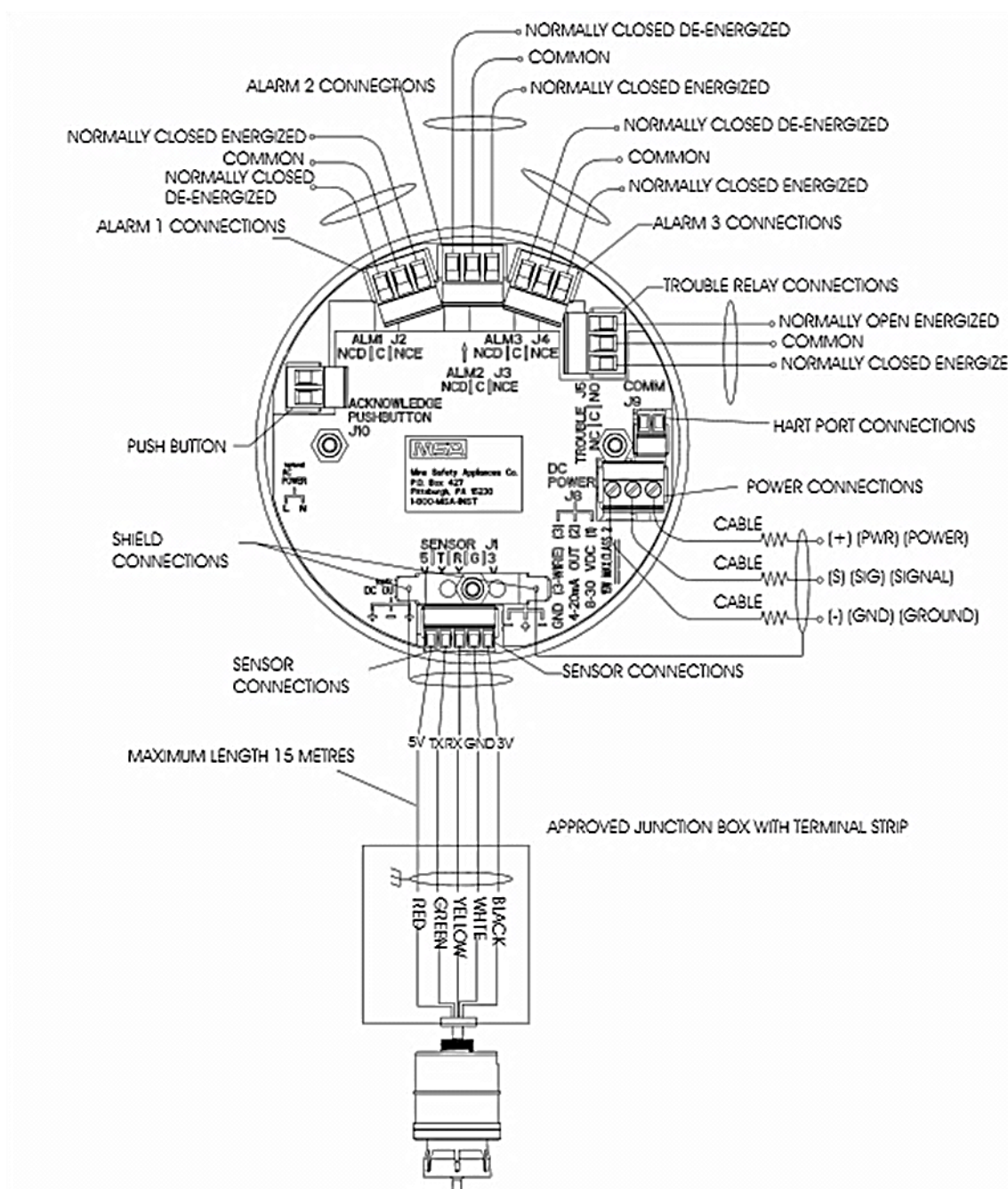
Selitys:

A12	AUX-E -hälytysyksikkö, jossa on apukoskettimet katkaisija auki- ja katkaisijalaukaistu -asentojen elektroniseen indikointiin
XB, XC, XE	AUX-E -yksikön kytkentäliittimet
A14	MOE-E moottoriohjain, jonka apukoskettimet suorittavat tiedonsiirtoyksiköstä tulevia komentoja
YC	moottorin käyttömekanismin kiinniohjauskela
R2	moottoriohjaimen termistori
A17	moottoriohjaimen sähköinen itsepitoyksikkö
S1, S2	moottoriohjaimen käyttöakselin ohjaamat koskettimet
S3	paikallis- tai kauko-ohjauskytkimen tilan ilmaisimen vaihtokosketin
K51	elektroninen suojarele (PR222DS/P-, PR222DS/P-, PR223DS- tai PR223EF)
K51/1...8	elektronisen suojareleen suojaustoimintojen hälytyskoskettimet
Y01	elektronisen suojareleen laukaisukela
Y3	elektronisen suojareleen piirien liittimet
TI/L1-3	virtamuuntajat vaiheille
TI/N	virtamuuntaja nollalle
W1	ohjausjärjestelmän sarjaliitettä (EIA RS485 -liitettä)
Q	katkaisijan koskettimet
SC	painonappi tai kosketin katkaisijan kiinniohjaamiseen
SO	painonappi tai kosketin katkaisijan aukiohjaamiseen



[13, s. 118-119, 138.]

Pitoisuusanturi



Öljyaseman opastekyltti

Esimerkki öljyaseman ulko-oviin sijoitettavista opastekylteistä.

Öljyaseman keskuksien 1FA, 1DG sekä 1DH syöttökaapelit ovat varustettu syötön automaattisella poiskytkennällä. Syöttöjen automaattista poiskytkentää ohjaa öljyaseman pumppaamohuoneeseen sijoitettu pitoisuusanturi. Pitoisuusanturi mittaa ilmasta syttymisherkkää polttoöljyn synnyttämää kaasua. Kaasupitoisuuden noustessa riittävän korkeaksi ilmassa, katkeaa öljyaseman sähkönsyöttö automaattisesti. Tällöin myös oleskelua öljyaseman sisätiloissa tulisi välttää.