



Nils-Peter Wakkinen

Ammattikeittiön sähkösuunnittelun tarkistuslista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

27.02.2024

Tiivistelmä

Tekijä(t): Nils-Peter Wakkinen
Otsikko: Ammattikeittiön sähkösuunnittelun tarkistuslista
Sivumäärä: 32 sivua
Aika: 27.02.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Lvi-suunnittelu
Ohjaaja(t): Lehtori Jarno Nurmio
Ryhmäpäällikkö Juha Långström

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda esiin ammattikeittiön erityispiirteitä ja sähkösuunnittelussa huomioitavia asioita sekä kehittää sähkösuunnittelijoiden tueksi tarkistuslista ammattikeittiön sähkösuunnitelmien tarkistamista varten.

Opinnäytetyössä tutkittiin kahden sairaalan sekä yhden monitoimikeskuksen keittiön sähkösuunnitelmia sekä tarkasteltiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Myllypuron kampuksen valmistuskeittiön keittölaitteiden sähkönkulutusta yhden viikon ajanjaksoilta kampuksen valvomo-ohjelmiston avulla.

Opinnäytetyössä kerrottiin eri ammattikeittiötyypeistä, ruoanvalmistuksen tuotantomenetelmistä sekä tyypillisimmistä ammattikeittiössä käytettävistä laitteista ja kalusteista. Työssä tuotiin esille ammattikeittiön sähkösuunnittelussa huomioitavia asioita, jotka liittyvät pääkaavioon, laiteluetteloon, tasopiirustuksiin, laitteisiin, asennustapaan, tiloihin, valaistukseen sekä valaisimien ominaisuuksiin.

Työssä laadittu tarkistuslista helpottaa sähkösuunnitelmien kattavaa tarkastelua ammattikeittiöiden osalta. Tarkistuslistan avulla voidaan välttää inhimillisiä virheitä sekä varmistaa, että suunnitelmat on laadittu suunniteltavan kohteen tarpeiden sekä vaatimusten mukaisesti. Tarkistuslistaan jää myös automaattisesti tarkistuksen tehneen henkilön tiedot, mikä taas helpottaa tietojen saamisessa lisäselvitystä vaativissa tapauksissa. Opinnäytetyön sisältö antaa kattavan yleiskuvan ammattikeittiöiden sähkösuunnittelusta ja niiden erityispiirteistä. Sitä voidaan hyödyntää erityisesti vähäistä kokemusta omaavien sähkösuunnittelijoiden perehdytyksessä Granlund Oy:ssä, joka oli työn toimeksiantaja.

Avainsanat: ammattikeittiö, sähkösuunnittelu, tarkistuslista

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Nils-Peter Wakkinen
Title: Checklist for Electrical Design in Professional Kitchen
Number of Pages: 32
Date: 27 February 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Specialisation option: HVAC Design
Instructor(s): Jarno Nurmio, Senior Lecturer
Juha Långström, Team Leader

The purpose of the final year project was to highlight the specific characteristics of a professional kitchen and the aspects to be considered in electrical design, as well as to develop a checklist for electrical designers in reviewing electrical plans of professional kitchen.

The electrical plans of one multipurpose centre and two hospitals kitchens were examined. Additionally, the electricity consumption of the appliances in a production kitchen was monitored for one week by using the monitoring software.

The thesis discussed different types of professional kitchens, food production methods and the most common appliances and fixtures used in professional kitchens. It highlighted things to be considered in the electrical design of professional kitchens, such as main diagram, equipment list, drawings, appliances, and characteristics of luminaires.

The checklist created in the thesis facilitates a comprehensive review of electrical plans of professional kitchens, helps to avoid human errors, and ensures that the plans are done properly. The checklist automatically collects the details of the person conducting the review, thereby aiding in obtaining information in cases requiring further investigation. The thesis provides a good overview of electrical planning of professional kitchens. It is useful for electrical designers with only limited experience of electrical design.

Keywords: professional kitchen, electrical design, checklist

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ammattikeittiö	2
2.1	Ammattikeittiötyypit ja toimintamallit	2
2.2	Kalusteet ja laitteet	3
2.3	Valmistuskeittiön kulutuksen tarkastelu	5
3	Ammattikeittiön sähkösuunnittelu	12
3.1	Keittölaitteet	12
3.2	Muut sähköpisteet	15
3.3	Pakaste- sekä kylmiötilat	15
3.4	Pääkaavio	16
3.5	Sähkökeskuksen mitoitus	18
4	Ammattikeittiön valaistus	19
4.1	Valaistussuunnittelu	19
4.2	Valaisimen vaatimukset	22
4.3	Turvavalaistus	25
5	Tarkistuslista	26
6	Yhteenveto	30
	Lähteet	31

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on tuoda esiin ammattikeittiön sähkösuunnittelussa huomioitavia asioita sekä erityispiirteitä. Näiden tietojen perusteella laaditaan sähkösuunnittelijoiden tueksi tarkistuslista ammattikeittiötilojen suunnittelua varten. Tätä opinnäytetyötä varten tutkitaan kahden sairaalan ja yhden monitoimikeskuksen keittiön sähkösuunnitelmia sekä Metropolian Myllypuron kampuksen valmistuskeittiön sähkönkulutusta kampuksen valvomo-ohjelmiston avulla. Valvomo-ohjelmiston mittaustiedoista muodostetaan kolme selkeää sekä havainnollistavaa viivakaaviota kuvaamaan keittiölaitteiden tunti- sekä päiväkohtaista kulutusta.

Insinööriyön alussa kerrotaan eri ammattikeittiötyypeistä, ruoanvalmistuksen tuotantomenetelmistä sekä tyypillisimmistä ammattikeittiön laitteista ja kalusteista. Työssä tuodaan esille ammattikeittiön sähkösuunnittelussa huomioitavia asioita, jotka liittyvät pääkaavioon, laiteluetteloon, tasopiirustuksiin, laitteisiin, asennustapaan sekä tiloihin. Työssä kerrotaan myös ammattikeittiön valaistuksen vaatimuksista sekä valaisimien ominaisuuksista, jotka on otettava suunnittelussa huomioon. Lopuksi käydään läpi tarkistuslistaan listatut asiat sekä esitetään kuva tarkistuslistasta. Insinööriyön toimeksiantaja on Granlund Oy.

2 Ammattikeittiö

Suomessa valmistetaan arviolta yli 810 miljoonaa ateriaa vuodessa lähes 22 000 ammattikeittiössä. Näin valtavan ruokamäärän valmistaminen kuluttaa sähköä yli 640 gigawattituntia vuodessa. Ammattikeittiöissä sähköä kuluttavat ruoan kuumennus- sekä valmistuslaitteet, astianpesukoneet sekä kylmäsäilytys. Mainittujen lisäksi ammattikeittiöt kuluttavat sähköä myös tilojen lämmitykseen, valaistukseen sekä ilmanvaihtoon lähes 1800 gigawattituntia vuodessa. Tämä tarkoittaa, että ammattikeittiötilat kuluttavat yhden vuoden aikana energiaa yhteensä lähes 2,4 terawattituntia, joka on noin viidennes ydinvoimayksikkö Olkiluoto 3:n vuosittaisesta 12 terawattitunnin kokonaistuotannosta. Oikeat laitevalinnat sekä hyvin toteutettu keittiösuunnittelu mahdollistavat tilojen sekä laitteiden energiatehokkaan käytön nyt ja tulevaisuudessa. [1; 2.]

2.1 Ammattikeittiötyypit ja toimintamallit

Ammattikeittiöt jaotellaan seuraaviin viiteen eri ammattikeittiötyyppiin valitun toimintamallin mukaan:

- valmistuskeittiö
- keskuskeittiö
- jakelukeittiö
- kuumennuskeittiö
- komponenttikeittiö [3; 4].

Yleisin ammattikeittiötyyppi on valmistuskeittiö, jonka ruoanvalmistuksen toimintamallia kutsutaan nimellä Cook & Serve eli kypsennä ja tarjoile. Tällä toimintamallilla ateriat valmistetaan esikäsitellyistä raaka-aineista valmistuspaikan omaan käyttöön eikä niitä kuljeteta minnekään. Tyypillisiä valmistuskeittiöitä ovat esimerkiksi työpaikkojen henkilöstöravintolat, oppilaitosten ruokalajat, sekä lounasravintolat. [3.]

Keskuskeittiöt ovat ammattikeittiöistä suurimpia, ja niissä valmistetaan valtavia määriä ruokaa toimitettavaksi muille keittiötiloille, kuten kuumennuskeittiölle tai jakelukeittiön jaettavaksi. Keskuskeittiöissä käytetään toimintamalleja Cook & Chill ja Cook & Serve sekä kylmävalmistuksen toimintamallia. Cook & Chill eli kypsennä ja jäähdytä -toimintamallilla tarkoitetaan ruoan valmistamista kuumentamalla esimerkiksi uunissa tai paistamalla, minkä jälkeen se jäähdytetään mahdollisimman nopeasti säilytystä, myöhempää kuumennusta sekä tarjoilua varten. Kylmävalmistuksella tarkoitetaan ruoan esivalmistamista kylmistä raaka-aineista valmiiksi kokonaisuudeksi myöhemmin tehtävää kuumavalmistusta varten. Tällä tavoin valmistettu sekä riittävän alhaisessa lämpötilassa säilytetty ruoka mahdollistaa useamman päivän säilyvyyden ennen varsinaista kuumavalmistusta. [3.]

Jakelukeittiö jakaa keskuskeittiöltä tuodun ruoan esimerkiksi tehostetun asuminen yksikössä tai sairaalaosastolla. Jakelukeittiöiden osuus kaikista ammattikeittiöistä on arviolta 20 %. [1; 3.]

Kuumennuskeittiössä valmistetaan ainekset, esivalmisteltu tai täysin valmis mutta jäähdytetty ruoka kuumentamalla. Tällaisia kuumennuskeittiöitä ovat esimerkiksi päiväkodit ja koulut, joihin ruoka toimitetaan keskuskeittiöltä joko kerran päivässä tai muutaman kerran viikossa. [1; 3.]

Komponenttikeittiö on kuten valmistuskeittiö. Komponenttikeittiössä ruoka valmistetaan eri komponentteja yhdistellen valmiiksi ateriaksi. [1; 3.]

2.2 Kalusteet ja laitteet

Valittu toimintamalli sekä keittiön kapasiteetti määrittelevät tiloihin tarvittavat laitteet sekä kalusteet. Kalusteilla tarkoitetaan erilaisia pesupöytiä, työtasoja sekä ruoankuljetukseen käytettäviä jakelu- sekä kuljetusvaunuja. Kalusteiden osalta on tärkeää huomioida ammattikeittiöiden vaatima korkea hygieniataso, tasojen kulutuksenkesto sekä helppo puhtaanapito. [5.]

Kuvassa 1 näkyy tyypillisimpiä ammattikeittiön sähköistettäviä keittiölaitteita, kuten erilaiset yhdistelmä- sekä monitoimiuunit, jäädyttävät sekä sekoittavat padat, kutterit, induktioliedet, kahvi- sekä vedenkeittimet, mikrot, tehosekoittimet, yleiskoneet sekä erilaiset leikkurit sekä pesurit. Sähköistettävien keittiölaitteiden sekä kalusteiden määrät sekä kapasiteetit vaihtelevat suuresti ammattikeittiötyypin mukaan.

	Laite	Kapasiteetti	kpl
	Kylmäkeittiö:		
1	Vihannesleikkuri	n.12kg/min	1
2	Vaaka	15kg, jako 1g	2
3	Korkeussäätöpöytä	2300mm, 2x 2100mm, 1400mm	4
4	Kutteri		1
5	Yleiskone	5 l	1
5.1	Vihannestenpesukone		1
5.2	Kylmävetolaatikosto	3* 1/1-150, 1200 mm	1
5.3	Blenderi	1,25 litraa	1
	Dieetti:		
6	Jääkaappi	600 l	1
7	Pakastekaappi	600 l	2
8	Pikajäähdytys/pakastuskaappi	5x GN1/1-65	1
9	Yhdistelmäuuni	10x GN1/1	2
10	Induktioliesi, monipisteinduktio	4 keittoaluetta	1
11	Pata, sekoittava, jäädyttävä	50-60 l, jäädyttävä	1
12	Kontaktikypsennyskeskus	2X16 l tai 1 x 50 l	1
13	Mikroaaltouuni		1
14	Kutteri	n. 5 l	1
15	Yleiskone	5 l	1
16	Vaaka	15kg, jako 1g	2
17	Lämpöpöytä, lämpökaapeilla	800mm	1
17.1	Blenderi	1,25 litraa	1
	Tuotanto:		
18	Monitoimiuuni		2
19	Yhdistelmäuuni, vaunutäyttöinen	20x GN1/1, tuplavaunut	2
20	Pata, sekoittava, jäädyttävä	100 l	2
21	Pata, sekoittava, jäädyttävä	150 l	1
22	Pikajäähdytyshuone	uunivaunulle 20x GN1/1	1
23	Nostovaunu manuaalinen ei sähkö	150 kg	3
23.1	Vaaka	15kg, jako 1g	3
	Keskitetty ruoanjakelu:		
24	Jakelukaluste, keheikko		1
25	Lautasjakelinvaunu, lämmin	pyörillä	2
26	Kulhojakelin, lämmin	pyörillä jäähdytettävä (annostellut salaattit ja jälkiruoat)	2
27	Korijakelinvaunu		2
28	Lämpöhaude	1200 mm, 3GN 1/1	1
28.1	Tarjotinjakelijavaunu	jousitettu	3
28.2	Korijakelijavaunu	jousitettu	2
	Kuljetusvaunut:		
29.1	Keskitetyn jakeluvaunun telakka		3
29	Keskitetyn jakeluvaunu		8
30	Ruoankuljetusvaunu	Hajautettu kylmä/kuuma	6
	Astianpesu:		
33	Biopulpperi		1
34	Esipesusuihku		1
34.1	Esipesupöytä rst	1200	1
35	Raepesukone	kertatäyttö 6xGN 1/1-astiaa	1
36	Astianpesukone	Tappimattokone, 5000mm	1

Kuva 1. Esimerkkikuva tutkitun sairaalan valmistuskeittiön laiteluettelosta [6].

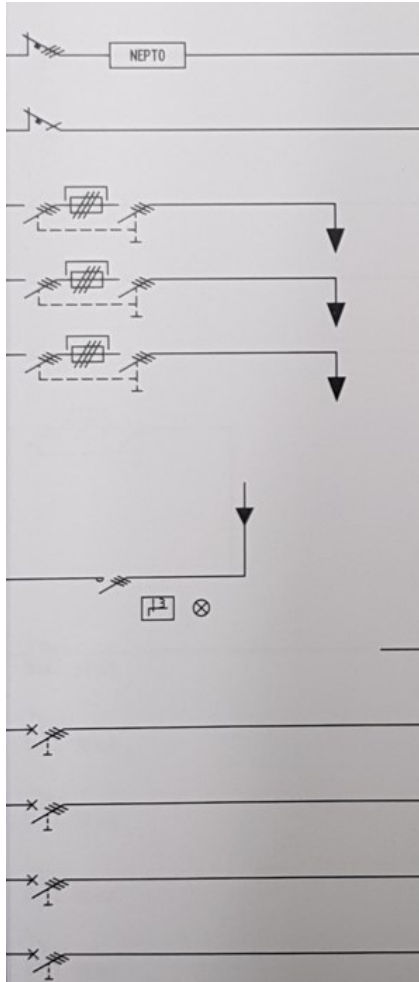
2.3 Valmistuskeittiön kulutuksen tarkastelu

Tätä insinööriyötä varten tutkittiin Metropolian Myllypuron kampuksen ammatti-keittiön keittiölaitteiden sähkönkulutusta yhden viikon ajalta, ajanjaksolla 23.10.–29.10.2023. Myllypuron kampuksen keittiötyyppi on valmistuskeittiö, ja siellä valmistetaan päivittäin 800–1400 annosta. Valmistettavien annosten määrä riippuu päivästä sekä ruokalistasta. Myllypuron kampuksen valmistuskeittiön suuren koon takia erilaisia keittiölaitteita on paljon ja niiden tehot ovat varsin suuria. Kuvasta 2 voi huomata, että pelkästään yhdistelmäuuneja on Metropolian kampuksen keittiössä yhteensä kuusi kappaletta. Näiden yhteenlaskettu teho on yli 200 kW. Yhdistelmäuunien lisäksi keittiön muita suuritehoisia laitteita ovat esimerkiksi sekoittavat padat, paistotasot, rasvakeitin, patape-sukone sekä liesi.

Nro	Kuvausteksti	Teho kW	Sulake A	Kaapeli
14	Pata, sekoittava / Pos. 16	31,5	63	MMJ-HF 5x16S
15	Pata, sekoittava / Pos. 17	16,75	32	MMJ-HF 5x10S
16	Pata, sekoittava / Pos. 18	16,75	32	MMJ-HF 5x10S
17	Yhdistelmäuuni / Pos. 22	37	63	MMJ-HF 5x16S
18	Yhdistelmäuuni / Pos. 22	37	63	MMJ-HF 5x16S
19	Yhdistelmäuuni / Pos. 22	37	63	MMJ-HF 5x16S
20	Yhdistelmäuuni / Pos. 22	37	63	MMJ-HF 5x16S
21	Yhdistelmäuuni / Pos. 96	37	63	MMJ-HF 5x16S
22	Yhdistelmäuuni / Pos. 20	18,6	32	MMJ-HF 5x10S
23	Patapesukone / Pos. 46	12,2	25	MMJ-HF 5x6S
24	Sähköliesi / Pos. 15	14	25	MMJ-HF 5x6S
25	Rasvakeitin / Pos. 91	18	32	MMJ-HF 5x10S
27	Paistotaso / Pos. 90	10,8	25	MMJ-HF 5x6S
26	Kisko lämpölaitteiden johdonsuoja-automaateille		125/00	

Kuva 2. Kuva Myllypuron kampuksen valmistuskeittiön keskuksen pääkaaviosta [7].

Suuritehoisin yksittäinen laite Myllypuron kampuksen keittiössä on astianpesukone, jonka tehoksi on ilmoitettu 50,9 kW. Kaikkien keittiölaitteiden yhteenlasketuksi tehoksi on ilmoitettu 601 kW, ja kaikki keittiön lämpölaitteet sekä pesukoneet on liitetty yhteiseen, emännänkytkimellä ohjattavaan kenttään, kuten kuvassa 3 esitetään.



3	Turvavalaistuksen vaihevahtireleet 3x Neptolux PLC-RSP-230UC/21		C6	KLMA 4x0,8+0,8
7	Ohjajännite		C10	
6	KISKO 2 (Ohjattu+emännänkytkin) Lämpölaitteet+pesukoneet	601	630/3	
4	KISKO 3 Kojeeet ja pistorasiat	27	63/00	
5	KISKO 4 Valaistus		32/00	
	KISKO 2 (Ohjattu+emännänkytkin) Lämpölaitteet+pesukoneet			
	Emännänkytkin			MMJ-HF 5x1,5S
10	Monitoimipaistinpannu / Pos. 12	45	80	MMJ-HF 5x2,5S
11	Astianpesukone / Pos. 39	50,9	80	MMJ-HF 5x2,5S
12	Monitoimipaistinpannu / Pos. 11	28	63	MMJ-HF 5x1,6S
13	Pata, sekoittava / Pos. 16	31,5	63	MMJ-HF 5x1,6S

Kuva 3. Kuva Myllypuron kampuksen valmistuskeittiön keskuksen pääkaaviosta [7].

Keittiölaitteiden kulutuksen tarkastelu toteutettiin kampuksen valvomo-ohjelmistolla. Valvomo-ohjelmistolla voidaan keskitetysti valvoa sekä hallita rakennuksen rakennusautomaatioon liitettyjen laitteiden toimintaa. Ohjelmistolla voidaan kerätä historiatietoja laitteiden toiminnasta erilaisia raportointeja varten sekä

saada esimerkiksi tiedot mahdollisista häiriötilanteista. Keittiölaitteiden kulutuksen historiatiedoista luotiin kuvaaja ohjelmiston trendityökalulla, joka näkyy kuvassa 4.

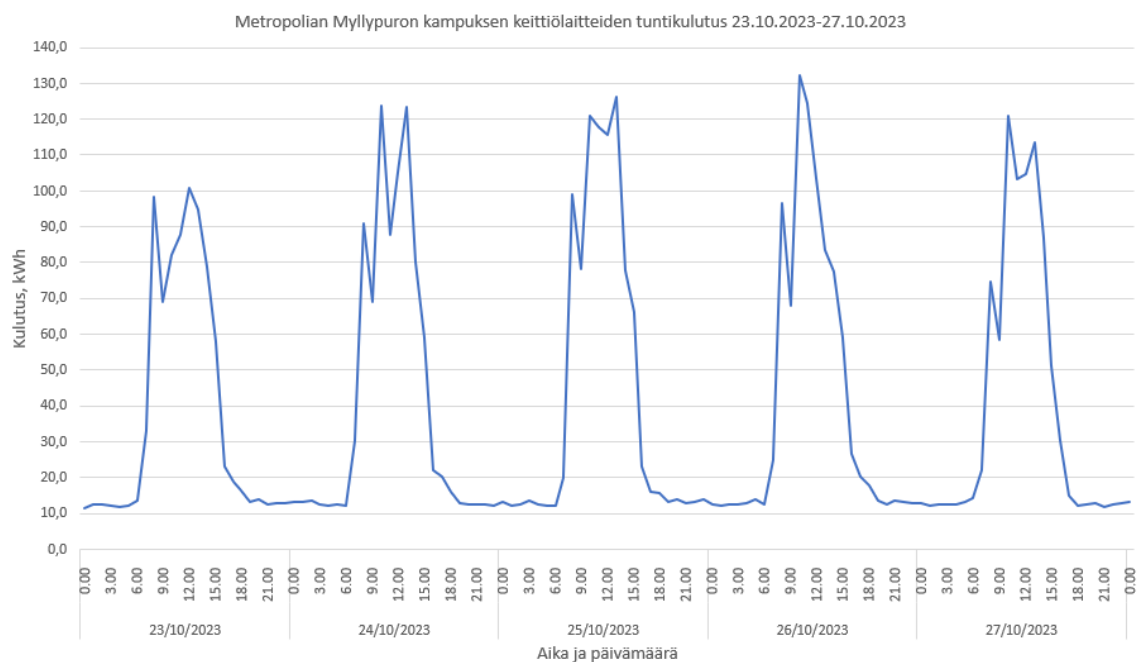


Kuva 4. Metropolian Myllypuron kampuksen valvomo-ohjelmiston luoma kuvaaja [8].

Valvomo-ohjelma piirsi mittaustuloksista neljä eri väristä viivaa, joilla oli omat tunnisteensa. Esimerkiksi kuvassa 4 näkyvä keltainen viiva kuvaa keittiölaitteiden päiväkohtaista kulutusta. Ohjelmasta oli myös mahdollista siirtää kerätty data Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaan mittaustulosten tarkempaa analysointia varten. Kerätystä valvomo-ohjelmiston kulutustiedoista luotiin kaksi selkeää viivakaaviota kuvaamaan keittiölaitteiden tunti- sekä päiväkohtaista sähkönkulutusta sekä yksi viivakaavio, jossa näkyy keittiölaitteiden keskimääräinen virrankulutus. Mittaustuloksia oli yli 2000 riviä, sillä valvomo-ohjelman mittaustausväliksi oli asetettu viisi minuuttia.

Ohjelmistosta saatua mittausdataa tutkiessa huomattiin, että kulutustiedoissa oli tuntikohtaisessa mittauksessa useammassa kohdassa mittausväliksi asetettu kolme tuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että edellisen tunnin mittauslukemat lisättiin mitattavan tunnin lukemiin kolmen tunnin ajan, jonka jälkeen mittauslukemat alkoivat jälleen alusta. Tämä on nähtävillä kuvassa 4, kun katsoo punaista viivaa ja sen muodostamia, selkeästi huomattavia kulutuspiikkejä. Päiväkohtaisen kulutuksen mittauksesta kerätyt kulutustiedot olivat kolmen päivän mittausjaksoissa. Tämä on nähtävillä kuvassa 4, kun katsoo keltaisen viivan kohoamista päivämäärien suhteen.

Kuvassa 5 on esitetty tutkimuksen kohteena olevan valmistuskeittiön keittiölaitteiden tuntikulutus viiden päivän ajalta. Kyseessä on oppilaitoksen ruokala, joten viikonloppuisin keittiössä ei ole toimintaa.

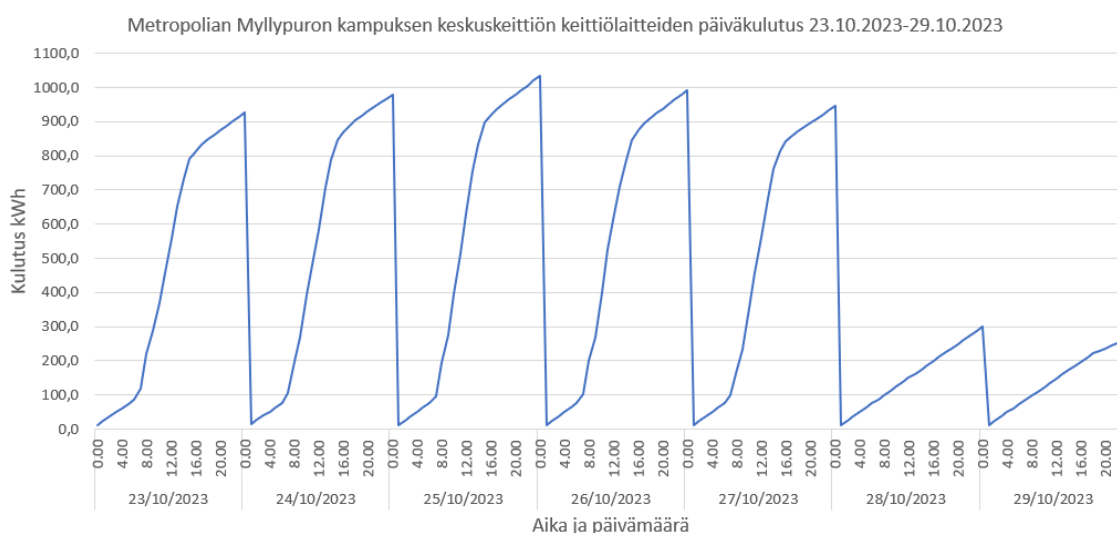


Kuva 5. Myllypuron kampuksen keittiölaitteiden tuntikulutus [8].

Suurimmillaan keittiölaitteiden sähkönkulutus yhden tunnin aikana oli 26.10.2023 kello 10–11. Kuvasta 5 huomaa, kuinka keittiön toiminta on aloitettu kyseisen päivän aamulla kello kuuden jälkeen. Viivakaaviosta näkyy, kuinka keittiölaitteiden kulutus nousi lähes 100 kWh:n lukemiin, jonka jälkeen kulutus

hetkellisesti laski 70 kWh:n kulutuslukemiin kello 8–9 välisenä aikana. Kello yhdeksästä eteenpäin kulutus jälleen lisääntyi, ja suurin kulutus oli kello 10–11 välisenä aikana, jolloin keittiölaitteiden kulutus oli yli 130 kWh. Kello 11 jälkeen keittiölaitteiden kulutus lähti laskuun, ja suurin osa koko päivän kulutuksesta kertyi kello 7–14.30 välisenä aikana.

Keittiölaitteiden kokonaiskulutus oli suurimmillaan keskiviikkona 25.10.2023, kuten kuva 6 osoittaa. Kyseisenä päivänä kampuksen valmistuskeittiön keittiölaitteiden kokonaiskulutus oli hieman yli 1000 kWh.



Kuva 6. Myllypuron kampuksen keittiölaitteiden päiväkulutus [8].

Tutkittujen mittaustietojen mukaan valmistuskeittiön keittiölaitteiden kokonaiskulutus oli tutkitun viikon aikana 5400 kWh. Vertailun vuoksi voi miettiä, että tällä hetkellä sähkölämmitteinen omakotitalo kuluttaa sähköenergiaa arviolta 15 000–20 000 kWh vuodessa riippuen talouden koosta sekä lämmitystottumuksista. [9.]

Laitetietojen perusteella valmistuskeittiön sähkökeskuksen nimellisvirraksi oli määriteltä 630 A. Varsinaisia keskuksen mitoituslaskelmia, joista olisi voinut tarkistaa laskelmissa käytetyn keittiölaitteiden tasauskertoimen, ei tätä työtä tehdessä ollut saatavilla. Keittiön pääkaaviossa ilmoitettua nimellisvirtaa tarkasteltiin seuraavalla kaavalla:

$$I_n = \frac{P_{tot} \cdot k}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

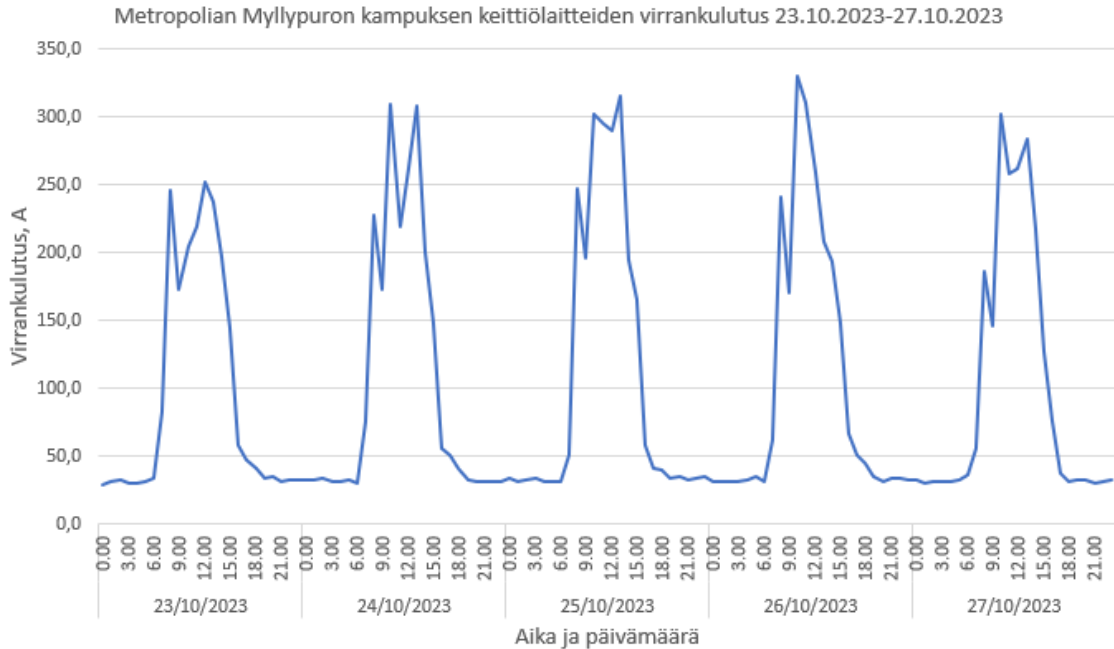
I_n on keskuksen nimellisvirta
 P_{tot} on keittiölaitteiden yhteenlaskettu teho
 k on keittiölaitteiden tasauskerroin
 U_n on keskuksen nimellisjännite

Voidaan todeta, että keittiölaitteiden tasauskerroinena on käytetty joko lukuarvoa 0,6 tai 0,7, kuten alla olevat laskelmat osoittavat.

$$I_n = \frac{601 \text{ kW} \cdot 0,6}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 520 \text{ A}$$

$$I_n = \frac{601 \text{ kW} \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 607 \text{ A}$$

Kuvassa 7 esitetään keittiölaitteiden keskimääräinen virrankulutus arkipäivien osalta.



Kuva 7. Myllypuron kampuksen keittiölaitteiden keskimääräinen virrankulutus [8].

Suoraa vertailua suunnitellun sekä todellisen kuormituksen välillä ei voitu suorittaa, sillä varsinaisia toteutuneita hetkellisten huippukuormien tietoja valvomohjelmistosta ei ollut mahdollista saada.

3 Ammattikeittiön sähkösuunnittelu

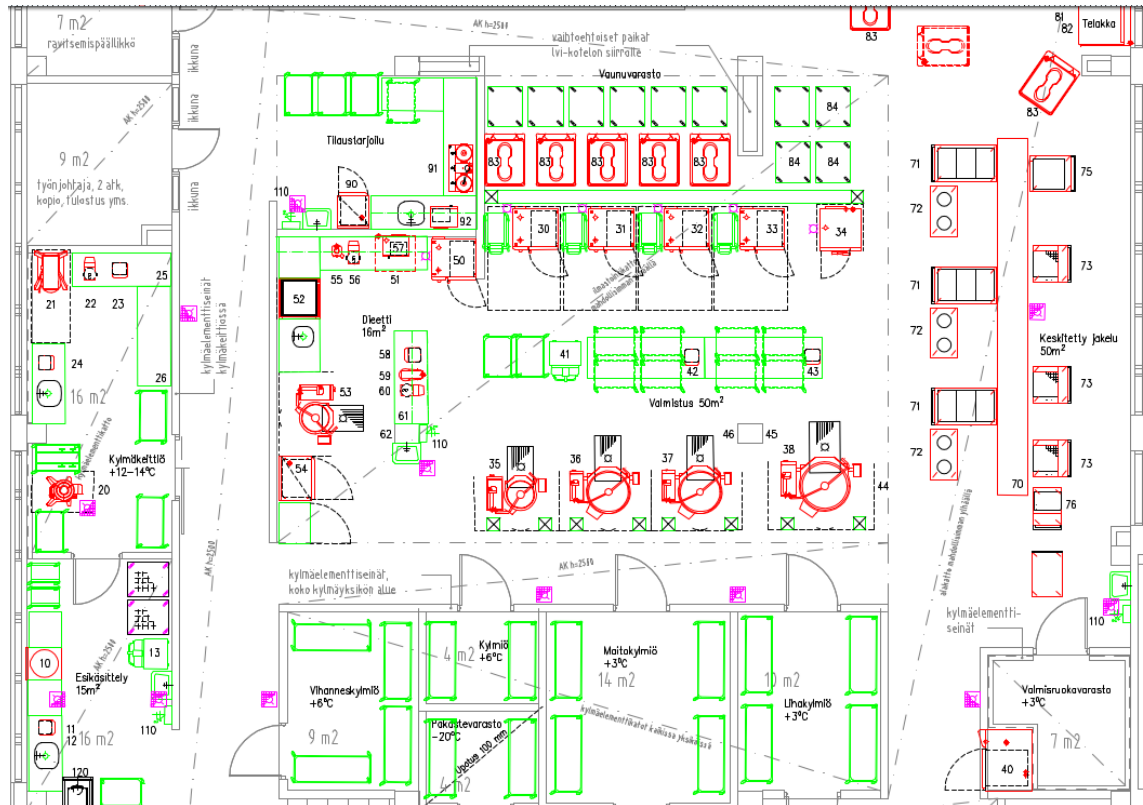
Ennen sähkösuunnittelun aloittamista on tärkeää saada riittävät lähtötiedot suunnitelmien toteuttamiseen. Tällaisia tietoja ovat ainakin sähköistettävät laitteet, laitteiden tehot, laitteiden käyttöajat, laitteiden asennus- sekä ohjaustavat, käyttöjännite sekä laitteiden sijoittelu. On myös tärkeää selvittää hankinta- ja urakkarajat, kuten mitä laitetoimitus pitää sisällään. Sähkösuunnittelijan täytyy tietää, kuuluuko esimerkiksi kytkentäkaapeli laitetoimitukseen vai ei.

Insinööriyötä varten tutkittiin kahden sairaalan sekä yhden monitoimikeskuksen valmistuskeittiön sähkösuunnitelmia. Kaikissa tutkituissa kohteissa sähkökaapelit kuljetettiin kaapelihyllyjä sekä johtokouruja pitkin. Ammattikeittiöissä on todella paljon tekniikkaa, joten esimerkiksi sähkö- sekä LVI-suunnitelmien yhteensovittelu voi tuottaa haasteita. Yhteensovittelussa ongelmia voi ilmaantua esimerkiksi ilmanvaihdon hormien sekä huuvien vaatiman tilan vuoksi. Ilmanvaihdossa voidaan käyttää myös ilmanvaihtokattoja, joilla taas on vaikutusta esimerkiksi valaisimien sekä paloilmaisimien sijoitteluun. On suunnittelun kannalta erityisen tärkeää pitää säännöllisiä yhteensovittelun palaverieja LVI-suunnittelijoiden kanssa parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi sekä ongelmien välttämiseksi.

3.1 Keittiölaitteet

Ammattikeittiön sähköistettävien keittiölaitteiden määrät, sijoittelu, tehot sekä kapasiteetit vaihtelevat keittiötyypin sekä toimintamallin mukaan. Sähköistettävien keittiölaitteiden tiedot esitetään laiteluettelossa sekä niiden sijoittelu keittiölaitteiden pohjapiirustuksessa. Keittiölaitteiden pohjapiirustuksen sekä laiteluet-

telon sähkösuunnittelija saa keittiösuunnittelijalta. Kuvassa 8 on tutkitun monitoimikeskuksen keittiölaitteiden pohjapiirustus, jossa jokainen keittiölaite on merkitty selkeästi omalla laitetunnuksella.



Kuva 8. Työssä tutkitun monitoimikeskuksen valmistuskeittiön keittiölaitteiden pohjapiirustus [10].

Esimerkiksi valmistustilassa laitetunnuksella 38 esitetty keittiölaite löytyy samalla laitetunnuksella laiteluettelosta, joka on esitetty kuvassa 9.

		KKL Huonekohtainen laiteluettelo											
		Asiakirja n:o Projekti n:o Viimeisin muutos Laadilla											
Laitekoodi	Laitenimi	kpl	uus	ent.	Varustus	Muuta huomioitavaa	Kokoo (l* s*) mm	Kapasiteetti (l/h) / kg/l	Sähköteho kW	Liitosjännite V	Vaihe N	Liitännätapa P/P/K/K	Turvakytkin
1	Lattiavaaka	1	x				350 x 480 x 400	30 kg		1 230	1	P	
2	Nostovaunu	1		x				akkukäyttöinen		1 230	1	P	
10	Vihannestenpesukone	1	x		Kori		635 x 700 x 850/ 1540	60 kg/ h	1,2	230	1	P	
11	Vaaka	1		x		Ladattava akku	280 x 310 x 150	15 kg		0,1 230	1	P	
12	Purkinavaaja	1	x						0,6	230	1	P	
13	Nostovaunu	1		x				akkukäyttöinen		1 230	1	P	
20	Vihannesleikkuri	1	x		Terät		580 x 715 x 1210	40 kg / min	0,9	400	3	P	
21	Yleiskone	1	x				710 x 1155 x 1480	80 l		3 400	3	P	
22	Kutteri	1	x				345 x 560 x 660	5 l	1,5	400	3	P	
23	Vaaka	2	x			Ladattava akku	280 x 310 x 150	15 kg	0,1	230	1	P	
24	Vaaka	2	x			Ladattava akku	280 x 310 x 150	15 kg	0,1	230	1	P	
25	Korkeussäätöpöytä	1	x				1500 x 650x x700/ 900		0,2	230	1	P	
26	Korkeussäätöpöytä	1	x				1500 x 650x x700/ 900		0,2	230	1	P	
30	Yhdistelmäuuni	1	x				n. 880 x 900 x 1850	15 gn 1/1 - 65	37	400	3	PK	x
31	Yhdistelmäuuni	1	x				n. 880 x 900 x 1850	15 gn 1/1 - 65	37	400	3	PK	x
32	Yhdistelmäuuni	1	x				n. 880 x 900 x 1850	15 gn 1/1 - 65	37	400	3	PK	x
33	Yhdistelmäuuni	1	x				n. 880 x 900 x 1850	15 gn 1/1 - 65	37	400	3	PK	x
34	Painekeittoakaappi	1	x				800 x 900 x 1520	3 x gn 1/1 100 mm	28	400	3	K	X
35	Keittopata	1	x		Sekoittava	Liitos jääpankkiin	1150 x 750 x 900/1535	80 l	22	400	3	K	x
36	Keittopata	1	x		Sekoittava	Liitos jääpankkiin	1560 x 1100 x 900/1535	150 l	30	400	3	K	x
37	Keittopata	1	x		Sekoittava	Liitos jääpankkiin	1560 x 1100 x 900/1535	150 l	30	400	3	K	x
38	Keittopata	1	x		Sekoittava	Liitos jääpankkiin	1560 x 1100 x 900/1535	300 l	48	400	3	K	x
39	Jääpankki	1	x		paino täytenä 2200 kg.	Sijainti kts. pohjapiirustus PIB-60 Keskuskoneella jäähdytysteho 62 kWh	1360 x 1790 x 1953 + pumppujen ja huollon vaatima tila		20	400	3	K	x

Kuva 9. Kuva työssä tutkitun monitoimikeskuksen valmistuskeittiön laiteluettelosta [11].

Kuvan 9 laiteluettelon mukaan laitetunnuksella 38 esitetty keittiölaite on sekoitettava keittopata, jonka kapasiteetti on 300 litraa. Keittopadan teho on 48 kW, ja se on 400 V käyttöjännitteellä toimiva kolmivaihe-laite. Keittopadassa on liitos jääpankkiin, ja laite kytketään turvakytkimellä varustettuna, kuten yleisesti ottaen kaikki muutkin suuritehoiset keittiölaitteet. Keittopadan asennustapa on K eli kiinteä. Kiinteästi asennettua laitetta ei ole mahdollista siirtää ilman kytkentöjen purkamista. Kiinteitä asennuksia ovat myös esimerkiksi liesituulettimet eli huuvat ja niiden mahdolliset otsonointilaitteet, pakastehuoneet sekä kylmiöt. Muita asennustapoja ovat puolikiinteä sekä pistoke. Puolikiinteässä asennuksessa laitteen taipuisa, monisäikeinen kaapeli kytketään lähimpään rasiaan, ja laite on liikuteltavissa sen verran, kuin itse laitteen kytkentäkaapelissa on varaa. Puolikiinteästi asennettavia laitteita ovat esimerkiksi yhdistelmäuunit sekä induktioliedet. Pistokkeella liitettäviä 1- sekä 3-vaiheisia laitteita ovat esimerkiksi

yleiskoneet, mikroaaltouunit, kahvinkeittimet, kutterit, vihannesleikkurit sekä korkeussäätöpöydät.

3.2 Muut sähköpisteet

Ruoanvalmistuslaitteiden lisäksi keittiötilojen sähkösuunnittelussa on otettava huomioon myös monia muita sähköpisteitä. Tällaisia ovat esimerkiksi valokennohanat, automaattiset saippua- sekä desinfiointiaineannostelijat, huuvat, kylmälaitteiden kompressorit, otsonointilaitteet, liiketunnistimet, hyönteisansat, moottoroidut ovet sekä mahdollinen omavalvontajärjestelmä, jota käytetään esimerkiksi lämpötilojen seurantaan. Pistorasioiden sijoitteluun sekä määrään on myös syytä kiinnittää erityistä huomiota toimivan sekä tilaajan tarpeita vastaavan keittiösuunnitelman takaamiseksi. Mahdollisten emännän- sekä turvakytkinten sijainnit pitää aina tarkistaa suunnitelmien edetessä, ettei myöhemmin tule yhteensovittelun ongelmia esimerkiksi kalusteiden kanssa. Emännänkytkimellä tarkoitetaan avainkytkintä, jolla voidaan keskitetysti kytkeä pois päältä kaikki avainkytkimen ohjattavaan alueeseen liitetyt keittiölaitteet. Tällaista keittiön avainkytkimellä ohjattavaa aluetta kutsutaan lämpökojekentäksi.

Sähkösuunnittelussa on huomioitava myös ruoan jakelulinjaston sähköpisteiden tarve. Jakelulinjasto sijaitsee ruokailutilan läheisyydessä ja se voi olla joko kiinteä tai siirrettävä. Jakelulinjaston tyypillisiä sähköistettäviä laitteita ovat erilaiset juoma-automaatit, lautasjakelijat, lämpöhauteet sekä kylmävesipisteet.

3.3 Pakaste- sekä kylmiötilat

Kylmiö- sekä pakastetilojen suhteen on erityisen tärkeää tietää urakka- sekä hankintarajat, jotta tiedetään, mitä kuuluu kenenkin vastuulle. Sähkösuunnittelijan täytyy tietää, kuuluuko esimerkiksi valaistus pakastetilan toimitukseen tai miltä osin lattialämmitys on sähkösuunnittelijan vastuulla. On myös selvitettävä mahdollinen varavoiman tarve. Tutkituissa kohteissa pakaste- sekä kylmiötilojen

sähköistys toteutettiin varavoiman avulla. Varavoiman käytöllä tahdotaan varmistaa tärkeiden laitteiden sekä erinäisten järjestelmien käynnissä pysyminen, vaikka sähkönsyöttö normaaliverkossa katkeaisi. [12.]

Pakaste- sekä kylmiötilojen sähkösuunnittelussa täytyy ottaa huomioon valaisimien asennustapa sekä soveltuvuus valaistaviin tiloihin. Tutkittujen kohteiden pakastetilojen valaisimet olivat pinta-asenteisia. Pakastetilojen sähkösuunnittelussa on huomioitava myös mahdolliset moottoroidut ovet, valaistuksen ohjaustapa, ovikarmien sulatus, lattialämmitys sekä lattialämmityksen termostaatti. Lattialämmitys on erittäin tärkeä osa pakastetiloja, sillä ilman lattialämmitystä pakastehuoneen kylmyys pääsee siirtymään seinästä lattiarakenteisiin ja voi tämän seurauksena aiheuttaa lattian jäätymisen liukkaaksi. Lattialämmityksellä voidaan myös estää mahdollista routimista. [13.]

3.4 Pääkaavio

Pääkaavio on tärkeä osa sähkösuunnitelmia, ja sen täyttämisessä täytyy olla huolellinen. Pääkaaviosta käytetään myös nimitystä keskuskaavio. Pääkaaviossa esitetään kaikki sähkökeskukseen kytketyt laitteet sekä niiden kaapelit. Pääkaaviossa kerrotaan myös ainakin laitteen teho, suojalaitteet, ryhmätunnus sekä laitteen sijainti, kuten kuvassa 10.

Nro	Kaavio	Nimitys	kW	Sulake	Kaapeli
		LUKITTAVA PÄÄKYTKIN NOUSUJOHTO KESKUKSESTA PK 2.1			2x AMCMK 4x240Al+72CuS
		POTENTIAALINTASAUUS			MK 16 KEVI
1		OHJAUS		10/25	
2				/25	
3				/25	
4		EMÄNNÄN KYTKIN LÄMPÖKOJEIDEN OHJAUS			MMJ 4x1,5N
		ETUKOJE, UUNIT		315/315	
		KEITTIÖN OHJAUSKYTKIMEN OHJAAMA KONTAKTORI			
11				/125	
12		TURVAKYTKIN YHDISTELMÄUUNI POS.30 VALMISTUSKEITTIÖ A147	65.50	100/125	AMCMK 4x95Al+29CuS
13		TURVAKYTKIN YHDISTELMÄUUNI POS.21 DIETTI A146	37.00	63/125	AMCMK 4x35Al+16CuS
14				/63	

Kuva 10. Kuva työssä tutkitun sairaalan valmistuskeittiön pääkaaviosta [14].

Kuvassa 11 näkyy tutkitun sairaalan valmistuskeittiön keskuksen pääkaavion kansilehti. Kansilehti kertoo kaikki tarvittavat tiedot, joiden avulla keskusvalmistaja voi keskuksen valmistaa.

A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT	B KOTELOINTI- JA ASENNUSTIEDOT	C HYVÄKSYTTÄMINEN JA MERKINNÄT
1. Nimellisjännite U_b <u>4,00</u> V	1. Keskuslaji ja koteloituiluokka	1. Kokoonpanopiirustukset hyväksytyt
2. Nimellisvirta I_N <u>4,00</u> A	- kenna IP <input type="checkbox"/>	- suunnittelija <input checked="" type="checkbox"/>
3. Poikkeava lasotuskerrain	- kotelo IP <u>30</u> <input checked="" type="checkbox"/>	- sähkölaite <input type="checkbox"/>
4. Jakelujärjestelmä	- kehikko IP <input type="checkbox"/>	2. Merkinnät
- käyttömaadoitettu TN-S <input checked="" type="checkbox"/>	- muu <input type="checkbox"/>	- vain viranomaisvaatimukset <input type="checkbox"/>
- nolla- ja suojapiiri yhdistetään TN-C <input type="checkbox"/>	2. Asennustapa	- suunnitelman mukaan <input type="checkbox"/>
- käyttömaadoitettu TN-C-S <input type="checkbox"/>	- pinnalle <input checked="" type="checkbox"/>	- erillisen ohjeen mukaan <input checked="" type="checkbox"/>
- muu <input type="checkbox"/>	- upotettu, up. syv. max. mm <input type="checkbox"/>	3. Keskuksen tunnuskiivet
5. Teho	- ulkokäyttö <input type="checkbox"/>	- vain viranomaisvaatimukset <input type="checkbox"/>
- liittymä S _____ kVA	3. Kiinnitys	- pääkaavion mukaan <input checked="" type="checkbox"/>
- huippu (15 min. mittaus) P _____ kW	- seinään <input type="checkbox"/>	4. Kiiptien materiaali
6. Oikosulkukestoisuus	- seinään ja tuenta lattiaan <input checked="" type="checkbox"/>	- kerrosmuovi <input checked="" type="checkbox"/>
- termien vaatimus I_{cw} <u>10,8</u> kA	- lattiaan (vapaasti seisova) <input type="checkbox"/>	- tarra <input type="checkbox"/>
- dynaaminen vaatimus I_{pk} <u>21,5</u> kA	4. Asennus- ja tukirakenteet	- valmistajan normaali <input type="checkbox"/>
7. Kiskot ja johtimet AC	- ei vaatimusta <input checked="" type="checkbox"/>	5. Keskuksen kenttien tunnuskiivet
L,N,PE <input type="checkbox"/>	- sidekiskot n. 50 mm alustasta <input type="checkbox"/>	- vasemmalta oikealle <input type="checkbox"/>
L1,L2,L3,N,PE <input checked="" type="checkbox"/>	- muu <input type="checkbox"/>	- oikealta vasemmalle <input type="checkbox"/>
- muu <input type="checkbox"/>	5. Kehikkokeskuksen yhtenäisen ovi	- kokoonpanopiirustuksen mukaan <input checked="" type="checkbox"/>
8. Kiskot ja johtimet DC	- lukolla <input type="checkbox"/>	6. Keskuksen lähtöjen merkinnät
L+ <input type="checkbox"/>	- käsäsalvalla <input type="checkbox"/>	- pääkaavion mukaan <input type="checkbox"/>
N <input type="checkbox"/>	- työkalusalvalla <input type="checkbox"/>	- erillisen ohjeen mukaan <input checked="" type="checkbox"/>
L- <input type="checkbox"/>	- saranointi vasenkätinen <input type="checkbox"/>	7. Sisäisten kaajien ja liittimien merkintä
PE <input type="checkbox"/>	6. Ovien ja kansien avautuminen ja leveys	- vain viranomaisvaatimukset <input type="checkbox"/>
9. Ohjauksen tekniikka (-piiri)	- mihin avautumisen <u>170</u> astetta	- erillisen ohjeen mukaan <input type="checkbox"/>
U_e _____ V	- max. ovileveys _____ mm	8. Vieras ohjauksen tekniikka
I_N _____ A	7. Pintakäsitely	- ohjauksen tekniikan katkaisupaikka _____
S _____ kVA	- valmistajan normaali <input checked="" type="checkbox"/>	9. TN-C-S -järjestelmän varoituskilpi <input type="checkbox"/>
10. Apujännite 1 U_1 _____ V	- erillisen ohjeen mukaan <input type="checkbox"/>	10. Nollan erotuskohtien merkintä <input type="checkbox"/>
AC <input type="checkbox"/>	8. Keskuksen maksimikoko	11. Energiamittauksen nollajohtimet <input type="checkbox"/>
DC <input type="checkbox"/>	- leveys <u>2800</u> mm	- liitettävä PEN-liittimeen <input type="checkbox"/>
- käyttöalue _____	- korkeus <u>2275</u> mm	- liitettävä PE-liittimeen+ varoituskilpi <input type="checkbox"/>
11. Apujännite 2 U_2 _____ V	- syvyys <u>300</u> mm	
AC <input type="checkbox"/>	9. Ympäristön lämpötila	
DC <input type="checkbox"/>	- normaali <input checked="" type="checkbox"/>	
	- min. C° max. C° <input type="checkbox"/>	

Kuva 11. Kuva työssä tutkitun sairaalan valmistuskeittiön pääkaavion kansilehdestä [14].

Sähköteknillisesti tärkeitä tietoja ovat ainakin nimellisvirta, nimellisjännite, jakelujärjestelmä, tehotiedot, keskuksen mitat, koteloituiluokka, oikosulkukestoisuus sekä kiskot ja johtimet. Sähkösuunnittelijan on syytä tarkistaa kansilehden merkityksensä tiedot huolella. Kuvan 11 kansilehdestä on esimerkiksi sähköteknillisten tietojen keskuksen liitettävien laitteiden liittymä- sekä huipputehon tiedot täyttämättä.

3.5 Sähkökeskuksen mitoitus

Sähkökeskuksen mitoittamiseen on kehitetty erilaisia ohjelmia, joiden avulla keskuksen mitoittaminen onnistuu suhteellisen helposti. Kaikissa kolmessa insinööriyötä varten tutkitussa kohteessa keittiölaitteiden ryhmäkeskuksen mitoituksessa oli käytetty Granlundin omaa Excel-laskentapohjaa sekä sähkökeskusten mitoittamiseen kehitettyä Febdok-mitoitusohjelmistoa. Excel-laskentapohja laskee kaikkien keittiön sähköistettävien laitteiden yhteenlasketun huipputehon, jonka avulla keskus voidaan mitoittaa. Keittiön sähkökeskuksen mitoitus-

virtaa eli nimellisvirtaa määriteltäessä on hyvä ottaa huomioon myös mahdolliset tulevaisuuden laajennukset sekä laitemuutokset kuitenkin pyrkien välttämään liiallista ylimitoitusta.

Keittiön sähkökeskuksen mitoituksessa täytyy huomioida laitteiden huipputehon lisäksi myös keittiölaitteiden tasauskerroin. Tasauskerroimen määrittämiseksi täytyy tietää keittiölaitteiden käyttötavat sekä ajankohdat, jotta voidaan arvioida, kuinka suurella todennäköisyydellä kaikki keittiölaitteet ovat samaan aikaan käytössä. Tasauskerroimen arvona käytetään yleisesti 0,6–0,9 välistä arvoa keittiötyypistä, toimintatavoista sekä laitteista riippuen. Keittiön sähkökeskuksen voi mitoittaa myös annoskohtaisella mitoituksella, mutta tällä tavoin saadaan vain suuntaa antava arvio, joka voi helposti johtaa ylimitoitukseen [15].

4 Ammattikeittiön valaistus

Ammattikeittiöissä on monenlaisia työtehtäviä sekä tiloja ja on erittäin tärkeää, että valaistus on suunniteltu tiloihin oikealla tavalla. Valaistuksessa on otettava huomioon perustarpeet näkömukavuuteen, näkötehokkuuteen sekä turvallisuuden liittyen. Näkömukavuudella tarkoitetaan, että tilassa työskentelevä kokee valaistuksen olevan miellyttävä sekä hyväksi omalle hyvinvoinnilleen. Valaistuksen näkömukavuuteen vaikuttaa valaistuksen tasaisuus, valaistuksen voimakkuus sekä valaistuksen säädettävyys. Työntekijän työn laatu sekä tuottavuus heikentyvät, jos riittävää näkömukavuutta ei saavuteta. Näkötehokkuus taas vaikuttaa henkilön suoriutumiskykyyn tarkkuutta vaativissa tehtävissä tai pidempijaksoisesti työskenneltäessä. Tällaisia erityistä tarkkuutta vaativia tehtäviä voivat olla esimerkiksi lihanleikkuu sekä kondiittorin työ. [16.]

4.1 Valaistussuunnittelu

Kaikkien tutkittujen kohteiden valaistussuunnittelussa käytettiin DIALux-valaistussuunnittelun ohjelmistoa. Se on ohjelmisto, jolla voidaan suunnitella sekä mitoitaa valaistus joko yksittäiseen tilaan tai johonkin suurempaan kokonaisu-

teen. Ohjelmiston avulla voidaan myös visualisoida eri valaistusratkaisujen vaikutuksia suunniteltavaan kokonaisuuteen, oli sitten kyse sisä- tai ulkovalaistuksesta.

Ammattikeittiöiden valaistussuunnittelussa täytyy ensimmäisenä selvittää kaikki keittiön työskentelyalueet sekä niissä suoritettavat työtehtävät. On tärkeää huomioida mahdolliset esteet, kuten katosta ripustetut huuvat, RST-tasot, keittiölaitteet sekä mahdollinen muu tekniikka sekä rakenteet, jotka voivat aiheuttaa esimerkiksi heijastushäikäisyä, varjostumaa tai heikentää kokonaisuudessaan valaistusvoimakkuutta. On myös aluekohtaisesti määriteltävä riittääkö tilaan yleisvalaistus vai tarvitaanko lisäksi myös erityistä kohdevalaistusta. Kuvassa 12 Standardi SFS-EN 12464-1:2021:n mukaan keittiötilojen valaistusvoimakkuuden minimivaatimukseksi on asetettu 500 luksia. Suunnittelussa olisi kuitenkin aina hyvä pyrkiä saavuttamaan minimivaatimusta korkeampi valaistusvoimakkuus.

Viite-numero	Tila, tehtävä tai toiminta	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$	$\bar{E}_{m,wall}$	$\bar{E}_{m,ceiling}$	Erityisvaatimukset
		required ^a	modified ^b				lx	lx	lx	
44.14	Harjoitusallit ja laboratoriot	500	750	0,60	80	19	150	150	100	Valaistuksen olisi oltava säädettävä, katso 6.2.4. Ympäristön valaistus ja huoneen valoisuus olisi otettava huomioon, katso Liite B ja kohta 6.7.
44.15	Käsityöluokat	500	750	0,60	80	19	150	100	100	Valaistuksen olisi oltava säädettävä, katso 6.2.4. Ympäristön valaistus olisi otettava huomioon, katso Liite B ja huoneen valoisuus katso 6.7.
44.16	Opettajien ryhmätyöskentelytilat	500	750	0,60	80	19	150	150	100	Valaistuksen olisi oltava säädettävä, katso 6.2.4. Ympäristön valaistus ja huoneen valoisuus olisi otettava huomioon, katso Liite B ja kohta 6.7.
44.17	Valmistelualueet ja työpajat	500	750	0,60	80	22	150	150	100	Valaistuksen olisi oltava säädettävä, katso 6.2.4. Ympäristön valaistus ja huoneen valoisuus olisi otettava huomioon, katso Liite B ja kohta 6.7.
44.18	Sisäänkäyntihallit	200	300	0,40	80	22	75	75	50	
44.19	Kulkuväylät, käytävät	100	150	0,40	80	25	50	50	30	Vaakasuntainen valaistusvoimakkuus lattiatasolla.
44.20	Portaat	150	200	0,40	80	25	50	50	30	Vaakasuntainen valaistusvoimakkuus lattiatasolla.
44.21	Oppilaiden yhteistilat ja kokoontumistilat	200	300	0,40	80	22	75	75	50	
44.22	Opettajainhuoneet	300	500	0,60	80	19	100	100	50	Toimistotyöt, katso taulukko 34 Toimistot
44.23	Kirjasto: kirjahyllyt	200	300	0,60	80	19	-	-	-	Pystysuuntainen valaistusvoimakkuus hyllyille. Kirjahyllyssä oleville valaisimille ei sovelleta R_{UGL} -arvoa.
44.24	Kirjasto: lukutilat	500	750	0,60	80	19	100	100	50	Katso Taulukko 41 Julkiset kokoontumistilat - Kirjastot
44.25	Opetusvälinevarastot	100	150	0,40	80	25	50	50	30	
44.26	Urheiluhallit, voimistelusalit, uima-altaat	300	500	0,60	80	22	100	75	30	Näitä vaatimuksia sovelletaan ainoastaan kouluihin. Muihin kuin opetuskäyttöön tarkoitettujen harjoittelu- ja kilpailutilojen osalta sovelletaan standardin EN 12193 vaatimuksia.
44.27	Kouluaukiot	200	300	0,40	80	22	75	75	50	
44.28	Keittiö	500	750	0,60	80	22	100	100	75	

^a vaadittu arvo (required): minimiarvo
^b muutettu arvo (modified): ottaa huomioon valaistusvoimakkuuden muuttamiseen vaikuttavat parametrit, katso 5.3.3

Kuva 12. Standardi EN 12464-1:2021:n tilakohtaiset valaistuksen vaatimukset [17, s. 48].

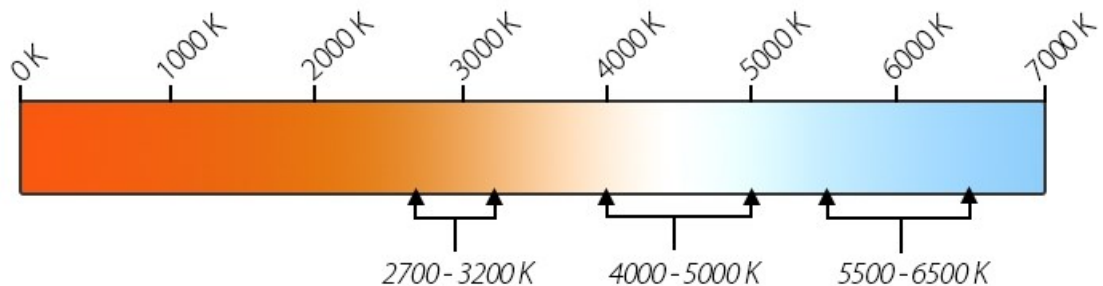
Valaistussuunnittelussa pitää aina ottaa huomioon LED-valonlähteiden tehon heikentyminen ajan kuluessa. Tällä tarkoitetaan sitä, että tavoitellessa ainoastaan 500 luksin minimivaatimusta, LED-valonlähteen laadusta riippuen, voidaan yllättäen olla tilanteessa, jossa valaistusvoimakkuuden taso putoaa alle asetetun minimiarvon. Liian vähäiseksi suunniteltua valaistusta on muutenkin vaikea parantaa jälkikäteen. Esimerkiksi valaistussuunnittelussa käytettävässä DIALux ohjelmistossa tämä otetaan huomioon valaistuksen alenemakertoimella, jonka oletusarvona käytetään lukuarvoa 0,8. Ohjelmistossa käytettävä alenemakeroin on myös mahdollista määritellä itse.

Standardissa EN 12464-1:2021 on myös minimivaatimus valaistuksen värintoistoindeksille. Värintoistoindeksillä tarkoitetaan valaisimen kykyä toistaa värit mahdollisimman tarkasti ja luonnollisesti. Tämä on erityisen tärkeää keittiötiloissa esimerkiksi raaka-aineiden tuoreuden tarkastelussa. Värintoistoindeksin arvot ilmoitetaan väliltä 0–100. Kuvassa 12 sarakkeessa R_a on asetettu keittiön valaistuksen värintoistoindeksin vähimmäisarvoksi 80. Arvo 80 soveltuu yleisesti keittiötiloihin, mutta esimerkiksi kondiittorin työssä värintoistoindeksin olisi hyvä olla 90. Kondiittorin työssä on erityisen tärkeää nähdä tuotteet sekä niiden eri sävyt mahdollisimman tarkasti sekä luonnollisesti, joten värintoistoindeksiin on syytä kiinnittää erityistä huomiota vastaavia tiloja suunniteltaessa. [17.]

Nykyään on myös vakiovalovirta eli CLO-valaisimia, joilla voidaan kompensoida LED-valonlähteiden heikentyminen erittäin hyvin. CLO-valaisimella tarkoitetaan valaisinta, jossa on erillinen, ohjelmoitava liitäntälaitte valaisimelle tulevan virran hallintaan. CLO-valaisin voidaan ohjelmoida aluksi toimimaan pienemmällä virralla ja lisäämään valaisimelle tulevaa virtaa ajan kuluessa. Valaisimelle tulevan virran lisääminen korottaa ledien valaistustasoa ja näin ollen tasaa ajan saatossa tapahtuvaa ledien valaistustason alenemista. CLO-valaisimilla saavutetaan tasainen sekä energiatehokas valaistus. [18.]

4.2 Valaisimen vaatimukset

Ammattikeittiötilojen valaisimissa on kiinnitettävä erityistä huomiota valaistusvoimakkuuteen, valaisimien IP-luokitukseen sekä puhdistettavuuteen. Valaisimien on kestävä keittiön laitteista ja ruoanvalmistuksesta syntyvää rasvaa ja lämpö- sekä kosteuskuormaa. Valaistusvoimakkuuden on täytettävä valaistukselle asetetut vaatimukset, mutta myös valaisimen värilämpötilalla on merkitystä. Valaisimen värilämpötila ilmoitetaan kelvineinä. Kuva 13 on esimerkkinä valaistuksen Kelvin-asteikosta, jossa on merkitty kolme eri värilämpötilan aluetta.



Kuva 13. Valaistuksen Kelvin-asteikko [19].

Ensimmäinen alue eli 2700–3200 K on lämpimän valkoisen alue. Tämä tarkoittaa sitä, että valkoinen sävy taittuu kellertäväksi. Esimerkiksi hehkulamput ovat tällaisia valonlähteitä. 4000–5000 K on luonnollisen valkoisen alue. Tämä soveltuu erittäin hyvin ammattikeittiötiloihin, sillä tämän värilämpötilan valaisimet toistavat raaka-aineiden, valmiiden ruokien sekä tasojen värisävyt suhteellisen neutraalisti. Valaistuksen ylittäessä 5300 Kelvinin värilämpötilan, valoa kutsutaan kylmän valkoiseksi eli valo taittaa valkoisen sävyä kohti sinistä. [17.]

Kuvassa 14 on tutkitun sairaalan keittiötilojen yleisvalaistukseen valikoitunut valaisin. Kyseinen valaisin on tarkoitettu tiloihin, joissa vaaditaan hyvää IP-luokitusta sekä puhdistettavuutta.

400 Valaisin		28
Käyttöalue	Keittiö	
Malli/tyyppi	C63-R600x600 LED 5000 HF 840 LI MP/PC	
Valmistaja	GLAMOX	
Kotelointiluokka IP	55	
Häikäisyysuoja	Polykarbonaatti, mikroprismaoptiikka	
Valaisimen väri	Valkoinen	
Asennustapa	T-lista kattoon	
Lamppulaji	LED Ledivalonlähde	
Väriämpötila K	4000	
Värintoistoindeksi	80	
Kokonaisteho W	35	
Valaisimen kokonaisvalovirta lm	4500	
Valaisimen ohjaustapa	on-off	
Hyväksytyt ryhmäjohtojen jatkamiseen	Kyllä	




Kuva 14. Tutkitun sairaalan valmistuskeittiön yleisvalaistuksen valaisin [20].

Valaisimen mitoista sekä asennustavasta on huomattavissa, että se on tarkoitettu 600x600mm moduulikattoon ja se kannakoidaan T-listalla. Valaisimen kotelointiluokka on IP 55 eli se on suojattu pölyltä sekä vesisuihkulta. Valaisin on siis helppo puhdistaa ja sillä on valmistajan tuotetietojen mukaan IK-luokitus eli iskunsietoluokitus. Tuotteen väriämpötila 4000 K soveltuu keittiötiloihin hyvin, sillä se on värisävyltään neutraalin valkoinen. [21.]

Kuvassa 15 näkyy ammattikeittiön kylmäkeittiön soveltuva pinta-asenteinen valaisin. Kyseinen valaisin on erityisen vaativaan ympäristöön kehitetty valaisin.

410 Valaisin		4
Käyttöalue	Keittiö, Kylmäkeittiön pinta-asenteinen	
Mallityyppi	Multilume Hydro LED 300*1200	
Valmistaja	FAGERHULT	
Kotelointiluokka IP	65	
Häikäisysoja	Polykarbonaatti, mikroprismaoptiikka	
Valaisimen väri	Valkoinen	
Asennustapa	K Kattoasennus	
Lamppulaji	LED Ledivalonlähde	
Väriämpötila K	4000	
Värintoistoindeksi	80	
Kokonaisteho W	31	
Valaisimen kokonaisvalovirta lm	4600	
Valaisimen ohjaustapa	on-off	
Hyväksytyt ryhmäjohtojen jatkamiseen	Kyllä	



Kuva 15. Tutkitun sairaalan kylmäkeittiön valaisin [20].

Valaisimen kotelointiluokka on IP 65, joten valaisin on täysin pöly- sekä vesitiivis ja se täyttää myös puhdistilastandardin ISO 14644-1 vaatimukset. Valaisimen väriämpötila on 4000 K ja värintoistoindeksi tarvittavat 80. [22.]

Kuvassa 16 on tutkitun sairaalan valmistuskeittiön pakastetilaan valittu valaisin. Kyseinen valaisin on erityisen vaativaan ympäristöön kehitetty valaisin.

440 Valaisin		16
Käyttöalue	Keittiön kylmiöt ja pakastimet	
Mallityyppi	DAMP PROOF COMPACT 44W/5400lm IP66 GY	
Valmistaja	OSRAM	
Kotelointiluokka IP	66	
Häikäisysooja	Polykarbonaatti, opaali	
Valaisimen väri	Harmaa	
Asennustapa	Pi Pinta-asennus	
Lamppulaji	LED Ledivalonlähde	
Väriämpötila K	4000	
Värintoistoindeksi	80	
Kokonaisteho W	44	
Valaisimen kokonaisvalovirta lm	5400	
Valaisimen ohjaustapa	on-off	
Hyväksytyt ryhmäjohtojen jatkamiseen	Kyllä	



Kuva 16. Tutkitun sairaalan valmistuskeittiön pakastetilan valaisin [20].

Valaisin on pinta-asenteinen ja sen kotelointiluokka on IP-66. Valaisin on siis täysin pölytiivis ja kestää jopa voimakasta vesisuihkua. Valaisimen väriämpötila on 4000 K ja värintoistoindeksi 80.

4.3 Turvavalaistus

Keittiötilojen sähkösuunnittelussa on huomioitava myös turvavalaistus. Turvavalaistuksella tarkoitetaan yleisesti valaistusjärjestelmää, jolla varmistetaan eri tiloissa olevien henkilöiden turvallisuus myös hätätilanteen tai sähkökatkon aikana. Erilaisia turvavalaistuksen ratkaisuja ovat poistumisvalaistusjärjestelmä sekä varavoimalla toimiva varavalaistus. Poistumisvalaistusjärjestelmä sisältää aina poistumisreitien valaistuksen, mutta sen lisäksi voi olla myös tila- tai aluekohtaista varavalaistusta.

5 Tarkistuslista

Tarkistuslista kehitettiin sähkösuunnittelijoiden viitteelliseksi muistilistaksi ammattikeittiöiden suunnitteluun. Tarkistuslistan käytöllä voidaan vähentää inhimillisiä virheitä ja sen avulla on helppo varmistaa mitä on tehty ja missä vaiheessa suunnittelua ollaan. Tarkistuslista on jaettu aiemmin käsiteltyjen asioiden pohjalta eri osa-alueisiin sekä niiden tärkeimpiin tarkistettaviin asioihin seuraavalla tavalla:

Valaistus:

- Valaistussuunnittelussa on tärkeää suorittaa valaistuslaskelmat huolellisesti ja laskelmat täytyy aina tarkistaa. Valaistuslaskelmien avulla saavutetaan riittävä tilojen vaatima valaistus sekä valaisimien määrä.
- Täytyy selvittää erillisen kohdevalaistuksen tarve tiloissa, joissa suoritetaan lihanleikkausta tai muuta tarkkuutta vaativaa työtä.
- Valaisimien asennustapa ja kotelointiluokka ovat keskeisiä tekijöitä keittiön haastavissa olosuhteissa. Valaisimien on kestettävä lämpöä, kosteutta ja rasvaa. Valaisimia on pystyttävä puhdistamaan säännöllisesti.
- Valaistuksen ohjaustapaan eli kytkinten ja mahdollisten tilakohtaisten liiketunnistimien sijoitteluun on kiinnitettävä huomiota.
- Suunnitelmissa on huomioitava turvavalistus sekä mahdollinen varavoimavalaisuksen tarve.

Kylmiö- ja pakastetilat:

- Urakka- ja hankintarajojen selvittäminen on keskeinen osa suunnittelua.
- Lattialämmityksen sekä lattialämmityksen termostaatin on oltava suunnitelmissa selkeästi nähtävillä.
- Ovikarmien sulatusvastusten syötöt pitää tarkistaa sekä merkitä piirustuksiin selkeästi.
- Valaisimien kotelointiluokka sekä asennus- ja ohjaustapa on tarkistettava.
- Mahdollisten moottoroitujen ovien syötöt pitää varmistaa.

Keittiölaitteet:

- Keittiölaitteiden osalta pitää selvittää urakka- ja hankintapakettien sisältö. Täytyy tietää, kuuluuko esimerkiksi kytkentäkaapeli laitetoimitukseen.
- KytKentäkaapelit ja suojalaitteet on määriteltävä suunnitelmiin selkeästi.
- Kylmälaitteiden kompressorien sähköistykseen on kiinnitettävä huomiota.
- Pistorasioita täytyy olla riittävästi ja sijoitteluun on kiinnitettävä erityistä huomiota toimivan kokonaisuuden varmistamiseksi.
- Lämpökojekenttää ohjaavan emännänkytkimen sijaintiin on syytä kiinnittää erityistä huomiota.
- Huuvien sähköistys on tarkistettava sekä mahdolliset otsonointilaitteet on otettava huomioon.
- Pitää huomioida myös mahdollinen omavalvontajärjestelmä, jota käytetään esimerkiksi lämpötilojen seurantaan.

Jakelulinjasto:

- Jakelulinjaston sähköpisteiden osalta on varmistettava riittävä pistorasioiden määrä juoma-automaatteja, lämpöhauteita, kylmävesipisteitä sekä lautasjakelijoita varten.

Muut huomioitavat sähköpisteet:

- automaattiset valokennohanat
- automaattiset pesuaine- sekä desinfiointiaineannostelijat
- hyönteisansat sekä niiden sijoittelu
- paloilmoittimet sekä niiden sijoittelu
- moottoroidut ovet.

Pääkaavio:

- Keittiölaitteiden tasauskerroin sekä keskuksen mitoituslaskelmat pitää tarkistaa huolellisesti.
- Keittiön lämpökojekenttä ja ohjaukset pitää huomioida sekä merkitä selkeästi pääkaavioon.
- Keskuksen liitettyjen laitteiden merkinnät, kuten laitteiden nimet, tehottiedot, sijainti, kaapelityyppi sekä suojalaitteet pitää tarkistaa.

- Kansilehden sähköteknilliset tiedot, kuten nimellisvirta, jännite, jakelujärjestelmä, laitteiden liittymä- sekä huipputehot, oikosulkukestoisuus sekä kiskot ja johtimet on määriteltävä.
- Kotelointitiedot, kuten asennus- ja kiinnitystapa sekä keskuksen maksimikoko pitää tarkistaa ja merkitä selkeästi kansilehteen.
- Kansilehden hyväksyttämisen merkinnät pitää tarkistaa.

Tasopiirustukset:

- Tasopiirustuksissa on vältettävä sekaryhmitystä (valaistus, pistorasit).
- Sähköpisteiden ryhmitys on esitettävä selkeästi ja piirustusten luettavuuteen on syytä kiinnittää jatkovaa huomiota.
- Johtotiet pitää määritellä huolellisesti, sillä keittiötiloissa ylimääräistä tilaa on varsin vähän.
- Normaali- ja varavoiman symbolien pitää olla selkeästi toisistaan erottuvina.

SÄH ja LVI-suunnitelmien yhteensovittelu:

- LVI- ja sähköasennusten törmäystarkastelu on erittäin tärkeä osa suunnittelua.
- Laitetunnusten yhdenmukaisuus eri asiakirjoissa on aina varmistettava.
- Valaisimien, huuvien sekä ilmanvaihtokanavien yhteensovitukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Piirikaaviot:

- Piirikaavioiden osalta vähintään mallipiirikaaviot ja lämpökojekenttää ohjaava emännänkytkin on esitettävä.

Tarkistuslista toteutettiin Microsoft OneNote -ohjelmalla. Tarkistuslista on helppo tarkistaa sekä täyttää. Tarkistuslistaan jää myös tarkistuksen tehneen henkilön tiedot, joten on helppoa esimerkiksi epäselvissä tilanteissa hakeutua oikean henkilön suuntaan mahdollisia lisätietoja varten. Kuvassa 17 on kuva tarkistuslistasta.

Ammattikeittiön sähkösuunnittelun tarkistuslista

Tarkastuslista on tarkoitettu sähkösuunnittelijoiden ohjeelliseksi muistilistaksi. Laatu järjestelmä ei edellytä listan kuittausta.

AMMATTIKEITTIÖN SÄHKÖSUUNNITELMIEN TARKASTAMINEN

Valaistus

- Valaistuslaskelmat tarkistettu
- Valaisimien koteloituiluokka
- Valaisimien asennustapa
- Valaistuksen ohjaustapa
 - Kytkimet
 - Tilakohtaiset liiketunnistimet
- Turvavalistus
- Varavoimavalistus
- Erillinen kohdevalistus

Kylmiö- ja pakastetilat

- Urakkarajat sekä hankintapaketit selvitetty
- Lattialämmitys sekä termostaatti
- Ovikarmien sulatusvastukset
- Valaisimien asennus- sekä ohjaustapa
- Moottoroidut ovet

Keittiölaitteet

- Urakkarajat sekä hankintapaketit selvitetty
 - Kytkentäkaapelit kuuluvat laitetoimitukseen
 - Kytkentäkaapelit eivät kuulu laitetoimitukseen
- Kytkentäkaapelit sekä suojalaitteet määriteltä
- Kylmälaitteiden kompressorit
- Pistorasioiden määrät sekä sijoittelu
- Turvakytinten sijainnit tarkistettu
- Keittiölaitteiden emännänkytkin
 - Sijainti tarkistettu
 - Kytkentäkaavio tehty
- Huuvien sähköistys
 - Otsonointilaitteet
- Omavalvontajärjestelmä

Muut sähköpisteet

- Kaikki sähköpisteet selvitetty
- Paloilmoittimet
- Automaattiset pesuaineannostelijat
- Automaattiset desinfiointiaineannostelijat
- Hyönteisansat
- Moottoroidut ovet

Piirikaaviot

- Vähintään mallipiirikaaviot sekä emännänkytkin esitetty

Jakelulinjasto

- Jakelulinjaston tyyppi
 - Kiinteä
 - Siirrettävä
- Kaikki sähköpisteet tarkistettu
 - Lämpöhauteet
 - Juoma-automaatit
 - Lautasjakelu
 - Kylmävesipisteet

Pääkaavio

- Keskuksen nimellisvirta tarkistettu
 - Keittiölaitteiden tasauskerroin määriteltä
 - Keskuksen mitoituslaskelmat tarkistettu
- Lämpökojekenttä sekä ohjaukset huomioitu
- Keskuksen liitettävien laitteiden merkinnät
 - Laitteiden nimet ja sijainti
 - Laitteiden tehot
 - Ryhmätunnukset
 - Kaapelointi
 - Suojalaitteet
- Kansilehden sähkötekniilliset tiedot
 - Nimellisvirta sekä jännite
 - Jakelujärjestelmä
 - Laitteiden liittymä- sekä huipputeho
 - Oikosulkukestoisuus
 - Kiskot ja johtimet
- Kansilehden koteloititiedot
 - Koteloituiluokka
 - Asennus- sekä kiinnitystapa
 - Keskuksen maksimikoko
- Kansilehden hyväksyttämisen merkinnät

Tasopiirustukset

- Ei sekaryhmitystä (valaistus, pistorasiat)
- Keittiölaitteiden ryhmitykset selkeästi merkitty
- Normaali-/VV-ryhmäsymbolit toisistaan erottuvina
- Johtotiet määriteltä

SÄH- JA LVI-suunnitelmien yhteensovittelu

- LVI- ja sähkösuunnitelmien törmäystarkastelu
- Laitetunnusten yhdenmukaisuus eri asiakirjoissa
- Paloilmoittimien sijainti
- Valaisimien ja ilmanvaihtolaitteiden yhteensovitus

Kuva 17. Insinööriyössä laadittu ammattikeittiön sähkösuunnittelun tarkistuslista.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli ammattikeittiön sähkösuunnittelu. Työn tavoitteena oli tuoda esiin ammattikeittiön erityispiirteitä ja sähkösuunnittelussa huomioitavia asioita sekä kehittää sähkösuunnittelijoiden tueksi tarkistuslista ammattikeittiön sähkösuunnitelmien tarkistamista varten.

Työssä kerrottiin ammattikeittiötyypeistä, niiden toimintatavoista sekä tyypillisimmistä keittiölaitteista. Työssä käytiin läpi asioita, joita sähkösuunnittelijan tarvitsee tietää ja huomioida sähköistettävien keittiölaitteiden sekä muiden sähköpisteiden osalta. Työssä käsiteltiin myös hieman kylmiö- sekä pakastetilojen sähkösuunnittelussa huomioitavia asioita kuten lattialämmitystä ja ovikarmien sulatusta. Työssä käsiteltiin myös ammattikeittiön valaistusta ja tärkeimpiä valaisimen ominaisuuksia, jotka on otettava huomioon ammattikeittiön valaisimien valinnassa. Lisäksi esitettiin tutkittuihin kohteisiin valikoituneita valaisimia. Työn lopussa käytiin läpi tarkistuslistaan listatut asiat sekä esitettiin kuva insinöörityössä laaditusta tarkistuslistasta.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin hyvin ja työ antaa selkeän ja kokonaisvaltaisen kuvan ammattikeittiöistä sekä niiden sähkösuunnittelusta. Tarkistuslistan avulla voidaan vähentää inhimillisiä virheitä sekä varmistaa, että ammattikeittiön sähkösuunnitelmat on toteutettu asianmukaisella tavalla. Opinnäytetyön tekstiosuutta voidaan myös käyttää uusien sähkösuunnittelijoiden perehdytysmateriaalina tutustuttaessa ammattikeittiötiloihin sekä ammattikeittiön sähkösuunnitteluun.

Lähteet

- 1 Energiatehokas ammattikeittiö. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/3056/Energiatehokas_ammattikeittio.pdf>. Luettu 3.10.2023.
- 2 OL3. Verkkoaineisto. Teollisuuden Voima Oyj. <<https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3.html>>. Luettu 3.10.2023.
- 3 Ammattikeittiöt. 2017. RT 94-11254. Rakennustieto.
- 4 Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. 2000. LVI 06-10304. Rakennustieto.
- 5 Toimivat ja kestävät RST-kalusteet: ammattikeittiökalusteet ja myymäläkalusteet mittatilaustyönä. Verkkoaineisto. Kavika Oy. <<https://www.kavika.fi/ammattikeittio-ja-myymalakalusteet/>>. Luettu 25.10.2023.
- 6 Laiteluettelo. 2020. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 7 Keittiön keskuksen pääkaavio. 2023. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 8 Valvomo-ohjelmisto. 2023. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 9 Energiatehokas sähkölämmitys. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/remontoi_ ja_ huolla/energiatehokas_sahkolammitys>. Luettu 7.11.2023.
- 10 Keittiölaitteiden pohjapiirustus. 2021. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 11 Laiteluettelo. 2021. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 12 Sähköpiirustukset. 2021. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 13 Selostusmallipohja, S262 Lattialämmitykset. 2020. ST 70.31.07. Sähkötieto.
- 14 Keittiön keskuksen pääkaavio. 2021. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 15 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2021. ST13.31. Sähkötieto.
- 16 Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. 2022. ST 58.04. Sähkötieto.
- 17 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus. 2022. SFS-EN 12464-1:2021. Suomen Standardisoimisliitto.

- 18 CLO ja L100 – ympäristöystävällinen ja taloudellinen valinta. Verkkoaineisto. Fagerhult Oy <<https://www.fagerhult.com/fi/osaamiskeskus/LED/clo-ja-l100/>>. Luettu 24.01.2024.
- 19 Värilämpötilat. Verkkoaineisto. Oy Limente Ab. <https://www.limente.fi/fi/varilampotila_14.html/>. Luettu 24.10.2023.
- 20 Valaistusluettelo. 2021. Yrityksen sisäinen aineisto. Granlund Oy.
- 21 C63-R600x600 LED 5000 DALI 840 LI MP/PC. Verkkoaineisto. GLX Holding AS. <<https://www.glamox.com/fi/pbs/tuotteet/sisavalaistus/paneelivalaisimet/c63089654/>>. Luettu 7.10.2023.
- 22 Multilume Hydro LED. Verkkoaineisto. Fagerhults Belysning Ab. <<https://www.fagerhult.com/fi/Tuotteet/multilume-hydro-led/multilume-hydro-led>>. Luettu 25.10.2023.