



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Mikko Help

## Jakelukiskojärjestelmän hyödyt

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

17.12.2019

Tekijä Otsikko	Help Mikko Jakelukiskojärjestelmä
Sivumäärä Aika	22 sivua 17.12.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatio
Ohjaajat	lehtori Kai Virta
<p>Insinööriyössä pohdittiin, miksi jakelukiskojärjestelmä on parempi kuin perinteinen kaapelointi korkeammissa rakennuksissa ja muissa käyttökohteissa. Samalla käy ilmi järjestelmän hyödyt, haitat, rakenne sekä käyttö eri kohteissa, eri kiskomallien ominaisuuksilla.</p> <p>Työn tavoitteena oli luoda suunnittelijalle pohja projektin aloittamiselle, joka toteutettaisiin jakelukiskojärjestelmällä.</p> <p>Työssä käytiin läpi jakelukiskojärjestelmän rakennetta ja sen aluille saamista asentamisen ja suunnittelun kannalta. Käytetyt menetelmät vertailuun ovat suoraviivaisesti molempien tapojen eli jakelukiskojärjestelmän ja perinteisen kaapeloinnin vertaamista toisiinsa. Eniten keskityttiin jakelukiskojärjestelmän ominaisuuksiin ja niiden tuomiin etuihin.</p> <p>Tulokset olivat, että jakelukiskojärjestelmä on tulevaisuudessa suuressa nousussa. Jatkuvan tornitalojen rakentamisen takia tarvitaan helpompaa sekä suoraviivaisempaa asentamista sekä suunnittelua.</p>	
Avainsanat	jakelukiskojärjestelmä, verkkokisko, kaapelointi, jakelukisko

Author Title	Mikko Help Busbar Distribution System
Number of Pages Date	22 pages 17 December 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Kai Virta, Senior Lecturer
<p>This thesis study concerns comparisons between busbar distribution systems and basic cabling. The main differences in different destinations, and how the busbar distribution system are considered better.</p> <p>Also, comparisons of the advantages and disadvantages of the system in different environments is handled.</p> <p>The methods used in the project were comparing main advantages and disadvantages of both systems, as well as studying past projects and requirements for modern day building.</p> <p>In the end of the thesis, there are examples of Finland's biggest busbar projects and models, and solutions and suppliers used in those.</p> <p>The project was important to help better understand the need for busbar distribution systems in general. The large need for high-rise buildings and the need for quicker lead time in projects requires fast and straight-forward planning and manufacturing.</p>	
Keywords	Busbar Distribution System, Network rail, cabling

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Jakelukiskojärjestelmä	2
2.1	Jakelukiskot ja yleiset käyttökohteet	3
2.2	Yleistietoa asentamisesta	5
2.3	Kiinnikkeiden ja kiskoelementtien asennus	5
2.4	Jakelukiskon mitoitus	6
3	Jakelukiskojärjestelmän rakenne	8
3.1	Syöttökotelo	8
3.2	Kisko ja siihen liittyvät osat	9
3.3	Virranottimet	10
4	Jakelukiskojärjestelmiä ja jakokeskuksia koskevat standardit	10
5	Suunnittelu	12
5.1	Kuormitus	12
5.2	Häiriösuojaus	13
6	Jakelukiskojärjestelmäprojekteja	13
7	Palotekniset vaatimukset	14
8	Jakelukiskojen hyödyt ja haitat	16
9	Yhteenveto	19
	Lähteet	21

### Lyhenteet

IP	<i>International Protection.</i> Kansainvälinen kotelointiluokitus, jolla arvioidaan sähkölaitteiden vedenkestoisuutta.
MCB	<i>Miniature Circuit Breaker.</i> Kompaktikatkaisija.
MCCB	<i>Molded Case Circuit Breaker.</i> Kompaktikatkaisija.
RCCB	<i>Residual Current Circuit Breaker.</i> Vikavirtasuojakytkin, suojaa laitteiden käyttäjiä vaarallisilta sähköiskuilta ja estää tulipaloja.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda selkeä pohja jakelukiskojärjestelmistä suunnittelun, asentamisen ja ylläpidon tueksi.

Tarkoituksena on saada lukijalle hyvä yleiskäsitys jakelukiskojen monipuolisuudesta ja vaihtelevuudesta sekä siitä, miten niiden sijoittaminen ja suunnittelu onnistuvat kohteeseen tätä työtä soveltamalla.

Opinnäytetyön avulla lukija saa suotuisat edellytykset suunnitteluprojektien toteutukseen.

Aiemmin suuremmassa käytössä tehdasympäristöissä jakelukiskojärjestelmät alkoivat yleistyä asuin- ja toimistorakennuksissa. Kerrostalojen kysyntä ja rakentaminen ovat kasvanut Suomessa.

Tornitalot eli rakennukset, jotka ovat vähintään yli 12 kerrosta tai niillä on korkeutta vähintään 35 metriä yleistyvät Suomessa nopeaa tahtia. Vielä 2005 tornitaloja oli Suomessa noin 50 ja sen hetkinen korkein tornitalo oli Helsingin Vuosaarella valmistunut Cirrus, jolla oli 87,5 metriä korkeutta. Juuri valmistunut tornitalo Helsingin Kalasatamassa taas on 131,7 metriä. Nämä voidaan jo luokitella pilvenpiirtäjiksi, koska ne ovat määritelmän mukaan yli 100 metriä korkeita rakennuksia. [12.]

Opinnäytetyön teon yhteydessä tuli laajempi käsitys järjestelmien laajuudesta ja siten opinnäytetyö laajeni muuhunkin kuin tehdas- tai asuinkäyttöön.

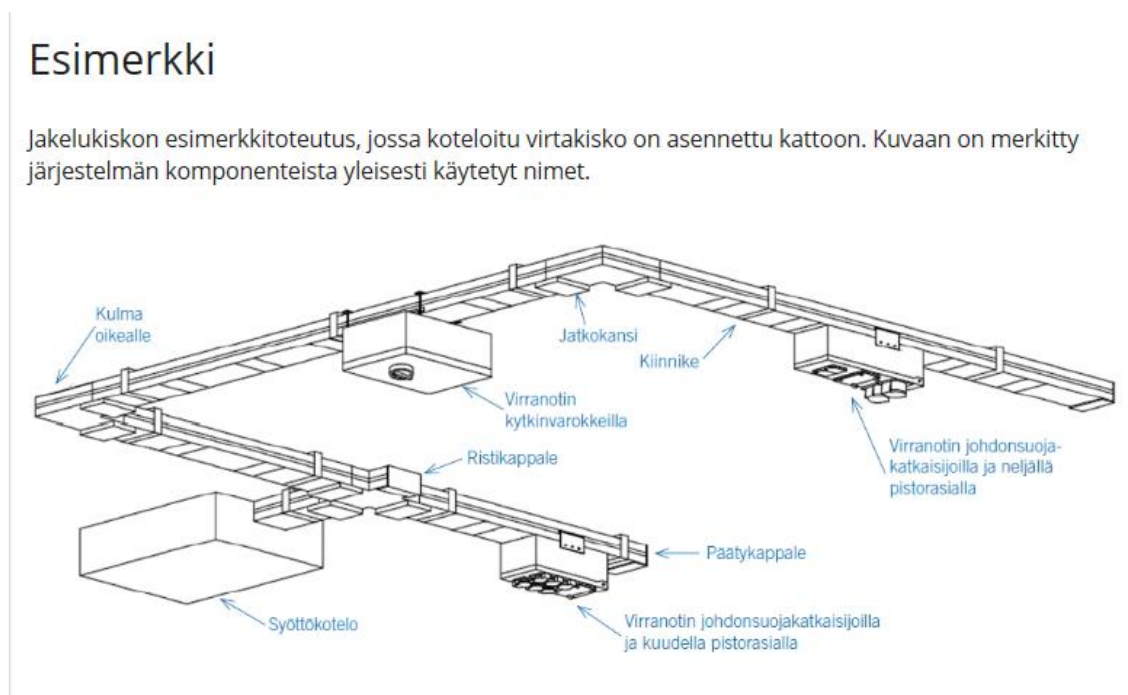
## 2 Jakelukiskojärjestelmä

Jakelukiskojärjestelmä on joustava ja muunneltava kokonaisuus muutostilanteiden kannalta, koska tuotantotilan laitesijoittelua voidaan muuttaa ja täydentää joustavasti minimoiden tuotannon ja sähköjakelun häiriöitä sekä käyttökeskeytyksiä eli jakelukiskojärjestelmällä saavutetaan etua muuntojoustavuuteen.

Kokonaisuus koostuu kiinteästä kiskostosta ja kiskoon liitettävistä virranottimista sekä syöttöosasta. Virranottimien varusteita ovat erilaiset kytkimet, varokkeet, kytkinvarokkeet, katkaisijat ja energiamittarit. Syöttöosan laitteistoon kuuluu myös kytkimet sekä varokkeet, mutta myös eri kaapeliläpiviennit. Suurin hyöty liitettävissä laitteissa on, että niitä voidaan liittää ja siirtää kiskon ollessa jännitteinen. [1.]

Jakelukiskojärjestelmä on myös investointi- ja käyttökustannuksiltaan taloudellinen ratkaisu. Lisäarvoa saadaan esimerkiksi eri energiajärjestelmien, kuten raaka-aineputkistojen, paineilman, hitsauskaasujen ja jäähdytysveden, yhteiskannakoinnilla sekä integroiduilla mittaus- ja ohjausjärjestelmillä. Jakelukiskojärjestelmien ja -sovellusten korkea esivalmistusaste lyhentää myös merkittävästi sähköistysprojektien läpimenoaikoja. [1.]

Kuvassa 1 esitetään esimerkkitoetus kattoon asennetusta jakelukiskojärjestelmästä. Kuvasta nähdään yleisimmät jakelukiskojärjestelmän osat, samalla tulee esiin järjestelmän selväpiirteisyys sekä siisteys.



Kuva 1. Esimerkkitoteutus [6]

## 2.1 Jakelukiskot ja yleiset käyttökohteet

Jakelukiskoja käytetään teollisuuden sähkönjakelujärjestelminä, asuin-, liike- ja toimistorakennusten saneerauksessa ja uudisrakentamisessa mm. kiinteistöjen pystynousuina.

JL-jakelukiskojen eri asennustapoja on muutama, kiskot voidaan asentaa joko syrjälleen tai lappeelleen. Tyypillisin syrjälleen asennus on jakelukiskon asennus seinälle. Kiinnityksessä käytetään joko yleiskiinnikettä JLO 1 (125-250 A) ja JLO 2 (400-630 A). Yleiskiinnikkeet käyvät myös asennuksiin lappeelleen, suoraan kattoon tai ripustukseen esim. latta-, kulma- tai neliötangolla. [13.]

Ripustusasennuksissa käytetään usein kierretankokiinnikettä JLO 3. Vakiokierre on M10 ja muut kierteet tilauksesta (M12 ja M16). Kattoon kiinnityksessä käytetään vakio katto-kiinnityskulmia, esim. Nordic Aluminium Kattokiinnike – NTB 05 (XYHU 1186). JLO 4 poikkeaa JLO 3:n suorakaidemuodosta, sitä käytetään myös ripustukseen. [13.]



Asennuksissa asennuslattian alle tai lattiakanaviin on hyvä ottaa yhteyttä valmistajaan. Esimerkiksi ATK-konesalien lattian alle asennuksiin valmistajalla on erilaisia säädettäviä eristettyjä kannatinratkaisuja. [13.]

Jakelukiskolla pitää olla pääkytkin samassa huonetilassa kiskon kanssa. Se voi sijaita syöttävässä keskuksessa, rakenteellisena osana syöttökotelossa (pääkytkimen asennuskorkeus on enintään kaksi metriä hoitotasosta) tai erillisenä koteloituna kuormakytkimenä kiskon syöttöosan läheisyydessä.

Jakelukiskon käyttökohteen määrittää sen kotelointiluokkakoodi sekä virta-arvot. Kotelointiluokan avulla käyttäjä tietää kuinka hyvin hän sekä laite on suojattu esimerkiksi haitallisilta, vierailta esineiltä ja pölyltä. [14.]

Virta-arvot määrittävät kuinka paljon jakelukisko sietää sen läpi kulkevaa sähkövarausta.

Jokaiseen kohteeseen on oikeanlainen jakelukiskojärjestelmä, seuraavassa osuudessa tämä käy selville.

*JL-jakelukiskon* käyttökohteita ovat konesalit, konepaja- ja muoviteollisuus sekä liike-, koulu-, laboratorio- ja teollisuuskiinteistöt.

Ominaisuuksiltaan kiskoa saa luokissa 125, 160, 250, 400, 630 ja 800 A. Kotelointiluokka on IP4X ja IP54.

*MJ-jakelukiskoa* käytetään yleisesti suurivirtaiseen sähkönjakeluun ja energiansiirtoon mm. teollisuudessa, kiinteistöjen nousu- ja siirtoverkoissa sekä pienten kiskojärjestelmien syötöissä.

Ominaisuuksiltaan kiskoa saa luokissa 800–4000 A ja kotelointiluokka on IP31 tai IP54.

*TJ-jakelukisko* on tarkoitettu kaikkialle missä tarvitaan joustavaa ja muunneltavaa sähköasennusta; seinään, kattoon tai korotetun lattian alle. Konesalit, elektroniikka- ja IT-teollisuus, työpajat, laboratoriot, kokoonpanoteollisuus, toimistot ja koulut.

Ominaisuuksiltaan kiskoa saa luokissa 80 A ja 125 A, kotelointiluokka on IP 4X.

*XP-jakelukisko* soveltuu parhaiten teolliseen ympäristöön. Konesalit, sairaalat, liike-, toimisto- ja teollisuuskiinteistöt sekä tehtaot.

Ominaisuuksiltaan kiskoa saa luokissa 500–6300 A, kotelointiluokka on IP 55 [6].

Jakelukiskoissa on laaja valikoima eri osia, mutta yleisesti ne saadaan lajiteltua kiskoihin, syöttökoteloihin, kulmaosiin, lisäosiin ja virranottimiin. Tässä insinöörityössä keskitytään yleisesti jakelukiskojen rakenteeseen, suunnitteluun ja asentamiseen kohteessa [6.]

## 2.2 Yleistietoa asentamisesta

Tässä työssä kuvat 2,3,4 ja 5 sekä mallit tulevat olemaan Schneider Electric JL-jakelukiskomallistosta suurimmaksi osaksi.

Pystynousukiskon mitoittamisessa on huomioitava, että syöttöosa (JLSP) asennetaan erillisen asennusjalan päälle, 500 mm lattiasta, eli mitoitus alkaa syöttöosasta. Liitoskohdat eivät saa olla kiskoelementeissä lattian sisällä tai 100 mm lähempänä lattiaholvin reunaa [6.]

Kiskoelementin vakiopituus on kolme metriä, tilauksesta saa eri mitoilla. Kiinnityspisteiden väli on normaalilla mekaanisella kuormituksella 1,5–2 m eli kaksi kiinnikettä vakioelementtiä kohden.

## 2.3 Kiinnikkeiden ja kiskoelementtien asennus

Yleiskiinnikkeitä JLO 1 ja JLO 2 asennetaan seinäasennuksissa vaakasuoraan siten, että kiinnikkeen kiinteä kannatin osa on alimmaisena. Kisko nostetaan kannatinosan varaan ja lukitaan liikkuvalla, irrallisella yläosalla ja kahdella ruuvilla.

Asennus aloitetaan yleensä aina syöttöosasta (JLS, JLSP). Kiinnikkeiden (JLO 1, JLO 2) liikkuvat osat kiristetään vain sormivaraisesti niin, että kiskoelementtiä voidaan liu'uttaa pituussuunnassa.

Kiskoelementtien liittäminen toisiinsa hoituu mekaanisesti, ne liitetään toisiinsa alumiini-profiilin sivuilla olevilla jatkoliittimillä. Kiskokotelon galvaaninen jatkuvuus varmistetaan liitospulttien alla olevilla tähtialuslaatoilla. [13.]

## 2.4 Jakelukiskon mitoitus

Jakelukiskon mitoitus tapahtuu samalla tavalla kuin kaapelinkin. Täytyy selvittää jakelukiskon siirrettävä kokonaisvirta. Asennusolosuhteet eivät vaikuta mitoitukseen yhtä paljon kuin kaapelin kanssa. Huomioitavaksi jää ympäristön lämpötila, kun lämpötila suurempi tai yhtä suuri kuin 40 °C.

Taulukko 1 ja taulukko 2 ovat Schneiderin sivustojen kautta löytyneet jännitteenlaskut ja ympäristön lämpötilan vaikutus asennukseen.

Taulukko 1. Ympäristön lämpötila käytettäessä [5.]

Ympäristön lämpötila käytettäessä	0...35°C 100% of I <sub>n</sub> :stä
	35...40°C 97% of I <sub>n</sub>
	40...45°C 94% of I <sub>n</sub>
	45...50°C 94% of I <sub>n</sub>
	50...55°C 87% of I <sub>n</sub>

Taulukossa 1 ilmenee ympäristön lämpötilan vaikutus jakelukiskon siirrettävään kokonaisvirran mitoitukseen. Taulukosta huomataan, että lämpötilan vaikutus on 0 % kokonaisvirtaan nähden, jos lämpötila on 0...35 °C [5.]

Taulukko 2. Jännitteen lasku kiskon matkalla [5.]

0,9	<0,002 V 0.9 50 Hz with 1A for 100 m long
0,8	<0,022 V 0.8 50 Hz with 1 A for 100 m long
0,7	<0,021 V 0.7 50 Hz with 1 A for 100 m long
1	<0,018 V 1 50 Hz with 1A for 100 m long

Taulukon 2 avulla nähdään jännitteen alenema. Taulukon vasemmassa sarakkeessa kuvataan tehokerrointa eli vaihtovirtakuorman pätehon suhdetta näennäistehoon. Mitä

suurempi vastus kuormalla on sitä suurempi on tehokerroin. Viimeisessä sarakkeessa on tilanne, missä pätöteho siirtyy optimaalisesti sähköverkossa. [17.]

Pätöteho tarkoitetaan käytettyä tehoa, eli varsinaista työtä tekevää tehoa. Näennäisteholla tarkoitetaan tehollisen jännitteen ja tehollisen sähkövirran tuloa [17.] Kaavassa 1 on vielä esitettyä tehokertoimen laskeminen.

$$(\cos \varphi = P / S = P / (U \cdot I)) \quad (1)$$

$\cos \varphi$  on tehokerroin

P on teho

S on näennäisteho

U on jännite

I on sähkövirran tulo.

Taulukko 3. Päävirtapiirien vaikutus tasoituskertoimeen

Päävirtapiirien lukumäärä	Nimellinen tasoituskerroin
2-3	0,9
4-5	0,8
6-9	0,7
10 tai enemmän	0,6

Taulukossa 3 on esitetty päävirtapiirien määrän vaikutus käyttöasteen tasoituskertoimeen (SFS-EN-60439-1).

Jakelukiskon kokonaisvirran mitoituksessa tarvitaan arvioitu päätehon tarve. Otetaan esimerkiksi 300 kW päätehon tarpeeksi ja jakelukisko, johon liitetään 14 ryhmäkeskusta. Kaavalla 2 lasketaan jakelukiskon kokonaisvirta.

$$I_b = \frac{P \times a}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{300000 \text{ W} \times 0,6}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,94} \quad (2)$$

$I_b$  on jakelukiskon kokonaisvirta.

P on teho (Virtakiskon laitteiden kokonaisteho)

a on käyttöaste

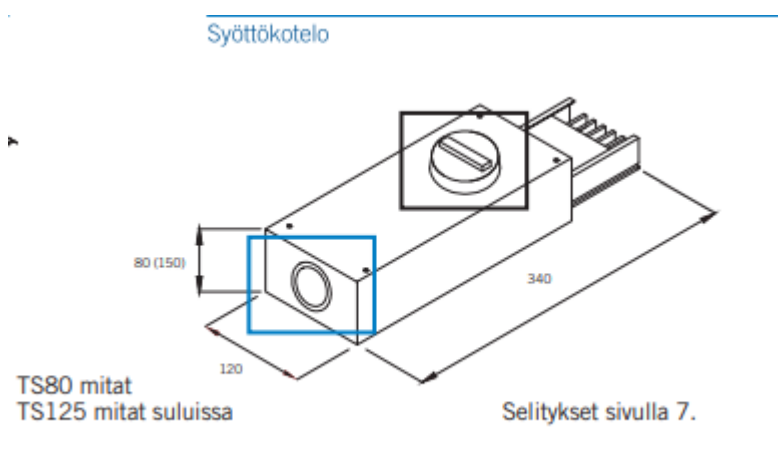
U on pääjännite

$\cos \varphi$  on tehokerroin.

### 3 Jakelukiskojärjestelmän rakenne

Suurimmat osakokonaisuudet, joista jakelukiskojärjestelmä koostuu, ovat kisko, syöttö- ja pääteosat, kiinnikkeet ja virranottimet.

#### 3.1 Syöttökotelo



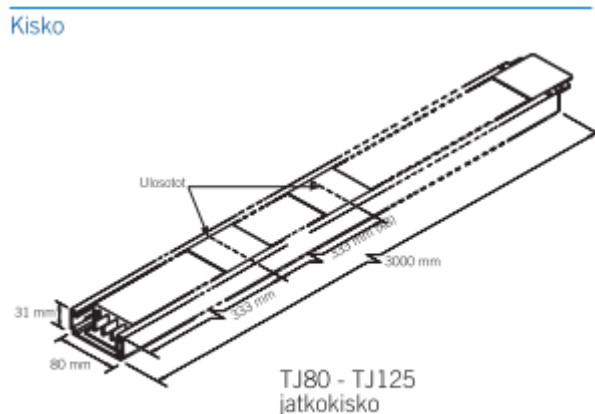
Kuva 2. Syöttökotelon rakenne [6].

Kuvassa 2 on esitetty syöttökotelo. Syöttöosan varusteet ovat kytkimet ja katkaisijat. Jos ei ole kytkintä tai katkaisijaa, syötössä on tarvittavat liittimet kaapelikytkentää varten. Esimerkkejä kytkimistä ja katkaisimista ovat: PK = 3-napainen kuormankytkin, PK/4P = 4-napainen kuormankytkin, KK = 3-napainen kompaktikatkaisija (Vakiona kaikissa mukana N ja PE -liittimet.), KK/4P = 4-napainen kompaktikatkaisija. [6.]

Syöttökotelon varusteisiin kuuluvat myös kaapeliläpiviennit, jotka mahdollistavat kaapelien käytön ilman keskeytystä. Yleisiä kaapeliläpivienti osia ovat LK = läpivientikumi, LV = läpivienti vedonpoistolla (kaapelipääte), KM = muovinen kaapelitiiviste ja MM = metallinen kaapelitiiviste. [6.]

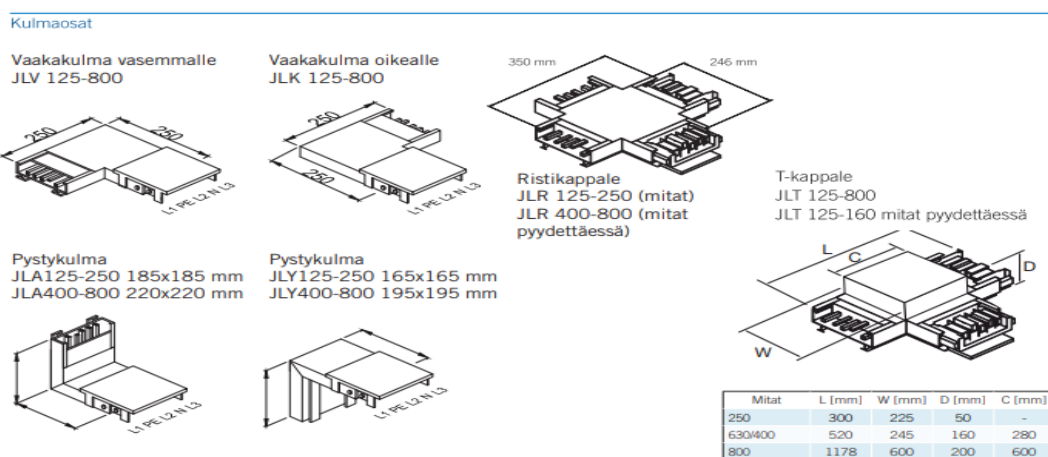
### 3.2 Kisko ja siihen liittyvät osat

Kiskot ja niiden käyttö on monipuolista vaakasuuntaisista jakelujärjestelmistä pystynousuihin. Ne voivat myös toimia pienvirtaisten jakelukiskojen syöttökiskoina. Kiskon rakenne näkyy kuvassa 3.



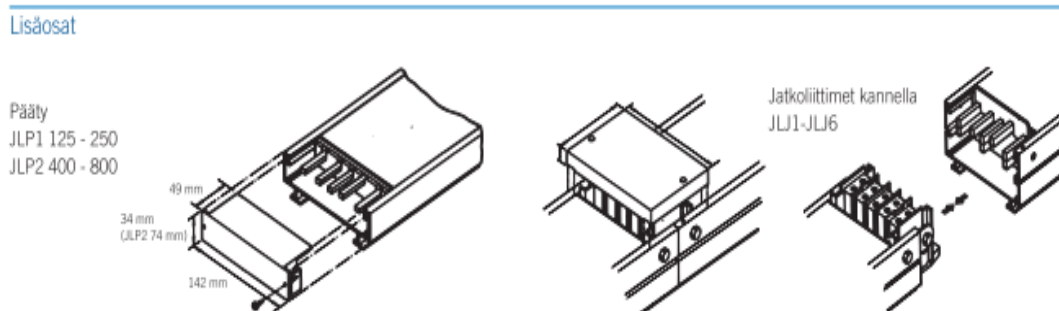
Kuva 3. Kiskon rakenne [6].

Jakelukiskon suunnanmuutoksiin on käytettävissä vakiokulmat ja haaroitukset. Kuvassa 4 nähdään T- ja X-haarat sekä vaaka- ja pystykulmat.



Kuva 4. Järjestelmän erilaiset kulmaosat [6].

Jakelukiskojärjestelmässä käytettäviä lisäosia ovat yleensä jatkoliittimet. Näitä on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Päädyt ja kannelliset jatkoliittimet [6].

### 3.3 Virranottimet

Kuormien lisäys tai poisto ei vaadi jännitteen poiskytkentää. Pistoke voidaan irrottaa ja kytkeä kuormallisena. Virranotin, irrottaminen ja kytkentä tulee suorittaa ilman kuormaa.

Virranottimet on varustettu vakiona joko pääkytkimellä, varokkeilla ja kaapelin vedonpoistajalla tai varokkeilla ja pistorasioilla.

Virranottimet toimitetaan aina ilman sulaketarvikkeita, mutta tilauksesta ne voidaan varustaa esim. kompaktikatkaisijoilla (MCCB), joko vikavirtasuojalla (RCCB) ja johdonsuojakatkaisijoilla (MCB) tai pelkillä johdonsuojakatkaisijoilla, kontaktoreilla ja releillä. Virranottokohdat sijaitsevat kiskoelementeissä 0,33 m:n välein. [6.]

## 4 Jakelukiskojärjestelmiä ja jakokeskuksia koskevat standardit

Pienjännitekojeistojen ja jakokeskusten tulee olla toimivia, turvallisia käyttää ja suojata lähellä työskenteleviä ihmisiä sähköiskuilta. Jakokeskusten rakennetta määrittelevä

standardi SFS-EN 60439 on ollut Suomessa käytössä jo vuosikymmeniä, tosin useamman kerran päivitettyinä. Sen korvaamista uudella standardilla, joka vastaa paremmin nykypäivän vaatimuksia, on valmisteltu jo pitkään.

Loppuvuodesta 2012 julkaistiin toinen painos korvaavasta standardista. Suomessa tämä uusi standardi on vahvistettu tunnuksella SFS-EN 61439, jonka sisältö on käytännössä suoraan otettu IEC 61439 -standardista. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan muutettu siirtymäaikaa vanhasta standardista, joten marraskuusta 2014 eteenpäin voimassa on vain uusi standardi.

Uuden standardin tarkoitus on varmistaa ja dokumentoida, että jakokeskus on toteutettu turvallisesti ja toimivasti. IEC 61439 on suunnattu kattamaan kaikki jakokeskusten koonpanot.

SFS-EN 61439 Standardisarja ohjaa jakokeskusten rakennetta, testausta ja jakaa jakokeskukset tyyppitestattuihin ja osittain tyyppitestattuihin keskuksiin [4].

Jakokeskuksia koskevat seuraavat standardit:

SFS-EN 61439-2 Pienjännitekeskukset. Osa 2: Ammattikäyttöön tarkoitetut kojeistot

SFS-EN 61439-2 Pienjännitekeskukset. Osa 3: Maalikoiden käyttöön tarkoitetut keskukset (jakokeskukset), SFS-EN 61439-4 Pienjännitekeskukset. Osa 4: Erityisvaatimukset työmaakeskuksille.

SFS-EN 61549-5 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 5: Assemblies for power distribution in public networks

SFS-EN 61439-6 Low voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 6: Busbar trunking systems (busways)

SFS 6000-5-56 Palonkestävien asennusten käyttö ja määrittely pelastustoimen laitteistossa.



## 5 Suunnittelu

Jakelukiskojärjestelmän asennus kohteeseen vaatii tarkkaa suunnittelua, yksinkertainen ja mahdollisimman suoraviivainen ratkaisu on paras. Pohjapiirustusten, huoneiden korkeuksien ja peruskohteeseen tulevien laitteiden listan avulla suunnittelija voi suunnitella järjestelmän ja laskea urakkahinnan. Yleensä urakoitsija tekee kohteisiin työn alusta loppuun asti. Urakat hinnoitellaan aina urakkakohtaisesti eikä sen takia ole järkevää tässä insinööriyössä tarkemmin avata asiaa.

Suunnittelu siis vaatii tarkkaa ennakkovalmistelua ja mitoituksia. Tässä kulminoituu sähkösuunnittelijan, urakoitsijan ja kiskotoimittajan yhteistyö. Urakan suunnitteluvaiheessa eivät ole kohteen laitteiden, prosessien tai prosessilinjojen tarpeet täysin selvillä.

Urakan alussa saadut tiedot laitteista ja niiden sijainneista ovat siis likimääräisiä. Aina on myös otettava huomioon, että kaikki tehdään standardien ja valmistajien tarkkojen ohjeiden mukaan.

### 5.1 Kuormitus

Arvioitujen tehojen avulla mitoitetaan kuormitettavuus, myös mahdollisten myöhemmin liitettäville laitteille pitää varata riittävä kapasiteetti.

Kiskojen nimellisvirtojen määrittelyksi tarvitaan kohteeseen tulevien laitteiden lukumäärä sekä niiden nimellisvirrat. Kiskojen nimellisvirrat määritellään tasoituskertoimien, laitoksen käyttötapojen ja laitteiden käyttöasteiden mukaan.

Kun kuormitus kasvaa yli jakelukiskon kuormitettavuuden, voidaan kisko katkaista, eristää päät ja lisätä toiseen päähän syöttökotelo, tähän tuodaan lisäsyöttö alueen pääsähkönjakelua hoitavasta keskuksesta. Kaikki toimenpiteet tulee aina suorittaa valmistajien ohjeiden mukaisesti.

Mekaanisessa kuormitettavuudessa kiinnitysvälit laitetaan aina valmistajakohtaisesti. Kaikki lisäykset laitteissa täytyy ottaa huomioon. [15.]

## 5.2 Häiriösuojaus

Suunnittelussa tulee ottaa myös huomioon häiriösuojaus. Suurivirtaisissa jakelukiskoissa, erityisesti sähkön siirrossa, muuntajien, pääkeskusten ja muiden keskusten välillä voi aiheutua häiriötä, kun magneettikenttä tulee liian suureksi. Häiriö kohdistuu häiriöherkkiin laitteisiin.

Sijoittelussa tulee ottaa huomioon helpommin häiriintyvät sähkölaitteet. Jakelukiskojen läheisyyteen ei tule sijoittaa tietojärjestelmiä tai muita häiriölle alttiita järjestelmien johtoja. Kiskojen arvot sekä tiedot aiheuttavasta säteilystä saa valmistajakohtaisesti. [15.]

## 6 Jakelukiskojärjestelmäprojekteja

Jakelukiskojärjestelmä on tulevaisuudessa esillä suurimmaksi osaksi kerrostaloissa sekä korkeissa asuinkohteissa.

Helsingin Lastensairaala

10/12/2016 SKS Connecto toimittaa jakelukiskot Helsingin uuden lastensairaalan sähkönjakeluun [7].

SKS Groupiin kuuluva SKS Connecto Oy oli tehnyt aliurakkasopimuksen talotekniikkayritys Amplit Oy:n kanssa jakelukiskojärjestelmän toimittamisesta Helsingin uuteen lastensairaalaan. SKS Connecto on johtava jakelukiskojärjestelmien toimituksissa sairaaloihin ja muihin rakennuskohteisiin. Yrityksellä sekä Amplitillä löytyy aiempaakin yhteistyön historiaa erilaisissa rakennushankkeissa.

Toimitettavaa järjestelmää käytetään pääsähkönjakelussa sähkön siirtämisessä muuntajilta pääkeskuksille. Lisäksi tällä hoidettiin varavoimakoneesta peräisin olevaa varmennettua jakelua.

Yleisesti lääkintätiloissa käytetään varmennettuja sähkönjakelujärjestelmiä. Se on järjestelmä, johon on liitetty yleisesti henkilökunnan henkilöturvajärjestelmien, murto- ja kulunvalvontalaitteiden sekä potilaskuljetuksiin tarvittavat sähkötoimiset koneovet ja turvavaliot.

Jakelukiskojärjestelmä toimitettiin lastensairaalan pääsähkötiloihin SKS Connecton toimesta vuosien 2016 ja 2017 aikana.

Turun yliopistollisen keskussairaala T3

Caverion vastaa uuden sairaalan sähköjärjestelmien asennuksista ja projektin toteutuksesta. Sairaalan sähköjärjestelmiin sisältyy muun muassa G1- ja G2- luokkien vaativia lääkintätiloja. Caverion toimittaa myös muuntajat, jakelukiskojärjestelmän, keskitetyn reittipohjaisen valaistusohjausjärjestelmän sekä äänentoistojärjestelmän. [10.]

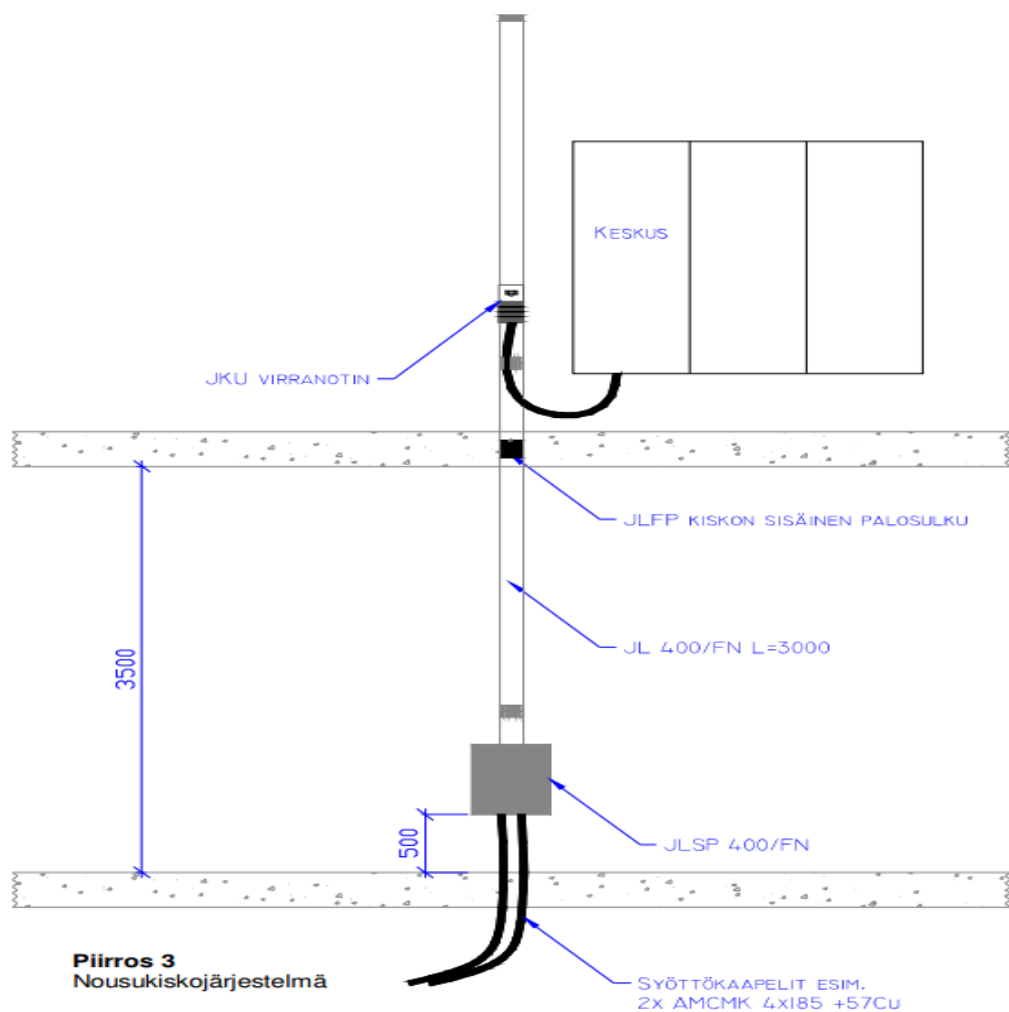
Sairaalan arvioidaan valmistuvan loppukesällä 2021.

## 7 Palotekniset vaatimukset

Palosulku tulee olla aina siinä kiskoelementistä, joka läpäisee lattiaholvin. Palosulku mitoitetaan keskelle holvia. Kuvassa 6 on esitetty nousukiskojärjestelmä ja se, miten palosulku toteutetaan. Kuvassa selvennetään vielä, että syöttöosa (JLSP) asennetaan erillisen asennusjalan päälle, 500 mm lattiasta. Jakelukiskojärjestelmässä palokuormitukset pienenevät kaapelieristeiden vähentyessä, ja pitkät nousukaapelit jäävät pois. Tällä myös säästetään lattia- ja seinäpinta-alassa. Palo-osastoinnin läpivientiin oleva kisko on yleensä varustettuna 120 minuutin palokatolla. [13.]

Paloturvallisuus korkeissa rakennuksissa on valmiiksi jo suuressa huomiossa. Mitä korkeammalle rakennetaan, sitä kovemmiiksi rakennustekniset turvallisuusvaatimukset kasvavat.

Palo-osastoinnissa noudatettu standardi on SFS 6000-5-527:2007. Jakelukiskot on varustettu tehdasvalmisteisilla, kiskon sisäisillä palo-osastoineilla holvi- ja seinäläpivienneissä. Ulkopuolinen palo-osastointi tehdään jakelukiskoille asennuspaikalla, järjestelmään soveltuvalla viranomaismääräykset täyttävällä menetelmällä. [13.]



Kuva 6. Palosulun sijainti [13]

Kuvassa 6 on esitetty aiemmin mainitun syöttöosan oikeaoppinen asentaminen lattiasta sekä kiskon sisäisen palosulun sijainti lattiaholvin läpäisykohdassa.

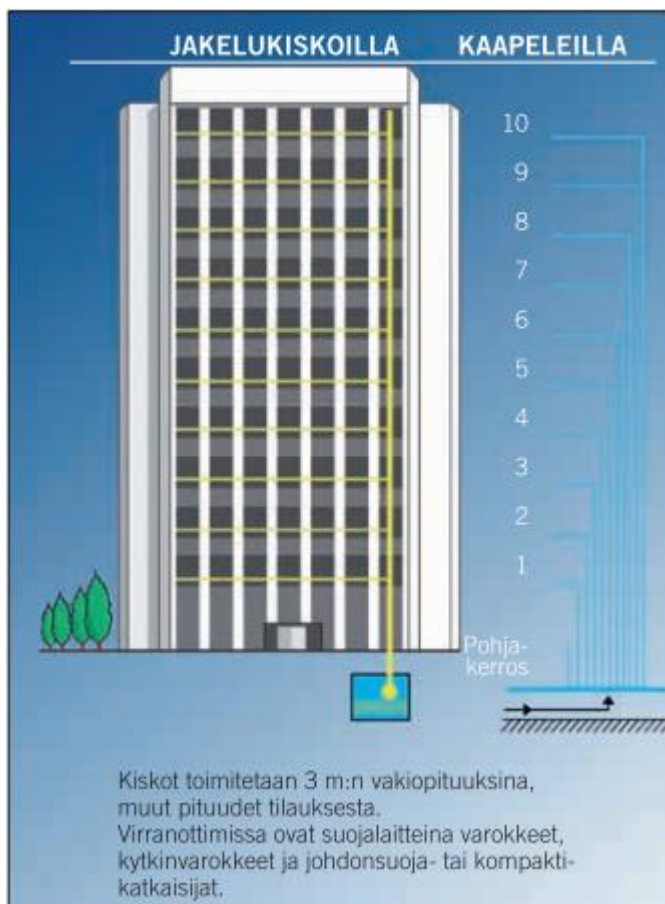
## 8 Jakelukiskojen hyödyt ja haitat

Jakelukiskojen hyödyt ja haitat kuitenkin vaihtelevat kohteesta sekä käytöstä riippuen. Aluksi käydään läpi yleiset hyödyt ja haitat, mutta asiaa pohditaan tässä insinööriyössä myös muissa käyttö tiloissa sekä tarpeissa.

Kiskojen etuja ovat mm. järjestelmän selväpiirteisyys ja pieni tilantarve sekä joustavuus ja muunneltavuus. Virranottimia voidaan liittää ja siirtää kiskon ollessa jännitteinen, jolloin vältetään pääjakelua haittaavilta jännitekatkoksilta ja kerrosten välisten palokatkojen avauksilta. Pääkeskukset pienenevät, mahdolliset nousukeskukset jäävät pois ja kaapelihyllyt kevenevät. Kiskoa voidaan käyttää työmaa-aikaiseen sähkönjakeluun ja järjestelmä voidaan integroida keskitetyn energiamittausjärjestelmän kanssa. [2.]

Suunnittelun kannalta haittoja ei juurikaan ole. Järjestelmän haitat tulevat esiin yleisesti huonosta suunnittelusta johtuen, jos yhteistyö ei onnistu muiden suunnittelijoiden sekä urakoitsijoiden kanssa.

Mikäli asennusreitti ei ole suoraviivainen vaikeutuu asentaminen, yksi putki voi vaatia kaksi eri moduulia väistämiseen. Tällöin suunnittelun täytyy olla tarkasti mitoitettua ja selvitettyä. Toinen haittapuoli on eri valmistajien tuotteiden yhteensopivuus. Kiskot ovat täysin valmistajakohtaisia.



Kuva 7. Jakelukisko verrattuna kaapeliasennukseen [6]

Kuvassa 7 on vertailu, jossa huomataan jakelukiskojärjestelmän selväpiirteisyys verrattuna perinteiseen kaapelointiin. Kaapeloitaessa vaaditaan kaapelien määrän takia enemmän tilaa nousuille sekä suuremmat pääkeskukset jokaiselle kaapeille, myös kaapelihyllyt kevenevät.

## Jakelukiskojärjestelmä sairaalassa

Lääkintätilojen määritelmiä on kolme eri ryhmää: G0, G1 ja G2.

G0 on tila, jossa ei ole tarkoitus käyttää mitään sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntä osia, ja jossa syötön keskeytys (vika) ei voi aiheuttaa välitöntä hengenvaaraa.

G1 on lääkintätila, jossa sähkönsyötön keskeytys (esim. syötön poiskytkentä vian takia) ei aiheuta välitöntä uhkaa potilaan turvallisuudelle, ja sähkökäyttöisen lääkintälaitteen liityntä osia on tarkoitus käyttää - ihon ulkopuolisesti - ihonsisäisesti mihin tahansa kehon osaan, ellei kyseessä ryhmän 2 soveltamisalue.

G2 on lääkintätila, jossa sähkökäyttöisten lääkintälaitteiden liityntäosia on tarkoitus käyttää sellaisiin sovelluksiin kuin sydämen läheisiin toimintoihin tai leikkaussali käyttöön tai tehohoitoon, joissa sähkönsyötön keskeytys (vika) voi aiheuttaa välittömän vaaran potilaille. Sydämen läheisessä toiminnassa sähköjohdin sijoitetaan potilaan sydämeen tai se tulee todennäköisesti kosketukseen sydämen kanssa samalla, kun johdinta voidaan koskettaa potilaan kehon ulkopuolelta. Tässä yhteydessä sähköjohdin käsittää eristetyt johdot kuten sydämentahdistin elektrodit tai sydämen läheiset EKG-elektrodit (EKG = sydänsähkökäyrä) tai eristetyt putket, jotka on täytetty johtavalla nesteellä. [8.]

Hyötyjen ja haittojen luokittelussa on käytetty G2-luokan lääkintätiloja.

Sairaalassa etuina järjestelmän käytössä ovat, että yksittäinen eristysvika ei aiheuta vaaraa. Toimenpidettä ei välttämättä voi jatkaa, mutta tämä estää vahinkojen sattumisen sairaalan laitteiston kanssa. Maasulku eli sähkön siirto- tai jakeluverkon jännitteisen osan viallinen yhteys maahan, ei aiheuta suojauksen laukeamista. IT-jakelussa jakeluverkon vika ei nosta jännitetasoa.

Haittoina on IT-muuntajien tilan ja jäähtyksen tarve, muuntajien aiheuttamat häiriökentät ja tästä johtuen vianhaku saattaa osoittautua työlääksi. Huollon tarve nousee varsinkin suojaeristystason valvontalaitteissa, ja tästä johtuvat myös suojauksen haasteet.

Sairaalassa kuitenkin tulee esille yleiset hyödyt muuntojoustavuudesta ja siinä, että kytkentöjä voidaan suorittaa jännitteisenä. Pieni tilantarve on melkein pakollinen, kun sairaalasta puhutaan. Suojalaitteet on helppo sijoittaa sekä palokuorma on pieni. Järjestelmä on siis mahdollisimman turvallinen sairaalakäyttöön. [8.]

Haitat eivät kohdistu itse järjestelmän suoranaisiin ominaisuuksiin vaan kyse on kustannuksesta

## 9 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli dokumentoida uudisrakentamis projektin kulku jakelukiskojärjestelmän suunnittelun osalta. Projektin puuttumisen takia työn tarkoituksiksi tuli tuoda jakelukiskojärjestelmän hyödyt ja tarve esille.

Työssä käytiin läpi jakelukiskojärjestelmän rakenne, asentaminen, suunnittelu ja kohteet sekä pohdittiin järjestelmän tuomia etuja jokaisessa osassa. Huomiota kiinnitettiin eniten turvallisuuteen, projektien läpimenoaikojen lyhentymiseen ja vaatimuksiin.

Tuloksena oli selkeä tietopohja, jonka avulla lukija pystyisi työtä käyttäen soveltaa oikean jakelukiskojärjestelmän kohteen käyttötarpeiden mukaan sekä aloittaa suunnittelun.

Työssä onnistuttiin tuomaan esiin jakelukiskojärjestelmän selväpiirteisyys ja sen tuomat edut muissakin kuin teollisuuden sähkönjakelujärjestelminä, asuin-, liike- ja toimistorakennusten saneerauksessa ja uudisrakentamisessa. Tarkasteltiin myös jakelukiskojärjestelmän tarvetta tulevaisuudessa.

Mitä korkeammaksi rakennus suunnitellaan, sitä paremmaksi ja kustannustehokkaammaksi vaihtoehdoksi jakelukiskojärjestelmä tulee.

Mitä haasteellisemmaksi tulevaisuuden rakennusprojektit menevät, sitä enemmän täytyy pitää huolta, että projektien läpimenoaika ei veny liikaa ja työmaalla työt eivät keskeydy vikojen tai haittojen takia.



Jakelukiskojärjestelmän ansiosta kohteessa oleva rakennustyö voi jatkua, koska kuormien lisäys ja poisto sekä koneiden huollot voidaan suorittaa ilman jännitekatkoja, suojaus on lähellä kuormaa eli on parempi selektiivisyys. Palokuorma on pienempi ja yleisesti ympäristöhaitat ovat paljon pienemmät. Sähköiset arvot eivät ole riippuvaisia kuormien paikoista ja sähkönjakelu voidaan rakentaa tuntematta kuormien tarkkoja paikkoja.

Asennus on nopeaa, jopa noin 50 % lyhyempi asennusaika verrattuna perinteiseen kaapelointiin ja osat ovat helposti käsiteltäviä, koska kaikki on suurimmaksi osaksi mekaanista asennusta ja sähköasentaja vaaditaan vasta käyttöönottoon.

Tilan säästö ja selkeä rakenne takaavat siistin sekä selkeän asennuksen.

## Lähteet

- 1 Jakelukiskojärjestelmä 2018. Verkkoaineisto. SKS GROUP <[http://www.sks.fi/www/\\_jakelukiskot](http://www.sks.fi/www/_jakelukiskot)>. Luettu 10.4.2018.
- 2 Jakelukiskot valikoima 2018. Verkkoaineisto. SKS GROUP [http://www.sks.fi/www/\\_jakelukiskot&id=jakelukiskot-valikoima](http://www.sks.fi/www/_jakelukiskot&id=jakelukiskot-valikoima)>. Luettu 10.4.2018.
- 3 Jakelukisko esite 2018. Verkkoaineisto. SKS GROUP [http://www.sks.fi/www/images/Jakelukiskoj%E4rjestelm%E4t-2016-low.pdf/\\$FILE/Jakelukiskoj%E4rjestelm%E4t-2016-low.pdf](http://www.sks.fi/www/images/Jakelukiskoj%E4rjestelm%E4t-2016-low.pdf/$FILE/Jakelukiskoj%E4rjestelm%E4t-2016-low.pdf). Luettu 10.4.2018.
- 4 Laite- ja korjaustekniikat 2018. Verkkoaineisto. Promaint. <<https://promaint-lehti.fi/Laite-ja-korjaustekniikat/Uusi-standardi-muuttaa-sahkojakokeskusten-valmistusta>>. Luettu 21.5.2018.
- 5 Schneider Electric 2018. Verkkoaineisto. Schneider <<https://www.schneider-electric.fi/fi/>>. Luettu 1.8.2018.
- 6 Virransyöttö- ja ohjauslaitteet 2017. Verkkoaineisto. SKS GROUP. <<http://www.sks.fi>>. Corex-joustavat-virtakiskoliitokset\_1087627-2017-05-11.pd. Luettu 11.5.2018.
- 7 SKS Connecto toimittaa jakelukiskot Helsingin uuden lastensairaalan sähkönjakeluun. Verkkoaineisto. Industrial Prime 2016. <[www.industrial-prime.fi/2016/10/page/2/](http://www.industrial-prime.fi/2016/10/page/2/)>. Luettu 21.1.2019.
- 8 Käyhkö, Kalevi 2018. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri - Luennot. <<http://ssty.fi/download/Luennot/KaleviKayhko.pdf>>. Luettu 21.1.2019.
- 9 Schneider Electric 2019. Verkkoaineisto. Jakelukiskojärjestelmät. <[se.com/fi/fi/product-subcategory/1310-jakelukiskojarjestelmat/](http://se.com/fi/fi/product-subcategory/1310-jakelukiskojarjestelmat/)>. Luettu 23.11.2019.
- 10 Caverionille uusi projektisopimus tyksin T3 sairaalaan Turussa 2019. Verkkoaineisto. Kauppalehti <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/caverionille-uusi-projektisopimus-tyksin-t3-sairaalaan-turussa/0b17827d-20d4-4ef7-94a8-7d9bd6a6424d>>. Caverion. Luettu 23.11.2019.
- 11 Palonkestävien asennusten käyttö 2013. Verkkoaineisto. Tukes <[tukes.fi/docu-ments/5470659/8489681/2013+palonkestävien+asennusten+käyttö/e78ba48a-](http://tukes.fi/documents/5470659/8489681/2013+palonkestavien+asennusten+kytto/e78ba48a-)

9e65-4a95-be68-0f70afbb1467/2013+palonkestävien+asennusten+käyttö.pdf>. SFS 6000-5-56. Luettu 23.11.2019.

- 12 Kerrostalot Suomessa 2018. Verkkoaineisto. Wikipedia <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Kerrostalo>>. Luettu 3.12.2019.
- 13 JL-jakelukiskojen asennusohje 2015. SKS Connecto - JL-jakelukiskojen.pdf
- 14 Sähkötekniikka kotelointiluokat 2015. Verkkoaineisto. Sähköala <[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkotekniikka/fi\\_FI/011015\\_kotelointiluokat/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkotekniikka/fi_FI/011015_kotelointiluokat/)>. Luettu 3.12.2019.
- 15 Häiriösuojaus 2010. Verkkoaineisto. Metropolia Wiki <<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pagelid=16291065>>. Luettu 3.12.2019.
- 16 Tehokerroin 2016. Verkkoaineisto. Wikipedia <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Tehokerroin>>. Luettu 10.12.2019.
- 17 Loisteho mitä se on. Verkkoaineisto. Sähköturva <[http://www.sahkoturva.info/sahkon\\_kaytto\\_kotona/sahkoa\\_monessa\\_muodossa/fi\\_FI/loisteho\\_mita\\_se\\_on/](http://www.sahkoturva.info/sahkon_kaytto_kotona/sahkoa_monessa_muodossa/fi_FI/loisteho_mita_se_on/)>. Luettu 10.12.2019.