



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Aleksi Lahti

Sähkökeskusten standardit, vaatimukset ja komponenttien valinta

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen
akateeminen yksikkö
Tekniikan kandidaatti
Sähkö- ja energiatekniikka

Vaasa 2025

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

| | | | |
|--------------------------|---|-------------------|----|
| Tekijä: | Aleksi Lahti | | |
| Tutkielman nimi: | Sähkökeskusten standardit, vaatimukset ja komponenttien valinta | | |
| Tutkinto: | Sähkö- ja energiatekniikan kandidaatti | | |
| Oppiaine: | Sähkö- ja energiatekniikka | | |
| Työn ohjaaja: | Kimmo Kauhaniemi | | |
| Valmistumisvuosi: | 2025 | Sivumäärä: | 29 |

TIIVISTELMÄ:

Tutkielman tarkoituksena on selvittää, mitä vaatimuksia ja standardeja sähkökeskusten suunnittelussa tulee huomioida kiinteistöjen sähkönjakelujärjestelmien turvallisuuden ja toimintavarmuuden takaamiseksi. Sähkökeskukset ovat olennainen osa sähkönjakelujärjestelmiä, ja niiden suunnittelu vaikuttaa suoraan sekä järjestelmien käyttövarmuuteen, että käyttäjien turvallisuuteen. Tämän työn keskeinen kysymys on, mitkä standardit ja tekniset vaatimukset ohjaavat sähkökeskusten suunnittelua, ja miten nämä standardit vaikuttavat keskuksen eri osa-alueisiin ja komponentteihin.

Tutkielmassa tarkastellaan erityisesti SFS-EN 61439 -standardia, joka asettaa vaatimuksia pienjännitekeskuksille, sekä SFS-EN 60529 -standardia, joka määrittää muun muassa IP-luokitukset. Näiden lisäksi tutkielmassa käsitellään muita keskeisiä standardeja ja suosituksia, jotka vaikuttavat sähkökeskusten suunnitteluun erityisesti turvallisuuden ja luotettavuuden näkökulmasta.

Tutkielma keskittyy myös sähkökeskusten tärkeimpiin komponentteihin, kuten pääkytkimiin, energiamittareihin, pääsulakkeisiin, vikavirtasuojalaitteisiin, ylijännitesuojoihin ja ohjauskojeisiin. Komponenttien valinta ja mitoitus perustuvat standardien mukaisiin vaatimuksiin ja kohteen erityistarpeisiin. Jokaisen komponentin kohdalla analysoidaan sen rooli sähkökeskuksen toiminnassa ja turvallisuudessa, ja tarkastellaan, miten ne suojaavat järjestelmää tai käyttäjää ylikuormitukselta, oikosuluilta ja muilta mahdollisilta häiriöiltä.

Lopuksi tutkielmassa kuvataan sähkökeskuksen suunnitteluprosessi, johon kuuluvat eri vaiheet, dokumentointi ja piirrosmerkkien käyttö. Dokumentoinnin osalta painotetaan erityisesti kansilehden ja piirustusten roolia, joilla varmistetaan, että sähkökeskus täyttää kaikki vaaditut standardit ja mahdollistaa turvallisen käytön sekä kunnossapidon.

Johtopäätöksenä tämä kandidaatintutkielma osoittaa, että standardien ja vaatimusten mukainen sähkökeskusten suunnittelu on välttämätöntä luotettavan ja turvallisen sähköjärjestelmän luomiseksi. Standardien huolellinen noudattaminen mahdollistaa sähkökeskusten asianmukaisen toiminnan ja ehkäisee mahdollisia riskejä käyttöympäristöissä. Työn tulokset tarjoavat hyödyllistä tietoa erityisesti sähkösuunnittelijoille, jotka suunnittelevat ja valitsevat komponentteja sähkökeskuksiin, ja antavat kattavan kuvan siitä, kuinka erilaiset vaatimukset vaikuttavat sähkökeskusten suunnitteluun ja toteutukseen kestävässä ja turvallisessa sähköjärjestelmässä.

AVAINSANAT: Sähkökeskukset, Standardit, Keskuskomponentit, Sähkösuunnittelu

Sisällys

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 6 |
| 2 | Standardit, vaatimukset ja IP-luokitus | 8 |
| 2.1 | Liitântäarvot sähkökeskuksen suunnittelussa | 8 |
| 2.2 | Sähkönjakelujärjestelmä | 10 |
| 2.3 | Muita vaatimuksia | 10 |
| 2.4 | IP-Luokat | 10 |
| 2.4.1 | Ensimmäinen tunnusnumero | 11 |
| 2.4.2 | Toinen tunnusnumero | 11 |
| 3 | Keskustyyppit | 13 |
| 3.1 | Kehikkokeskukset | 13 |
| 3.2 | Kennokeskukset | 14 |
| 3.3 | Kotelokeskukset | 14 |
| 4 | Komponenttien valinta | 16 |
| 4.1 | Pääkytkin | 16 |
| 4.2 | Energiamittaus | 16 |
| 4.3 | Pääsulake | 17 |
| 4.4 | Vikavirta- ja johdonsuojat | 19 |
| 4.5 | Ylijännitesuojat | 20 |
| 4.6 | Ohjauskojeet | 21 |
| 5 | Sähkökeskuksen suunnittelu | 22 |
| 5.1 | Suunnittelun vaiheet | 22 |
| 5.2 | Sähkökeskuksen dokumentit | 22 |
| 5.2.1 | Kansilehti | 23 |
| 5.2.2 | Keskuskaaviot ja piirrosmerkit | 24 |
| 5.2.3 | Piirikaaviot | 25 |
| 6 | Yhteenveto | 27 |
| | Lähteet | 28 |

Kuvat

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Kehikkorunkoinenkeskus (POK, 2024). | 13 |
| Kuva 2. Kennokeskus (POK, 2024). | 14 |
| Kuva 3. Kotelokeskus (POK, 2024). | 15 |
| Kuva 4. Hager 40A Pääkytkin (AhlSELL verkkokauppa, 2024). | 16 |
| Kuva 5. Landis+Gyr E360 energiamittari (Landis+Gyr, 2024). | 17 |
| Kuva 6. Ote Vaasan sähköverkon liittymien hinnoista (Vaasan sähköverkko, 2024). | 18 |
| Kuva 7. ABB:n Johdon- ja vikavirtasuojan yhdistelmä (ABB, 2024). | 20 |
| Kuva 8. Osa erään teollisuushallin nousukeskuksen pääkaaviosta (Lahti, 2024). | 23 |
| Kuva 9. Erään teollisuushallin nousukeskuksen keskuskaavio (Lahti, 2024). | 24 |
| Kuva 10. Esimerkki valaistus ohjauksen piirikaaviosta (UTU, 2025). | 26 |

Taulukot

| | |
|---|----|
| Taulukko 1. Kertoimet n , mitoitusvirran huippuarvon laskentaa varten (SFS, 2022). | 9 |
| Taulukko 2. Ensimmäisen tunnusnumeron vaatimukset (SFS, 2019). | 11 |
| Taulukko 3. Toisen tunnusnumeron vaatimukset (SFS, 2019). | 12 |

Lyhenteet ja symbolit

| | |
|----------|---|
| U_n | Nimellisjännite |
| I_n | Nimellisvirta |
| I_{pk} | Mitoitusvirran huippuarvo |
| I_{cw} | Lyhytaikainen mitoitusvirta |
| I''_k | Alku oikosulkuvirta |
| c | Tasavirtatekijän huomioon ottava kerroin |
| d | Vaihtovirtatekijän huomioon ottava kerroin |
| t | Aika |
| n | Kerroin mitoitusvirran huippuarvon laskentaan |
| P_h | Huipputeho |
| A | Pinta-ala |

| | |
|---------------|----------------------|
| $P_{\max 1h}$ | Huipputuntiteho |
| a | vakioteho |
| b | vakioteho/neliometri |

1 Johdanto

Sähkökeskus on kojeisto, jota käytetään jakamaan sähköenergiaa turvallisesti ja tehokkaasti. Sähkökeskuksia löytyy lähes jokaisesta kiinteistöstä, joka on sähköistetty. Isommista kiinteistöistä, kuten liike- ja teollisuuskiinteistöistä keskuksia löytyy useampia. Tämä tutkielma keskittyy erityisesti asuinrakennusten ja julkisten rakennusten sähkökeskuksiin, jättäen teollisuuden sähkökeskukset ja niihin liittyvät erityisvaatimukset tarkastelun ulkopuolelle. Tutkielman tavoitteena on selvittää, millaisia vaatimuksia ja standardeja sähkökeskusten suunnittelussa tulee huomioida, että voidaan varmistaa niiden turvallisuus ja toimintavarmuus. Erityistä huomiota työssä kiinnitetään standardeihin SFS-EN 61439 ja SFS-EN 60529, jotka määrittelevät pienjännitekeskusten rakenteelliset vaatimukset ja IP-luokitukset.

Luvussa 2 käsitellään sähkökeskuksia koskevat standardit ja keskeisimmät vaatimukset, jotka ohjaavat turvallista suunnittelua ja toteutusta. Ensimmäiseksi käsitellään sähkökeskusten liitännä- ja nimellisarvojen määrittämistä. Toiseksi perehdytään TN-S järjestelmään mikä on pääosin Suomessa käytössä varsinkin julkisissa ja asuin kiinteistöissä. Kolmas osa kattaa muut vaatimukset kuten sähkömagneettisen yhteensopivuuden ja rakenteelliset vaatimukset, jotka liittyvät esimerkiksi keskusten huolto- ja tarkastustoimenpiteisiin. Lopuksi huomioidaan keskusten IP-luokitukset, jotka määräytyvät erilaisten asennusolosuhteiden ja tarpeiden mukaan.

Luvussa 3 perehdytään sähkökeskusten rakenteellisia eroja ja toteutustapoja. Erityisesti käsitellään erilaisia keskusrakenteita, kuten kehikko-, kenno- ja kotelokeskuksia, sekä niiden soveltuvuutta eri käyttökohteisiin.

Sähkökeskusten tärkeimpiä komponentteja ja niiden valintaa käsitellään luvussa 4. Ensiksi tarkastellaan pääkytkintä ja sen tehtävää sekä valintaperusteita sekä lisäksi energiamittaria, joka mittaa kulutetun energian määrän. Lisäksi käsitellään johdonsuojien ja vikavirtasuojien valintaa, joiden tehtävänä on suojata sähköjärjestelmää ja käyttäjää. Ylijännitesuojat ovat myös tärkeässä roolissa, sillä ne

suojaavat laitteistoa verkon ylijännitteiltä, joita voi aiheutua esimerkiksi salaman iskuista. Lopuksi käsitellään ohjauskojeet, joiden avulla hallitaan esimerkiksi valaistusta tai ilmanvaihtoa rakennusautomaation kautta.

Suunnittelun näkökulma huomioidaan luvussa 5. Siinä otetaan huomioon suunnittelun vaiheet aina asiakkaan tarjouspyynnöstä suunnitelmien valmiiksi saattamiseen asti. Kappaleessa myös käsitellään dokumentointia ja sitä mitä sähkökeskuksen dokumentit pitävät sisällään, mukaan lukien kansilehti ja muut sivut, joissa näkyvät keskukselta lähtevät ryhmäjohtot sekä piirikaaviot.

2 Standardit, vaatimukset ja IP-luokitus

Sähkökeskuksia koskevista standardeista tärkeimpänä voidaan pitää SFS-EN 61439 standardia (Salminen, 2018). Se sisältää vaatimukset ja tarkennuksia eri käyttötarkoituksiin tarkoitetuille keskuksille. Standardi SFS-EN 61439-1 sisältää yleiset vaatimukset ja yhdessä sen kanssa käytetään jotain muuta tapaukseen sopivaa standardia. Tämä standardi määrittelee keskuksien käyttöön sopivat olosuhteet, rakenteelliset vaatimukset ja todentamisvaatimukset pienjännitekeskuksille.

2.1 Liitântäarvot sähkökeskuksen suunnittelussa

Sähkökeskuksen liitântäarvojen on taattava yhteensopivuus piireihin, joihin se liitetään (Salminen, 2018). Keskuksen nimellisjännitteen (U_n) on oltava yhtä suuri kuin sen järjestelmän nimellisjännite, mihin keskus liitetään.

Keskuksen nimellisvirta (I_n) määräytyy joko keskuksen rinnan toimivien syöttöjen virtojen summasta tai kokonaisvirrasta, jonka pääpiirit pystyvät siirtämään (Salminen, 2018). Virta määräytyy siis näistä kahdesta tekijästä pienimmän mukaan. Keskukselle täytyy myös laskea mitoitusvirran huippuarvo (I_{pk}) ja lyhytaikainen mitoitusvirta (I_{cw}). Näiden arvojen lisäksi keskukselle myös määritellään mitoitustaajuus, joka on sama kuin sähköverkon taajuus. Suomessa sähköverkon taajuus on 50 Hz.

Lyhytaikaisesta mitoitusvirrasta (I_{cw}) käytettiin ennen nimitystä terminen oikosulkuvirta (Pyykkö, 2021). Tämä virta aiheuttaa keskukseseen ja komponentteihin lämpenemisenä ilmenevää räsitusta oikosulun sattuessa. Lyhytaikainen mitoitusvirta voidaan laskea kaavalla

$$I_{cw} = I''k\sqrt{c + d}, \quad (1)$$

missä $I''k$ on alku oikosulkuvirta, c on tasavirtatekijän huomioon ottava kerroin ja d vaihtovirtatekijän huomioon ottava kerroin.

Mikäli yhden sekunnin lyhytaikainen mitoitusvirta täytyy muuntaa vaikutusajoille $t = 0,2-5$ s, laskemiseen voidaan käyttää kaavaa

$$I_{cwt} = I_{cw} * \frac{1}{\sqrt{t}}, \quad (2)$$

Missä I_{cw} on lyhytaikainen mitoitusvirta ja t on aika.

Mitoitusvirran huippuarvo (I_{pk}) on ennen tunnettu nimellä dynaaminen oikosulkuvirta (Pyykkö, 2021). Se aiheuttaa keskukseen ja sen komponentteihin mekaanista rasitusta oikosulun aikana. Mitoitusvirta voidaan laskea, kun tiedetään lyhytaikainen mitoitusvirta. Niin taulukon 1 avulla, joka on osa standardia SFS-EN 61439-1, saadaan laskettua kaavalla

$$I_{pk} = n * I_{cw}, \quad (3)$$

Missä n on taulukosta 1 saatava kerroin.

Taulukko 1. Kertoimet n , mitoitusvirran huippuarvon laskentaa varten (SFS, 2022).

| Oikosulkuvirran tehollisarvo kA | $\cos \varphi$ | n |
|------------------------------------|----------------|-----|
| $I \leq 5$ | 0,7 | 1,5 |
| $5 < I \leq 10$ | 0,5 | 1,7 |
| $10 < I \leq 20$ | 0,3 | 2 |
| $20 < I \leq 50$ | 0,25 | 2,1 |
| $50 < I$ | 0,2 | 2,2 |

^a Taulukon arvot pätevät useimpiin sovelluksiin. Erityisissä paikoissa, esim. muuntajan tai generaattorin läheisyydessä, voi tehokerroin saada pienempiä arvoja, jolloin prospektiivisen virran huippuarvo voi tulla rajoittavaksi arvoksi oikosulkuvirran tehollisarvon sijasta.

Valmiin keskuksen rakenne on merkittävä arvokilvellä, mistä tulee selville keskuksen valmistaja, tyyppimerkintä tai tunnistenumero, valmistusajankohta sekä tieto minkä IEC 61439 standardin osan keskus täyttää (Salminen, 2018).

2.2 Sähkönjakelujärjestelmä

Suomessa uusissa rakennuksissa TN-S järjestelmä pitää asentaa pääkeskukselta eteenpäin standardin SFS6000-4-41 mukaan (Loikkanen, 2024). Myös vikavirtasuojien käyttäminen edellyttää, että TN-järjestelmässä nolla- ja suojamaajohtimien on oltava erillisiä. Sähkökeskuksen kaikki jännitteelle alttiit osat täytyy liittää yhteen joko suojajohtimen tai maadoitusjohtimien kautta maadoitusjärjestelmään (Salminen, 2018). Maadoitus ei saa katketa esimerkiksi huoltotöidenkään aikana. Keskuksen metalliosien väliset asennukset lasketaan riittävänä suojamaan jatkuvuudeksi, samoin kansien ja ovien ruuvit sekä metallisaranat toimivat maadoituksen jatkajana.

2.3 Muita vaatimuksia

Sähkökeskuksille asetetaan myös muita vaatimuksia, kuten esimerkiksi sähkömagneettisen yhteensopivuuden varmistus (Salminen, 2018). Mikäli keskus ei sisällä elektronisia virtapiirejä, yhteensopivuustestit eivät ole tarpeellisia. Yleensä keskuksat sisältävät kuitenkin joitain elektronisia laitteita, jolloin testit ovat tarpeen. Tiloissa kuten kotitalouksissa, kaupoissa tai toimistoissa on käytettävien komponenttien täytettävä standardin IEC 61000-6-3 vaatimukset.

2.4 IP-Luokat

Sähkökeskuksen koteloituiluokka eli IP-luokka kertoo minkälaisiin olosuhteisiin ja ympäristöihin kyseinen keskus on suunniteltu (SFS, 2019). IP-luokka tulee merkitä keskuksen arvokilpeen. Se kertoo, kuinka keskus on suojattu vierailta esineiltä, pölyltä, vedeltä sekä jännitteisten osien kosketukselta. Koteloinnin standardi on SFS-EN 60529 ja se määrittää laitteiden IP-luokkien vaatimukset pääpiirteisesti. IP-koodi on järjestelmä, joka siis kuvaa sähkölaitteiden koteloinnin suojausluokitusta. Koodi koostuu aina tunnuksesta "IP", jota seuraa kaksi numeroa ja mahdolliset lisäkirjaimet. Tunnus "IP" on lyhenne englannin kielen sanoista Ingress Protection.

2.4.1 Ensimmäinen tunnusnumero

Ensimmäinen tunnusnumero kertoo keskuksen koteloinnin suojasta kosketukselta vaarallisiin osiin sekä vierasesine- ja pölysuojausasteen (SFS, 2019). Ensimmäinen numero on 0-6 ja tunnusnumeroista käytetään vain yhtä kutakin kotelointia kohden. Numeroiden selitykset ja tarkennukset löytyvät taulukosta 2. Mikäli ensimmäistä tunnusnumeroa ei ilmaista, eli mitään vaatimuksia ei ole vierasesine-, pöly- tai kosketussuojaukselle ei ole, niin ensimmäinen tunnusnumero korvataan kirjaimella X. Taulukossa 2 ensimmäinen sarake kertoo tunnusnumeron, toinen suojauksen vaatimuksen vierailta esineiltä ja pölyltä. Viimeinen kertoo suojauksen vaatimuksen kosketukselta vaarallisiin osiin.

Taulukko 2. Ensimmäisen tunnusnumeron vaatimukset (SFS, 2019).

| Ensimmäinen tunnusnumero | Vieraiden esineiden ja pölyn suojaus | Henkilösuojaus |
|---------------------------------|--|------------------------------------|
| 0 | Suojaamaton | Suojaamaton |
| 1 | Halkaisijaltaan ≥ 50 mm kappa- leen sisäänkäsky on estetty | Nyrkin sisäänkäsky on estetty |
| 2 | Halkaisijaltaan $\geq 12,5$ mm kappa- leen sisäänkäsky on estetty | Sormen sisäänkäsky on estetty |
| 3 | Halkaisijaltaan $\geq 2,5$ mm kappa- leen sisäänkäsky on estetty | Työkalun sisäänkäsky on estetty |
| 4 | Halkaisijaltaan $\geq 1,0$ mm kappa- leen sisäänkäsky on estetty | Langan sisäänkäsky on estetty |
| 5 | Haitallisen pölymäärän sisään- käsky on estetty | Langan sisäänkäsky on estetty |
| 6 | Pölytiivis | Langan sisäänkäsky on estetty |

2.4.2 Toinen tunnusnumero

Toinen tunnusnumero kertoo vesisuojausasteen (SFS, 2019). Numero on väliltä 0-9. Tunnusnumero kertoo kuinka paljon se suojaa vedenkäskyä kotelon sisälle. Numeroon

kuusi asti merkittävä tunnusnumero kertoo, että se täyttää myös sitä alemmat suojaukset. Mikäli toiseksi tunnusnumeroksi on merkitty vain numero 7 tai 8, koteloointi ei täytä luokkien 5 tai 6 suojausta. Keskuksen ei tarvitsekaan täyttää näitä vaatimuksia, paitsi jos se kaksoiskoodataan käyttäen vinoviivaa, esimerkiksi IPX5/IPX7. Taulukosta 3 nähdään toisen tunnusnumeron vaatimukset. Taulukon ensimmäinen sarake kertoo toisen tunnusnumeron ja toinen sarake suojauksen vaatimuksen.

Taulukko 3. Toisen tunnusnumeron vaatimukset (SFS, 2019).

| Toinen tunnusnumero | Veden suojaus |
|----------------------------|--|
| 0 | Suojaamaton |
| 1 | Pystysuoraan tippuvalta vedeltä |
| 2 | 15° kallistettu laite tippuvalta vedeltä |
| 3 | Satavalta vedeltä |
| 4 | Roiskuvalta vedeltä |
| 5 | Vesisuihkulta |
| 6 | Voimakkaalta vesisuihkulta |
| 7 | Lyhytaikaiselta upotukselta |
| 8 | Jatkuvalta upotukselta |

3 Keskustyyppit

Keskustyyppi määräytyy yleisesti asiakkaan tarpeen ja käyttökohteen mukaan. Sähkösuunnittelijan suunnittelemassa ja asiakkaan toimittamassa pääkaaviossa on usein määritelty vaatimus IP-luokalle. Pienjännitekeskusten kolme yleisintä koteloratkaisua ovat kehikko-, kotelo- ja kennokeskukset. Uudisrakennusten asuntojen ryhmäkeskukset toteutetaan usein uppoasennettavina malleina, kun taas korjaus tai saneerauskohteissa käytetään pinta-asennettavia malleja.

3.1 Kehikkokeskukset

Kehikkorunkoon toteutettu sähkökeskus on kehikko, jossa on sivu seinät sekä pohjalevy, mikäli keskuksen takana oleva seinä on rakennettu materiaalista, joka ei ole paloturvallinen (Salminen, 2018). Keskuksen komponentit ovat asennettuna kiskoihin keskuksen. Kehikkorunkoiset keskukset sijoitetaan kuivaan tilaan, jonne pääsy on vain opastetuilla henkilöillä, tai vaihtoehtoisesti asennetaan lukittava ovi, joka peittää komponentit. Kehikkorunkoista keskusta voidaan käyttää pää-, mittaus- tai jakokeskuksena. Tyypillisesti maksimi nimellisvirta on 630 ampeeria. Kuvassa 1 esimerkkinä POK:n valmistama kehikkorunkoinen keskus.



Kuva 1. Kehikkorunkoinenkeskus (POK, 2024).

3.2 Kennokeskukset

Kennokeskus on lattialla sokkelin päällä seisova keskus (Salminen, 2018). IP-luokaltaan ne ovat väliltä IP30-IP55. Keskukseen runkoon asennetaan ovet, joilla suojataan komponenttien vahinkokäyttöä.

Kennokeskuksissa on tavallista, että suurivirtaisille lähdöille käytetään kaapelikuilua. Kuilun etuna on, että isoille tuleville kaapeleille jää enemmän kytkentätilaa. Sinne ei yleensä asenneta kojeita eikä liittimiä, mutta nolla- ja maadoituskiskot voidaan tarvittaessa sijoittaa kaapeli kuiluun. Kuvassa 2 mallina POK:n valmistama kennokeskus.



Kuva 2. Kennokeskus (POK, 2024).

3.3 Kotelokeskukset

Koteloidulla keskusrakenteella voidaan IP-luokitus toteuttaa välillä IP34-IP55 (Salminen, 2018). Suuremmat kotelointiluokat saavutetaan tiivistämällä rungon liitoskohtia ja käyttämällä jopa kytkentäkotelaita. Keskukseen koteloiduissa käytetään samoja ovia, mitä

myös kennokeskuksien rungoissa. Kotelokeskuksissa nimellisvirran maksimiarvo voi olla aina 1000 ampeeriin asti.

Koteloitua runkoa voidaan käyttää useammassa ja haastavammassa paikassa kuin kevyttä kehikkorunkoistakeskusta. Kotelokeskukset voivat sijaita likaisissa ympäristöissä kuten tehtaissa tai ulkotiloissa. Ulkoasennuksiin lisätään usein sadelippa estämään vedenpääsyä keskukseen sisälle. Koteloiduissa keskuksissa tulee myös ottaa huomioon, että kaapeleiden läpivienteihin tulee käyttää päätylaippoja. Laipoissa tulee olla riittävä IP-luokitus ja riittävä määrä läpivientejä. Kuvassa 3 esimerkkinä POK:n valmistama kotelokeskus.



Kuva 3. Kotelokeskus (POK, 2024).

4 Komponenttien valinta

Sähkökeskukseen valitaan komponentit, jotka ovat suurimmilta osin jokaisessa keskuksessa toiminta periaatteeltaan samanlaisia. Tässä luvussa käydään läpi ja käsitellään yleisimmät komponentit ja niiden mitoitus perusteita.

4.1 Pääkytkin

Sähkökeskuksen pääkytkimen tehtävänä on toimia kytkimenä, jolla saadaan tehtyä keskus jännitteettömäksi kääntämällä se auki asentoon (Leskinen, 2018). Esimerkiksi omakotitalojen keskuksissa on vain yksi katkaisija ja se on pääkatkaisija. Se mitoitetaan keskuksen nimellisvirran mukaan. Katkaisijalla erotetaan keskus jakeluverkosta, tai muusta sähkön syötöstä. Kuvassa 4 esimerkkinä pääkytkimestä Hager merkin 40A kolmenapainen pääkytkin, mikä on asennettavissa sähkökeskuksen DIN-kiskoon.



Kuva 4. Hager 40A Pääkytkin (Ahsell verkkokauppa, 2024).

4.2 Energiamittaus

Kuluttaja ostaa sähkölaitokselta sähkönsä liityntäpisteeseen ja kohteen pääkeskukselta mitataan toimitettu energia (Salminen, 2018). Ne osat, joihin tulee mittaamatonta sähköä, tulee olla sinetöidyt. Sähkölaitoksen toimittama mittari on asennettava pääsulakkeiden ja pääkytkimen väliin, mikäli se on mahdollista. Tässä tapauksessa on laitettava varoituskilvet, mitkä kertovat, että mittalaitteen jännite ei katkea pääkytkimestä. Nykyajan mittalaitteet ovat etäluettavia älykkäitä energiamittareita.

Uusilla mittareilla on mahdollista päästä sähkömarkkinalain edellyttämän vartin mittaustiheyteen (Vaasan Sähköverkko, 2024). Kuvassa 5 Landis+Gyr:n etäluettava energiamittari.



Kuva 5. Landis+Gyr E360 energiamittari (Landis+Gyr, 2024).

Kun pääsulakkeiden koko on 63 A tai alle, niin mittaus voidaan toteuttaa suorana (Salminen, 2018). Muissa tapauksissa käytetään epäsuoraa mittausta. Silloin mittausjohtimien poikkipinnan oltava vähintään $2,5\text{mm}^2$. Epäsuorissa mittauksissa käytetään virta- ja jännitemuuntajia.

4.3 Pääsulake

Keskuksen pääsulakkeet suojaavat liittymiskaapelia ja ovat sähkökeskuksen sinetöidyssä tilassa (Lahti, 2020). Pääsulake on mitoitettava niin suureksi, että se kestää koko kiinteistön kulutuksen. Mitoituksen on oltava niin suuri, että mahdolliset muutostyöt tulevaisuudessa eivät aiheuta muutoksia liittymiskaapeliin ja pääsulakkeisiin. Kuitenkaan liian suuria pääsulakkeita ei ole kannattavaa asentaa sillä verkkoyhtiöt perivät maksun liittymän koon perusteella.

Pienjänniteliittymät

Vyöhyke 1: Liittymä sijaitsee asemakaava-alueella tai etäisyys olemassa olevaan muuntamoon on enintään 200 m

| pääsulake | alv. 0 % | alv. 25,5 % |
|-----------|------------|-------------|
| 3 x 25 A | 1 804,03 € | 2 264,06 € |
| 3 x 35 A | 2 204,03 € | 2 766,06 € |
| 3 x 50 A | 3 113,71 € | 3 907,71 € |
| 3 x 63 A | 3 447,58 € | 4 326,71 € |
| 3 x 80 A | 4 127,42 € | 5 179,91 € |
| 3 x 100 A | 5 238,71 € | 6 574,58 € |

Suuremmat sulakekoot hinnoitellaan tapauskohtaisesti

Kuva 6. Ote Vaasan sähköverkon liittymien hinnoista (Vaasan sähköverkko, 2024).

Pääsulakkeiden koon laskemiseen käytetään huipputehon laskennan kaavaa (Sähkötieto ry, 2021). Kaava on erilainen erilaisten rakennusten kesken. Esimerkkinä käsitellään omakotitalon sekä julkisen rakennuksen kuten koulun huipputehon laskennan kaavaa.

Ei-sähkölämmitteisen omakotitalon huipputeho lasketaan kaavalla

$$P_h = 7,5 + 26 * A/1000, \quad (4)$$

missä A on rakennuksen pinta-ala.

Koulun lineaarinen huipputeho taas lasketaan kaavalla

$$P_{max1h} = a + bA, \quad (5)$$

missä a on vakioteho ja b on vakioteho per neliometri.

4.4 Vikavirta- ja johdonsuojat

Yleisimmät komponentit nykypäivän sähkökeskuksissa ovat johdonsuoja-automaatit (Salminen, 2018). Niitä käytetään suojaamaan lähteviä ryhmäjohtoja ylikuormittumiselta ja oikosulun suojana. Automaatteja on erilaisilla laukaisukäyrillä. Yleisimpiä ovat C, B ja D. Kirjaimet kertovat laukaisukäyrän tyyppin ja sen, kuinka nopeasti suojaus toimii. Johdonsuojakatkaisija on kuin mekaaninen rele ja siinä on ilmaeristeinen katkaisija, se sisältää ylikuormitussuojauksen, joka laukeaa ylivirran lämpövaikutuksesta ja oikosulkusuojauksen, joka laukeaa virran aiheuttaman magneettikentästä (Leskinen, 2018). Suojaus toimii, kun toinen sen suojauksista laukeaa. Johdonsuojakatkaisija voidaan kytkeä kuitenkin takaisin päälle, mikäli se ei rikkoudu suojauksen toimiessa.

Vikavirtasuojat toimii taas henkilö- tai palosuojana (Salminen, 2018). Henkilösuojana toimivan vikavirtasuojan toimintavirta raja-arvona on alle 30 mA, kun taas palosuojan tai muun suojan arvo voi olla 30 mA tai 300 mA. Markkinoilla on myös olemassa yhdistelmäsuojia, jotka siis sisältävät johdonsuoja-automaatin ja vikavirtasuojan samassa komponentissa. Silloin yleensä yhdistelmäsuoja on yksivaiheinen 30 mA vikavirtasuojalla ja laukaisukäyrä on joko B tai C. Yhdistelmäsuojan etuna on tilansäästö. Kuvassa 7 ABB:n johdon- ja vikavirtasuojan yhdistelmä, joka asennetaan sähkökeskuksen DIN-kiskoon.



Kuva 7. ABB:n Johdon- ja vikavirtasuojan yhdistelmä (ABB, 2024).

4.5 Ylijännitesuojat

Sähköverkossa tapahtuu ylijännitteitä erinäisistä syistä kuten, salaman iskuista, verkon vioista ja verkon kytkentä tilanteet (Korhonen, 2009). Tässä kappaleessa käsitellään tavallisimpia ylijännitteitä, joita ovat esimerkiksi maasulkuylijännitteet ja salaman iskun aiheuttamat ylijännitteet.

Yleisin ylijännitteitä aiheuttava tilanne on yksivaiheinen maasulku (Korhonen, 2009). Se aiheuttaa kahden muun vaiheen jännitteet nousun ja se esiintyy yleensä vain vaihe-ma-eristysvälissä. Verkon tähtipisteen maadoitustapa ja vikapaikka vaikuttaa ylijännitteen suuruuteen. Yleensä pienjänniteverkot, johon esimerkiksi julkiset tilat ovat taajama-alueella kytketty ovat suoraan maadoitettuja.

Toinen yleinen ylijännitteiden aiheuttaja on salaman iskut ja ne aiheuttavat jyrkkiä transienttiylijännitteitä (Korhonen, 2009). Ylijännitteet yleensä aiheutuvat salamaniskun seurauksena esimerkiksi induktion kautta, johdon maadoitettuun osaan osuneen iskun takia tai osamalla suoraan jännitteeseen johtimeen.

Ylijännite suojaus kuuluu sisäiseen salamansuojaukseen, eli kun toteutetaan rakennuksen ulkoinen suojaus, myös ylijännitesuojaus tulee lisätä (Kauhanen, 2016). Suojauksen voi myös toteuttaa, vaikka ulkoista salamansuojausta ei asennettaisi. Tällöin voidaan suojata laitteita haitallisilta ylijännitteiltä. Jos etäisyys suojattavan laitteen ja ylijännitesuojan välillä on enemmän kuin 10 metriä, täytyy asentaa myös lisäylijännitesuoja esimerkiksi ryhmäkeskukseen (Salminen, 2018).

4.6 Ohjauskojeet

Sähkökeskuksessa voi myös olla ohjauskojeita asiakkaiden tarpeiden mukaan (Salminen, 2018). Ohjauskojeita käytetään lähinnä ohjaamaan lähtöjä missä on myös kontaktori. Kontaktoreilla voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta tai ilmanvaihtoa erilaisten komponenttien kuten apureleiden, kellojen tai kytkimien avulla. Ohjaus tapahtuu valvonta-alakeskuksessa eli VAK:ssa. Se ohjaa esimerkiksi valaisin lähtöä suoraan kontaktorilla. VAK on erillinen keskus, joka kuuluu osaksi suurempaa rakennusautomaatiojärjestelmää. Omakotitaloissa niitä ei käytännössä käytetä, vaan enemmänkin julkisissa tiloissa tai teollisuuskohteissa. Yleensä VAK:n kanssa on käytössä ohjauskytkin, jolla voidaan ohittaa rakennusautomaatio järjestelmä ja käyttää käsikäyttöä.

5 Sähkökeskuksen suunnittelu

Sähkösuunnittelijalla on suuri vastuu keskuksen valmistuksessa. Hän on asiakkaansa toiveiden ja vaatimusten perusteella suunnitellut rakennuksen sähköistyksen ja sitä mukaa myös rakennuksessa olevat sähkökeskukset niiden komponentit mukaan lukien. Suunnitelmien mukaan keskusvalmistaja rupeaa valmistamaan keskuksia. Suomessa tunnettuja keskusvalmistajia ovat Ensto, UTU, Norelco, POK sekä Milectria, joka valmistaa armeijatason sähkökeskuksia.

5.1 Suunnittelun vaiheet

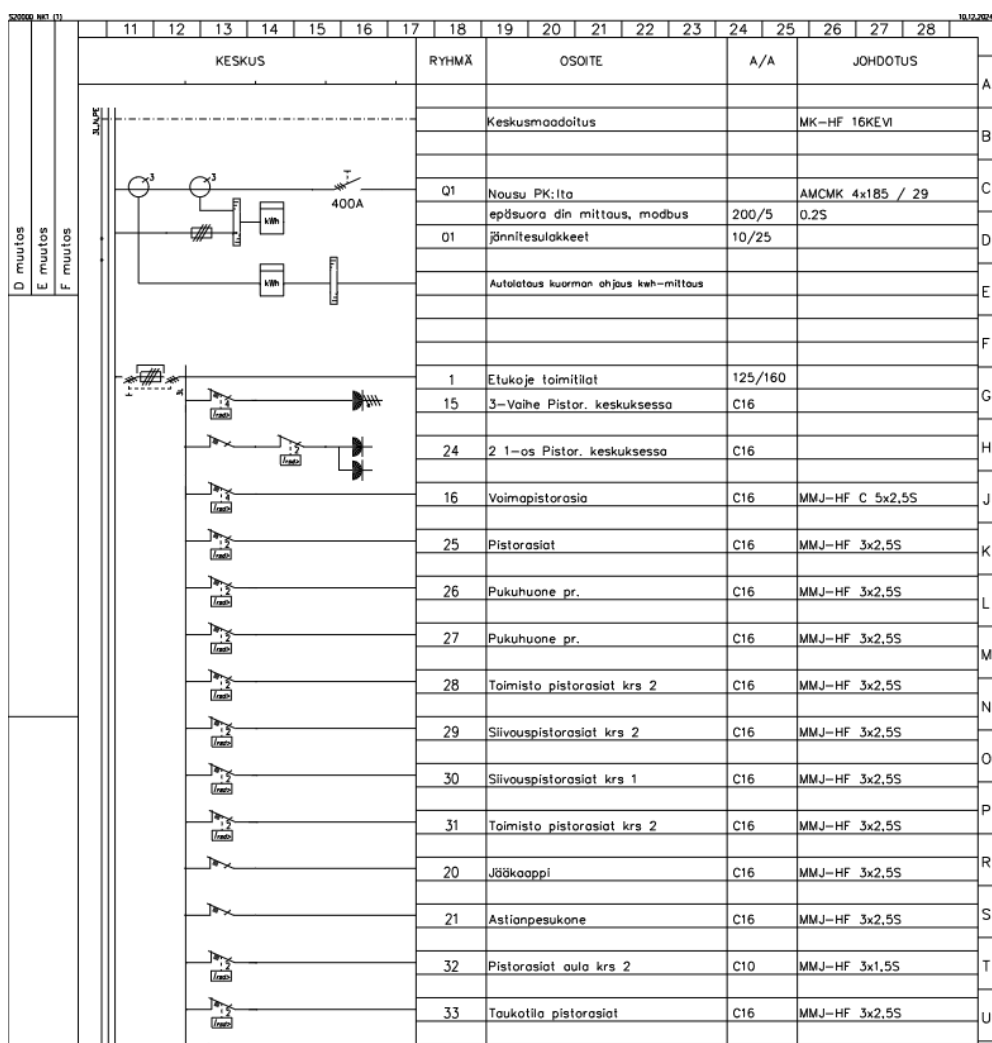
Sähkökeskukset suunnitellaan aina tarpeiden mukaan (Salminen, 2018). Lähtökohtaisesti kohteen sähkösuunnittelija tai urakoitsija laatii pääkaavion. Siitä käy ilmi keskuksen tulot, eli tavallisesti keskusta syöttävät kaapelit sekä lähdöt. Myös lähtöjen suojalaitteet sekä muut komponentit, kuten energianmittaus tai jännitevahdit. Sähkökeskusvalmistajat valmistavat heille lähetetyistä materiaaleista standardien mukaisen valmiin sähkökeskuksen, joka kytketään kohteessa käyttökuntoon sähköasentajien toimesta. Tavallisesti pääkaavion kansilehdelle annetaan vaatimuksia keskuksen teknisille ominaisuuksille ja fyysisille mitoille ja kotelointiluokalle. Rungon valintaan vaikuttavat nimellisvirta ja kotelointiluokka.

5.2 Sähkökeskuksen dokumentit

Sähkökeskuksen dokumentit muodostuvat kansilehdestä, keskuskaavioista ja mahdollisista piirikaavioista riippuen kohteesta ja keskuksen vaatimuksista. Nämä dokumentit yhdessä luovat täsmällisen kokonaisuuden aina keskuksen suunnittelusta asennettuun ja kytkettyyn valmiiseen keskukseen. Ajan tasalla olevat dokumentit varmistavat keskuksen helpon ylläpidon ja ovat myös vikatilanteita varten.

5.2.2 Keskuskaaviot ja piirrosmerkit

Keskuskaavio kertoo kaiken oleellisimman sähkökeskuksen sisällöstä (Sähkötieto ry, 2007). Kaaviosta näkee keskuksen tekniset tiedot, kuten myös kaikki pääkomponentit, joita ovat sulakkeet, katkaisijat, varokkeet, mittarit, kontaktorit, johdonsuoja- ja vikavirtasuojakatkaisijat.



Kuva 9. Erään teollisuushallin nousukeskuksen keskuskaavio (Lahti, 2024).

Keskuskaaviosta löytyy tiedot keskusta syöttävistä kaapeleista ja niistä kohteista mitä niillä kaapeleilla syötetään. Ryhmä sarakkeesta luetaan ryhmän numero, kyseisen ryhmän suojalaite on numeroitu tällä numerolla. Osoite sarakkeesta löytyy syötettävän

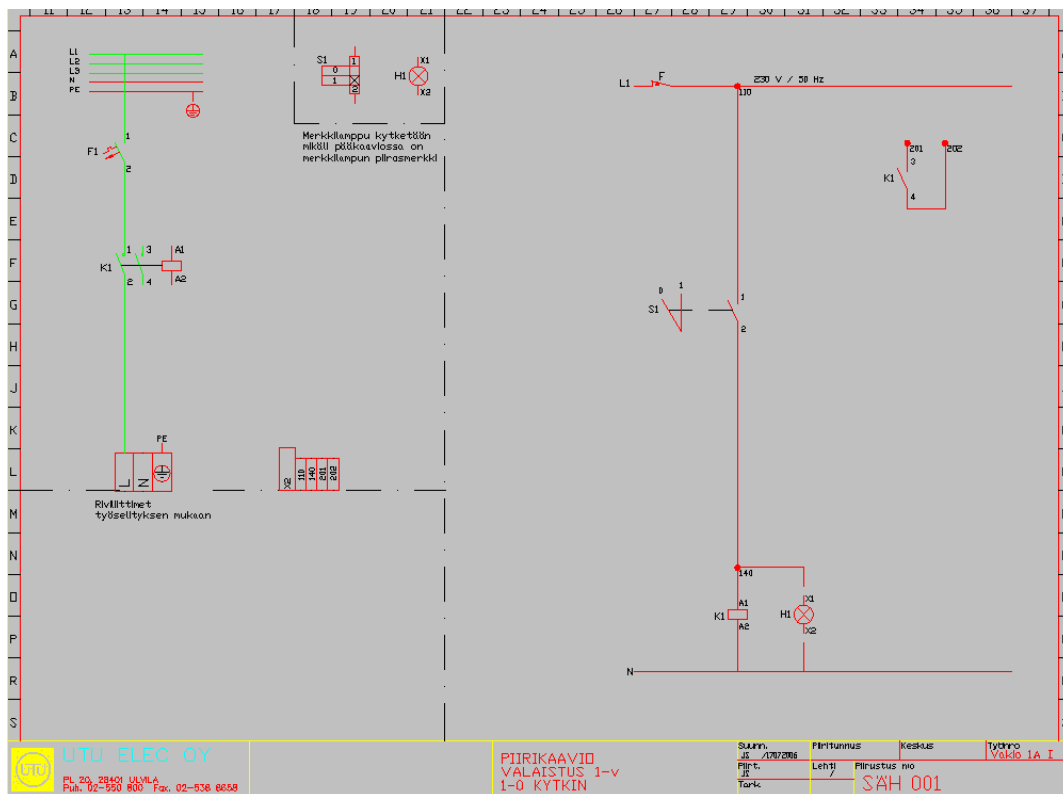
ryhmän tiedot. A/A sarake kertoo suojalaitteen koon ja johdotus sarakkeelta löytyy kyseisen ryhmän kaapeli.

Standardin IEC 60617 mukaisia piirrosmerkkejä käyttämällä keskuskaavion lukeminen ja ymmärtäminen helpottuu (Sesko, 2025). Piirrosmerkeillä myös kerrotaan, millaisella suojalaitteella syöttö on mahdollisesti suojattu. Kuvasta 9 nähdään esimerkiksi ryhmän numero 26 suojalaitteena on johdonsuoja-automaatin ja vikavirtasuojan yhdistelmä.

5.2.3 Piirikaaviot

Piirikaaviot ovat osa keskuksen dokumentteja. Niiden tarkoituksena on esittää tarkasti järjestelmän tai kytkennän toiminta (Ruppa ja Perkiö, 1996). Piirikaaviossa huomioidaan järjestelmän johdotukset ja kytkennät, mutta komponenttien kokoa tai sijaintia ei oteta huomioon.

Piirikaavio yleensä jaetaan kahteen osaan, ja silloin vasemmalla puolella sijaitsee pääpiirikaavio ja oikealla puolella ohjauspiirikaavio (Sähkötieto, 2004). Pääpiirikaavioon piirretään piirin toiminta yksikäsitteisesti. Ohjauspiirikaavioon taas piirretään komponenttien kytkennät kosketintietoineen sekä johdotukset viitetunnuksia ja viittauksia käyttämällä. Kuvassa 10 esimerkkinä UTU:n esimerkkipiirikaavio valaistusohjaus 0–1-kytkimellä.



Kuva 10. Esimerkki valaistus ohjauksen piirikaaviosta (UTU, 2025).

Vasemmalla puolella on pääpiirikaavio, jossa kytkennän toiminta kuvataan yksiselitteisesti. Oikealla puolella on ohjaukskaavio, josta luetaan, miten piiriä ohjataan.

6 Yhteenveto

Tämä tutkielma käsittelee sähkökeskusten suunnitteluun ja toteutukseen liittyviä standardeja ja vaatimuksia. Sähkökeskukset ovat olennainen osa sähköjakelujärjestelmää ja niiden oikeanlainen mitoitus ja komponenttien valinta takaavat järjestelmän turvallisuuden ja toimintavarmuuden. Tutkielmassa käsiteltiin keskeisiä standardeja kuten SFS-EN 61439 ja SFS-EN 60529, jotka määrittelevät sähkökeskusten rakenteelliset vaatimukset ja IP-luokitukset. Lisäksi tarkasteltiin eri keskustyyppjä, sekä niiden soveltuvuutta eri ympäristöihin ja käyttökohteisiin.

Sähkökeskuksen komponenttien, kuten pääkytkimen, -sulakkeiden, suojalaitteiden valinta perustuu sekä standardien vaatimuksiin, mutta myös kohteen erityistarpeisiin. Myös sähkökeskusten suunnitteluprosessin eri vaiheet dokumentointivaatimuksineen käytiin lävitse.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että sähkökeskusten suunnittelussa on ensiarvoisen tärkeää huomioida standardit ja tekniset vaatimukset, jotta voidaan varmistaa sähköjärjestelmän turvallisuus ja luotettavuus. Huolellinen suunnittelu ja dokumentointi helpottavat myös asennusta, käyttöönottoa ja kunnossapitoa.

Lähteet

- Ahlsell verkkokauppa. (2024). *Pääkytkimet*. Noudettu 11.11.2024 osoitteesta <https://www.ahlsell.fi/products/sahko/teollisuustuotteet-232736-3886-1/36-tehokytkimet-ja---katkaisijat/tehokytkimet/paakytkimet/paakytkimet/3607135--kytkin-hager-sh040-0-1-3x40a>
- Kauhanen, T. (2016). *Rakennusten salama- ja ylijännitesuojaus* [Insinööriyö, Sähkötekniikka, Metropolia Ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016100514864>
- Korhonen, H. (2009). *Ylijännitesuojaus pienjänniteverkossa* [Insinööriyö, Talotekniikka, Metropolia Ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-200906083767>
- Lahti, M. (2020). *Kerrostalon sähkösaneerauksen suunnittelu ja dokumentointi* [Insinööriyö, Sähkötekniikka, Metropolia Ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005118384>
- Landis+Gyr. (2024). *Energiamittarit*. Noudettu 11.11.2024 osoitteesta <https://www.landisgyr.fi/product/landisgyr-e360/>
- Leskinen, H. (2018). *Energiamurroksen vaikutus omakotitalon sähkökeskussuunnitteluun* [Kandidaatintutkielma, LUT School of Energy Systems]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2018090734756>
- Loikkanen, I. (2024). *Sukkapuikko pistorasiaan, mitä tapahtuu?* [Kandidaatintutkielma, Sähkötekniikka, Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2024072662666>
- POK Group. (2024). *Kehikkokeskusjärjestelmä*. Noudettu 12.12.2024 osoitteesta <https://www.pok.fi/fi/buildingsystem/tuotteet/kehikko>
- POK Group. (2024). *Kennokeskusjärjestelmä*. Noudettu 12.12.2024 osoitteesta <https://www.pok.fi/fi/buildingsystem/tuotteet/kenno>
- POK Group. (2024). *Kotelokeskusjärjestelmä*. Noudettu 12.12.2024 osoitteesta <https://www.pok.fi/fi/buildingsystem/tuotteet/kotelo>
- Pääkko, J. (2021). *Sähkökeskuksen suunnittelu* [Opinnäytetyö, Sähkötekniikka, Oulun ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021052010103>

- Ruppa, E.& Perkiö, T.. (1996) *Sähkötekniinen dokumentointi*. Helsinki: Opetushallitus.
- Salminen, S. (2018). *Sähkökeskuksen suunnittelu ohje* [Diplomityö, Sähkötekniikka, Tampereen teknillinen yliopisto]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:ttty-201808312247>
- Sesko. (2025). Piirrosmerkit. Noudettu 30.1.2025 osoitteesta <https://sesko.fi/standardointi/dokumentointi/piirrosmerkit/>
- SFS-EN 60529. (2019). *Sähkölaitteiden kotelointiluokat*. Suomen Standardoimisliitto SFS. Rajattu pääsy.
- SFS-EN 61439. (2022). *SFS-EN IEC 61439-1:2022 Pienjännitekeskukset. Osa 1: Yleisvaatimukset*. Rajattu pääsy.
- Sähkötieto ry. (2004). *Esimerkkipiirustukset, toimisto- ja liikerakennus*. Espoo. Sähkötieto ry.
- Sähkötieto ry. (2007). *Esimerkkipiirustukset, ST-esimerkit 4. 2 Painos*. Espoo. Sähköinfo Oy.
- Sähkötieto ry. (2021). *ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen*. Rajattu pääsy.
- UTU Group. (2025). *Piirikaaviot valaistus*. Noudettu 11.2.2025 osoitteesta <https://www.utugroup.com/fi/piirikaaviot/piirikaaviot-valaistus/>
- Vaasan Sähköverkko. (2024). *Uusi älymittari lähes 70 000 asukkaalle*. Noudettu 7.11.2024 osoitteesta <https://www.vaasansahkoverkko.fi/uusi-alymittari-lahes-70-000-asiakkaalle/>
- Vaasan Sähköverkko. (2024). *Sähköliittymän hinta*. Noudettu 12.11.2024 osoitteesta <https://www.vaasansahkoverkko.fi/sahkoliittyma/hinnasto/>