

Iida Puisto

Toimitilojen sähköistyksen hinta neliökohtaisesti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

26.3.2018

Tekijä Otsikko	Iida Puisto Toimitilojen sähköistyksen hinta neliökohtaisesti
Sivumäärä Aika	29 sivua 26.3.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	Talotekniikkapäällikkö, Jussi Kilpelä lehtori Matti Sundgren
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada rakennettua nopea ja helppokäyttöinen laskentaohjelma, jonka avulla saadaan helposti ulos toimitilojen sähköistyksen hinta neliökohtaisesti jo siinä vaiheessa, kun kohteesta ei vielä ole välttämättä saatavilla sähkösuunnitelmia. Laskentaohjelma tulee avuksi hankinta- sekä tarjouspyyntövaiheeseen.</p> <p>Insinöörityössä tehty laskentaohjelma on rakennettu Excel taulukkolaskentaohjelmalla. Siihen tarvittavat lähtötiedot on kerätty Lehdon kohteiden piirustuksista, määräyksistä sekä standardeista.</p> <p>Työssä valmistui laskentaohjelma, joka otetaan Lehdolla päivittäiseen käyttöön. Laskentaohjelman testaus suoritetaan kuitenkin vasta opinnäytetyön valmistumisen jälkeen Lehdon jo valmistuneiden kohteiden avulla.</p>	
Avainsanat	laskentaohjelma, toimitilat, sähköistys

Author Title	Iida Puisto The Price of Electrification of Business Premises per Square Meter
Number of Pages Date	29 pages 26 March 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Building Services
Instructors	Jussi Kilpelä, Building Services Manager Matti Sundgren, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to create a calculation program that can be used to calculate the price per square meter of the electricity system in a facility. The program had to be easy and quick to use since it was meant for everyday use.</p> <p>The calculation program was made with Microsoft Excel. The initial information needed for the program was collected from plans of existing buildings. Furthermore, information was collected from professionals in the field.</p> <p>The outcome of this thesis is a functional calculation program which is of great benefit. The testing of the program will continue. This Bachelor's thesis helps the work of many employees in the future when the program gives the price without laborious initial data.</p>	
Keywords	calculation program, Excel, price

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lehto Group	2
3	Toimitilojen määritelmät	3
3.1	Kauppakeskukset ja liikerakennukset	3
3.2	Logistiikkakeskukset	3
3.3	Toimistot	4
3.4	Teolliset tuotantotilat	5
4	Kiinteistöjen sähköjärjestelmät ja tietoliikenneverkot	6
4.1	Asennusreitit	6
4.2	Sähkön pääjakelujärjestelmät	6
4.3	Sähköliitännäsjärjestelmät	7
4.4	Tietoliikenneverkot	7
5	Valaistus	7
6	Toimitilaturvallisuus	10
6.1	Kulunvalvontajärjestelmä	10
6.2	Kameravalvonta	11
6.3	Paloilmoitinjärjestelmät	12
6.4	Poistumistievalaistus	13
6.5	Rikosilmoitinjärjestelmä	13
6.6	Äänentoistojärjestelmä	14
7	Laskentaohjelman toteutus	14
7.1	Määrittely ja vaatimukset	14
7.2	Suunnittelu	15
7.3	Laskentaohjelman rakenne	15
7.4	Laskentaohjelman toiminta	17
8	Laskentaohjelman toimivuuden testaus	25

8.1	Laskenta ohjelman testaus	25
8.2	Testaajien työnkuvan esittely	26
8.2.1	Hankepäällikkö	26
8.2.2	Sähköprojektipäällikkö	26
8.2.3	Sähköhankintainsinööri	26
9	Yhteenveto	27
	Lähteet	28

Lyhenteet

DALI	digitaalinen väyläohjattu valaistusjärjestelmä
IP	sähkölaitteen tiiveyden luokitus
LED	light Emitting Diode. Suom. Valoa tuottava diodi
lx	luksi, valaistusvoimakkuuden yksikkö
m ²	neliömetri
UPS	keskeytymätön virransyöttö

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa laskentaohjelma, josta saadaan helposti ja nopeasti laskettua toimitiloissa käytettävien sähkökalusteiden määrät sekä niiden hinnat neliometriä kohti.

Opinnäytetyön tavoitteena on, että Excel-pohjainen laskentaohjelma saadaan rakennettua vastaamaan mahdollisimman hyvin Lehdon kalustamismallia talousohjatun rakentamisen mukaisesti, kuitenkin kaikkia standardeja ja määräyksiä noudattaen. Tämän tavoitteen onnistuessa laskentaohjelmaa voidaan käyttää apuna projektien alkuvaiheessa, kun halutaan nähdä suuntaa antava hinta sähköurakasta sisältäen työn sekä siihen kuuluvat sähköistyksen massat. Työssä tutustutaan toimitilojen osa-alueisiin sekä järjestelmiin, joita tiloissa esiintyy.

Opinnäytetyö tehtiin Lehto Tilat Oy:n toimitilapuolelle. Tarkoituksena on, että taulukkolaskentaohjelmaa tullaan käyttämään apuna kohteiden sähköistyksen hinnoittelussa, ennen kuin kohteesta on vielä sähkökuvia saatavilla. Lehto Tilat Oy on yksi Lehto Groupin tytäryhtiöistä, jonka liikevaihto vuonna 2016 oli 361,8 M€. Yhtiöllä on yksitoista toimipaikkaa Suomessa, sen pääkonttori sijaitsee Kempeleessä. Lehto on aloittanut liiketoiminnan kehittämisen myös Ruotsissa. [1]

2 Lehto Group

Lehto Group on suomalainen rakennusalan konserni, joka keskittyy rakentamaan kohteitaan heidän kehittämän talousohjatun toimintamallin mukaisesti. Se on syntynyt vuonna 2008, kun sen edeltäjä Päätoimija-konserni perustettiin kehittämään edullisempia rakennustapoja. Vuonna 2016 Päätoimijasta tuli Lehto Group. Viime vuosina Lehto Group on kokenut hurjaa kasvua, mikä onkin vaikuttanut positiivisesti sen liikevaihtoon sekä työntekijämääriin.

Konsernin sanojen mukaan konsernilla ei ole tarvetta rakentaa pyörää uudelleen vaan päinvastoin parantaa rakentamisen tuottavuutta. Arvot koostuvat viidestä palasesta: tehokkuus, rohkeus, vastuullisuus, asiakaskeskeisyys ja yhteisöllisyys. Lehdon talousohjattu rakentaminen perustuu lyhkäisyydessään vahvaan suunnittelunohjaukseen, jossa määräytyy jopa 80% rakentamisen kustannuksista. Suunnittelussa hyödynnetään 3D-mallintamista. Suunnittelun lisäksi talousohjattua rakentamista tukevat toistettavat vakioratkaisut sekä innovatiivinen moduuli- ja elementtituotanto. Modulaarisella rakentamisella pystytään takaamaan kustannushyötyjen lisäksi parempi laatu rakentamisessa.

Asiakkaalle Lehdon tapa toimia tarjoaa nopean ja vaivattoman prosessin avaimet käteen periaatteella aina suunnittelusta toteutukseen. Lisäksi asiakas tietää aina ennakkoon paljonko rakennushankkeen kokonaiskustannukset tulevat tarkalleen olemaan. Lehdolla onkin neljä toimintaperiaatetta: yksi sopimus, kiinteä hinta, sovittu muuttopäivä sekä sovittu sisältö ja laatu. [2]

Vuoden 2018 alussa Lehto-konsernissa tapahtui tytäryhtiösulautumista, kun samoilla palvelualueilla toimineet tytäryhtiöt sulautettiin toisiinsa. Rakennusliike Koivukoski Oy sulautui Rakennusliike Lehto -osakeyhtiöön, jonka uudeksi nimeksi tuli Lehto Tilat Oy. Optimikodit Oy sulautui Rakennuskartio -osakeyhtiöön, jonka nimeksi tuli Lehto Asunnot Oy. Sekä Rakennus Oy Wareco sulautui puolestaan Remonttipartio -osakeyhtiöön, jonka nimeksi tuli Lehto Remontit Oy. Näiden lisäksi konsernin tytäryhtiöitä ovat Insinööritoimisto Mäkeläinen Oy, Takuuelementti Oy sekä Ruotsissa toimiva Lehto Sverige AB.

3 Toimitilojen määritelmät

Toimitila on kiinteistöön sisältyvä rakennettu tila, jota käytetään aineettomien tai aineellisten hyödykkeiden tuotantoon. Karkeasti toimitilat voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen, liike- sekä tuotannollisiin tiloihin. Liiketilaja ovat erilaatuiseen liiketoimintaan käytettävät tilat kuten myymälät, pankit, ravintolat, kahvilat ja kampaamot. Tuotannollisia tiloja puolestaan ovat työ-, teollisuus- ja varastotilat. Lainsäädännössä kaikki toimitilat ryhmitellään liikehuoneistoiksi, kaikki muut kuin asuinhuoneistot ovat liikehuoneistoja.

Lehto Tilat Oy:n toimitilakohteita ovat usein kauppakeskukset ja liikerakennukset, logistiikka- ja varastokeskukset, toimistot ja yritystilat sekä teolliset tuotantotilat. Satojen hankkeiden kokemuksella Lehto tietää, että ammattitaitoinen suunnittelutyö ja realismi ovat kustannustehokkaan toimitilahankkeen perusedellytyksiä.

3.1 Kauppakeskukset ja liikerakennukset

Kauppakeskukset ovat useista palvelu- ja kauppaliikkeistä koostuvia liiketoimintakeskuksia, joissa liikkeet avautuvat käytäville tai keskusaukiolle. Kauppakeskukset voivat olla yksi tai useampikerroksisia. Liikerakennuksella tarkoitetaan tilaa, jossa liiketilojen lisäksi voi olla myös toimisto sekä varastotiloja. Liiketiloiksi määritellään esim. myymälät, pankit, kahvilat, kampaamot ja ravintolat.

Suomen kauppakeskuksista suuri osa on rakennettu 90-luvulla. Viime vuosina on kuitenkin ollut nähtävissä, kuinka kauppakeskusrakentaminen on nostanut taas suosiotaan. Nykyisin kauppakeskuksista tehdään entistä suurempia ja palveluista sitäkin kattavampia, myymälöiden ja ravintoloiden lisäksi tiloissa on liikunnallisia palveluita.

3.2 Logistiikkakeskukset

Logistiikkakeskukset ovat toiminnallisia keskuksia, jotka yhdistävät tuotteiden hankinnan, varastoinnin sekä jakelun. Logistiikkakeskus voi olla yhden tai useamman toimijan käytössä, ja ne voidaan luokitella kuuteen eri luokkaan niiden toimintojen ja roolien selvittämiseksi. Luokat luokitellaan L0 – L5, joilla kaikilla on oma nimitys sekä määritelmä. Kuvassa 1 esitetyssä taulukossa esitellään luokat, nimet ja niiden määritelmät.

Luokka	Nimi	Määrittely
L0	Logistiikka-vyöhyke	Logistiikkakeskittymien, -alueiden ja -keskusten muodostama, usein pääväylien suuntainen vyöhyke.
L1	Logistiikkakeskittymä	"Itsestään" muodostunut logistiikkakeskusten ja -alueiden tiivis ryhmä, usean hallinnoima, useita toimijoita.
L2	Logistiikka-alue	Järjestäytyneesti muodostunut, logistiikkatoiminnoille tarkoitettu alue (freight village), jossa on useita logistiikkakeskuksia, varasto- ja yms. logistiikkatoimintoja lisäpalveluineen. toimijoita.
L3	Logistiikka-palvelukeskus	Kaikille asiakkaille avoin logistiikkakeskus. Tietyn tahon hallinnoima, mahdollisesti useita toimijoita
L4	Logistiikka-keskus	"Suljetun piirin" eli tietyn kauppaketjun tai teollisuusyrityksen oma logistiikkakeskus tai keskusvarasto, josta tavaraa toimitetaan vain ko. yrityksen omiin tarpeisiin
L5	Varasto, terminaali	Yksityisten omistamia varastoja yms., pinta-ala alle 10 000 m ² .

Kuva 1 Logistiikkakeskuksen luokat ja määritelmät

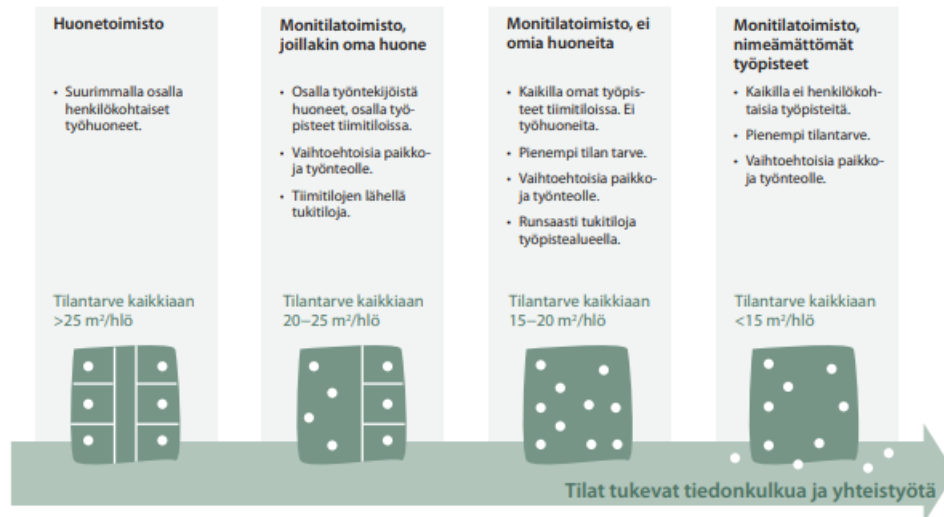
Rakennuksen huonetilaohjelman suunnitelmat ovat aina hankekohtaista. Niihin vaikuttavat tulevaan kohteeseen suunnitellut logistiikkatoiminnot ja turvallisuustason vaatimukset. Sisä- ja ulkotiloihin vaikuttaa aina optimaalinen tuottavuus ja turvallisuus. Logistiikkakeskuksien yleisempiä tiloja ovat logistiikka-alueiden lisäksi asiakaspalvelutilat, henkilökunnan tilat, tavarankäsittelytilat sekä tietotekniikka- ja laitetilat.

Logistiikkakeskuksissa erityisen tärkeää on turvatekniikka, paloturvallisuus ja tietoliikenneverkosto. Kulunvalvontajärjestelmien tavoitteet asetetaan kohde kohtaisesti asiakkaiden ja käsiteltävän tavaran turvallisuusvaatimuksista sekä operaattorin tavoitteista. Paloilmoitinjärjestelmissä taas on otettava huomioon kohteen koko ja korkeus, sekä käsiteltävä tavara.

3.3 Toimistot

Toimistot ovat tiloja, joissa ihmiset työskentelevät. Toimistot voivat yksinään muodostaa ison kokonaisuuden, jota kutsutaan toimistorakennukseksi, tai se voi olla osana muuta rakennuskohdetta. On hyvin yleistä, että jokainen rakennuskohde sisältää vähintään pie-

nen muutaman kymmenen neliön toimistotilan. Toimistotilat koostuvat usein monimuotoisista työskentelytiloista, neuvotteluhuoneista sekä sosiaalityloista. Toimistorakennukset voivat olla yksi- tai useampikerroksisia rakennuksia.



Kuva 2 Eritoimistotilatyypin tilantarpeet ja ominaisuudet

Toimistotiloissa voi olla yllättävän paljon muutoksia työpisteiden määrien ja sijaintien kanssa. Siksi onkin tärkeää, että jo suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon toimistotilojen muuntojoustavat ratkaisut sähköjen osalta. Muuntojoustavuuden takia on hyvin yleistä, että työpisteiden sähköistykset toteutetaan pistorasiapylväillä, joiden sijaintia voidaan muuttaa helposti.

3.4 Teolliset tuotantotilat

Teolliset tuotantotilat käsittelevät tiloja, joissa toteutetaan jonkinlaista teollista tuotantoa, kuten levytöitä, rakennustuotteita tai pienempiä komponentteja.

Tuotantotilojen suunnittelu alkaa tuotannon prosessin kulun ja sen logistiikan vaatimista tarpeista. Joiden lisäksi tärkeitä huomioitavia asioita ovat työturvallisuus sekä työnjohdon, wc-tilojen sekä varastojen sijainti ja tavaroiden kuormaus. Myös kulkuväylien kuten hissien, portaiden, luiskien ja tikkaiden vaikutus tilasuunnitteluun on huomioitava. Suunniteltujen tilojen tulee aina olla sopeutuvaisia muutoksiin. [3]

Kiinteistön turvallisuutta pidetään yllä valvontajärjestelmillä, joihin lukeutuu ovien, ikkunoiden, lukkojen sekä LVIS-järjestelmien valvonta. Näiden lisäksi kiinteistöä valvotaan palo- sekä murtohälytysjärjestelmillä.

Valaistuksen suunnittelussa on huomioitava työtehtävä, jota tilassa toteutetaan, koska valaistusarvot määritellään tehtävän työn mukaisesti. Myöskään yleisvalaistuksen keskiarvo ei saa tulla 150 – 200lx:a pienemmäksi niissä tiloissa, joissa oleskellaan jatkuvasti. Kohdevalaistus tulee suunnitella niihin työpisteisiin, joissa tehdään työtä, joka vaatii suurta tarkkuutta. Niihin tiloihin, joissa ei oleskella prosessin luonteen vuoksi määritellään valaistus valvontakameroiden valontarpeen mukaan.

4 Kiinteistöjen sähköjärjestelmät ja tietoliikenneverkot

4.1 Asennusreitit

Jotta sähkötekniisten järjestelmien kaapelointeja ja verkostoja voidaan tehdä, niille täytyy olla käytössä asianmukaiset kaapelireitti- ja kaapeliasennusjärjestelmät. Näitä järjestelmiä ovat esimerkiksi kaapelihyllyt ja -tikkaat, johtokanavat ja kaapelikourut sekä erilaiset kaapelikiinnitysjärjestelmät. Lisäksi kaikenlaiset osastojen tai tilojen väliset läpiviennit paloläpivienteineen ja palokatkoineen lukeutuu asennusreitteihin.

Kaapelireitit tulee suunnitella erityisen huolellisesti siten, että niitä voidaan myöhemmässä vaiheessa vaivattomasti muunnella, lisätä ja huoltaa. Reittien tulee liittyä luontevasti sähkötekniisiin tiloihin, ja niitä pitkin on pystyttävä toteuttamaan kaapelointeja keskuksien ja muiden sähkökomponenttien välillä. [4]

4.2 Sähkön pääjakelujärjestelmät

Pääjakelujärjestelmä on kiinteistön pitkäikäisimpiä sähköjärjestelmiä. Käyttäjien kannalta pääjakelujärjestelmän tärkeimpiä ominaisuuksia ovat järjestelmän joustavuus sekä mahdollinen laajentuminen. Kun puhutaan sähköenergian mittauksesta, sillä tarkoitetaan sähköenergian laskutusmittausta. Kohde pystytään jakamaan eri mittausalueisiin sähkön kuluttajien, erillisten toimitilojen ja paljon sähköä kuluttavien laitteiden tai kokonaisuuksien mukaan, jotta pystytään jakamaan sähkölaskut oikeille tahoille. Mittaukselle

lisävaatimuksia voi aiheuttaa sähköenergian hankintatapa. Mittauksen yhteydessä on mahdollista seurata tiettyjä kulutukseen, kuormituksiin ja sähkön laatuun sekä muihin ominaisuuksiin liittyviä tunnuslukuja. [5]

4.3 Sähköliitännäjärjestelmät

Sähköliitännäjärjestelmillä tarkoitetaan erityyppisiä tarpeita palvelevia sähkönjakelujärjestelmiä. Sähköliitännäjärjestelmillä sähköenergia tuodaan pääjakelujärjestelmästä sähköliitännäpisteisiin.

Toimitilojen kohdalla on tärkeää huomioida, että sähkönjakelu toteutettaisiin helposti muunneltavalla tavalla. Muunneltavat sähkönjakelujärjestelmät mahdollistavat käyttäjälle lähes vapaasti laajennettavat ja muunneltavat järjestelmät. Tällöin esihankintavaiheessa ei tarvitse varautua myöhempisiin lisäyksiin tai muutoksiin. Yleisesti muutosjoustavat ratkaisut ovat myös kustannustehokkaampi vaihtoehto kiinteille ratkaisuille, jotka sisältävät paljon varauksia tulevaisuuden varalle.

4.4 Tietoliikenneverkot

Tietoliikenneverkolla tarkoitetaan laitteista ja niiden välisistä viestintäyhteyksistä koostuvaa verkkoa, jota käytetään tiedon välittämiseen. Tällaisia sovelluksia ovat data, puhelin, kameravalvonta, talo- sekä turvatekniikka. Nopea muutostahti asettaa haasteensa tietoliikenneverkoissa käytettävien mittalaitteiden ajanmukaisuudelle ja päivitettävyydelle. Kiinteistöjen tietoliikenneinfrastruktuuri luodaan yleiskaapeloinnin avulla, jolla saadaan rakennettua käyttäjille luotettava ja tekninen kokonaisuus.

5 Valaistus

Valaistus on tärkeä ja suuri osa toimitilakiinteistöjen kokonaiskäytettävyyttä; näkemisen lisäksi valaistuksella on vaikutusta myös ihmisen vireystilaan ja mielialaan. Valaistuksessa on tärkeää, että sen suunnittelu ja toteutus on tehty oikein, koska sillä pystytään parantamaan viihtyvyyttä ja tehostamaan työskentelyä. On tärkeää, että tiloissa täyttyvät niille määritellyt valaistusvoimakkuudet. Erilaiset tilat tarvitsevat erilaisen valaistuksen,

ja valaistuksen on tuettava tilassa tapahtuvaa toimintaa eikä olla häiriöksi tai haitata näkemistä.

Taulukossa 1 käsitellään eri tilojen valaistusvoimakkuus vaatimuksia. Kun tiloihin valitaan valaisimia, on otettava huomioon valaisimen suurin sallittu teho sekä lähellä olevien materiaalien palo-ominaisuudet. Valaisimien asennuksen tulee tapahtua aina toimittajien ohjeiden mukaisesti ja valaisimet voidaan ketjuttaa vain silloin, kun valaisimet on suunniteltu ketjutettaviksi. Valaisimia valittaessa on hyvä muistaa valaisimien kotelointiluokat, jotka ilmaistaan IP-luokituksella. Luokitukset määräytyvät asennusympäristön mukaan. Erityistä tarkkaavaisuutta täytyy käyttää kosteissa tiloissa sekä ulkona, koska sähköiskun vaara on suuri, jos kotelointiluokitus ei ole asennusolosuhteisiin sopiva. [6]

Taulukko 1 Tilojen valaistusvoimakkuus vaatimukset [7]

Tila	Valaistusvoimakkuus (lx)	UGR-indeksi	Tasaisuus $U_0(E_{min}/E_m)$	R_a -indeksi	Huom!
Liikennealueet ja käytävät	100	28	0,4	40	Lattiatasolta 150 lx, mikäli reitillä on ajoneuvoja
Portaikot, liukuportaat, liukukäytävät	100	25	0,4	40	
Hissit	100	25	0,4	40	Hissin edessä vähintään 200 lx
Lastausalueet	150	25	0,4	40	
Kahvihuoneet	200	22	0,4	80	
Talotekniset tilat	200	25	0,4	60	
Varastotilat	100	25	0,4	60	200 lx, jos työskentely on jatkuvaa
Elektroniikkapajat, testaus, säätö	1500	16	0,7	80	
Kuulamylyt ja sellutehtaat	200	25	0,4	80	
Toimisto, kirjoittaminen	500	19	0,6	80	
Kassa-alue	500	19	0,6	80	
Odotusaulat	200	22	0,4	80	
Keittiö	500	22	0,6	80	Keittiön ja ravintolan välillä tulisi olla sopeutusvyöhyke.
Pysäköintialueet	75	-	0,4	40	Valaistusvoimakkuus lattiatasolta
Luokkahuoneet	300	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Auditorio	500	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä eri A/V-tilanteisiin

Valaistustavat voidaan jakaa kolmeen osaan; hajasäteilevään, suoraan ja epäsuoraan valaistukseen. Hajasäteilevä valaistus takaa hyvän, mutta lattean yleisvalon monimutkaiseenkin tilaan, se saattaa kuitenkin myös aiheuttaa häikäisyä ja heijastuksia näyttöpäätteistä ja muista kiiltävistä pinnoista. Epäsuora valaistus on energiatehottomin tapa valaista. [8]

Valaistuksen lisäksi valaistuksenohjauksella on myös iso rooli toimitilojen valaistuksessa. On tärkeää suunnitella tiloihin oikeanlainen valaistuksenohjaus, jotta käyttäjät saavat tiloista paremman käyttökokemuksen. Nykyisin valaistuksenohjaus on myös mahdollista toteuttaa osana laajempaa taloautomaatiota. Valaistuksen ohjauksen hallinta voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan käyttäjän hallitsemaan sekä automaattiseen ohjaukseen. Valaistuksen ohjaustavan valintaan vaikuttaa tila ja sen käyttötarkoitus. Kulkutiloissa, joissa useat ihmiset ovat hetkellisesti, on liiketunnistin hyvä vaihtoehto. Kun taas varastotilat, joissa käydään harvakseltaan, on edullisinta varustaa käyttäjän hallitsemalla kytkimellä. Oikeanlaisella valaistuksen ohjauksella on mahdollista vaikuttaa myös energiankulutukseen mikä on tänä päivänä erittäin suuri tahtotila. Taulukosta 3 löytyy tyypilliset valaistuksen ohjaustavat.

Taulukko 2 Tyypilliset valaistuksen ohjaustavat

Ohjaustapa	Suosittelava käyttökohde	Ohjaustapa	Suosittelava käyttökohde
Automaattiset ohjaukset		Manuaaliset ohjaukset	
Kello	Ulkovalaistuksessa usein yhdistettynä hämäreäkytkimeen, jolloin valot palavat tiettyyn aikaan, jos ulkona on riittävästi pimeää. Myös tilat, joissa ihmisiä liikkuu jatkuvasti tiettyinä aikoina, kuten myymälät.	Päälle/pois (kytkin, painike, vetokytin)	Harvoin käytettävät tilat, komerot, tekniset tilat jne.
Hämäreäkytkin	Esimerkiksi ulkovalaistus: valot, joiden on tarkoitus palaa aina pimeään aikaan.	Himmennys (himmennin, painike, vetokytin)	Tilat, joissa tarvitaan erityyppisiä valaistustasoja. Edullisempi kuin tilanneohjaus.
Liiketunnistus	Esimerkiksi läpikulkutilat, joissa ihmiset liikkuvat silloin tällöin. Käytävät, wc-tilat jne.	Tilanne (painonappi, tietokone, kosketusnäyttö)	Esimerkiksi tilat, joiden käyttötarkoitus muuttuu ja tarvitaan useita erityyppisiä valaistustilanteita, kuten luentosalit, auditoriot, ravintolat jne.
Läsnäolotunnistus	Esimerkiksi työskentelytilat: liike on usein niin pientä, että liiketunnistimella havainnointi ei onnistuisi. Usein yhdistettynä vakiovalo-ohjaukseen, jolloin valo himmenee, jos tilaan saadaan valoa muualta.		

6 Toimitilaturvallisuus

Turvallisuusjärjestelmät ovat tärkeä osa toimitilakiinteistöjä, niiden tarkoituksena on pitää kiinteistössä tapahtuva toiminta häiriöttömänä. Tämän lisäksi järjestelmät suojaavat yrityksen henkilöstöä, omaisuutta ja tietoja sekä ennaltaehkäisevät ympäristöä onnettomuuksilta, vahingoilta, ilkeimmältä ja rikolliselta toiminnalta. Suuri osa turvallisuustyöstä onkin etupainotteista ja ennaltaehkäisevää toimintaa. Tärkeimpiä turvattavia asioita yrityksen kannalta ovat henkilöstö, asiakkaat ja sidosryhmät, yrityksen toiminta eli prosessit, omaisuus, tiedot, ympäristö sekä yrityksen maine.

Myös turvallisuuden kannalta jokainen yritys on yksilöllinen. Tämän takia kunkin yrityksen täytyykin varmistaa, että turvallisuusriskien arviointi, mittaaminen, raportointi ja seuranta soveltuvat omiin tarpeisiin. Toimitilaturvallisuus jaetaan kolmeen osa-alueeseen; rakenteelliseen, turvallisuuteen, sähköisiin turvallisuusjärjestelmiin ja henkilöturvallisuuteen.

Rakenteellinen turvallisuus käsittää enemmänkin rakennusteknisiä asioita kuten rakennusten osastoinnit, aidat, ovet, portit sekä rakenteiden kestävyys ja palotekniset ominaisuudet. Sähköisiin turvallisuusjärjestelmiin kuuluvat taas paloilmoin-, rikosilmoitin-, kulunvalvonta- ja kameravalvontajärjestelmä. Osaltaan voidaan myös ajatella, että tieto- ja viestintäteknikka sekä talotekniikka, kuten ilmastointi ja valaistus voidaan lukea näihin. Viimeiseen osa-alueeseen eli henkilöturvallisuuteen liittyviä asioita ovat hätäkuulutus, ajoneuvojen ohjaus, vartiointi ja valvomotoiminta, erityiset henkilöturvallisuusjärjestelmät ja poistumistievalaistus eli merkki- ja turvalaistus. Tämän luvun alaluvuissa käsitellään laajemmin sähköisten turvajärjestelmien lisäksi poistumistievalaistusta. [9]

6.1 Kulunvalvontajärjestelmä

Päätarkoitus kulunvalvontajärjestelmällä on kulunohjaus ja -rajoitus, joka kohdistuu yrityksen oman henkilökunnan lisäksi ulkopuolisiin. Sillä rajoitetaan ulkopuolisten henkilöiden kulku tiloihin, jotka on tarkoitettu vain yrityksen omalle henkilökunnalle. Järjestelmällä on myös mahdollista rajoittaa oman henkilökunnan kulkua tiettyihin tiloihin kokonaan tai asettaa niihin aikarajoitteita. Yhtenä kulunvalvonnan tavoitteena on korvata mekaaniset lukot sähköisillä tunnisteilla. Tämän johdosta mekaanisten lukkojen sarjoitus

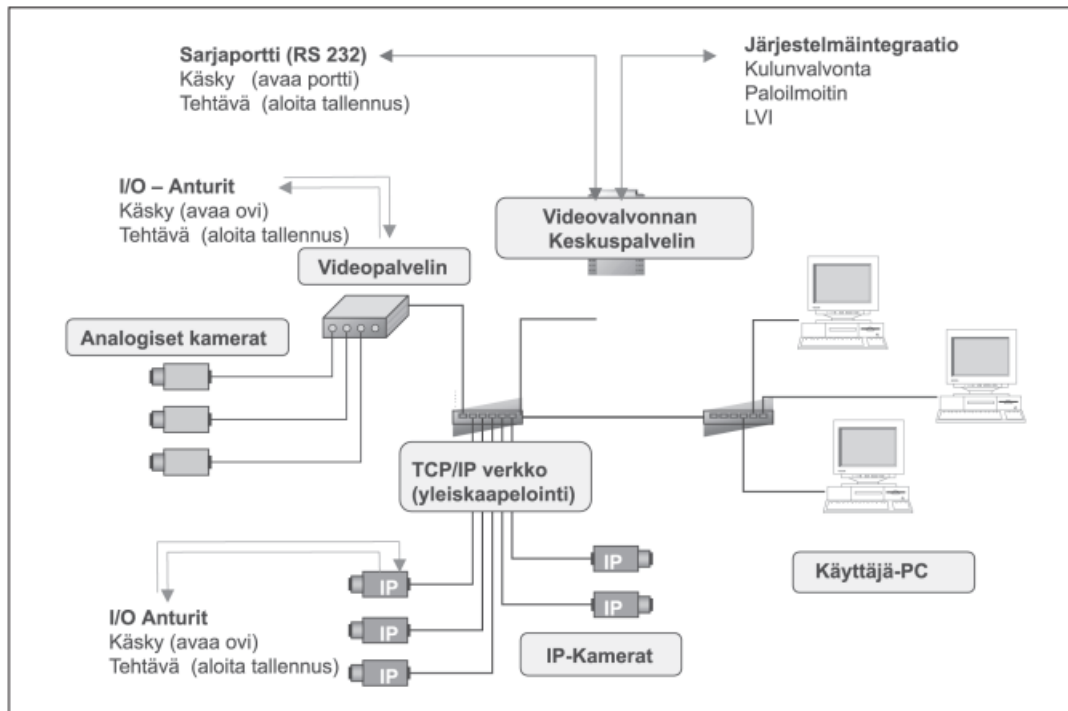
saadaan yksinkertaiseksi, harvoin uusittavaksi ja edulliseksi. Kadonnut kulkutunniste pystytään poistamaan järjestelmästä, eikä se täten aiheuta lukkojen vaihtamista. [10]

Kulunvalvontajärjestelmät ovat kussakin kohteessa aina omanlaisensa. Kohteissa on eri määrä ovia, ja tahtotilat järjestelmän toiminnoista ovat erilaisia. Yhdet haluavat liittää järjestelmään myös työajanseurannan, kun toiset tarvitsevat vain pelkän kulunvalvonnan. [11]

6.2 Kameravalvonta

Kameravalvontajärjestelmä on yksi turvallisuuden osatekijöistä, pääosin sitä käytetäänkin täydentämään muita turvallisuusjärjestelmiä. Sillä tuotetaan kiinteistön alueella tai tilassa esiintyvistä kohteesta jatkuvaa kuvallista informaatiota. Järjestelmällä pyritään ennalta ehkäisemään rikollista toimintaa, vahinkoja sekä onnettomuus- ja vaaratilanteita. Jälkeenpäin kameravalvontajärjestelmää voidaan käyttää apuna edellä mainittujen tapahtumien selvittelyssä, jos sellainen on päässyt tapahtumaan. Eniten kameravalvontajärjestelmiä käyttävät viranomaiset, yhteisöt sekä yritykset. Kamerrat valitaan aina kohdekohtaisesti ja käyttötarkoituksen mukaisesti. Kun toteutetaan kameravalvontaa, on samalla huomioitava alueen valaistus ja valaisimien sijainti. Valaisimien tulee olla oikein sijoitettuna kameroihin nähden. Kameravalvontaa voidaan suorittaa kahdella eri tavalla: joko aktiivisena kuvan tarkkailuna reaaliaikaisesti tai passiivisena kuvamateriaalin analysointina jälkikäteen. Kameravalvontajärjestelmä koostuu kameroista, keskuslaitteesta, kuvantallentimesta, paikallisista monitoreista sekä mahdollisesta kuvansiirrosta ulkopuoliseen valvontapisteeseen, kuten vartiointiliikkeeseen. [12]

Perinteisesti kameravalvontajärjestelmän tekniikka on perustunut analogisen videokuvan siirtoon, joka on toteutettu yleisimmin koaksiaalikaapelin välityksellä. Pidemmillä välimatkoilla yhteys on luotu parikaapelin tai valokuitukaapelin välityksellä. Kuitenkin viime vuosien aikana on analogisesta kuvansiirrosta siirrytty lähes kokonaan digitaaliseen kuvansiirtotekniikkaan. Siinä videokuva voi siirtyä pakattuna suoraan käyttäjän tietoverkkoon digitaalisessa muodossa tai standardoitua TCP/IP-protokollaa hyödyntäen internetin välityksellä. Jos siirto tapahtuu TCP/IP-protokollaa käyttäen on jokaisella verkon päätelaitteella kiinteä IP-osoite, joiden avulla verkossa kulkeva tieto ohjautuu oikeisiin laitteisiin. [Kuva 3]



Kuva 3 Periaatekaavio IP-pohjaisesta kameravalvontajärjestelmästä

6.3 Paloilmoitinjärjestelmät

Paloilmoitinjärjestelmä koostuu paloilmaisimista, paloilmotuspainikkeista, paloilmotinkeskuksista ja ilmoituksensiirtolaitteistosta. Järjestelmä ryhmitellään eri tyyppiluokkiin niiden käyttötarkoituksen mukaan. Järjestelmät jaotellaan osoitteellisiin sekä perinteisiin järjestelmiin. Järjestelmät eroavat toisistaan niiden ominaisuuksissa, integrointitoteutuksessa sekä ohjaus- ja hallinnointimahdollisuuksissa. Paloilmoitinjärjestelmät on pidettävä jatkuvasti toimintakuntoisena, ja ne tulee tarkistaa tietyin väliajoin. Paloilmoittimien asennustoiminta on luvanvaraista, tarkoittaa, että asennustöitä voivat suorittaa vain hyväksytyt paloilmotinliikkeet.

Rakennusten paloturvallisuus varustukseen kuuluu paloilmotinjärjestelmien lisäksi erilaisia savusulku- ja savunpoistolaitteistoja sekä sammutusjärjestelmä. Järjestelmiä ovat muun muassa savunpoistoluukut, savusulkuovet, sprinklerijärjestelmä sekä erilaiset kaasusammutusjärjestelmät. Nämä järjestelmät kommunikoivat muun tekniikan kanssa, joten on tärkeää, että loppuratkaisut ovat mahdollisimman virheetömiä ja saavuttavat toimintavarmen lopputuloksen.

6.4 Poistumistievalaistus

Turvavalaistus on yleisnimitys valaistukselle, jota käytetään silloin, kun normaalin valaistuksen sähkönsyöttö on jostain syystä häiriintynyt eikä toimi normaalisti. Kun normaalin valaistuksen sähkönsyöttö on häiriintynyt, täytyy turvavalaistuksella olla toimiva sähkönsyöttö. Turvavalaistus jakautuu kahteen ryhmään: varavalaistukseen ja poistumisvalaistukseen, joka taas jakautuu edelleen kolmeen eri osa-alueeseen, joita ovat poistumistievalaistus, avoimen tilan valaistus sekä riskialttiin tilan valaistus.

Poistumisvalaistuksella, josta käytetään rakentamismääräyksissä (RakMK-E1) myös käsitettä merkkivalaistus, pyritään pienentämään paniikin todennäköisyyttä sekä mahdollistetaan turvallinen poistuminen paikasta, kun normaali virransyöttö häiriintyy. Poistumisvalaistusta tarvitaan osoittamaan poistumistiet sekä valaisemaan ne, jotta poistuminen on turvallisesti mahdollista. Sen avulla myös varmistetaan, että poistumistiet, paloilmoituspainikkeet ja sammutusvälineet pystytään paikallistamaan, ja varmistetaan, että tärkeiden haastavien tehtävien alasajo voidaan suorittaa turvallisesti loppuun. Poistumisreittien sekä avoimien alueiden kohdalla valon tulisi langeta alaspäin työtasoille. Näiden lisäksi kaikki esteet kahden metrin korkeuteen asti tulisi myös valaista. Varavalaistuksella varmistetaan tilassa tapahtuvan toiminnan jatkuminen normaalisti. Opasvalaisimien tulee olla jatkuvasti valaistuja. [13]

6.5 Rikosilmoitinjärjestelmä

Rikosilmoitinjärjestelmällä tarkoitetaan laitteistoa, joka ilmaisee luvattoman tunkeutumisen lisäksi haluttaessa myös vesivuodot, tulipalon tai muun vastaavan poikkeaman, josta kiinteistölle tai henkilölle voi aiheutua haittaa. Laitteistolla pystytään seuraamaan myös kiinteistössä tapahtuvaa liikkumista. Ilmoituksensiirtojärjestelmän avulla ilmoituskeskus lähettää ilmoituksen hälytyskeskukseen ja/tai tekee paikallishälytyksen. Järjestelmä koostuu erilaisten ilmaisimien lisäksi keskusyksiköstä, käyttölaitteesta sekä varavirrasta eli akusta. Yleisimmin käytössä olevia ilmaisimia ovat esimerkiksi passiivinen infrapuna-ilmaisin eli liiketunnistin, lasirikkoilmaisin, magneettikosketin ja mikroaaltoilmaisin. Myös savu- ja kosteusilmaisimien käyttö on mahdollista. [14]

Rikosilmoitinjärjestelmillä valvontaa voidaan toteuttaa neljällä eri tasolla: kehävalvonnalla, kuorivalvonnalla, tilavalvonnalla ja kohdevalvonnalla. Kehävalvonnalla eli alueella

tapahtuvalla valvonnalla pyritään havaitsemaan luvattomat tulijat jo alueen rajalla. Kuo-
rivalvonnalla eli rakennuksen valvonnalla valvotaan sisäänpääsyn mahdollistavia reit-
tejä, kuten ovet, ikkunat ja muut luukut. Tilavalvonta, valvoo sisätilaa ja sen avulla pyri-
tään havaitsemaan tilaan jo luvatta päässyt tai jäänyt henkilö. Kohdevalvonnalla suoja-
taan yksittäisiä kohteita, kuten arvoesineitä tai kassakaappia. Rikosilmoitinjärjestelmät
ovat normaalisti lepotilassa. Järjestelmä aktivoituu, kun valvottu rajapinta ylitetään.

6.6 Äänentoistojärjestelmä

Äänentoistojärjestelmät käsitetään yleisesti järjestelmänä, jonka avulla tiloihin välitetään
kuulutuksia tai soitetaan taustamusiikkia. Toimistotiloissa voidaan luoda tunnelmaa eril-
lisillä kaiutinjärjestelmillä esimerkiksi WC-tiloissa, jossa musiikin sijaan kaiuttimista voi-
daan toistaa vaikka linnunlaulua. Viime vuosina äänentoistojärjestelmän käyttö on yleis-
tynyt myös hätäkuulutuksen evakuointitarkoituksessa. Tällaisissa tilanteissa pitää huo-
mioida erityisvaatimukset joita järjestelmälle asetetaan. Näitä ovat esimerkiksi häiriöttö-
män käytön varmistaminen kuten sähkönsyöttö. Kaiuttimet, joita käyttäjä pystyy säätä-
mään, edellyttävät pakkosyöttöreleitä.

7 Laskentaohjelman toteutus

Tässä luvussa kuvataan suunnitellun ja toteutetun laskentaohjelman määrittelyä, vaati-
muksia, suunnittelua ja ohjelman toteutusta. Laskentaohjelma on toteutettu Microsoft
Excel taulukkolaskentaohjelmalla. Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelma on tietoko-
neohjelma, joka on tarkoitettu numeerisen datan käsittelyyn. Taulukkolaskentaohjel-
massa kaikki data on tallennettu kaksikulotteisen taulukon soluihin, joihin taulukkolasken-
nan toiminto perustuu. Numeroarvojen lisäksi niihin voidaan ohjelmoida laskukaavoja.
Ohjelmassa laskenta perustuu pitkälti laskentakaavoihin sekä ehtolauseisiin.

7.1 Määrittely ja vaatimukset

Vaatimuksena oli saada aikaan laskentaohjelma, jonka avulla saadaan ulos hintatieto
siitä, mitä sähköurakka tulee maksamaan sisältäen sähkökalusteet sekä työn. Lasken-
taohjelman tarkkuuden piti olla +/-5% todellisesta laskennasta. Ohjelmasta rajattiin pois
lämmitys sekä LVI:n sähköistys. Jotta Lehto Tilat Oy tulee saamaan laskentaohjelmasta

sen hyödyn, mikä laskentaohjelmassa on ollut tarkoituksena, on tärkeää, että laskentaohjelma on rakennettu Lehdon talousohjatun rakentamisen tyyliä noudattaen. Lisäksi toivottiin, että laskentaohjelma olisi mahdollisimman nopea ja helppokäyttöinen. Tällä tarkoitetaan sitä, että ohjelmaan syötettävien tietojen määrä pysyy mahdollisimman vähäisenä, eikä tietojen täyttämässä vaadittaisi suurta sähköalan koulutusta. Tiedot joita ohjelmaan täytyy pääasiassa täyttää, ovat pinta-ala, huonekorkeus, valaistuksenohjaus, valaisintyyppi, pistorasioiden asennuspaikka sekä valaisimen asennustapa. Tämä mahdollistaisi ohjelman käytön myös hankepuolella, jolla ei ole välttämättä ammattitaitoista kokemusta sähköistyksestä.

7.2 Suunnittelu

Laskentaohjelman suunnittelu aloitettiin perehtymällä Lehdon kohteiden sähköpiirustuksiin. Tällä tavalla saatiin käsitys Lehdon tavasta toteuttaa sähköistys toimitilakohteissa. Keskusteluja käytiin myös sähköhankkijan sekä projektipäälliköiden kanssa, joilta saatiin kerättyä tietoa laskennan perusteita varten. Laskentaohjelman ulkoisesta muodosta pyrittiin tekemään käyttäjälle mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen. Laskentapohja lukittiin, jotta käyttäjä ei pääse muuttamaan muita soluja kuin niitä, joita hänen on tarkoitus muuttaa. Lukitsemalla solut pystytään estämään laskentaohjelman oikeellisuuden tuhoutuminen. Mikäli laskentaohjelmaan halutaan tehdä muutoksia, on lukitus poistettava. Laskentaohjelman tarvittavat muutokset tehdään kootusti käyttäjä palautteen pohjalta, ja sen tekee vain nimetty henkilö, joka on perehtynyt laskentaohjelman kaavoihin ja toimintaperiaatteeseen.

7.3 Laskentaohjelman rakenne

Laskentaohjelma rakennettiin viiden erilaisen välilehden ympärille. Sen perusrunkona toimivat Excel-taulukot sekä -kaavat. Ohjelmassa oli ajatuksena, että laskentaohjelman käyttäjä syöttää kohteen tarvittavat tiedot sen etusivulle, eikä hänen tarvitse täyttää tietoja muille välilehdille. Toiselta välilehdeltä löytyy sähkökalusteiden yhteenlaskettu menekki kohteen tietojen perusteella, jotka on ensimmäiselle välilehdelle täytetty. Kolmas välilehti sisältää kalusteiden nimet, sähkönumerot ja muut tarvittavat tuotetiedot. Ohjelmassa käytetyt kalusteet ovat Lehdon toimitiloissa yleisimmin käytettyjä kalusteita. Nel-

jänneltä välilehdeltä löytyy asennuskorkeudet, jotka esitetään kuvassa 4. Viimeinen välilehti on pelkästään laskentaohjelman erilaisille kaavoille, joita on käytetty apuna laskentaohjelmaa tehdessä.

Ohjauspisteet	
Kytkimet yms.	1 m
Termostaatit	1,4 m
Palohälytyspainike	1,7 m
Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike	1,7 m
Pistorasiat, telepisteet	
Asuinhuoneet	0,2 m
Pesu- ja kylpyhuone	1,7 m
Siivous	1 m
Porrashuone, kellarikäytävä	1,8 m
Keittiön työpöytä	1,2 m
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	0,3 m
Kylmäkaappiyhdistelmä	2,2 m
Liesituuletin	1,8 m
Lieden pistorasia	0,3 m
keittiön pistorasiaryhmän jakorasia liedentakana	0,3 m
Mikroaaltouuni	1,6 m
Seinävalopisteet	
WC peilivalo, peilin päällä	1,9 m
Keittiön työtasovalaisin	1,38 m

Kuva 4 Otos laskentaohjelman asennuskorkeudet välilehdeltä

Välilehdet joihin käyttäjän ei tarvitse päästä, on piilotettu, jotta laskentaohjelmassa ei tapahtuisi tarpeetonta tietojen muuttelua niin, että laskentaohjelma ei olisi enää luotettava. Laskentaohjelman laskentavälilehti koostuu 16sta taulukosta, joista ohjelman käyttäjä täyttää ne osa-alueet jotka kohteessa ovat. Lopputuloksena kohteista koostuu yksi kokonaisuus. Osa-alueita ovat käytävä, wc-tilat, inva wc-tilat, varastot, taukotilat, työhuoneet, avotoimisto, neuvotteluhuoneet, myymälätila, ravintola, liiketila, teollisuus-/ varastohalli, pukuhuone, portaikko, parkkihalli sekä parkkipaikka. Ohjelman käyttäjä täyttää tarvittavat tiedot taulukkoon alavetovalikon avulla tai syöttämällä ne niille tarkoitettuihin kenttiin. Ohjelmassa lopputulokseen eniten vaikuttavat asiat ovat tilojen pinta-alat sekä määrät, jotka taulukoihin täytetään. Muita tietoja, joita laskentaohjelmassa, kysytään ovat pitkälti valaisimeen sekä valaistuksen ohjaukseen liittyviä valintoja. Liitteessä 1 käydään läpi laskentaohjelman täyttäminen sekä perustellaan paremmin laskennan perusteet.

Lisäksi laskentaohjelman lopussa on vielä taulukko kulunvalvonta- sekä kameravalvontajärjestelmistä, johon voidaan halutessa syöttää ovien sekä kamerapisteen määrät. Laskentaohjelma antaa näille pisteille hinnan, mutta ei huomioi kaapelointia. Paloilmäsimien sekä -painikkeiden määrä ohjelmassa perustuu syötettyihin pinta-aloihin.

7.4 Laskentaohjelman toiminta

Tässä luvussa käydään läpi laskentaohjelman täyttö taulukko kerrallaan.

Käytävä

Ohjelman käyttäjä syöttää ohjelmaan käytävän leveyden sekä käytäväalueiden yhteenlasketun pinta-alan, jolloin ohjelma laskee käytävän pituuden kolmanteen soluun. Taulukkoon syötetään myös käytävän huonekorkeus. Ohjelmassa käytävän sähkökalusteita on suurimmalta osin tarkasteltu 10 metrin kokonaisuuksina. Käytävällä kulkee kaksi kaapeliyhdyllä päällekkäin koko matkan.

käytävät	
käytävän leveys	1,6 m
käytävän pinta-ala	65 m ²
käytävän pituus	41 m
huonekorkeus	3,5 m
käytävän valaistus	Arel D/I RL2 82W/840 HO
valaisinkisko	kyllä

1. Syötä käytävän leveys.
2. Syötä käytävien yhteenlaskettu pinta-ala.
3. Ohjelma laskee syötettyjen tietojen avulla käytävän pituuden.
4. Syötä käytävän huonekorkeus.
5. Valitse valaisin alavetovalikosta.
6. Valitse alavetovalikosta tuleeko valaisinkiskoa.

WC-tilat

Laskentaohjelmassa Vessoja käsitellään yksittäisinä vessatiloina. Vessasta löytyy valaistus, valaistuksenohjaus sekä siivouspistorasia. Laskentaohjelmaan syötetään vesso-

jen kappale määrä sekä huonekorkeus, jolloin laskentaohjelma laskee vessoille tarvittavat kalustemäärät. Vessoihin on mahdollista valita elektroniset hanat manuaalisten sijaan, jolloin ohjelma laskee lavuaarin alle lisä sähköpisteen.

vessat	
vessojen määrä	3 kpl
vessojen pinta-ala	10 m ²
huonekorkeus	2,5 m

1. Syötä wc-tilojen määrä.
2. Syötä wc-tilojen yhteenlaskettu pinta-ala.
3. Syötä huonekorkeus.
4. Valitse alavetovalikosta hanan malli.

Inva WC-tilat

Inva wc-tilojen kohdalla taulukkoon syötetään vessojen määrä, niiden yhteen laskettu pinta-ala, sekä huonekorkeus ja valitaan valaistuksen ohjaus alavetovalikosta. Syötettyjen tietojen perusteella ohjelma laskee valaisimien määrän sekä huomioi tarvittavat hälytysjärjestelmät.

Inva vessa	
vessojen määrä	2 kpl
vessojen pinta-ala	m ²
huonekorkeus	m2
valaistuksen ohjaus	kytkin

1. Syötä inva wc-tilojen määrä.
2. Syötä inva wc-tilojen yhteenlaskettu pinta-ala.
3. Syötä inva wc-tilojen huonekorkeus.
4. Valitse alavetovalikosta valaistuksen ohjaus.

Varasto

Varastolla tarkoitetaan varastotilaa, joka on toimistotiloissa esim. arkistointiin tai toimistotarvikkeille varattu muutaman neliön kokoinen tila. Yhden varaston kalusteiksi on määriteltä yksi siivouspistorasia, valaisin ja valaistuksenohjaus. Laskentaohjelmassa voidaan määrittää, toteutetaanko valaistuksen ohjaus kytkimen vai liiketunnistimen avulla. Laskentaohjelmaan syötetään varastoiden määrä sekä huonekorkeus, minkä avulla ohjelma laskee tarvittavien sähkökalusteiden määrät.

varastot	
varastojen määrä	4 kpl
pinta-ala	10 m ²
valaistus	
valaistuksen ohjaus	kytkin
huonekorkeus	2,5 m

1. Syötä varastojen määrä.
2. Syötä varastojen yhteenlaskettu pinta-ala.
3. Valitse valaisin alavetovalikosta.
4. Valitse valaistuksen ohjaus alavetovalikosta.
5. Syötä varastojen huonekorkeus.

Taukotila

Taukotilan kohdalla syötetään taukotilan pinta-ala, valitaan valaistus sekä valaistuksen ohjaus. Tämän lisäksi ohjelmaan syötetään taukotilojen määrä, sekä määrä tiloista, joissa on kahvinkeitto- sekä ruoanlaittomahdollisuus. Niin sanottujen keittiöosuuksien kalusteiden määrät on syötetty ohjelmaan Lehdon kohteiden perusteella. Valaistuksen lisäksi taukotilaan tulee yksi (1) 2-osainen RJ-45 rasia sekä 2-osaisia pistorasioita, joiden määrä on määritelty ohjelmassa siten, että kutakin 15m²:n aluetta kohden niitä asennetaan yksi. Valaisimien määrä taukotiloissa tapahtuu neliöihin ja valaisinmalliin perustuen.

taukotilat	
pinta-ala	100 m ²
valaistus	Eval 52W/840 VA
valaistuksen ohjaus	tunnistin
taukotilojen määrä	6 kpl
keittiötasojen määrä	2 kpl
tasovalaisin	IP21 8W/840 550mm
huonekorkeus	2,5 m
valaisinkisko	kyllä

1. Syötä taukotilojen yhteenlaskettu pinta-ala.
2. Valitse alavetovalikosta valaisin.
3. Valitse alavetovalikosta valaistuksen ohjaus.
4. Syötä taulukkoon taukotilojen määrä.
5. Syötä taulukkoon keittiötasojen määrä.
6. Valitse alavetovalikosta tasovalaisin.
7. Syötä taulukkoon huonekorkeus.
8. Valitse alavetovalikosta, tuleeko tilaan valaisinkiskoa.

Työhuone

Ohjelmaan syötetään työhuoneiden yhteenlaskettu pinta-ala, työhuoneiden määrä sekä työpisteiden määrä. Työpisteen sähköistykseksi valitaan joko pistorasiapylväs tai asennuskouru. Jos tilaaja haluaa työhuoneeseen lattiarasian, on tämä laskettava aina erikseen. Näiden lisäksi ohjelmassa valitaan valaisintyyppi sekä valaistuksen ohjaus, joka voidaan toteuttaa kytkimellä tai läsnäolotunnistimella. Yhtä työpistettä kohden tarvitaan kaksi (2) 2-osaista pistorasiaa sekä yksi (1) 2-osainen RJ-45 -rasia.

työhuoneet	
pinta-ala	100 m ²
työhuoneiden määrä	8 kpl
työpisteiden määrä	14 kpl
työpisteiden sähköistys	asennuskouru
valaistus	Plata 40W/840 VA
valaistuksen ohjaus	kytkin
valaisinkisko	kyllä
huonekorkeus	2,5 m

1. Syötä taulukkoon työhuoneiden yhteenlaskettu pinta-ala.
2. Syötä taulukkoon työhuoneiden määrä.
3. Syötä taulukkoon työpisteiden määrä.
4. Valitse alasetoalikoista työpisteiden sähköistystapa.
5. Valitse valaistus alasetoalikoista.
6. Valitse valaistuksen ohjaus alasetoalikoista.
7. Valitse alasetoalikoista tuleeko tilaan valaisinkiskoa.
8. Syötä taulukkoon huonekorkeus.

Avotoimisto

Avotoimiston kohdalla ohjelmaan syötetään avotoimiston pinta-ala sekä valitaan valaisinmalli. Ohjelma määrittää työpisteiden määrän syötetyn pinta-alan mukaan, siten että syötetty pinta-ala jaetaan yhdeksällä neliometrillä. Ohjelmassa kuitenkin mahdollistetaan vaihtoehto, jossa työpisteiden määrä voidaan määrittää itse, jolloin se korvaa laskentaohjelman laskeman määrän. Avotoimistossa valaistuksenohjaus tapahtuu läsnäolotunnistimilla, myös niiden määrä määritellään pinta-alan avulla, jossa jakajana toimii tietty neliömetrimäärä. Muuntojoustavuutta, nopeampaa asennustapaa sekä talousohjattu rakentamista myötäillen avotoimistossa työpisteiden sähköistys toteutetaan pistorasiapylväillä. Pistorasiapylväiden lisäksi avotoimiston reunoille on mahdollisuus valita vielä asennuskourua, johon voidaan asentaa sähköpisteitä. Asennuskourulle on ohjelmassa

määritelty kerroin, jolla huoneen tilan koko kerrotaan. Näin saamme ulos metrimäärän, kuinka paljon asennuskourua tilaan tulee.

avotoimisto	
pinta-ala	25 m ²
valaistus	AreI RL2 42W/840 HO
työpisteiden sähköistys	pistorasiatolppa
työpisteiden määrä	3 TAI 0 kpl
tuleeko seinälle kourua?	kyllä
huonekorkeus	2,5 m
valaisinkisko	kyllä

1. Syötä taulukkoon avotoimiston pinta-ala.
2. Valitse valaistus alavetovalikosta.
3. Valitse alavetovalikosta työpisteiden sähköistystapa.
4. Laskentaohjelma laskee pinta-ala perusteisesti työpisteiden määrän, voit kuitenkin vaihtoehtoisesti syöttää vapaasti itse työpisteiden määrän.
5. Valitse alavetovalikosta tuleeko tilaan asennuskourua.
6. Syötä taulukkoon avotoimiston huonekorkeus.
7. Valitse alavetovalikosta tuleeko tilaan valaisinkisko.

Neuvotteluhuoneet

Neuvotteluhuoneen kohdalla ohjelmaan syötetään neuvotteluhuoneiden yhteenlaskettu pinta-ala, määrä, valaistuksenohjaus sekä se, halutaanko seinälle asennuskourua. Neuvotteluhuoneeseen tulee valaisimet, joiden määrä määritellään pinta-alan mukaan, siivouspistorasia, yksi (1) 2-osainen RJ-45 -rasia, kaksi (2) 2-osaista pistorasiaa.

neuvotteluhuoneet	
pinta-ala	54 m ²
neuvotteluhuoneiden määrä	1 kpl
valaistus	Eval 52W/840 VA
valaistuksen ohjaus	kytkin
huonekorkeus	2,5 m
valaisinkisko	kyllä
asennuskouru	kyllä

1. Syötä neuvotteluhuoneiden yhteenlaskettu pinta-ala.
2. Syötä neuvotteluhuoneiden määrä.
3. Valitse valaistus alavetovalikosta.
4. Valitse valaistuksen ohjaus alavetovalikosta.
5. Syötä taulukkoon neuvotteluhuoneiden huonekorkeus.

Myymälätila

Taulukkoon syötetään myymälätilan pinta-ala, valitaan alavetotaulukosta myymälätilan valaistus sekä tuleeko myymälään valaisinkiskoa. Syötetään kappalemäärät kassapisteistä ja mahdollisista peliautomaateista sekä palvelutiskin pituus. Alasvetovalikon avulla valitaan myymälän tarpeet kosketinkiskon ja kohdevalaisimien osalta sekä syötetään kohdevalaisimien määrä.

Ohjelma laskee peliautomaateille sähköpisteet määrän mukaan. Jokainen kone tarvitsee toimiakseen sähkönsyötön sekä RJ-45 -pisteen. Palvelutiskille laskentaohjelma laskee tarvittavat sähköpisteet palvelutiskin pituuden avulla.

myymälätila (päivittäistavarakaupat)		
myymälätilan pinta-ala	589 m ²	
myymälätilan valaistus		
valaisinkiskot myymälään	ei	
kassapisteet	kpl	
peliautomaatit	kpl	
palvelutiskin pituus	m	
kosketinkisko	ei	
kohdevalaisimia	kyllä	0 kpl

1. Syötä taulukkoon myymälätilan pinta-ala.
2. Valitse valaistus alavetotaulukosta.
3. Valitse alavetotaulukosta tuleeko myymälään valaisinkiskoa.
4. Syötä taulukkoon kassapisteiden määrä.
5. Syötä taulukkoon myymälässä olevien peliautomaattien määrä.
6. Syötä taulukkoon palvelutiskin pituus.
7. Valitse alavetotaulukosta tuleeko myymälään kosketinkiskoa.
8. Valitse alavetotaulukosta tuleeko myymälään kohdevalaisimia, sekä syötä niiden mahdollinen määrä taulukkoon.

Ravintola

Ravintolaosuus on jaettu kahteen osaan, saliosuuteen, joka sisältää kassa alueen sekä ravintolan keittiötilaan. Taulukkoon syötetään pinta-alat, huonekorkeudet ja kassapisteiden määrät, joiden avulla laskentaohjelma laskee tarvittavat määrät sähköpisteitä. Alasvetovalikoista valitaan tilaan valaisimet, sekä tehdään valinta, tuleeko tilaan valaisinkiskoa tai kohdevalaisimia.

ravintola	
<i>Sali (ruokailutila + kassapisteet)</i>	
pinta-ala	100 m ²
huonekorkeus	m
valaistus	Plata 40W/840 VA
valaisinkisko	kyllä
kassapisteet	kpl
kohdevalaisimia	ei 0 kpl
<i>keittiö (ruoanvalmistus)</i>	
pinta-ala	m ²
huonekorkeus	m

1. Syötä taulukkoon ravintoalan salin sekä kassa-alueen yhteenlaskettu pinta-ala.
2. Syötä taulukkoon ravintolan huonekorkeus.
3. Valitse valaistus alasetoalikoista.
4. Valitse alasetoalikoista tuleeko valaisinkiskoa.
5. Syötä taulukkoon kassapisteiden määrä.
6. Valitse alasetoalikoista tuleeko tilaan kohdevalaisimia, sekä syötä niiden mahdollinen määrä taulukkoon.
7. Syötä taulukkoon keittiön, eli ruoanvalmistus tilan pinta-ala.
8. Syötä taulukkoon keittiön huonekorkeus.

Liiketila

Taulukkoon syötetään liiketilan pinta-ala sekä huonekorkeus ja kassapisteiden määrä. Alasetoalikoista valitaan valaisin sekä tieto siitä tuleeko tilaan valaisinkiskoa, kosketinkiskoa tai kohdevalaisimia.

liiketila	
pinta-ala	40 m ²
huonekorkeus	m
kassapisteiden määrä	kpl
valaistus	Plata 40W/840 VA
valaisinkisko	kyllä
kosketinkisko	kyllä
kohdevalaisimia	kyllä 0 kpl

1. Syötä taulukkoon pinta-ala.
2. Syötä taulukkoon liiketilan huonekorkeus.
3. Syötä taulukkoon kassapisteiden määrä.
4. Valitse valaisin alasetoalikoista.
5. Valitse alasetoalikoista tuleeko tilaan valaisinkiskoa.
6. Valitse alasetoalikoista tuleeko tilaan kosketinkiskoa.

7. Valitse alasvetovalikosta tuleeko tilaan kohdevalaisimia, sekä syötä niiden mahdollinen määrä taulukkoon.

Teollisuus- /varastohalli

Teollisuus- /varastohallien pinta-ala syötetään taulukkoon, minkä jälkeen tilaan valitaan valaistus alasvetovalikosta. Lisäksi valitaan, tuleeko tilaan valaisinkiskoa.

teollisuus- /varastohalli	
pinta-ala	m ²
valaistus	Airaline ECO 53W/840 VA
valaisinkisko	ei

1. Syötä taulukkoon pinta-ala.
2. Valitse valaistus alasvetovalikosta.
3. Valitse alasvetovalikosta tuleeko tilaan valaisinkiskoa.

Täytettyjen taulukkojen avulla toiselle välilehdelle kerääntyy tieto yhteenlasketuista kalusteiden määristä, sekä niiden hinnoista. Taulukosta löytyy myös tuotteiden sähkönumerot. Taulukossa 3 on esimerkki.

Taulukko 3 Esimerkki laskentaohjelman taulukosta.

valaisimet					
tuote	valmistaja	sähkönumero	tarvittavat massat	yksikkö	yht. €
Lumi II 320 IP44 12W/840 PIR MS	Airam	4297217		kpl	
Onnline Genesis IP44 12W 840	Onnline	4126022		kpl	
Onnline Genesis IP44 12W 840 RADAR	Onnline	4126024		kpl	
Onnline UniLED IP44 41W/840 VA	Onnline	4310371		kpl	
Onnline LEDina 40W/840 1184mm	Onnline	4126061		kpl	
Onnline LEDeli					
IP21 5W/840 450mm	Onnline	4126056		kpl	
IP21 8W/840 750mm	Onnline	4126057		kpl	
IP21 12W/840 1000mm	Onnline	4126058		kpl	
IP21 15W/840 1500mm	Onnline	4126059		kpl	
alasalot					
Ronda II 12W/840 DIM VA	Airam	4297868		kpl	
Ronda II 12W/830 DIM VA	Airam	4297867		kpl	
Prettus 33W/840 VA MA	Airam	4297272		kpl	
Frey IP44 25,5W/840 VA	Airam	4289815		kpl	
Flat II IP44 9W/840 DIM VA	Airam	4297880		kpl	
Flat II IP44 12W/840 DIM VA	Airam	4297882		kpl	
Flat II IP44 15W/840 DIM VA	Airam	4297884		kpl	
kohdevalaisin					
Monna 15W/840 40D DIM	Airam	4289956		kpl	
julkisen tilan valaisimet					
Plata 40W/840 VA	Airam	4289991		kpl	
Arel RL2 42W/840 HO	Airam	4289680		kpl	
Arel RL2 66W/840 HO	Airam	4389682		kpl	
Arel D/I RL2 82W/840 HO	Airam	4297865		kpl	
Arel RL2 65W/840 HO DA	Airam	-		kpl	
Eval 35W/840 VA	Airam	4289844		kpl	
Eval 52W/840 VA	Airam	4289846		kpl	
Eval 56W/840 VA DA	Airam	-		kpl	
Profi ISS 42W/840 VA	Airam	4289650		kpl	
teollisuusvalaisimet					
Airline ECO 53W/840 VA	Airam	4209535		kpl	
Airline ECO 81W/840 VA	Airam	-		kpl	
Valaisinkiinnike 70zn		-		kpl	
Valaisinkiinnike 70pm		-		kpl	
Fresa IP65 48W/840 PC	Airam	4310508		kpl	
Fresa IP65 75W/840 PC	Airam	4310509		kpl	
Okta IP65 87W/840 PC MU	Airam	4310210		kpl	
Megal IP65 106W/840 CL VA	Airam	4310198		kpl	

8 Laskentaohjelman toimivuuden testaus

8.1 Laskenta ohjelman testaus

Laskentaohjelman testaus suoritetaan toteutuneille kohteille, joista on jo valmiina laskentadataa. Tällä tavalla saadaan suoritettua ohjelman laskentatarkkuuden tarkastus. Tämä osuus suoritetaan kuitenkin vasta insinööriyön valmistumisen jälkeen. Laskentaohjelman testaus suoritetaan muutaman hengen koeryhmällä, jotka saavat ohjelman koekäyttöön. Ryhmä tarkastelee sen toimivuutta, oikeellisuutta sekä käyttömukavuutta. Laskentaohjelma on pyritty rakentamaan siten, että käyttäjältä ei vaadita hirveästi taloteknistä osaamista, jotta hän pystyy sitä käyttämään.

8.2 Testaajien työnkuvan esittely

Laskentaohjelma annettiin koekäyttöön Lehdon työntekijöille, jotka työskentelevät kukin eri tehtävässä, kuitenkin sellaisille jotka tulevat sitä mahdollisesti tulevaisuudessa käyttämään.

8.2.1 Hankepäällikkö

Hankepäällikkö vastaa kohteiden myynnistä sekä kartoittaa sopivia tarjottavia hankkeita. Hän toimii muun tiimin kanssa ja tuottaa tarjouksen asiakkaalle.

8.2.2 Sähköprojektipäällikkö

Sähköprojektipäällikkö vastaa sähkötöiden suunnittelun ohjauksesta, teknisistä ratkaisuista, järjestelmä- ja materiaalivalinnoista sekä lopullisten kustannuksien määrittelystä. Hän toimii sähkötöiden yhteyshenkilönä tilaajaan päin ja osallistuu työmaakokouksiin.

Myös projektin aikainen sähkötöiden laskenta sekä lisä- ja muutostöiden hallinta kuuluvat projektipäällikön työalueeseen. Näiden lisäksi projektipäällikkö laatii tarjouspyyntöjä materiaalitoimittajille ja urakoitsijoille sekä neuvottelee heidän kanssaan, tämän jälkeen valitsee projektin toteuttajat sekä laatii sopimukset yhteistyössä keskitetyn hankinnan kanssa. Projektin ajan projektipäällikkö johtaa sähkötöiden asennustoimintaa, yhteensovittamista ja aikatauluttamista. Hän varmistaa sähkötöiden laadun ja huolehtii loppuvaiheen toimintakokeista, tarkastuksista ja dokumentoinnista.

8.2.3 Sähköhankintainsinööri

Sähköhankintainsinöörin työnkuvaan kuuluu hankkia kohteisiin sähkökalusteet. Hankintainsinööri vastaa materiaalien hankinnasta yhteistyössä suunnittelun ja tuotannon johdon kanssa. Hänen tehtäviin voi kuulua myös hankinta- ja toimittajarekisterin ylläpitäminen sekä hankintaan liittyvien asioiden tiedottaminen. Hankintainsinööri on osa projektiryhmää, ja hän työskentelee yhteisössä suunnittelun ja tuotannon kanssa.

9 Yhteenveto

Opinnäytetyönä rakennettiin laskentaohjelma, jonka avulla tilaaja pystyy arvioimaan sähkökalustuksen hinnan toimitilakohteissa jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Valmiista ohjelmasta on hyötyä tilaajalle niin budjetoituvaiheessa, kuin tarjouspyyntöjä tehdessäkin. Voidaan todeta, että opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen. Täytyy muistaa, että laskentaohjelma on ihmisen tuotosta, ja jokainen kaava sekä luku on syötetty ohjelmaan yksitellen. Ohjelmasta voi löytyä sellaisia virheitä, jotka eivät tule huomioiduksi testikäytön aikana. Tämän takia onkin tärkeää, että alkuvaiheessa ohjelmaan suhtaudutaan tarkkaavaisesti eikä automaattisesti luoteta sen antamiin tuloksiin.

Vaikka ohjelma on nyt valmis, on selvää, että laskentaohjelma vaatii vielä rakentamista sekä kehittämistä vielä opinnäytetyön päätyttyäkin. Opinnäytetyö antaa kuitenkin tilaajalle hyvät lähtökohdat ja pohjat siihen, että laskentaohjelmasta saadaan hiottua myös ulkonäöllisesti tilaajan mukainen. Ohjelmaa on myös jatkossa helppo lähteä kehittämään. Laskentaohjelma tulee Lehto Tilat Oy:n jokapäiväiseen käyttöön, kun testaus ja sen jälkeiset viimeiset hionnat on suoritettu.

Projektin myötä kerääntyi paljon lisätietoja toimitilojen sähköistämisestä sekä järjestelmistä, joita tiloissa käytetään. Näiden lisäksi työtä tehdessä avautui myös rakennusten minimivaatimukset sähköistyksen osalta ja eri toteutustapojen kustannusarvot avautuivat paljon paremmin. Projektin isoimmaksi aiheeksi voisi sanoa aihealueen mahdollisuudet. Laskentaohjelmaa tehdessä täytyi tarkasti miettiä, kuinka yksityiskohtaisesti sitä ruvetaan rakentamaan ja kuinka laaja siitä tehdään. Työn toisena haasteena oli Excelin vähäinen käyttö ennen laskentaohjelman rakentamista. Tästä johtuen ohjelman rakentaminen vei enemmän aikaa projektin alkuvaiheessa.

Lähteet

1. Rakennusalan innovatiivinen uudistaja. 2017. Verkkoaineisto. Lehto.fi <<https://lehto.fi/yrittys/lehto-lyhyesti/>> Luettu 22.11.2017
2. Toimitilat. 2017. Verkkoaineisto. Lehto.fi. <<https://lehto.fi/palvelut/toimitilat/>> Luettu 22.11.2017
3. Tuotantohalli, teollisuustilat. 1993. RT 94-10513. Rakennustieto Oy. Rakennussäätiö 1993.
4. Kiinteistöjen sähköjärjestelmät. Verkkoaineisto. Sähköala.fi. <http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/sahkojarjestelmat/fi_FI/sahkolaitteisto_haltija/> Luettu 20.01.2018
5. Sähkön pääjakelujärjestelmät. Verkkoaineisto. Sähköala.fi. <http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/sahkojarjestelmat/fi_FI/paajakelujarjestelmat/> Luettu 20.01.2018
6. Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. 2017. ST 58.04. Espoo. ST kortisto. Sähkötieto ry.
7. Sisävalaistusstandardi SFS-EN 12464-1-2011. Verkkoaineisto. Ensto. <<https://www.ensto.com/fi/tuki/suunnittelutyokalut/valaistusopas/sisavaalaistus-standardi-sfs-en-12464-1-2011/>> Luettu 06.02.2018
8. Kallioharju Kari. 2015. Valaistus uudisrakennuksessa. Verkkoaineisto. Tampereen ammattikorkeakoulu. <<http://docplayer.fi/3009628-Valaistus-uudisrakennuksessa-kari-kallioharju-tampereen-ammattikorkeakoulu-2015.html>> Luettu 06.02.2018
9. Toimitilaturvallisuus ja sähköiset turvallisuusjärjestelmät. 2004. Turva-alan tietokansio. Espoo. Turva-alan yrittäjät ry / Sähköinfo Oy.
10. Kulunvalvonta- ja murtoilmoitusjärjestelmät. 2016. ST-käsikirja 11. Espoo. Sähkötieto ry.

11. Kulunvalvonta- ja työajanseurantajärjestelmät. Suunnitteluohje. 2016. ST 665.10. Espoo. ST kortisto. Sähkötieto ry.
12. Kameravalvontajärjestelmät. Suunnitteluohje. 2017. ST 664.10. Espoo: Sähkötieto ry. Sähköinfo Oy.
13. Turvavalaistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu. 2014. ST 59.10. Espoo. ST kortisto. Sähkötieto ry.
14. Valvontalaitteistot. Verkkoaineisto. lukkovaasa.fi. <<http://lukkovaasa.fi/valvontalaitteistot>> Luettu 04.11.2017