

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

OLIVER BACSÓ

Palopeltien kartoitus jätevedenpuhdistamolla

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-
OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Bacsó, Oliver: Palopeltien kartoitus jätevedenpuhdistamolla
Opinnäytetyö, AMK
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma
Joulukuu 2024
Sivumäärä: 44

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Kakolanmäen maanalaisen jätevedenpuhdistamon palopeltejä ja niiden sijainteja. Tämän perusteella niistä laadittiin tilaajalle kartoitusraportti. Työn tuottamia tuloksia voidaan käyttää meneillään olevassa 3D-mallinnuksessa ja ilmanvaihtokaavioiden päivittämisessä. Selvittämällä nykyisten palopeltien sijainnit, tekniset tiedot, kuntoluokat ja automaatioon liittämismahdollisuudet, voidaan niiden kehittämismahdollisuuksia parantaa tulevaisuudessa. Tavoitteena oli syventää omaa teknistä tietämystä palopeltien toiminnasta, tyypeistä, paloluokista, ko'ista ja niiden täyttämistä standardeista sekä paloturvallisuudesta.

Työssä puhdistamon palopellit voidaan jakaa manuaalisiin, automaattisiin ja automaattisiin pneumaattisiin palopelteihin. Palopeltimalleja on 10 erilaista ja 136 kappaletta luolastossa. Palopellit on jaettu siten, että suurin osa niistä kuuluu puhdistamolle. Muutama pelleistä kuuluu sen tiloissa sijaitsevalle Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n omistamalle lämpöpumppulaitokselle. Työn helpottamiseksi tässä opinnäytetyössä ne yhdistettiin yhdeksi kokonaisuudeksi. Palopellit puhdistamolla ovat vuosilta 2007–2023. Yhdestä palopeltimalin automaation jatkokehityksestä annettiin yksinkertaistettu ehdotus Turun seudun puhdistamo Oy:lle.

Opinnäytetyössä hyödynnettiin määräyksiä ja standardeja. Puhdistamolta saatu lähdemateriaali on sisäistä. Ympäristöministeriön asetusta rakennusten paloturvallisuudesta on käytetty opinnäytetyössä ja lisäksi Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusopasta. Puhdistamon henkilökunnalta on tullut suurta inspiraatiota ja uusia näkemyksiä opinnäytetyöhön.

Valmis opinnäytetyö ja kartoitusraportti viestii kattavasti Kakolanmäen puhdistamon henkilökunnalle palopeltien tilannekatsauksen. Tarkat asennuspäivämäärät, sijainnit ja niiden uudet positiokoodit sekä tekniset tiedot tunnetaan kartoituksen myötä. Mikrokytkimen ja/tai kaapelin omaavien manuaalisten- ja automaattisten palopeltien kokonaismäärä tiedostetaan. Esimerkkinä esitetyt palopellit ja tieto niiden standardeista helpottaa myös uusien palopeltien suunnittelua luolastoon. Palopeltien huoltosykli ja testaussuunnitelma helpottuvat. Yksinkertaistetun ehdotuksen avulla tarvittavat palopellit voidaan saattaa tulevaisuudessa talotekniikan automatiikkaan.

Avainsanat: Jätevedenpuhdistamo, palopelti, paloturvallisuus, ilmanvaihto

ABSTRACT

Bacsó, Oliver: Survey of fire dampers at the wastewater treatment plant
Bachelor's thesis
Construction and Municipal Engineering
December 2024
Number of pages: 44

The objective of this thesis was to examine the locations of fire dampers at the Kakolanmäki underground wastewater treatment plant. Based on this, the goal was to produce a comprehensive mapping report of the treatment plant's fire dampers for the client. Results of the thesis can be used in the ongoing 3D-modeling of the plant and in updating the existing ventilation diagram. By identifying the current fire dampers' locations, technical specifications, condition ratings and possibilities for automatization, the development opportunities for these can be improved in the future. Also, the aim was to deepen my personal understanding of fire safety and technical knowledge regarding the operation, types, fire ratings, sizing and standards that fire dampers comply with.

The treatment plant's fire dampers in this thesis are categorized into manual, automatic and automatic pneumatic types. Within the cavern system, there are 10 different types of fire damper models totaling 136 units. The fire dampers are distributed in a way where most belong to the treatment plant itself. A few are part of the heat pump facility owned by Turun Seudun Energiantuotanto Oy, which is located on the same premises. To simplify the study, they were combined into a single entity. The fire dampers at the treatment plant were installed between 2007 and 2023. Turun seudun puhdistamo Oy was provided a simplified proposal for the automation development of one fire damper model.

In the thesis, regulations and standards were utilized. The sources given by the wastewater treatment plants are internal. The Ministry of the Environment's act on the fire safety of buildings was used, along with the fire safety guide for ventilation systems. The staff of the treatment plant provided significant inspiration and new insights for the thesis.

The completed thesis and mapping report provides the staff of the Kakolanmäki wastewater treatment plant with a comprehensive status update on the fire dampers. Exact installation dates, locations, their new position codes and technical data are known because of the mapping. The total number of manual and automatic fire dampers equipped with microswitches and/or cables is recognized. The fire dampers presented as examples and the information about their standards also facilitate the design of new fire dampers in the cavern system. The maintenance cycles and testing plan for the fire dampers are made simpler. With the simplified proposal the necessary dampers can be integrated into the building automation systems in the future.

Keywords: Wastewater treatment plant, fire damper, fire safety, ventilation

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON TAUSTA	6
2.1 Opinnäytetyön tarkoitus	6
2.2 Opinnäytetyön tavoite	6
2.3 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät	7
3 PALOPELTIEN TOIMINTA	8
3.1 Manuaalisten palopeltien toimintatapa	9
3.2 Automaattisten palopeltien toimintatapa	9
3.3 Pneumaattisten palopeltien toimintatapa	10
3.4 Palopeltien ominaisuudet ja vaatimukset	10
4 RAKENNUKSEN JA KOHTEEN PALO-OSASTOINTI	11
4.1 Rakennusten paloluokitus	11
4.1.1 P0 ja P1-paloluokitukset	11
4.1.2 P2-paloluokitus	12
4.1.3 P3-paloluokitus	12
4.2 Lainsäädäntö paloturvallisuudessa	12
4.3 Ilmanvaihtokanavat ja osastoivat rakenteet	12
4.3.1 Kantavien ja osastoivien rakennusosien paloluokittelu	13
4.3.2 Rakennustarvikkeiden paloluokittelu	14
4.4 Tilat ja toiminta puhdistamolla	14
4.4.1 Palokuorma puhdistamolla	15
4.4.2 Paloluokitus puhdistamolla	16
4.4.3 Ilmanvaihtokonehuoneiden paloluokitus puhdistamolla	17
5 LUOLASTON PALOPELLIT	18
5.1 Palopeltien positiokoodit	19
5.2 Wildeboer Bauteile GmbH FK90-palopelti	20
5.3 Wildeboer Bauteile GmbH FK91-palopelti	22
5.4 Wildeboer Bauteile GmbH FK92-palopelti	23
5.5 FläktGroup ETPR-palopelti	25
5.6 ETS NORD FDMS-palopelti	26
5.7 ETS NORD FDMA-S-palopelti	29
5.8 ETS NORD FDMR-pneumaattinen palopelti	31
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	33
LÄHTEET	36
LIITE 1: KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON PALOPELLIT	39

1 JOHDANTO

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon louhinta aloitettiin vuonna 2004. Se valmistui vuonna 2008 ja vedet otettiin sisään laitokseen loppuvuonna. Virallisesti puhdistamo kuitenkin otettiin käyttöön vuonna 2009. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2009) Puhdistamon toiminnallisuudessa korostuu turvallisuus ja tekninen luotettavuus. Palopeltejä on kokonaisuudessaan 136 kappaletta ja suurin osa manuaalisista palopelleistä on vuosilta 2007–2009, uusimpien ollessa vuodelta 2023. Osa niistä on siis asennettu jo vuosia ennen, kuin puhdistamo virallisesti valmistui. Näitä vanhoja pyöreitä ja kantikkaita palopeltejä on yhteensä 97 kappaletta ja ne ovat melkein 20 vuotta vanhoja. Manuaalisia palopeltejä asennettiin kaksi kappaletta vuonna 2023, joten automatiikan hyödyntäminen sijaintitietojen ohella uusissa ja vanhoissa pelleissä olisi tarpeellista.

Suurimassa osassa näitä palopeltejä on kaksinapaiset mikrokytkimet ja kaapelit, mutta näitä peltejä ei ole liitetty talotekniikan automaatioon. Tämä tarkoittaa sitä, että niiden tilan seuraaminen ei ole mahdollista sähköisesti ja etänä indikoinnilla varustettuna. Tämä lisää tarkastusten tarvetta, koska ongelmatapauksissa huoltotoimenpiteitä ei voida kohdistaa oikeaan paikkaan tarpeeksi nopeasti. Tällöin on käyttäjän vastuulla visuaalisesti sekä huolto- ja testausuunnitelmia noudattamalla varmistaa, että palopellit ovat toimintakelpoisia. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 50)

Palopellit ovat yksi tärkeimmistä elementeistä, joilla estetään tulipalon leviäminen rakennuksen eri paloalueille. Pellit ovat siis kriittinen osa laitoksen ilmanvaihtojärjestelmää ja paloturvallisuutta. Palopellin sulake saattaa pettää sen vanhetessa tai tuloilmakoneen häiriötilanteessa, jossa ilman lämpötila nousee huomattavan korkeaksi. Täten niiden kunnosta huolehtiminen on elintärkeää rakennuksien ja niissä oleskelevien ihmisten turvallisuuden kannalta. (Korkala, 2020, s. 141)

2 KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON TAUSTA

Vuonna 2008 valmistunut Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo vastaa 14 kunnan eli yhteensä noin 300 000 asukkaan jätevedenpuhdistuspalveluista. Puhdistamon tiloissa sijaitseva Turku Energian operoima ja Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n omistama lämpöpumppulaitos tarjoaa lisäksi omistajilleen kustannustehokkaita lämmöntalteenottopalveluita. Vuosittain laitos käsittelee ja puhdistaa noin 30 miljoonaa kuutiometriä jätevettä ja puhdistusmenetelmät ovat erityisen tehokkaita. Esimerkiksi fosforin, kiinto- ja orgaanisen aineen puhdistusprosessissa puhdistuskyky on 99 %. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2024)

2.1 Opinnäytetyön tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia tilaajalle kartoitusraportti luolaston palopelleistä. Peltien tilastointi luolastossa on ollut vuosien ajan epäselvää, joten haluttiin saada vastaus kysymykseen: ”Mitä palopeltejä puhdistamolla on ja missä ne sijaitsevat?” Aihe oli erityisen oleellinen, koska tulevaisuudessa on tarkoituksena päivittää asteittain vanhat palopellit uudempiin ja liittää niitä automaatioon. Tulevaisuudessa siis opinnäytetyöstä ja dokumenteista saatuja tietoja käytetään 3D-mallin ohella palopeltien vaatimuksenmukaisuuden kehittämiseen puhdistamolla. LVI-suunnittelijat tulevat päivittämään palopeltien positiokoodit ja uudet sijainnit luolaston ilmanvaihtokaavioihin tulevaisuudessa.

2.2 Opinnäytetyön tavoite

Tavoitteena oli päästä syventämään omaa teknistä tietämystä palopeltien toiminnasta ja erilaisista palopeltityypeistä. Palopeltimalleja oli 10 erilaista ja 136 kappaletta, jolloin niihin syventyminen opetti paljon uutta peltien toimittajista ja toimintatavoista. Peltien paloluokat, koot ja niiden täyttämät standardit sekä määräyksien tunteminen paloturvallisuuden ohella tulee olemaan hyödyksi tulevaisuudessa alalla työskenneltäessä. Tietoisuus eri peltien toimintatavoista auttoi ymmärtämään, mihin manuaaliset ja toisaalta taas automaattiset

palopellit sopivat paremmin. Opinnäytetyön tekeminen puhdistamolla ja siellä vallitsevat olosuhteet palopeltejä etsiessä tarjosivat ainutlaatuisen mahdollisuuden verrattuna tavallisempiin kiinteistöihin.

2.3 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö toiminnallisesta näkökulmasta tarkasteltuna perustuu aina käytännönläheiseen ja konkreettiseen tehtävään, joka pyritään ratkaisemaan opinnäytetyön avulla. Tutkimustyö on usein työelämälähtöinen ja sen pyrki- myksenä on kehittää, tehostaa tai ohjeistaa käytännön ongelman ratkaisemi- sessa. Kyseisessä opinnäytetyössä tämä tarkoittaa kartoitusraportin tuotta- mista, jonka perusteella saadaan haluttu ja tarvittava tieto puhdistamon palo- pelleistä ja niiden nykytilanteesta. (Satakunnan ammattikorkeakoulu, 2024)

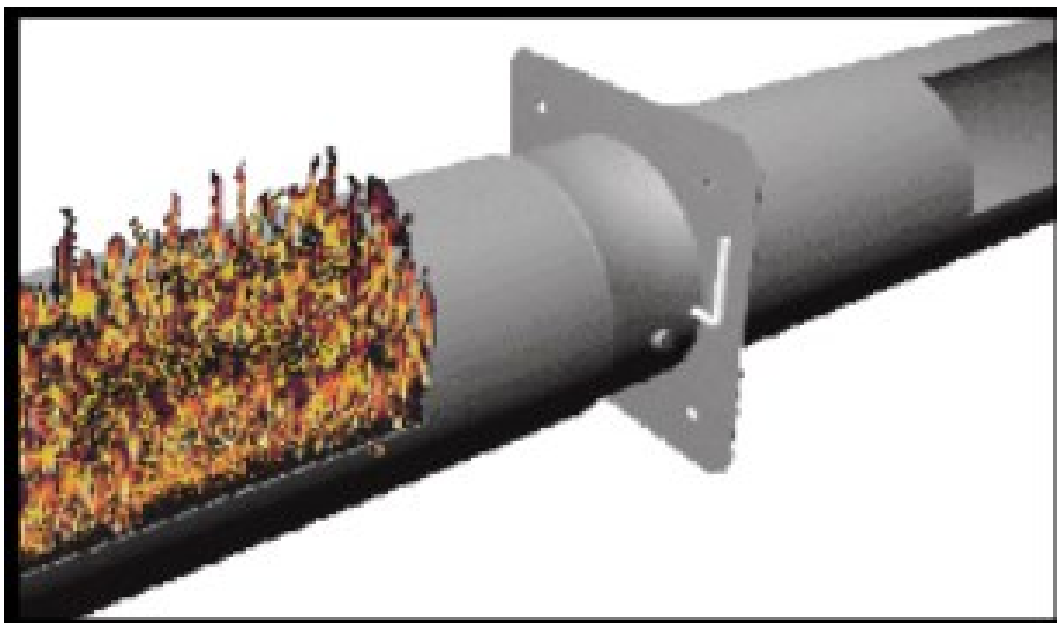
Turun seudun puhdistamo Oy toimi opinnäytetyön toimeksiantajana. Opinnäy- tetyötä ja kartoitusraporttia tein tiiviissä yhteistyössä tilaajan kanssa. Olen työskennellyt aikaisemmin Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla, joten avun saamisen koin helpoksi tuntiessani henkilökunnan. He tarjosivat tarvittaessa dokumentteja, inspiraatiota ja jatkuvaa apua, jotta tarvittava työ saataisiin teh- tyä halutulla tavalla. Työn teko opetti tutkimusmenetelmien käyttöä, tekstin tiiv- istämistä ja kärsivällisyyttä. Täytyi luottaa siihen, että työtä pystyy tekemään myös itsenäisesti. Tämä mahdollisti luolastossa liikkumisen sekä opinnäyte- työn ja kartoittamisen tekemisen parhaalla mahdollisella tavalla.

Tilaajalle on laadittu osa kartoitusraporttia Excel-taulukkomuodossa, joka nä- kyy opinnäytetyön liitteessä 1. Loput liitteet ovat salattuja. Laajempi Excel-tau- lukko on tehty yksinomaan tilaajalle. Tilaajalle on myös tehty PowerPoint-esi- tys kuvina palopelleistä ja niiden sijainneista. Palopellit ja positiokoodit on mer- kitty ilmanvaihtokaavioon ja jokaisesta pelistä on tallennettu kuva ja sitä vas- taava positiokoodi.

3 PALOPELTIEN TOIMINTA

Palopellin toimintaa ohjaa joko manuaalinen jousi tai sähköinen toimilaite. Palopellillä tarkoitetaan ilmanvaihtokanavistoon asennettavaa laitetta, joka sijoitetaan yleensä osastoivan rakennusosan kohdalle. Tällä voidaan tarkoittaa esimerkiksi kohtaa, missä ilmanvaihtokanava kulkee seinän, katon tai lattian läpi. Se sulkeutuu automaattisesti lämpötilan nousun tai savukaasujen vaikutuksesta. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 50–51)

Manuaaliset palopellit sulkeutuvat aina kiinniasentoon ilman ulkoapäin vaikuttavaa energiaa, tätä kutsutaan turvalliseksi vikaantumiseksi. Toimilaitteilla eli automatiikalla varustetuilla palopelleillä on samankaltainen mekanismi. Ne sulkeutuvat, kun sähkönsyöttö palopeltiin katkeaa peruuntumattomasti. Sulkeututtuaan pelti estää palon ja savukaasujen liikkumisen ilmanvaihtokanavassa tehokkaasti, mikä puolestaan ennaltaehkäisee tulipalon leviämisen palo-osastosta toiseen (kuva 1). (Talotekniikkainfo, 2024, s. 50–51)



Kuva 1. Palopellin toimintatapa ilmanvaihtokanavassa. (Halton, 2015)

3.1 Manuaalisten palopeltien toimintatapa

Manuaalinen palopelti toimii sulavan lämpösulakkeen avulla, joka sijaitsee pellin sisäpuolella. Kanavan tai ulkolämpötilan noustessa sulkuläppää aukipitävä sulake sulaa, jolloin esijännitetyn jousen voima sulkee kanavan ja ilmanvaihto katkeaa. Pellin viritys tapahtuu kanaviston ulkopuolelta ulkoisen viritysvivun tai jousen avulla, joka toimii asennonilmaisimena. Manuaalisissa palopelleissa käytetään keustosulakkeita, joiden toiminta voidaan tarkastaa avaamalla ja virittämällä palopelti. Se tapahtuu kääntämällä pellin läppä oikeaan asentoon ja kiertämällä uusi sulake vanhan tilalle. Sulakkeen nimelliset laukeamislämpötilat ovat 50 °C tai $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Yleisin sulkeutumislämpötila palopelleille on kuitenkin 72 °C . Poikkeustapauksissa voidaan kuitenkin käyttää sulakkeita, joiden sulamislämpötilat ovat esim. 65 °C , 150 °C tai 200 °C . (Halton, 2015)

3.2 Automaattisten palopeltien toimintatapa

Automaattisissa palopelleissa on toimilaitteena peltimoottori tai mikrokytkin, joka erottaa ne manuaalisista pelleistä. Automaattinen palopelti voidaan tarvittaessa varustaa kaksinapaisella mikrokytkimellä, joka ilmaisee etänä sulkuläppän auki- tai kiinniasennon. Kaksinapaista mikrokytkintä käytetään esim. sähköisesti laukaistavien palopeltien valvontaan ja palonsammutusjärjestelmän palohälytyksen antamiseen. Moottori- ja mikrokytkinkäyttöisen palopellin toimintatapa on samankaltainen, mutta moottorikäyttöisen pellin asentoa voidaan tarvittaessa ohjata tarkasti etänä toimilaitteen avulla ja niiden integrointi rakennusautomaatio- ja valvontajärjestelmiin on laajempi. (Halton, 2015)

Jännitteen katketessa moottoritoimilaitteen ja/tai mikrokytkimen omaavan palopellin sulkuläppä menee automaattisesti kiinni. Automaattisissa palopelleissa on viritysvivun palauttava toimimoottori ja yleensä 72 °C sulava ampulli. Pellin sulkeutuessa kaksitoiminen tiivisteratkaisu varmistaa kokonaisuudessaan kanavan tiiveyden ja estää savukaasujen sekä lämmön leviämisen. Kaksitoiminen tiivisteratkaisu toimii joustavuutensa vuoksi matalissa lämpötiloissa. Grafiittimassatiiviste saavuttaa parhaimman tiiveyden paisuessaan, kun lämpötilat nousevat ylitse 150 °C . (Halton, 2015)

3.3 Pneumaattisten palopeltien toimintatapa

Pneumaattisen palopellin toimintatyyppi on sulakkeen kannalta samankaltainen, kuin manuaalisella- tai automaattisella palopellillä. Se varustetaan sulavalla lämpösulakkeella ja pneumaattinen palopelti voidaan myös laukaista painekaasulla, käyttämällä esim. hiilidioksidia (CO₂). Pneumaattista palopeltiä käyttäessä se täytyy kytkeä kiinteistön sammutusjärjestelmään ja se voidaan kytkeä tarvittaessa myös automaatioon. Tulipalon sattuessa järjestelmä aktivoituu ja paineilmasylinteriin yhdistetty sammutusjärjestelmän käyttöpaine sulkee pellin sulkuläpän. Sylinterin minimikäyttöpaine on 200 kPa ja se kestää sammutusjärjestelmän operointipaineet. (Halton, 2018, s. 3)

3.4 Palopeltien ominaisuudet ja vaatimukset

Palopeltien tekniset ominaisuudet voidaan selvittää testaamalla ne menetelmillä, jotka täyttävät harmonisoidut tuotestandardit. Palopeltien testattavia ominaisuuksia voidaan kuvata tiiviydellä (**E**), eristävyydellä (**I**) ja sulkeutuvuudella (**S**), joka liittyy savuntiiviuteen. Sulkeutuvina palonrajoittimina toimivat palopellit, joiden suoritusaso on ilmoitettu CE-merkinnän vaatimien asiakirjojen mukaisesti. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 26)

Palopellit varustetaan puhdistusluukuin. Ne asennetaan kanavistoon, molemmille puolille puhdistuksen ollessa vaarallista ilman niitä. Tapaturmariskin pienentämiseksi palopeltejä asennettaessa tai käyttäessä tarvittavat turvatoimet on otettava huomioon. Suojaverkko ja vaarasta varoittava merkintä asennetaan pellin yhteyteen. Lisäksi palopellille ei aseteta erityisvaatimuksia kanavakoon pinta-alan ollessa alle 200 cm² tai nimellishalkaisijan ollessa enintään 160 mm. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 50–51)

Automaattiset palopellit tulisi aina varustaa automaattisella vikahälytyksellä, joka aktivoituu, jos pellin ajoittaisessa testisyklissä ilmenee ongelmia. Automaattiset palopellit tulisi testata säännöllisin väliajoin. Manuaaliset ja automaattiset pellit tulisi huoltaa vähintään kuuden kuukauden väliajoin niiden toimivuuden takaamiseksi. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 50–51)

4 RAKENNUKSEN JA KOHTEEN PALO-OSASTOINTI

Palo-osastoinnin päätarkoituksena on jakaa rakennus osiin niin, että tulipalon sattuessa syntynyt palo rajoitetaan tiettyyn rakennuksen osaan, jolloin sen hallitseminen helpottuu. Samalla estetään myrkyllisten ja kuumien savukaasujen leviäminen. Osastoinnit voidaan jakaa kolmeen osaan ja niitä kutsutaan kerros-, käyttötapa- ja pinta-alaosastoinniksi. Osastointien perusteella määritetään teknisten ratkaisujen, kuten palopeltien tarpeellisuus ja paloluokat. Rakennuksen koon, kerroksen tai siinä sijaitsevan tilan edellyttäessä, on se jaettava eri palo-osastoihin. Kun palo-osastointi suunnitellaan ja toteutetaan oikein, voidaan toimivalla palo-osastoinnilla merkittävästi pienentää materiaali-, omaisuus- ja henkilövahinkoja tulipalotilanteessa. Palo-osastointi ei silti usein itsessään riitä takaamaan sitä, että tulipalon leviäminen saadaan pysäytettyä täysin. (RIL 195-1-2018, 2018, s. 59–60)

4.1 Rakennusten paloluokitus

Rakennukset jaetaan omiin paloluokkiin, joita on neljä kappaletta. Paloluokitukset rakennuksille ovat P0, P1, P2 ja P3. Paloluokituksella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon rasiusta kantavien rakenteiden on kestävä sortumatta tulipalon osalta palon aikana. (Ympäristöministeriön asetus paloturvallisuudesta 848/2017, 4§)

4.1.1 P0 ja P1-paloluokitukset

P0-paloluokalla tarkoitetaan rakennusta, missä käytetään pääosin tai kokonaan menetelmiä, jotka perustuvat oletettuun palonkehitykseen. Rakennus kuuluu paloluokkaan P0, kun toiminnallinen palonmitoitus perustuu esim. kantaviin rakenteisiin. P1-paloluokalla tarkoitetaan korkeinta paloluokkaa. P1-luokkaan kuuluvilta rakennuksilta vaaditaan suurinta paloturvallisuutta ja rakenteellista kestävyttä. Tähän luokiteltavien rakennusten oletetaan kestävän paloa sortumatta. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 20)

4.1.2 P2-paloluokitus

P2-paloluokan rakennusten kantaville rakenteille voidaan asettaa paloteknisesti edellistä luokkaa kevyempiä vaatimuksia. Turvallisuustaso varmistetaan kohdistamalla vaatimuksia erityisesti pintamateriaalien ominaisuuksiin sekä paloturvallisuutta parantaviin laitteistoihin. Rakennuksen kokoa ja henkilömääriä on rajoitettu käyttötarkoituksen perusteella. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 20)

4.1.3 P3-paloluokitus

P3-luokan rakennusten kantaville rakenteille ei ole erityisiä palonkestävyysvaatimuksia. Turvallisuustaso sen sijaan varmistetaan säätelemällä rakennuksen kokoa ja henkilömääriä käyttötavan mukaan. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 20)

4.2 Lainsäädäntö paloturvallisuudessa

Suunnittelijoilla on rakennusalalla suuri vastuu tehtävissään varmistaa se, että rakennuksen suunnittelu täyttää paloturvallisuudelle asetetut tekniset vaatimukset sen käyttötarkoituksen mukaisesti. Nämä vaatimukset saavutetaan, kun rakennus suunnitellaan ja rakennetaan asetuksissa olevien luokkien ja lukuarvojen mukaisesti. Näillä asetuksilla viitataan Ympäristöministeriön asetukseen rakennuksien paloturvallisuudesta. (Ympäristöministeriön asetus paloturvallisuudesta 848/2017, 3§)

4.3 Ilmanvaihtokanavat ja osastoivat rakenteet

Ilmanvaihtokanavat ja niiden kanavaosat, joissa on CE-merkintä, tyyppihyväksyntä tai varmennustodistus, täyttävät tarvittavat paloturvallisuusvaatimukset. Jos edellä olevat ehdot eivät täyty, rakennusvalvonta saattaa vaatia paloturvallisuuskelpoisuuden osoittamista paikkakohtaisella varmentamisella. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 23)

Ilmanvaihtokanavan kulkiessa osastoivan rakenteen läpi on sen tai palonkestävän laitteen, esim. palopellin vastattava palonkestävyydeltään myös osastoivan rakenteen palonkestävyyttä. ”Osastoivan rakennusosan läpi johdetut putket, roilot, kanavat, johdot, savupiiput ja hormit sekä kuljetinlaitteistojen edellyttämät läpiviennit eivät olennaisesti saa heikentää rakennusosan osastovuutta.” (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, 18§) Ilmanvaihtokanava tai palopelti täytyy tiivistää ja asentaa valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Valmistajan ohjeita seuraamalla varmistetaan oikea paloluokka palopellille, joka vastaa testituloksia. Asennetusta pellistä tehdään tarkastusasiakirja, josta tulee ilmi pellin asennuspaikka. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 50–51)

Ympäristöministeriön asetuksessa todetaan vielä ilmanvaihtojärjestelmästä: ”Ilmanvaihtojärjestelmä ei saa myötävaikuttaa palon tai savukaasujen leviämiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla.” Tämän lisäksi todetaan ilmanvaihtokanavien materiaaleista seuraavasti: ”Useaa palo-osastoa tai osaa palvelevien ilmakehien seinämät on tehtävä vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.” A2-s1, d0-luokan tarvikkeilla viitataan materiaaleihin, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, 19§)

4.3.1 Kantavien ja osastoivien rakennusosien paloluokittelu

Rakennusosat, jotka ovat osastoivia tai kantavia luokitellaan niiden palonkestävyyden perusteella. Rakennusosien vaatimukset osoitetaan seuraavilla merkinnöillä: **R** (kantavuus), **E** (tiiviyys) ja **I** (eristävyys). Merkintöjen **R**, **REI**, **RE**, **EI**, tai **E** jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuuteissa käyttämällä sopivaa lukua seuraavista: **15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240**. Kyseiset merkinnät ilmoittavat rakennuksen rakennusosan paloluokituksen. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 22)

Rakennusosat tehdään sellaisista tarvikkeista, että ne kestävät yllä olevan ajan ja vaatimukset. Vaatimukset testataan kokeellisesti tai laskennallisia

menetelmiä käyttämällä. Palopeltien ja ilmanvaihtokanavien on kestävä myös kannattamiensa rakennusosien palonkestävyyssajat. Osastoivan rakenteen luokituksen ollessa EI 60, on myös pellin luokituksen oltava EI 60 tai korkeampi. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 22–23)

4.3.2 Rakennustarvikkeiden paloluokittelu

Rakennusmateriaalien luokitukset kuvataan seuraavilla symboleilla: **A1, A2, B, C, D, E, F**. Luokitusjärjestyksessä A1 kuvaa korkeinta palonkestävyyttä ja F alhaisinta. Savuntuotto sekä palavien pisaroiden muodostuminen ilmoitetaan lisäkirjaimilla s ja d. Savuntuoton luokitukset ovat s1–s3 ja pisaroinnin d0–d2. Palamatonta materiaalia voidaan kuvata luokituksella: A1-s1, d0 (kuva 2). A1 merkinnällä kuvataan materiaaleja, jotka eivät osallistu paloon lainkaan. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 20–21)

<p>Savuntuoton lisämääreet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • s1 Savuntuotto on erittäin vähäistä. • s2 Savuntuotto on vähäistä. • s3 Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia. <p>Ilmanvaihdon kammioiden lattianpäällysteille (alaindeksi FL) kuitenkin</p> <ul style="list-style-type: none"> • s1 Savuntuotto on rajoitettu. • s2 Savuntuotto ei täytä s1 vaatimuksia. <p>Palavien pisaroiden tai osien kohdalla lisämääreet ovat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • d0 Palavia pisaroita tai osia ei esiinny. • d1 Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti. • d2 Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

Kuva 2. Savuntuoton lisämääreet. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 21)

4.4 Tilat ja toiminta puhdistamolla

Turku Energia Oy operoi ja Turun Seudun Energiantuotanto Oy omistaa lämpöpumppulaitoksen, joka sijaitsee puhdistamon luolaston pohjoisosassa ja on erotettu puhdistamosta käyttötapaosastoinnilla eli palo-osastoivin seinin ja

ovin. Kadun uloskäytävä toimii molempien laitosten yhteisenä poistumistienä. Puhallinryhmän kanavia on jatkettu sekä puhdistamon, että lämpöpumppulaitoksen puolesta osaston oviseiniin asti, jonne tulee kolme kappaletta palopelottejä. Lisäksi laitosten paloturvallisuusjärjestelmät on integroitu keskenään. Luolasto muodostaa myös pääosin yhden yhtenäisen pinta-alaosaston. Erillisinä käyttötapaosastoina ovat uloskäytävät, sähkölaitetilat ja muuntamot sekä lämpöpumppulaitoksen osastot. Prosessi- ja tekniset tilat on luokiteltu seuraavien tapojen mukaisesti. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

Prosessitilat: tulopumppaus, karkeavälppäys, hiekanerotus, hienovälppäys, esiselkeytys, ilmastus, kaasunpoisto, jälkiselkeytys, ohitusvesien käsittely, hiekkasuodatus, raakasekalietteen välivarasto, lietteen kuivaus sekä kemikaalien varastointi. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

Tekniset tilat: sähkölaite-, muuntamo-, automatiikka- ja IV-laitetilat.

Paikallisvalvomo, korjaamotila ja varastotilat ovat tämän lisäksi erikseen kategorisoitu. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

4.4.1 Palokuorma puhdistamolla

Palokuormalla pystytään kuvaamaan tilan palavan aineen kokonaismäärää ja siitä vapautuvaa kokonaislämpöä, kun tilassa olevat aineet palavat täydellisesti (taulukko 1). Palokuormaa laskiessa huomioidaan kantavat, runkoa jäykistävät ja osastoivat rakenteet. Tämän lisäksi laskennoissa otetaan myös muut rakennusosat ja irtaimisto huomioon. Kuorma määräytyy rakennuksen pääkäyttötarkoituksen perusteella. Palokuorma osoitetaan megajouleina yhtä lattianeliömetriä kohti (MJ/m^2). Ne jaetaan kolmeen ryhmään, jotka ovat: alle $600 \text{ MJ}/\text{m}^2$, minimissään $600 \text{ MJ}/\text{m}^2$, mutta maksimissaan $1200 \text{ MJ}/\text{m}^2$ ja yli $1200 \text{ MJ}/\text{m}^2$. (RIL 195-1-2018, 2018, s. 32–33)

Taulukko 1. Puhdistamon tilojen palokuormat. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2006)

Käyttötavat	Palokuorman tiheys MJ/lattia m ²	
	YMa 848/2017 mukaan	Toiminnallinen mitoitus
Prosessitilat, yleensä	<600	
Kuivaamotilat (linkokuivaus)	<600	
Korjaamotilat	<600	
Varastotilat	<600	
Lastaustilat	<600	
Käytävätilat	<600	<100
Sähkötilat, yleensä	<600	
Sähkötilat, kaapelitilat	<600	
Muuntamot (kuivamuuntajat)	<600	
Tulo- ja poistoilmanvaihtotilat	<600	
UV-laitos	<600	

4.4.2 Paloluokitus puhdistamolla

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo sijaitsee Turun keskustassa ja se on louhittu kallioon. Kallion päällä sijaitsee hallintorakennus, jonka kautta sisäänpääsy maan alla sijaitsevaan puhdistamoon tapahtuu. Puhdistamon toiminta perustuu pääosin kallion sisällä tapahtuvaan toimintaan. Se kuuluu korkeimpaan paloluokkaan P1, mikä tarkoittaa sitä, että tilojen kantavat rakenteet pääosin kestävät sortumisen palotilanteessa. Puhdistamolla kaikki tasot kuuluvat samaan palo-osastoon ja ovat paloluokaltaan EI 60. Huomioitava on se, että paloluokituksissa käytetään Ympäristöministeriön asetusta rakennusten paloturvallisuudesta. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

Sähkökeskukset, muuntamot ja lämpöpumppulaitos: Sähkölaitteiden tilat suojataan estämään tulipalon leviäminen kriittisiin järjestelmiin. Palonkestävyys on vähintään EI 60. Lämpöpumppulaitos osastoidaan erikseen palorisien hallitsemiseksi. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

Osastoivat rakenteet: Puhdistamo on louhittu kallioon ja osastoivat rakenteet on valmistettu teräsbetonista tai tiilestä. Näillä vaadittu palonkestävyys on vähintään EI 60. (YMa 848/2017, taulukko 6) (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

Kaapeleiden ja putkien läpiviennit: Osastoidaan samaan palonkestävyysluokkaan EI 60, kuin osastoiva rakenne, jotta palon ja savun leviäminen läpivientien kautta estetään. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2007)

4.4.3 Ilmanvaihtokonehuoneiden paloluokitus puhdistamolla

Monia eri palo-osastoja palvelevat keskusilmanvaihtolaitteistojen koneet sijoitetaan samaan konehuoneeseen, joka muodostetaan omaksi palo-osastokseen. Se täyttää sille asetetut palotekniset vaatimukset. Konehuoneeseen voidaan sijoittaa sen toiminnan kannalta välttämättömiä laitteita, kuten sähkö- ja automaatiokeskuksia, mutta turhan palokuorman lisäämistä tilaan on vältettävä syttymisriskin minimoimiseksi. Konehuoneessa sijaitsevat pinnoitteet, putket tai eristeet täyttävät minimissään S3 ja d0-luokan vaatimukset, kun osastointi tilassa on EI 60 tai suurempi. S3 ja d0-tarvikeluokitus tarkoittaa sitä, että materiaalit tuottavat runsaasti savua, mutta eivät muodosta palavia pisaroita. (Talotekniikkainfo, 2024, s. 64)

Puhdistamon tulo- ja poistoilmakonehuoneet ovat samaa paloaluetta kuin muu luolasto, eli luokkaa EI 60. Tuloilmanvaihtokoneita on neljä kappaletta ja poistoilmanvaihtokoneita sama määrä. Nämä kahdeksan konetta palvelevat luolaston ilmanvaihtoa kokonaisuudessaan. Tulo- ja poistoilmat luolastossa ovat molempien koneiden osalta kokonaisuudessaan 60 m³/s. Ilmanvaihtokanavien koot vaihtelevat Ø 125 mm ja Ø 1250 mm välillä. Luolastossa käytetään pyöreitä ja kantikkaita ilmanvaihtokanavia. Raitisilma virtaa sisään kadulta tulevaa tunnelia pitkin sekä käytävän alakanavaa pitkin, mistä se ohjataan tuloilmanvaihtokoneille. Poistoilma kulkee poistoilmakonehuoneeseen, mistä se viehdään poistoilmakammioon, joka kuljettaa ilman tunnelia pitkin 60 metriä korkeaan piippuun, josta se kulkeutuu ulos. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2006)

5 LUOLASTON PALOPELLIT

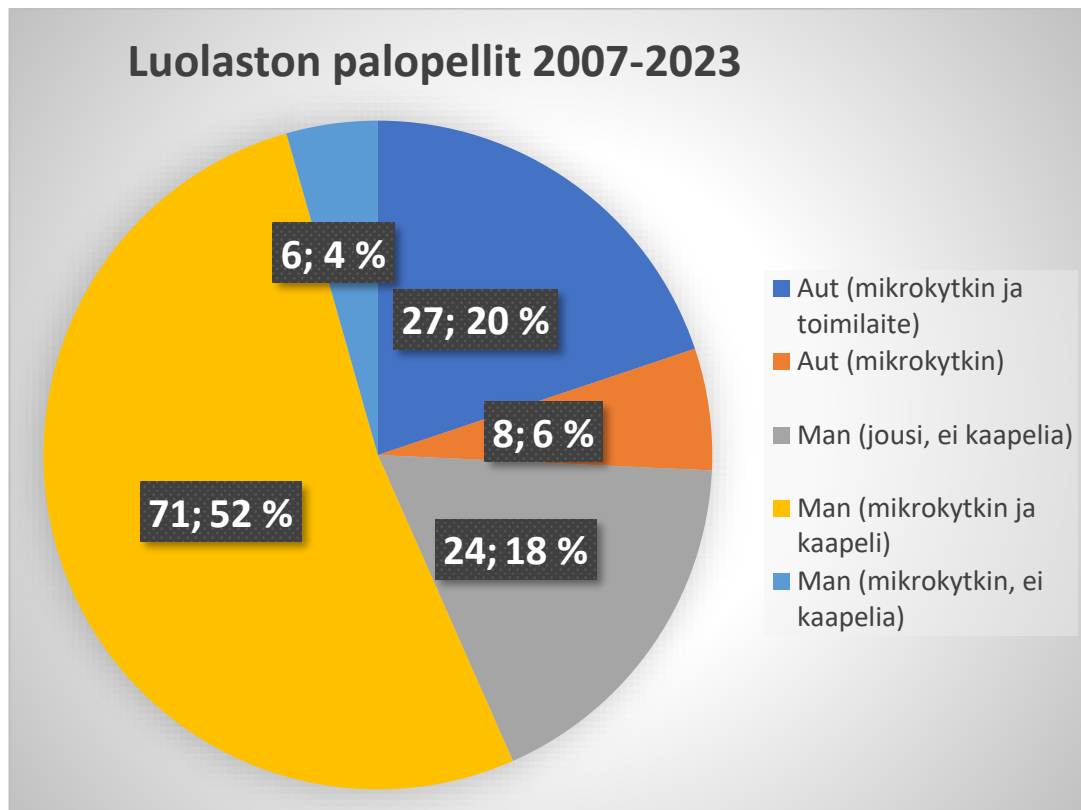
Luolastossa palopeltejä on yhteensä 136 kappaletta. Pellit on jaettu toimintatyyppiltään viiteen osaan (kaavio 1). Jako perustuu automaattisiin palopelteihin, joissa on mikrokytkin ja/tai toimilaitte sekä manuaalisiin palopelteihin, joissa on vain jousi eikä kaapelointia. Näiden lisäksi manuaalisiin palopelteihin, joissa on mikrokytkin ja kaapelointi tai ei kaapelointia. 136 palopellistä 24 on manuaalisia palopeltejä, joissa ei ole kaapelointia. Manuaalisia mikrokytkimellisiä kaapeloituja palopeltejä on 71 kappaletta. 35 kappaletta palopelleistä on mikrokytkimellisiä ja/tai toimilaitteellisia palopeltejä, jotka on kytketty automaatioon. Mikrokytkimellisiä ja kaapelittomia palopeltejä on 6 kappaletta.

Palopelleistä osa on kantikkaita ja osa pyöreitä palopeltejä. Palopeltimalleja on 10 erilaista. ETS NORDilta niitä löytyy viisi kappaletta, jotka ovat: FDMR, FDMS, FDMA-S, FDMA-R ja FDMA-PM. Fläkt Woodsilta, nykyiseltä FläktGroupilta palopeltimalleja löytyy kaksi kappaletta. Ne ovat: ETPR ja ETCE. Wildeboer Bauteile GmbH:lta löytyy malleja kolme kappaletta, jotka ovat: FK90, FK91 ja FK92. Wildeboer valmistaa FK-sarjan kantikkaat palopellit, mutta FläktGroup tarjoaa näihin asiantuntijapalveluita ja esimerkiksi huolto- ja huolto- ja toimii tuotteiden maahantuojana.

Suurin osa palopelleistä sijaitsi puhdistamon sähkötiloissa eli muuntamoissa, sähkötiloissa ja sähkönjakotiloissa. Niitä sijaitsi myös esimerkiksi portaikoissa, huolto-, poistumiskäytävissä ja ilmanvaihtokonehuoneissa. Erittäin suurta palopeltien määrää muuntamoissa ja monissa sähkötiloissa voidaan selittää korkealla paloturvallisuusriskillä. Nämä tilat ovat alipaineistettuja. Palon sattuessa suuren jännitteen vuoksi tulipalo leviää räjähdysmäisesti, mikä korostaa palopeltien toimivuuden tärkeyttä tiloissa.

Liitteessä 1 näkyy palopelleistä tehty Excel-tilaus, joka on yksinkertaistettu yksityisyysyistä. Siinä ei näy positiivikoodeja, tarkkoja tilanumeroita ja palopeltien asennuspäivämääriä. Sen sijaan taulukosta havaitaan tilat ja määrällisen numerointi sekä palopeltien toimintatapa. Aut ja man -merkinnät kuvaavat

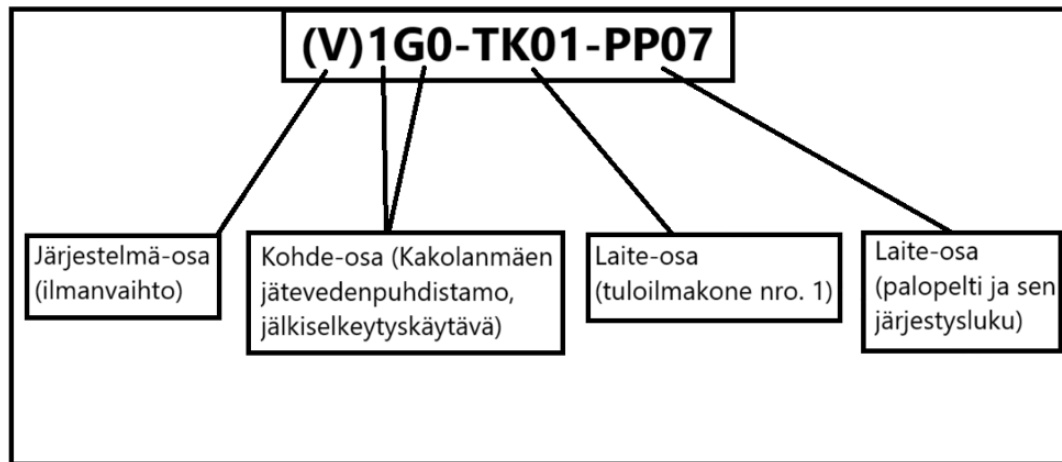
automaattisia ja manuaalisia palopeltejä. Palopeltien koot on kuvattu millimetreinä ja pyöreillä pelleillä koko on esim. Ø 200 mm ja kantikkailla esim. 500x500 mm. Kuvion värisektorit havainnollistavat, millä käytävällä tai missä osassa luolastoa palopellit sijaitsevat kokonaisuudessaan. Maan päällä sijaitsevan hallintorakennuksen palopeltejä ei ole huomioitu, koska se ei kuulu luolaston palo-osastoon.



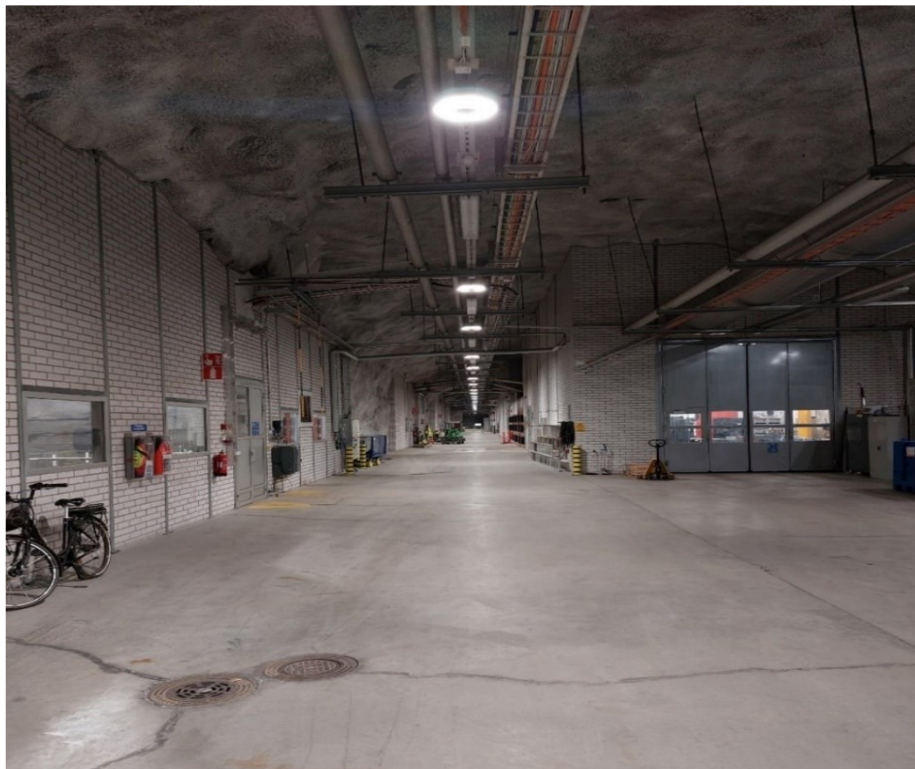
Kaavio 1. Puhdistamon luolaston palopellit vuosilta 2007–2023.

5.1 Palopeltien positiokoodit

Suurta prosessilaitosta, kuten jätevedenpuhdistamoja suunniteltaessa annetaan prosessiteknisille laitteille ja järjestelmäosille niiden käyttöä ja havainnointia varten oma positiokoodi. Jokaiselle laitteelle on annettu yksilöllinen tunnus, mistä selviää sen sijainti ja nimi. Positiokoodi eroaa muodoltaan sen mukaan, mihin järjestelmään se kuuluu. Kuvissa 3 ja 4 näkyvät positiokoodi ja jälkiselkeytyskäytävä, jota koodi 1G0 kuvaa. (Turun seudun puhdistamo Oy, 2017)



Kuva 3. Positiokoodi palopeltien merkitsemistä varten.



Kuva 4. Puhdistamon jälkiselkeytyskäytävä.

5.2 Wildeboer Bauteile GmbH FK90-palopelti

Wildeboerin FK90-palopeltejä on tuloilmanvaihtokonehuoneessa kaksi kappaletta. Toimintatavaltaan ne ovat moottorimallisia ja liitettynä ilmanvaihtokoneiden yhteiseen tulokanavaan. Pellit on asennettu vuonna 2022. Niiden koot ovat 1200x800 mm ja vakiorakennepituus 500 mm. Tätä mallia käytetään

yksinomaan tuuletus- ja ilmastointilaitteistojen palo-osastoinnin ylläpitoa varten. Palopeltimalli on asennettu vaakasuoraan tuloilmanvaihtokanavaan ja se täyttää paloluokan EI 90 (ve-(ho), i<->o) S. Palopellin merkinnät EI 90 S ja ve-ho tarkoittavat sitä, että pysty- ja vaakasuoraan asennettuna ne säilyttävät tiiviytensä, eristävyytensä ja sulkeutuvuutensa tai savuntiiviytensä 90 minuuttia. Merkintä i<->o kuvaa palonkestävyyden tehokkuutta molempiin suuntiin, sisältä ulos ja ulkoa sisään. Taulukossa 2 esitetään, miten palopellit on jaoteltu Excel-taulukkoon. Kuvassa 5 näkyy konehuoneen kaksi palopeltiä.

Kuvailtu palopelti täyttää standardin EN 15650:2010. Lisäksi sille on suoritettu 10 000 syklin avaus- ja sulkeutumistestaukset. Pelti on korroosionkestävä, minkä lisäksi sen kotelon tiiviysluokka on C, joka täyttää standardin EN 1751 vaatimukset kokonaisuudessaan. Palopellin luukkulevy on tiiviysluokaltaan minimissään 2 ja täyttää myös standardin EN 1751 tarvittavat vaatimukset. (FläktGroup, 2018)

Taulukko 2. FK90-palopellit.

Tila	Toimintatyyppi	Malli	Koko (mm)
Tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	FK90-palopelti	1200x800
Tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	FK90-palopelti	1200x800



Kuva 5. Tuloilmanvaihtokonehuoneen FK90-palopellit.

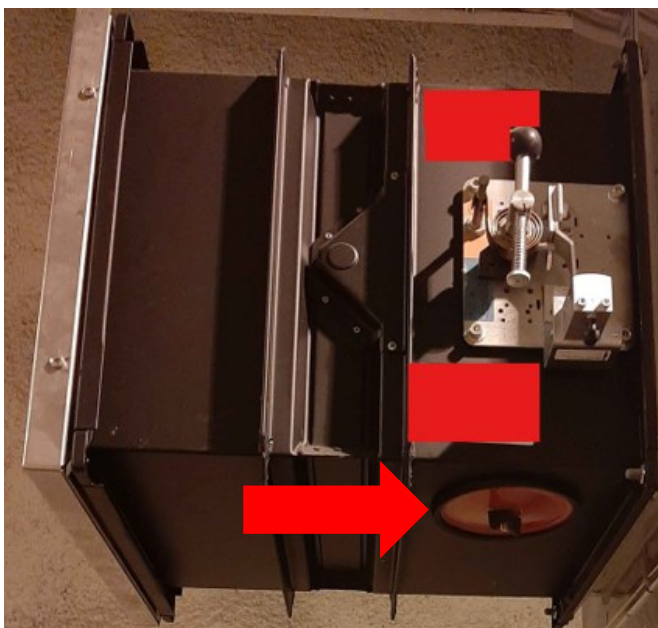
5.3 Wildeboer Bauteile GmbH FK91-palopelti

Wildeboerin FK91-palopeltejä on yksi kappale varauoskäytävässä 2. Toimintatavaltaan se on sulakemallinen ja liitettynä vaakasuoraan poistoilmanvaihtokanavistoon. Pelti on asennettu vuonna 2010. Sen koko on 400x400 mm ja vakiorakennepituus 500 mm. Peltimalli täyttää luokan EI 90 (ve-ho, i<->o) S ja siinä on 70°C sulava ampulli. Sen kehys ja vaippa on valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja se on pinnoitettu. Palopellin luokittelu havainnollistetaan (taulukossa 3). Kuvassa 6 on kantikas palopelti-FK91, josta löytyy mikrokytkin.

Palopelti täytti oman aikansa standardit ja sille on suoritettu testaukset rakennusluvan ja palonkestävyyden kannalta Saksassa, Alankomaissa ja Sveitsissä. Ruotsissa sille on myönnetty SITAC 1422 T A - No. 0202/05 tyyppihyväksyntämerkintä. Lisäksi siinä on CE-merkintä, joka palopellissä FK91 pohjautuu EN 15650:2010 tuotestandardeihin ja se on läpäissyt standardin EN 1366-2 polttokokeen.

Taulukko 3. FK91-palopelti.

Tila	Toimintatyyppi	Malli	Koko (mm)
Varauoskäytävä 2	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FK91-palopelti	400x400



Kuva 6. Varauoskäytävän 2 FK91-palopelti.

5.4 Wildeboer Bauteile GmbH FK92-palopelti

Wildeboerin FK92-palopeltejä löytyy muuntamoista, sähkötiloista, sähkönjako-tiloista, poistumisteistä ja ajotunneleista. Toimintatyyppiltään ne ovat sulakemallisia. Puhdistamalla niitä käytetään tulo- ja poistoilmanvaihtokanavissa. Suurin osa niistä toimii poistona muuntamoissa ja sähkötiloissa ilman liitosta poistokanavaan. FK92-palopellit on asennettu vuosina 2007–2010, mutta suurin osa 2007–2009. Koot puhdistamalla vaihtelevat pienistä 200x200 palopelteilistä suuriin 1200x800 mm palopelteihin. Niiden vakiorakannenpituus on 500 mm. Pellin kehys ja vaippa on valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja siinä on pinnoite.

FK90-92 mallin palopellit ovat pääosin huoltovapaita ja ne on varustettu huoltoluukuin, jotka löytyvät palopeltien ylä- ja alapuolelta (kuva 6). Suurin osa näistä palopeltityypeistä on manuaalisia toiminnaltaan, mutta niistä löytyy mikrokytkimet ja kaapelointi. Niissä on 70 °C sulava ampulli. Sähkötilojen kantikkaissa pelleissä käytetään korroosionkestäviä ampulleja. Kaikilla FK92-palopellillä on sama palonkestoluokka EI 90 (ve-ho, i<->o) S. Niitä on asennettu vaak- ja pystysuunnassa. Muuntamon pelleistä voidaan käyttää merkintää EI 90 (ho, i<->o) S, koska ne on asennettu vaakasuuntaan.

FK 92-palopelti täytti oman aikansa standardit ja sille on suoritettu testaukset rakennusluvan ja palonkestävyyden kannalta Saksassa, Alankomaissa ja Sveitsissä. Siltä löytyy myös ruotsalainen SITAC 1422 tyyppihyväksyntämerkintä. CE-merkintä palopellissä FK92 pohjautuu EN 15650:2010 tuotestandardeihin. Pelti-FK92 on läpäissyt standardin EN 1366-2 mukaisen polttokokeen, jossa testataan sen palonkestävyyttä. Kuvissa 7 ja 8 havaitaan kuusi kappaletta muuntamon kantikkaita palopeltejä edestä- ja sivustapäin katsottuna. Taulukossa 4 nähdään muuntamon pellit, jotka ovat kokoa 300x500 mm. (LVI-tavara, n.d.)



Kuva 7. Etunäkymä muuntamon FK92-palopelleistä.



Kuva 8. Sivunäkymä muuntamon FK92-palopelleistä.

Taulukko 4. FK92-palopellit.

Tila	Toimintatyyppi	Malli	Koko (mm)
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x500

5.5 FläktGroup ETPR-palopelti

FläktGroupin ETPR-palopeltejä on sähkötiloissa, varauskäytävissä, muuntamoissa ja poistoilmanvaihtokonehuoneessa. Niitä käytetään tulo- ja poistokanavissa. Puhdistamalla niitä on täysin manuaalisina sulakkeen kanssa, mikrokytkimillä varustettuna sekä toimilaitteella ja mikrokytkimellä varustettuna. Kuvassa 9 näkyy sähkötilan 4 tulokanavan palopelti, jossa on osoitettu nuolilla puhdistusluukkua, sulaketta ja mekaanista joustaa. ETPR-palopeltien koot puhdistamalla vaihtelevat välillä Ø 160–630 mm.

Palopeltien paloluokitukset ovat EI 60/(E)I 120. Osa niistä täyttää luokituksen EI 60 ja E 120 sekä osa EI 120. Tästä voidaan käyttää esimerkiksi merkintää EI 60 (ve, i<->o). Pellit säilyttävät tiiviytensä ja eristävyytensä 60 ja 120 minuuttia tai tiiviytensä 120 minuuttia. Sulakelämpötilat vaihtelevat 50°C ja 72 °C välillä. Melkein kaikissa sähkötiloissa puhdistamalla on käytäntö, missä toisen pellin sulakelämpötila on 50°C ja toisen 72 °C. Tämä lisää varmuutta tulipalotilanteessa. Peltejä on asennettu pysty- ja vaakasuunnassa.

Puhdistamon vuonna 2007–2009 asennetuista ETPR-palopelleistä ei löydy CE-merkintää, koska se ei ollut tuolloin pakollinen. Jos CE-merkintä löytyisi palopelleistä ne pohjautuisivat standardiin EN 15650:2010. Puhdistamon

ETPR-palopelleistä löytyy ruotsalainen SITAC 1422 0051/06 tyyppihyväksyntämerkintä. Palopelleistä löytyy myös suomalainen tyyppihyväksyntämerkintä STF YM 74/2006. Tyyppihyväksyntämerkintöjä käytettiin ennen pakollista CE-merkintää ja harmonisoitujen standardien voimaantuloa. Palopellit täyttävät rungon tiiveysluokan C, eli standardin EN 1751. Pellit täyttävät samalla EN 1366-2 standardin mukaiset polttotestausmenetelmät palopelleille. Suurin osa niistä on valmistettu haponkestävästä teräksestä. Lisäksi osa pelleistä on läpäissyt VTT:n laadunvalvonnan.



Kuva 9. Sähkötilan 4 ETPR-palopelti.

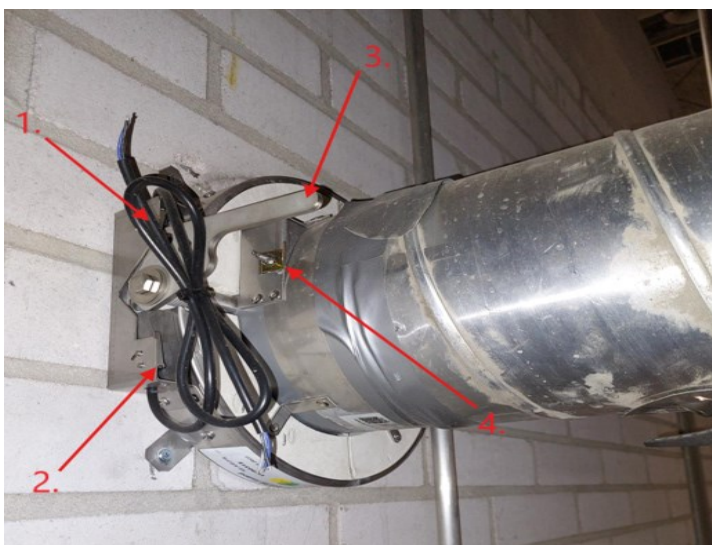
5.6 ETS NORD FDMS-palopelti

ETS NORDin FDMS-palopeltejä on puhdistamolla yhteensä yhdeksän kappaletta. Niitä sijaitsee varamuuntamossa, poistoilmanvaihtokonehuoneessa, sekä UV-laitoksen lastaus- ja konehuoneessa. Seitsemän näistä on toimilaitteellisia ja mikrokytkimellisiä sekä kaksi niistä manuaalisia, koska mikrokytkintä ei ole kytketty. Peltejä on sekä tulo- että poistokanavissa. Peltejä on asennettu vuosina 2022 ja 2023. FDMS-palopeltien koot vaihtelevat puhdistamolla väleillä Ø 200–630 ja niitä löytyy kokoina Ø 100–630 mm. (ETS NORD, n.d.-a, s. 1)

Palopellit on asennettu vaaka- ja pystysuoraan kiviaineisiin seiniin ja lattioihin. Ne täyttävät paloluokan EI 60 (ve-ho, i<->o) S. Palopellin merkinnät EI 60 S ja ve-ho tarkoittavat sitä, että pysty- ja vaakasuoraan asennettuna ne säilyttävät tiiviytensä, eristävyytensä ja sulkeutuvuutensa tai savuntiiviytensä 60 minuuttia. Merkintä i<->o kuvaa palonkestävyyden tehokkuutta molempiin suuntiin, sisältä ulos ja ulkoa sisään. (ETS NORD, n.d.-a, s. 10)

FDMS-Palopellissä on CE-merkintä, joten se täyttää standardin EN 15650. Se on läpikäynyt perusteelliset polttokoetestaukset standardin EN 1366-2 mukaan. Paloluokitus on määritelty standardin EN 13501-3+A1 mukaan, minkä lisäksi se täyttää korroosionkestävyyden vaatimukset EN 15650 standardin mukaisesti. Se on luokiteltu C10000-luokkaan, mikä tarkoittaa, että sille on tehty vähintään 10 000 avaus- ja sulkemissykliä standardin EN 15650 mukaisesti. Runko on tiivis ja täyttää luokan C, minkä lisäksi läpän tiiviysluokka on 2 standardin EN 1751 luokituksen mukainen. (ETS NORD, n.d.-a, s. 1)

Poistoilmanvaihtokonehuoneen FDMS-palopelti on varustettu merkinnällä (.80), joka kertoo rajakytkimestä. Rajakytkin osoittaa pellin kiinni- ja aukiasennon ja sitä voidaan hyödyntää ohjaus- tai rakennusautomaatiojärjestelmissä. Kuvassa 10 rajakytkimen asennot auki ja kiinni on merkitty numeroilla 1 ja 2. Samassa kuvassa mekaaninen jousi ja 72 °C sulava ampulli on merkitty numeroilla 3 ja 4. (ETS NORD, n.d.-a, s. 7)



Kuva 10. Poistoilmanvaihtokonehuoneen FDMS-palopelti.

UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuoneen FDMS-palopellissä käytetään BFL-24 tai 230-T toimilaitetta ja termosähköistä BAT-käynnistysmekanismia. Näitä kuvataan nuolilla ja numeroilla 1 ja 2 (kuva 11). Tästä käytetään merkintää (.50) ja toimilaitemalli kyseiselle pellille on BFL24-T. Moottorimalli toimii yhdistämällä se esim. AC/DC 24 virtalähteeseen, jolloin palopelti liikuttaa läpän aukiasentoon pysyvästi ja samalla jousi virittyy. BFL ja BFN malleilla läpän avautumisaika on maksimissaan 60 sekuntia kiinniasennosta aukiasentoon. Pelti sulkeutuu, kun painetaan BAT-testinappia tai sähkönsyöttö katkeaa. Tällöin palopellin sulkuläppä sulkeutuu jousen voimasta. Sulkeutuminen kestää maksimissaan 20 sekuntia. Kun sähköt kytketään takaisin palopeltiin, liikkuu sulkuläppä automaattisesti aukiasentoon. (ETS NORD, n.d.-a, s. 8)

Toimilaitteen lisäksi palopellissä käytetään termosähköistä BAT-käynnistysmekanismia. Siinä on kaksi lämpösulaketta, jotka ovat Tf1 ja Tf2. Tf1 ja Tf2 sulakkeet aktivoituvat, kun lämpötila kohoaa yli 72 °C. Ensimmäinen sulakkeista mittaa lämpötilaa pellin ulkopuolelta ja Tf2 mitoittaa lämpötilaa kanavan sisäpuolelta. (ETS NORD, n.d.-a, s. 8)

FDMS-palopellin auki- ja kiinniasennot havainnollistetaan kahden sisäänrakennetun mikrokytkimen avulla. Koska sulakkeet on kytketty sarjaan, toisen aktivoituessa katkeaa sähkövirta samalla pysyvästi ja pelti sulkeutuu hälytysasentoon. (ETS NORD, n.d.-a, s. 8)



Kuva 11. UV-laitoksen ilmanvaihtokonehuoneen FDMS-palopelti.

5.7 ETS NORD FDMA-S-palopelti

Automatiikalla ja moottorimallilla varustettuja Turku Energian omistamia FDMA-S-palopeltejä on kaksi kappaletta poistoilmanvaihtokonehuoneen poistoilmakammiossa (kuva 12). Kyseiset palopellit ovat kiinni ja ne avataan vain hätätilanteessa, jolloin Turku Energian poistoilmanvaihtokone rikkoutuu. Tällöin ne voidaan avata ja likainen poistoilma pääsee virtaamaan peltien läpi seuraavaan poistoilmakammioon ja sitä kautta ulos.



Kuva 12. Poistoilmakammiossa sijaitsevat FDMA-S-palopellit.

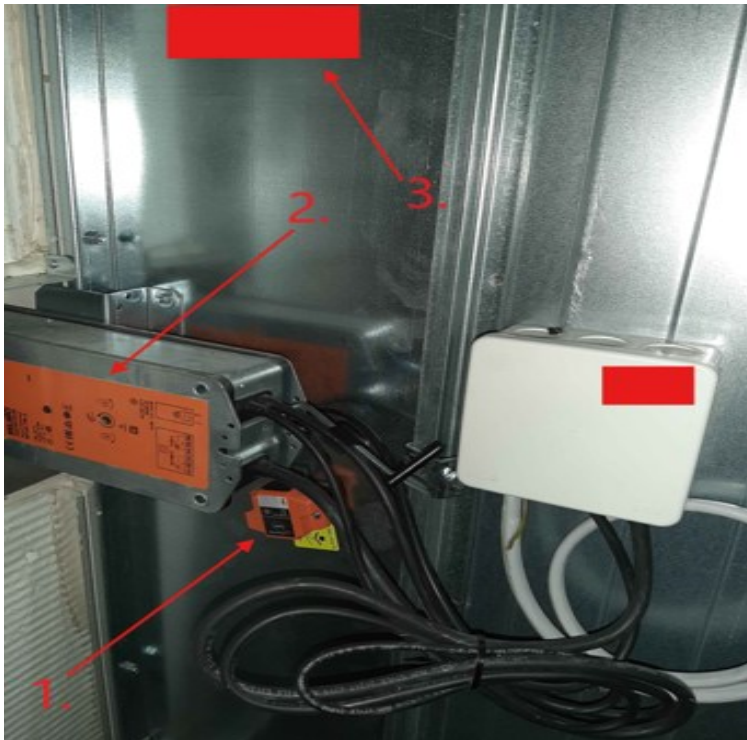
FDMA-S-palopellit on asennettu vuonna 2023 ja ne ovat kokoa 1000x1000 mm. Vakiorakenne näille pelteille on 375 mm. Kyseisiä peltejä myydään myös suuremmissa ko'oissa esim. 1000x600-1600x1000 mm. Asennus on tehty vaakasuoraan tiiliseinää ja tästä käytetään merkintää EI 120 (ve-(ho), i<->o) S. (ETS NORD, 2020, s. 2)

Palopelti täyttää CE-merkinnällä tarvittavan standardin EN 15650, mikä tarkoittaa, että se täyttää eurooppalaiset laatuvaatimukset. Lisäksi se on käynyt

läpi standardin EN 1366-2 mukaiset testausmenetelmät. Paloluokitus määräytyy standardin EN 13501-3+A1 mukaan ja se kestää korroosionkestovaatimukset EN 15650 standardin mukaisesti. Palopellin vaippa täyttää tiiviysluokan C, eli EN 1751 vaatimat standardit. (ETS NORD, 2020, s. 2)

FDMA-S-palopelleissa käytetään BFL 24-T tai BFL 230-T toimilaitteita. Turku Energian palopelleissa se on BF 24-TN-2. Termosähköisenä käynnistysmekanismina toimii BAT. Toimilaitteellista ohjausta voidaan kuvata (.50) tunnukella. Moottorimalli toimii yhdistämällä se esim. 230V virtalähteeseen, jolloin palopelti liikuttaa läpän aukiasentoon pysyvästi ja samalla jousi virittyy. BFL ja BFL 230-T malleilla läpän avautumisaika on maksimissaan 140 sekuntia kiinniasennosta aukiasentoon. Pelti sulkeutuu, kun painetaan BAT-testinappia tai sähkönsyöttö katkeaa. Tällöin pellin sulkuläppä sulkeutuu jousen voimasta. Sulkeutuminen kestää maksimissaan 16 sekuntia. Sähkön kytkeytyessä takaisin peltiin, liikkuu sulkuläppä automaattisesti aukiasentoon. (ETS NORD, 2020, s. 10)

Termosähköinen mekanismi BAT on samankaltainen, kun esim. FDMS-palopelleissa, mutta lämpösulakkeita on kolme kappaletta. Nämä ovat Tf1, Tf2 ja Tf3. Toimilaitte näkyy (kuvassa 13) nuolella osoitettuna numeroa 1 ja BAT näkyy mustien johtojen takana numerolla 2 osoitettuna. Numerolla 3 on osoitettu sensuroitua positiokoodia. Ensimmäinen sulake Tf1 aktivoituu, kun lämpötila ylittää 72 °C pellin ympärillä. Kaksi muuta sulaketta Tf2 ja Tf3 aktivoituvat, kun lämpötilaraja ylittyy ilmakehässä. Sisäänrakennettu kaksinapainen mikrokytkin kertoo auki- ja kiinni tilatiedot. (ETS NORD, 2020, s. 10)



Kuva 13. Poistoilmakammiossa sijaitseva FDMA-S-palopelti.

5.8 ETS NORD FDMR-pneumaattinen palopelti

Pneumaattiset FDMR-palopellit sijaitsevat puhdistamolla UV-laitoksella ja niitä on neljä kappaletta. Ne toimivat sammutuskaasuilla ja laukaisu näihin tapahtuu paineiskun avulla, kun paine kytkeytyy. UV-laitoksen FDMR-palopellit on kytketty sammutusainesäiliöön, joka sisältää Typpeä ja NovecTM 1230 fluoroke-tonia. Novec hillitsee paloa absorboimalla lämpöä, ilman happea syrjäyttävää vaikutusta. Typpi taas hillitsee paloa syrjäyttämällä hapen ilmasta rajoitetum-min, kuin hiilidioksidi. Kyseinen kaasuyhdistelmä on turvallisempi vaihtoehto käytettävänä sammutusjärjestelmässä verrattuna hiilidioksidiin. (Presto, 2016)

FDMR-palopeltejä löytyy kokoina Ø 200–800 mm. UV-laitoksen pneumaattisten palopeltien koot vaihtelevat väleillä M1-M2 Ø 200–315 mm. Esimerkkipalopelti on asennettu vuonna 2022 ja asennus on tehty vaakasuoraan kiviainei-seen seinään. Tästä voidaan käyttää merkintää EI 120 (ve-(ho), i<->o) S. (ETS NORD, n.d.-b, s. 1)

Palopellissä on CE-merkintä. Tämän perusteella se täyttää standardin EN 15650 mukaisesti. Se on läpikäynyt perusteelliset palotestaukset standardin EN 1366-2 mukaan. Paloluokitus täyttää standardin EN 13501-3+A1, minkä lisäksi tuote täyttää korroosionkestävyyden vaatimukset EN 15650 standardin mukaisesti. Laitteelle on suoritettu 10 000 kerran auki- ja kiinniajotestit EN 15650 mukaisesti, jolloin luokittelu C10000 täyttyy. Runko on tiivis ja täyttää luokan C. Lämpen tiiviysluokka on 3 standardin EN 1751 luokituksen mukainen (ETS NORD, n.d.-b, s. 3)

UV-laitoksen FDMR-pneumaattinen palopeltimalli on varustettu merkinnällä (.88). Se tarkoittaa, että palopellissä on rajakytkin ja pneumaattinen laukaisu. Ei pneumaattisesta pellistä käytetä merkintää (.80). Mikrokytkin ilmaisee pellin asennon ollessa auki tai kiinni. Mikrokytkimellä varustettu pneumaattinen palopelti havainnollistetaan alla (Kuva 14). Nuolella on osoitettu kupariputki, joka on kytketty painesyylinterillä kaasusammutusjärjestelmään. Järjestelmän ja kupariputken kautta kaasut siirtyvät pellin kautta tulokanavan sisään. Palopeltimalli on varustettu tarkastusluukuin. (ETS NORD, n.d.-b, s. 9)



Kuva 14. UV-laitoksen FDMR-pneumaattinen palopelti.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli selvittää, millaisia palopeltejä Kakolanmäen puhdistamosta löytyy ja missä ne sijaitsevat. Puhdistamolla on samanaikaiskäytössä hyvin erityyppisiä ja eri aikakausien palopeltejä. Yhteensä peltejä on 136 kappaletta ja 10 erilaista mallia. Manuaalisia, mikrokytkimellä ja kaapeleilla varustettuja palopeltejä on 71 kappaletta eli 52 % kaikista pelleistä. Automaattisia palopeltejä, joissa on toimilaite ja mikrokytkin on 27 kappaletta eli 20 %. Manuaalisia palopeltejä, joissa ei ole kaapeleita on 24 kappaletta eli 18 %. Automaattisia palopeltejä, joissa on mikrokytkin, on 8 kappaletta eli 6 %. Manuaalisia palopeltejä, joissa on mikrokytkin, mutta ei kaapeleita on 6 kappaletta eli 4 % kaikista pelleistä. Tilanteen selkeyttämiseksi palopeltien positiokilvet tulisi asentaa peltien viereen, jotta niiden sijainnit vastaavat toisiaan kuvissa ja todellisuudessa.

Näin massiivisessa kohteessa kannattaisi palopeltien liittäminen automatiikkaan aloittaa tilakohtaisesti esim. FK92 mikrokytkimen ja kaapeleiden omavista palopelleistä, joita on 71 kappaletta. Tarvittaessa, jos halutaan hyödyntää monia palopeltejä, voidaan ne kytkeä sarjaan. Tällöin esim. muuntamossa kuutta palopeltiä voidaan ohjata yhdellä palohälytysjärjestelmän signaalilla.

Yhden palopellin kaapeloinnin voidaan olettaa maksavan 150–250 € riippuen olosuhteista. Kokonaisuudessaan yksi palopelti maksaisi noin 750–1750 €. Hinnassa on otettu materiaalit ja työ huomioon. Tällöin kustannus nousisi helposti yli 100 000 € pelkästään FK92-palopeltien osalta. Automaatioon investointi parantaisi selkeästi laitoksen turvallisuutta ja toimintavarmuutta, koska vikatilanteet pystytään havaitsemaan ja ratkaisemaan nopeammin. Automaatioon soveltumattomia manuaalisia kaapelittomia ETPR-palopeltejä jäisi laitokseen 24 kappaletta ja automaatioon liitettyjä FK92-palopeltejä olisi 71 kappaletta. Luolaston pinta-ala on yli 40 000 m² ja tilavuus 471 000 m³. Huolto- ja asennustyö on joissain osastoissa hankalaa sekä vaarallista ja kaapelointi huomattavan kallista. Siksi päivittäminen kannattaisi ajoittaa seuraavan 5–10 vuoden ajalle.

Puhdistamalla muodostuva rikkivetyä sisältävä ilma syövyttää helposti kaapelit ja kuparit. Palopellit tulisi testata ja mahdollisesti huoltaa useammin, kuin kaksi kertaa vuodessa. Tätä pitäisi kuitenkin testata vuosien kuluessa, ennakoida ja katsoa mikä sykli toimisi parhaiten. Testauskokemuksen pohjalta voitaisiin luoda palopeltien toimintavarmuuden varmistava testausohjeistus. Koko käyttökänsä kytkemättömänä olleiden palopeltien kaapelointi ja mahdollisesti koko palopelti olisi uusittava. Vaikka sähkötilojen palopellit sisältävät korroosionkestävät sulakkeet, ne vaihdetaan vain palopellin lauetessa tai vikaantuessa. Koska puhdistamo on erittäin ainutlaatuinen toimintaympäristö, on sääntöjä sovellettava, sillä sen ja esimerkiksi paperitehtaan huoltorutiinia ei voi verrata toisiinsa.

Puhdistamon uudemmissa palopelleissa ja esim. FK92-mallin vanhoissa palopelleissa on CE-merkintä, mutta ETPR-pelleissa sitä ei ole, koska CE-merkinnästä tuli pakollinen rakennustarvikkeille vasta vuonna 2013. Ne kuitenkin täyttävät oman aikansa tyyppihyväksynät ja samalla standardit. Nykyään CE-merkintä on pakollinen, joten peltejä, joissa ei ole CE-merkintää ei voitaisi edes asentaa rakennukseen. Riidatonta on myös se, että 18 vuotta vanha palopelti ei voi täyttää samoja standardeja, kuin vuonna 2024 hankittu upouusi palopelti. Uudemmissa pelleissa käytetään parempia materiaaleja kuin vanhoissa, minkä lisäksi niiden osat, esim. sulakkeet ja tiivisteet kuluvat, jolloin toimintavarmuus niissä on epävarmempi.

Palopeltien huoltoihin panostaminen tulevaisuudessa automatiikan avulla olisi erittäin suotavaa. Osa luolaston palopelleista sijaitsee niin hankalissa paikoissa, että jopa saksilavalla on vaikea päästä niihin käsiksi. Nojatikkailla ja jopa A-tikkailla työskentely on vaarallista, koska lattiat ovat epätasaisia ja osa palopelleista on ylämäessä, hyvin korkealla. Esimerkkinä tästä on poistoilmavaihtokonehuoneen kaksi palopeltiä, jotka ovat noin 7–8 metrin korkeudessa. Työturvallisuuden säilyttämiseksi huoltoja varten täytyy hankkia kokoontaittavat telineet, jotka saadaan nopeasti asennettua.

Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelijat ovat tekemässä Kakolanmäen puhdistamon luolaston teknisistä järjestelmistä Cadmatic-ohjelmalla 3D-

mallia. Kuvia päivitetään tällä hetkellä ja ne tulevat olemaan valmiit lähitulevaisuudessa. Opinnäytetyöstäni on suuri hyöty opiskelijoille, koska sen avulla he pystyvät sisäistämään palopeltien kokonaisuuden, sijainnit, positiokoodit, mallit ja toimintatavan. Palopeltien sijainneista olen tehnyt tilaajalle opinnäytetyössäni esitettyä kattavamman PowerPoint-esityksen, jossa jokainen palopelti on kuvattu erikseen. Kuvadokumentointia tukee jokaisen palopellin identifioiva ja tekniset tiedot sisältävä Excel-taulukko. Tulevaisuudessa saatua tietoa ja mallinnusta tullaan hyödyntämään mm. palopeltien vaatimuksenmukaisuuden kehittämiseen.

3D-malli sekä palopeltien kartoitusraportti tukevat toisiaan ja näistä hyötyy myös LVI-suunnittelija. Suunnittelijat päivittävät säännöllisin väliajoin ilmanvaihtokaaviota, jolloin se pysyy ajan tasalla.

Palopeltien kartoitus tehtiin hyväksytyllä tavalla ja onnistuneesti, mihin olen tyytyväinen. Toivon, että työlläni on mahdollisuus edesauttaa Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon palo- ja työturvallisuuden jatkuvaa parantamista.

LÄHTEET

ETS NORD. (n.d.-a). FDMS-palopelti, tekninen esite. Haettu 14.11.2024 osoitteesta https://pim.etsnord.com/data/RDT-048_FDMS_fi.pdf

ETS NORD. (n.d.-b). FDMR-palopelti, tekninen esite. Haettu 10.11.2024 osoitteesta https://pim.etsnord.com/data/RDT-051_FDMR_fi.pdf

ETS NORD. (2020). FDMA-S-palopelti, tekninen esite. Haettu 2.11.2024 osoitteesta <https://www.etsnord.fi/wp-content/uploads/2020/12/NORDfire-Palopellit.pdf>

FläktGroup. (2018). FK90-palopelti, tekninen esite. Haettu 5.11.2024 osoitteesta <https://www.flaktgroup.com/api/v1/Documents/1242222?analytics=0>

Halton. (2015). Palopelti. Haettu 7.10.2024 osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/lvi/aihia5/iv-koje/pelti_palopelti.htm

Halton. (2015). Palopelti. [Valokuva]. Palopellin toimintatapa. Haettu 7.10.2024 osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/lvi/aihia5/iv-koje/pelti_palopelti.htm

Halton. (2018). FDE-palonrajoitin pyöreisiin kanaviin. Haettu 9.10.2024 osoitteesta https://tuotteet.kodinrakennus.com/Tuote_kortit_kuvat/Halton/2018/Ilmanvaihto/FDE/FDE-esite.pdf

Korkala, T. (2020). Ilmanvaihto: hoito ja huolto. (8. painos). Kiinteistöalan Kustannus Oy.

LVI-tavara. (n.d.). Palopelti, Fläkt Woods. Haettu 21.11.2024 osoitteesta <https://lvi-tavara.fi/tuote/palopelti-flakt-woods-etps-ei-toimilaite-24v-1000x400mm/>

Presto. (2016). Novec 1230 käyttöturvallisuustiedote, tekninen esite. Haettu 13.11.2024 osoitteesta [https://www.presto.fi/hubfs/Sammutusjärjestelmät%20ja%20välineet%20pdf/Novec1230FIN.pdf](https://www.presto.fi/hubfs/Sammutusjarjestelmät%20ja%20välineet%20pdf/Novec1230FIN.pdf)

RIL 195-1-2018. (2018). Rakenteellinen paloturvallisuus: Yleiset perusteet ja ohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Satakunnan ammattikorkeakoulu. (2024). Kirjallisten töiden ja opinnäytetyön ohjeet. Haettu 17.11.2024 osoitteesta <https://www.samk.fi/opiskelijalle/kirjallisten-toiden-ja-opinnaytetyon-ohjeet/>

Talotekniikkainfo. (2024). Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusopas. Haettu 8.11.2024 osoitteesta <https://talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas>

Talotekniikkainfo. (2024). Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuusopas. [Valokuva]. Savuntuoton lisämääreet. Haettu 8.11.2024 osoitteesta <https://talotekniikkainfo.fi/ilmanvaihtolaitosten-paloturvallisuus-opas>

Turun seudun puhdistamo Oy. (2006). Ilmanvaihtokoneiden palo-osastointi, sisäinen.

Turun seudun puhdistamo Oy. (2007). Paloturvallisuusraportti, sisäinen.

Turun seudun puhdistamo Oy. (2007). Paloturvallisuusraportti, sisäinen. [Valokuva]. Puhdistamon tilojen palokuormat.

Turun seudun puhdistamo Oy. (2009). Raportit ja luvat. Haettu 8.10.2024 osoitteesta <https://turunseudunpuhdistamo.fi/ymparisto/raportit-ja-luvat>

Turun seudun puhdistamo Oy. (2017). Poistoputken kapasiteetin tehostaminen: hankeohje ja laitetunnukset, sisäinen.

Turun seudun puhdistamo Oy. (2024). Haettu 13.11.2024 osoitteesta <https://turunseudunpuhdistamo.fi/>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Haettu 21.10.2024 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170848>

LIITE 1: KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON PALOPELLIT

Tila	Toimintatyyppi	Malli	Koko (mm)
Varauoskäytävä	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	ETPR-palopeltti	200
Varauoskäytävä	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	ETPR-palopeltti	200
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	630
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FDMS-palopeltti	630
Sähkönjako-kojeistotila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	630

Sähkötila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	500x500
Sähkötila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	500x500
Sähkötila	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	500x500
Sähkötila	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Sähkötila	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Sähkötila	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Sähkötila	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	FK90-palopelti	1200x800
Tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	FK90-palopelti	1200x800
Tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin)	FK92-palopelti	1200x800
Tuloilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FK92-palopelti	1200x800
Huoltokäytävä	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	600x600
Huoltokäytävä	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	600x600
Huoltokäytävä	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	ETPR-palopelti	500
Huoltokäytävä	Aut (mikrokytkin ja toimilaite)	ETPR-palopelti	500
Sähkötila 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	400x400
Sähkötila 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Sähkötila 3	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	400x400
Sähkötila 3	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Sähkötila 4	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	500x500
Sähkötila 4	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	400x400
Sähkötila 4	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	500
Sähkötila 4	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	315
Lämpöpumppulaitos ulkopuoli	Aut (mikrokytkin)	FK92-palopelti	1000x800
Lämpöpumppulaitos ulkopuoli	Aut (mikrokytkin)	FK92-palopelti	1000x800
Lämpöpumppulaitos ulkopuoli	Aut (mikrokytkin)	ETPR-palopelti	630
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopelti	200
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FDMB-R-palopelti	630
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopelti	200
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FK92-palopelti	1200x800
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FK92-palopelti	1200x800

Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FDMS-palopeltti	200
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x250
Poistoilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMA-S-palopeltti	1000x1000
Poistoilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMA-S-palopeltti	1000x1000
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	630
Poistoilmanvaihtokonehuone	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FK92-palopeltti	1200x800
Varauoskäytävä 2	Man (mikrokytkin, ei kaapelia)	FK91-palopeltti	400x400
Varauoskäytävä 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	600x800
Varauoskäytävä 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	400x200
Varauoskäytävä 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Varauoskäytävä 2	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopeltti	500
Varauoskäytävä 2	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopeltti	160
Porrashuone ylätaso	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	400x200
Porrashuone ylätaso	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopeltti	400
Porrashuone ylätaso	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopeltti	400
Sähkötila 5	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	1000x400
Sähkötila 5	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopeltti	160
Sähkötila 5	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	1000x800
Sähkötila 6	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Sähkötila 6	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Sähkötila 7	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkötila 7	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkötila 7	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkötila 7	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Sähkötila 7	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Sähkötila 7	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopeltti	500
Sähkötila 7	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopeltti	500
Sähkötila 8	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500

Sähkötila 8	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Muuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Muuntamo 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Muuntamo 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Varamuuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x500
Varamuuntamo 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Varamuuntamo 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	500
Sähkönjako-kojeistotila 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	500x500
Sähkönjako-kojeistotila 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	400
Sähkönjako-kojeistotila 2	Man (jousi, ei kaapelia)	ETPR-palopeltti	400
Paikallisvalvomo	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETCE-palopeltti	200
Porrashuone ylätaso 3	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	200x200
Porrashuone ylätaso 3	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopeltti	160
Porrashuone ylätaso 3	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	300x300
Porrashuone alataso 4	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopeltti	200
Ylätason ajotunneli	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopeltti	400x200
Ylätason ajotunneli	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMA-PM-palopeltti	1000

Ylätason ajotunneli	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	400x200
Porrashuone alataso 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopelti	400
Porrashuone alataso 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopelti	400
Porrashuone alataso 2	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopelti	400
Porrashuone alataso 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopelti	400
Porrashuone alataso 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	ETPR-palopelti	315
Alatason ajotunneli	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	600x600
Alatason ajotunneli	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	600x600
Alatason ajotunneli 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	600x600
Alatason ajotunneli 2	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	600x600
Alatason ajotunneli 2	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FK92-palopelti	800x800
Poistumistie	Man (mikrokytkin ja kaapeli)	FK92-palopelti	300x300
Poistumistie	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	ETPR-palopelti	160
UV-laitoksen lastaustila	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMS-palopelti	630
UV-laitoksen lastaustila	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMS-palopelti	630
UV-laitoksen sähkötila	Aut (mikrokytkin)	FDMR-pneumaattinen palopelti	(200) /300
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMA-PM-palopelti	1000
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMS-palopelti	400
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin)	FDMR-pneumaattinen palopelti	(315) /300
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin)	FDMR-pneumaattinen palopelti	(200) /300
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin)	FDMR-pneumaattinen palopelti	(315) /300
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMR-palopelti	800
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMS-palopelti	400
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMS-palopelti	400
UV-laitoksen tuloilmanvaihtokonehuone	Aut (mikrokytkin ja toimilaitte)	FDMS-palopelti	200

UV-laitoksen tuloilmanvaihtokone- huone	Aut (mikrokytkin ja toimi- laite)	FDMS-palopelti	200
--	--------------------------------------	----------------	-----